

175 14278

# BOŠKOVIĆ

ALMANAH

HRVATSKOGA PRIRODOSLOVNOG  
DRUŠTVA

ZA GODINU

1950.

БИБЛИОТЕКА  
 НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОГ  
 ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА  
 Број инвентара 18811  
9. VII. 1975.  
 Београд

ZAGREB 1950.

## UVODNA RIJEČ

Hrvatsko prirodoslovno društvo pristupa opet izdavanju svog »Boškovića« nadovezujući time na staru tradiciju širenja astronomijskog znanja, kojoj je ostalo vjerno od svoga početka. Broj onih, koje je astronomija privlačila, u našim je krajevima bio uvijek znatan, jer su se sustavnim radom u nizu godina stvorili za to uvjeti, pa su stoga i nekadanji kalendari »Bošković« bili lijepo primljeni i mogli izvršiti svoju zadaću. Taj je broj i danas velik, jer se napose nastojanjem Astronomijske sekcije Hrvatskoga prirodoslovnog društva zanimanje za astronomiju znatno proširilo, a znanje učvrstilo držanjem cijeloga niza tečajeva iz astronomije i mogućnošću upotrebe astronomijskih instrumenata na zvezdarnici društva. Nažalost, iz nekih razloga nastupio je zastoj u nastavljanju izdavanja »Boškovića«, kome je Hrvatsko prirodoslovno društvo već dulje vremena nastojalo doskočiti. Da ono upravo u g. 1950. nastavlja svoj rad u tom smjeru, ima i simboličko značenje. Ove se godine u mjesecu srpnju navršava dvjesto godina, kako je slavni naš Rude Bošković u društvu s Le Maireom započeo mjerenje duljine meridijana među Rimom i Riminiem, i pri tome uveo bitne novosti u vršenju geodetskih mjerenja, udario sasvim novim putem u određivanju pogrešaka astronomijskih i geodezijskih instrumenata i prvi primijenio jednu metodu za izravnjanje pogrešaka opažanja.

Predanošću naših stručnjaka mogao se posao oko obnavljanja »Boškovića« izvršiti u dosta kratkom vremenu. Zaostatak u roku izlazenja nadamo se da će biti nadoknađen raznolikošću podataka, opširnošću tumačenja, a i literarnim dijelom novoga »Boškovića«, kojim on prima i šire značenje almanaha. Tim se izdanjem obraćamo u prvom redu na sve ljubitelje astronomije, a napose na sve, koji žele da provjere i ožive opće poznavanje astronomije na točnim podacima današnjega stanja te znanosti, koji ne uzmiču pred jednostavnijim računom ili točnijim ogledanjem podataka u želji, da jasnije zagledaju u mehanizam Sunčeva sustava ili da se u pojedinostima upute u prilike vožezdana svemira. Mnogo pri tome računamo na naše nastavnike u srednjim školama, kojima podaci »Boškovića« mogu pomoći da osveže izlaganja i da im budu izvor mnogoj lijepoj zadaći. A osobito mislimo na naše najmlađe suradnike, kojima bi »Bošković« morao biti vod i stručni priručnik uvede li se opet astronomija u srednje škole prema zahtjevu, koji je bio postavljen na kongresu matematičara i fizičara FNRJ prošle godine na Bledu.

Neka i Almanah »Bošković« doprinese širenju astronomijskog znanja u što širim redovima naše inteligencije i neka obnovljeno godište 1950. bude prvo u neprekinutom slijedu idućih godišta.

HRVATSKO PRIRODOSLOVNO DRUŠTVO  
U ZAGREBU

I. UVOD

Geografske koordinate zvjezdarnice Hrvatskoga prirodoslovnog društva u Zagrebu (Opatička 22)

Širina  $\varphi = 45^{\circ} 49' 10''$  sjeverno od ekvatora  
 Dužina  $\lambda = 15^{\circ} 58' 43''$  istočno od Greenwicha  
 = 1h 03m 54.9s

(Ove su koordinate privremene i vrijede za stup durbina od 6")

Geografske koordinate astronomskog paviljona Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (Maksimir)

Širina  $\varphi = 45^{\circ} 49' 32.32''$  sjeverno od ekvatora  
 Dužina  $\lambda = 16^{\circ} 01' 16.65''$  istočno od Greenwicha  
 = 1h 04m 05.11s

ASTRONOMSKI ZNACI I POKRATE

1. Znac u Sunčevu sustavu

☉	Sunce	♊	konjunkcija
☾	Mjesec	☐	kvadratura
☿	Merkur	♋	opozicija
♀	Venera	♌	uzlazni čvor
♁	Zemlja	♍	silazni čvor
♂	Mars	♎	mlađ
♃	Jupiter	♏	prva četvrt
♄	Saturn	♐	uštap
♅	Uran	♑	posljednja četvrt
♆	Neptun		
♇	Pluton		

2. Znac zodiacaka

I.	♈	Aries-Ovan	0°
II.	♉	Taurus-Bik	30°
III.	♊	Gemini-Blizanci	60°
IV.	♋	Cancer-Rak	90°
V.	♌	Leo-Lav	120°
VI.	♍	Virgo-Djeвица	150°
VII.	♎	Libra-Vaga	180°
VIII.	♏	Scorpius-Škorpion	210°
IX.	♐	Sagittarius-Strijelac	240°
X.	♑	Capricornus-Jarac	270°
XI.	♒	Aquarius-Vodenjak	300°
XII.	♓	Pisces-Ribe	330°

3. Pokrate

d	dan	}	vremena
h	sat		
m	minuta		
s	sekunda		
SEV	srednjeevropsko vrijeme	}	kutne mjere
sv. vr.	svjetsko vrijeme (Greenw.)		
°	stupanj		
'	minuta		
"	sekunda		
φ	geografska širina		
λ	geografska dužina		
α	rektascenzija		
δ	deklinacija		

PODACI O GODINI 1950

Početak proljeća:	21. III. 50.	5h sv. vr.
" ljeta :	22. VI. 50.	0h "
" jeseni :	23. IX. 50.	15h "
" zime :	22. XII. 50.	10h "

Početak godine 1950. po Besselu (kad je dužina ☉ = 280° uključivo aberaciju) u oznaci 1950.0 jest 1950. Jan. 0.923

## II. EFEMERIDE SUNČEVA SUSTAVA

## SIJEČANJ 1950.

Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA					Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinacija						
		h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m		
1	Ne	18 43 32'2	- 23 04 15	6 40 17'9	- 3 14'3	7 38	16 21	1	
2	Po	18 47 57'1	22 59 25	6 44 14'5	3 42'6	7 39	16 22	2	
3	Ut	18 52 21'7	22 54 08	6 48 11'1	4 10'7	7 39	16 23	3	
4	Sr	18 56 46'0	22 48 24	6 52 07'6	4 38'3	7 39	16 24	4	
5	Če	19 01 09'8	22 42 13	6 56 04'2	5 05'6	7 38	16 24	5	
6	Pe	19 05 33'2	- 22 35 34	7 00 00'7	- 5 32'5	7 38	16 25	6	
7	Su	19 09 56'2	22 28 29	7 03 57'3	5 58'9	7 38	16 26	7	
8	Ne	19 14 18'7	22 20 58	7 07 53'9	6 24'9	7 38	16 28	8	
9	Po	19 18 40'8	22 12 59	7 11 50'4	6 50'3	7 38	16 29	9	
10	Ut	19 23 02'3	22 04 35	7 15 47'0	7 15'3	7 38	16 30	10	
11	Sr	19 27 23'3	- 21 55 45	7 19 43'5	- 7 39'8	7 37	16 31	11	
12	Če	19 31 43'7	21 46 29	7 23 40'1	8 03'6	7 37	16 32	12	
13	Pe	19 36 03'6	21 36 48	7 27 36'6	8 27'0	7 36	16 33	13	
14	Su	19 40 22'9	21 26 41	7 31 33'2	8 49'7	7 36	16 34	14	
15	Ne	19 44 41'6	21 16 10	7 35 29'8	9 11'8	7 36	16 36	15	
16	Po	19 48 59'6	- 21 05 14	7 39 26'3	- 9 33'2	7 35	16 37	16	
17	Ut	19 53 16'9	20 53 54	7 43 22'9	9 54'0	7 34	16 39	17	
18	Sr	19 57 33'6	20 42 10	7 47 19'5	10 14'1	7 33	16 41	18	
19	Če	20 01 49'5	20 30 02	7 51 16'0	10 33'5	7 32	16 42	19	
20	Pe	20 06 04'7	20 17 30	7 55 12'6	10 52'2	7 31	16 43	20	
21	Su	20 10 19'2	- 20 04 36	7 59 09'1	- 11 10'1	7 31	16 45	21	
22	Ne	20 14 32'9	19 51 20	8 03 05'7	11 27'2	7 30	16 46	22	
23	Po	20 18 45'8	19 37 41	8 07 02'2	11 43'6	7 29	16 47	23	
24	Ut	20 22 57'9	19 23 41	8 10 58'8	11 59'2	7 28	16 49	24	
25	Sr	20 27 09'3	19 09 19	8 14 55'3	12 13'9	7 27	16 50	25	
26	Če	20 31 19'8	- 18 54 36	8 18 51'9	- 12 27'9	7 26	16 51	26	
27	Pe	20 35 29'5	18 39 32	8 22 48'4	12 41'0	7 25	16 53	27	
28	Su	20 39 38'4	18 24 08	8 26 45'0	12 53'3	7 24	16 54	28	
29	Ne	20 43 46'4	18 08 25	8 30 41'6	13 04'8	7 23	16 56	29	
30	Po	20 47 53'6	17 52 22	8 34 38'1	13 15'5	7 22	16 57	30	
31	Ut	20 52 00'0	- 17 35 59	8 38 34'7	- 13 25'3	7 21	16 58	31	

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Jan. 1.	8'95	0'98324	16' 17'6	0'01	- 3'09	20'82
11.	8'95	0'98342	16' 17'4	1'39	- 2'52	20'82
21.	8'94	0'98410	16' 15'7	2'76	- 2'06	20'80
31.	8'93	0'98519	16' 15'6	4'14	- 1'74	20'77

## JANUAR 1950.

Datum	MJESEC					PLANETI				
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1h zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwicu
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinacija	Daljina od Zemlje	Polumjer	
	h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	"	h m	h m
1	13 36	5 12	21 58'5	2'19	12'2					
2	14 16	6 19	22 52'6	2'31	13'2					
3	15 08	7 21	22 48'9	2'36	14'2	11 20 08	- 21 28	1'00	3'3	13 27
4	16 11	8 14	—	—	15'2	11 20 22	- 18 03	0'75	4'4	12 59
5	17 25	8 55	0 45'4	2'33	16'2	21 19 36	- 18 04	0'67	5'0	11 33
6	18 42	9 29	1 40'4	2'24	17'2					
7	20 00	9 55	2 32'7	2'13	18'2	11 21 17	- 15 09	0'37	22'4	14 35
8	21 18	10 16	3 22'4	2'02	19'2	11 21 21	- 12 32	0'32	26'3	13 59
9	22 35	10 35	4 10'1	1'96	20'2	21 21 09	- 10 49	0'28	29'8	13 07
10	23 52	10 53	4 56'9	1'95	21'2					
11	—	11 11	5 44'2	2'00	22'2	11 12 12	+ 1 26	1'22	3'8	5 31
12	1 10	11 32	6 33'5	2'12	23'2	11 12 25	+ 0 15	1'12	4'2	5 04
13	2 31	11 57	7 26'1	2'27	24'2	21 12 35	- 0 38	1'02	4'6	4 35
14	3 54	12 30	8 22'6	2'44	25'2					
15	5 14	13 13	9 22'8	2'56	26'2	11 20 36	- 19 13	5'94	15'5	13 54
16	6 26	14 10	10 25'0	2'59	27'2	11 20 46	- 18 38	5'99	15'3	13 24
17	7 24	15 19	11 26'4	2'50	28'2	21 20 55	- 18 01	6'03	15'2	12 54
18	8 08	16 35	12 24'5	2'33	29'2					
19	8 41	17 52	13 17'8	2'12	0'7	11 11 24	+ 6 02	8'96	8'3	4 43
20	9 05	19 06	14 06'3	1'93	1'7	11 11 24	+ 6 07	8'81	8'5	4 04
21	9 24	20 17	14 50'7	1'78	2'7	21 11 23	+ 6 17	8'68	8'6	3 23
22	9 41	21 24	15 32'3	1'69	3'7					
23	9 56	22 30	16 12'2	1'65	4'7	11 6 12	+ 23 41	17'97	1'9	23 27
24	10 11	23 35	16 51'7	1'66	5'7	11 6 10	+ 23 42	18'01	1'9	22 46
25	10 26	—	17 32'0	1'71	6'7	21 6 08	+ 23 42	18'07	1'9	22 05
26	10 44	0 40	18 14'2	1'82	7'7					
27	11 05	1 47	18 59'3	1'95	8'7	11 13 06	- 5 19	30'40	1'2	6 25
28	11 32	2 55	19 48'0	2'11	9'7	11 13 06	- 5 20	30'23	1'2	5 46
29	12 07	4 03	20 40'4	2'25	10'7	21 13 06	- 5 20	30'06	1'2	5 06
30	12 54	5 07	21 35'8	2'35	11'7					
31	13 53	6 04	22 32'6	2'37	12'7	11 9 32	+ 23 17	35'56	—	2 55

MJESEC			Najmanja i najveća vrijednost	
Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Horizontalna paralaksa	Polumjer	
Jan. 4. ☉ 08h 48m	Jan. 13. 6h Perigej Jan. 25. 22h Apogej	59' 19"	16' 10"	
11. ☾ 11 31				
18. ☉ 08 59				
26. ☽ 05 39				



OŽUJAK 1950.									
Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini	
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinacija						
h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m				
1	Sr	22 45 32'3	— 7 52 58	10 32 54'8	— 12 37'5	6 37	17 41	60	
2	Če	22 49 17'2	7 30 12	10 36 51'4	12 25'9	6 35	17 43	61	
3	Pe	22 53 01'7	7 07 20	10 40 47'9	12 13'8	6 33	17 44	62	
4	Su	22 56 45'6	6 44 22	10 44 44'5	12 01'7	6 31	17 45	63	
5	Ne	23 00 29'0	6 21 19	10 48 41'0	11 48'0	6 30	17 47	64	
6	Po	23 04 12'0	— 5 58 10	10 52 37'6	— 11 34'5	6 28	17 48	65	
7	Ut	23 07 54'6	5 34 56	10 56 34'1	11 20'5	6 26	17 49	66	
8	Sr	23 11 36'8	5 11 38	11 00 30'7	11 06'1	6 24	17 51	67	
9	Če	23 15 18'6	4 48 15	11 04 27'2	10 51'4	6 22	17 52	68	
10	Pe	23 19 00'0	4 24 49	11 08 23'8	10 36'2	6 20	17 54	69	
11	Su	23 22 41'2	— 4 01 19	11 12 20'3	— 10 20'8	6 18	17 55	70	
12	Ne	23 26 22'0	— 3 37 46	11 16 16'9	10 05'1	6 16	17 57	71	
13	Po	23 30 02'5	3 14 10	11 20 13'5	9 49'0	6 14	17 58	72	
14	Ut	23 33 42'7	2 50 32	11 24 10'0	9 32'7	6 12	18 00	73	
15	Sr	23 37 22'7	2 26 52	11 28 06'6	9 16'1	6 10	18 01	74	
16	Če	23 41 02'4	— 2 03 10	11 32 03'1	— 8 59'3	6 08	18 02	75	
17	Pe	23 44 41'9	1 39 28	11 35 59'7	8 42'3	6 07	18 04	76	
18	Su	23 48 21'2	1 15 44	11 39 56'2	8 25'0	6 05	18 05	77	
19	Ne	23 52 00'4	0 52 00	11 43 52'7	8 07'6	6 03	18 06	78	
20	Po	23 55 39'3	0 28 16	11 47 49'3	7 50'0	6 01	18 07	79	
21	Ut	23 59 18'1	— 0 04 32	11 51 45'9	— 7 32'3	5 59	18 09	80	
22	Sr	0 02 56'8	+ 0 19 10	11 55 42'4	7 14'4	5 57	18 10	81	
23	Če	0 06 35'4	0 42 52	11 59 39'0	6 56'4	5 55	18 11	82	
24	Pe	0 10 13'8	1 06 32	12 03 35'5	6 38'3	5 54	18 12	83	
25	Su	0 13 52'2	1 30 10	12 07 32'1	6 20'1	5 52	18 14	84	
26	Ne	0 17 30'5	+ 1 53 46	12 11 28'6	— 6 01'9	5 50	18 15	85	
27	Po	0 21 08'8	2 17 19	12 15 25'2	5 43'6	5 48	18 17	86	
28	Ut	0 24 47'0	2 40 49	12 19 21'8	5 25'3	5 45	18 18	87	
29	Sr	0 28 25'3	3 04 16	12 23 18'3	5 07'0	5 43	18 20	88	
30	Če	0 32 03'6	3 27 39	12 27 14'9	4 48'7	5 41	18 21	89	
31	Pe	0 35 41'8	+ 3 50 58	12 31 11'4	— 4 30'4	5 39	18 22	90	

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Mart 1.	8'88	0'99084	16 10'1	8'13	— 1'69	20'65
11.	8'86	0'99341	16 07'6	9'51	— 1'91	20'60
21.	8'84	0'99620	16 04'9	10'88	— 2'18	20'54
31.	8'81	0'99899	16 02'2	12'26	— 2'45	20'49

MART 1950.										
Datum	MJESEC					PLANETI				
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1 <sup>h</sup> zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Dekli-nacija	Daljina od Zemlje	Polu-mjer	Kulminacija u Greenwicu
h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	"	h m		
1	13 55	5 23	22 09'0	2'26	12'0					
2	15 13	5 56	23 02'3	2'18	13'0	1 21 29	— 16 46	1'23	2'7	10 57
3	16 35	6 21	23 53'7	2'11	14'0	11 22 31	— 11 42	1'31	2'5	11 20
4	17 56	6 42	—	—	15'0	21 23 37	— 4 33	1'36	2'5	11 47
5	19 18	7 01	0 43'6	2'07	16'0					
6	20 40	7 20	1 33'2	2'08	17'0	1 20 21	— 13 00	0'38	22'3	9 47
7	22 04	7 40	2 23'6	2'14	18'0	11 20 40	— 13 19	0'44	18'9	9 27
8	23 29	8 03	3 16'1	2'25	19'0	21 21 08	— 12 52	0'52	16'2	9 16
9	—	—	8 32	4 11'5	2'37	20'0				
10	0 53	9 08	5 09'9	2'49	21'0					
11	2 70	9 56	6 10'4	2'54	22'0	1 12 40	— 0 23	0'72	6'5	2 06
12	3 14	10 55	7 11'1	2'49	23'0	11 12 30	+ 0 42	0'68	6'9	1 17
13	4 06	12 05	8 09'5	2'36	24'0	21 12 16	+ 2 02	0'65	7'2	0 24
14	4 43	13 22	9 04'2	2'18	25'0					
15	5 13	14 34	9 54'4	2'01	26'0	1 21 32	— 15 20	5'98	15'4	10 58
16	5 34	15 46	10 40'6	1'85	27'0	11 21 41	— 14 36	5'92	15'5	10 27
17	5 52	16 55	11 23'6	1'74	28'0	21 21 50	— 13 54	5'83	15'8	9 57
18	6 08	18 02	12 04'4	1'68	29'0					
19	6 22	19 08	12 44'2	1'65	0'4	1 11 14	+ 7 21	8'39	8'9	0 41
20	6 37	20 12	13 24'0	1'68	1'4	11 11 11	+ 7 40	8'38	8'9	23 54
21	6 53	21 20	14 04'8	1'74	2'4	21 11 08	+ 7 59	8'41	8'9	23 12
22	7 11	22 27	14 47'6	1'83	3'4					
23	7 33	23 34	15 32'9	1'95	4'4	1 6 04	+ 23 43	18'56	1'8	19 28
24	8 01	—	16 21'3	2'08	5'4	11 6 04	+ 23 43	18'72	1'8	18 49
25	8 36	0 40	17 12'6	2'19	6'4	21 6 04	+ 23 43	18'88	1'8	18 10
26	9 24	1 41	18 06'2	2'26	7'4					
27	10 21	2 35	19 00'7	2'27	8'4	1 13 05	— 5 08	29'50	1'2	2 32
28	11 31	3 18	19 54'9	2'24	9'4	11 13 04	— 5 02	29'41	1'2	1 51
29	12 46	3 52	20 47'9	2'18	10'4	21 13 03	— 4 56	29'34	1'2	1 11
30	14 05	4 21	21 39'3	2'11	11'4					
31	15 25	4 43	22 29'4	2'08	12'4	1 9 27	+ 23 48	35'38	—	22 50

M J E S E C			
Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Mar. 4. ☉ 11h 34 <sup>m</sup>	Mar. 6. 13h Perigej	60' 26"	16' 28"
11. ☾ 03 38			
18. ☉ 16 20			
26. ☽ 21 09	Mar. 22. 11h Apogej	54' 03"	14' 44"



# TRAVANJ 1950.

Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz	
		Rektascenzija	Deklinacija					
1	Su	0 39 20.2	+ 4 14 13	12 35 08.0	- 4 12.3	5 37	18 23	91
2	Ne	0 42 58.7	4 37 23	12 39 04.5	3 54.2	5 36	18 25	92
3	Po	0 46 37.2	5 00 28	12 43 01.1	3 36.2	5 34	18 26	93
4	Ut	0 50 15.9	5 23 27	12 46 57.6	3 18.3	5 32	18 27	94
5	Sr	0 53 54.8	5 46 21	12 50 54.2	3 00.6	5 30	18 29	95
6	Če	0 57 33.8	+ 6 09 09	12 54 50.7	- 2 43.1	5 28	18 30	96
7	Pe	1 01 13.0	6 31 51	12 58 47.3	2 25.7	5 26	18 31	97
8	Su	1 04 52.5	6 54 26	13 02 43.8	2 08.6	5 24	18 32	98
9	Ne	1 08 32.2	7 16 54	13 06 40.4	1 51.8	5 23	18 34	99
10	Po	1 12 12.1	7 39 15	13 10 37.0	1 35.2	5 21	18 35	100
11	Ut	1 15 52.3	+ 8 01 29	13 14 33.5	- 1 18.8	5 19	18 36	101
12	Sr	1 19 32.8	8 23 34	13 18 30.1	1 02.8	5 17	18 38	102
13	Če	1 23 13.6	8 45 32	13 22 26.6	0 47.0	5 15	18 40	103
14	Pe	1 26 54.8	9 07 20	13 26 23.2	0 31.6	5 13	18 41	104
15	Su	1 30 36.3	9 29 00	13 30 19.7	0 16.5	5 11	18 42	105
16	Ne	1 34 18.1	+ 9 50 30	13 34 16.3	- 0 01.8	5 09	18 44	106
17	Po	1 38 00.3	10 11 50	13 38 12.8	+ 0 12.6	5 07	18 45	107
18	Ut	1 41 42.8	10 33 00	13 42 09.4	0 26.6	5 06	18 46	108
19	Sr	1 45 25.8	10 54 00	13 46 05.9	0 40.2	5 04	18 47	109
20	Če	1 49 09.1	11 14 49	13 50 02.5	0 53.4	5 02	18 48	110
21	Pe	1 52 52.8	+ 11 35 27	13 53 59.0	+ 1 06.2	5 01	18 50	111
22	Su	1 56 37.0	11 55 53	13 57 55.6	1 18.6	4 59	18 51	112
23	Ne	2 00 21.6	12 16 07	14 01 52.2	1 30.6	4 57	18 52	113
24	Po	2 04 06.6	12 36 09	14 05 48.7	1 42.1	4 56	18 54	114
25	Ut	2 07 52.1	12 55 59	14 09 45.3	1 53.2	4 54	18 55	115
26	Sr	2 11 38.0	+ 13 15 36	14 13 41.8	+ 2 03.8	4 52	18 56	116
27	Če	2 15 24.4	13 34 59	14 17 38.4	2 14.0	4 51	18 57	117
28	Pe	2 19 11.3	13 54 09	14 21 34.9	2 23.7	4 49	18 59	118
29	Su	2 22 58.6	14 13 06	14 25 31.5	2 32.9	4 48	19 00	119
30	Ne	2 26 46.5	+ 14 31 48	14 29 38.0	+ 2 41.6	4 46	19 02	120

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Apr. 1.	8.81	0.99928	16 01.9	12.40	- 2.47	20.49
11.	8.78	1.00218	15 59.1	13.77	- 2.69	20.43
21.	8.76	1.00500	15 56.4	15.15	- 2.81	20.37
Maj 1.	8.74	1.00759	15 53.9	16.53	- 2.80	20.32

# APRIL 1950.

Datum	M J E S E C						P L A N E T I				
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1 <sup>h</sup> zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwicu	
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinacija	Daljina od Zemlje	Polumjer		
	h m	h m	h m	m	d	MERKUR					
1	16 47	5 03	23 19.2	2.08	13.4	h m	o , "	"	h m		
2	18 10	5 22	—	—	14.4	1	0 55	+ 5 17	1.32	2.5 12 22	
3	19 35	5 42	0 09.8	2.15	15.4	11	2 09	+ 14 18	1.15	2.9 12 56	
4	21 03	6 04	1 02.6	2.26	16.4	21	3 08	+ 20 20	0.91	3.7 13 14	
5	22 31	6 30	1 58.6	2.41	17.4	VENERA					
6	23 54	7 04	2 58.2	2.55	18.4	1	21 46	- 11 24	0.60	14.0 9 10	
7	—	7 49	4 00.4	2.62	19.4	11	22 23	- 9 13	0.68	12.4 9 08	
8	1 06	8 46	5 03.2	2.59	20.4	21	23 02	- 6 21	0.76	11.1 9 08	
9	2 03	9 55	6 04.0	2.45	21.4	MARS					
10	2 45	11 09	7 00.6	2.26	22.4	1	12 00	+ 3 28	0.65	7.2 23 20	
11	3 17	12 24	7 52.3	2.05	23.4	11	11 47	+ 4 26	0.67	7.0 22 28	
12	3 40	13 36	8 39.4	1.88	24.4	21	11 38	+ 4 57	0.71	6.6 21 40	
13	3 59	14 46	9 22.9	1.75	25.4	JUPITER					
14	4 15	15 53	10 03.8	1.67	26.4	1	21 59	- 13 08	5.72	16.1 9 22	
15	4 30	16 58	10 43.5	1.65	27.4	11	22 06	- 12 29	5.61	16.4 8 51	
16	4 44	18 03	11 22.9	1.65	28.4	21	22 13	- 11 52	5.48	16.8 8 13	
17	5 00	19 09	12 03.2	1.71	29.4	SATURN					
18	5 17	20 16	12 45.1	1.80	0.6	1	11 05	+ 8 17	8.48	8.8 22 26	
19	5 38	21 24	13 29.6	1.91	1.6	11	11 03	+ 8 30	8.56	8.7 21.44	
20	6 03	22 30	14 16.9	2.03	2.6	21	11 01	+ 8 40	8.67	8.6 21 04	
21	6 36	23 33	15 07.0	2.14	3.6	URAN					
22	7 19	—	15 59.4	2.21	4.6	1	6 05	+ 23 43	19.07	1.8 17 27	
23	8 12	0 29	16 52.7	2.23	5.6	11	6 06	+ 23 42	19.23	1.8 16 49	
24	9 15	1 15	17 45.9	2.19	6.6	21	6 07	+ 23 42	19.39	1.8 16 11	
25	10 27	1 52	18 37.8	2.13	7.6	NEPTUN					
26	11 43	2 22	19 28.1	2.07	8.6	1	13 02	- 4 49	29.30	1.2 0 27	
27	13 00	2 45	20 17.0	2.02	9.6	11	13 01	- 4 43	29.30	1.2 23 42	
28	14 18	3 05	21 05.5	2.03	10.6	21	13 00	- 4 37	29.32	1.2 23 02	
29	15 38	3 24	21 54.6	2.08	11.6	PLUTON (1950.0)					
30	17 01	3 43	22 45.7	2.20	12.6	1	9 24	+ 23 56	35.68	— 20 4 6	

M J E S E C			
Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Apr. 2. ☾ 21h 49m	Apr. 3. 20h Perigej	61' 06"	16' 40"
9 ☽ 12 42			
17 ☽ 09 25	Apr. 18. 19h Apogej	53' 57"	14' 42"
25 ☾ 11 40			

SVIBANJ 1950.									
Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini	
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme m i n u s srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinacija						
h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m				
1	Po	2 30 34.8	+ 14 50 16	14 33 24.6	+ 2 49.8	4 44	19 03	121	
2	Ut	2 34 23.8	15 08 29	14 37 21.1	2 57.4	4 42	19 05	122	
3	Sr	2 38 13.2	15 26 27	14 41 17.7	3 04.5	4 41	19 06	123	
4	Če	2 42 03.2	15 44 09	14 45 14.3	3 11.1	4 39	19 07	124	
5	Pe	2 45 53.7	16 01 37	14 49 10.8	3 17.1	4 38	19 08	125	
6	Su	2 49 44.8	+ 16 18 48	14 53 07.4	+ 3 22.6	4 36	19 09	126	
7	Ne	2 53 36.5	16 35 43	14 57 04.0	3 27.4	4 35	19 11	127	
8	Po	2 57 28.8	16 52 22	15 01 00.5	3 31.7	4 34	19 12	128	
9	Ut	3 01 21.6	17 08 44	15 04 57.1	3 35.4	4 32	19 13	129	
10	Sr	3 05 15.1	17 24 49	15 08 53.6	3 38.5	4 31	19 14	130	
11	Če	3 09 09.1	+ 17 40 37	15 12 50.2	+ 3 41.0	4 30	19 15	131	
12	Pe	3 13 03.7	17 56 07	15 16 46.7	3 43.0	4 29	19 17	132	
13	Su	3 16 59.0	18 11 19	15 20 43.3	3 44.3	4 27	19 18	133	
14	Ne	3 20 54.8	18 26 13	15 24 39.8	3 45.1	4 26	19 19	134	
15	Po	3 24 51.2	18 40 48	15 28 36.4	3 45.2	4 25	19 20	135	
16	Ut	3 28 48.1	+ 18 55 04	15 32 32.9	+ 3 44.8	4 24	19 21	136	
17	Sr	3 32 45.6	19 09 01	15 36 29.5	3 43.9	4 22	19 23	137	
18	Če	3 36 43.8	19 22 39	15 40 26.0	3 42.3	4 21	19 24	138	
19	Pe	3 40 42.4	19 35 57	15 44 22.6	3 40.2	4 20	19 26	139	
20	Su	3 44 41.6	19 48 55	15 48 19.2	3 37.6	4 19	19 27	140	
21	Ne	3 48 41.4	+ 20 01 32	15 52 15.7	+ 3 34.4	4 18	19 28	141	
22	Po	3 52 41.6	20 13 49	15 56 12.3	3 30.7	4 17	19 29	142	
23	Ut	3 56 42.4	20 25 45	16 00 08.9	3 26.4	4 16	19 30	143	
24	Sr	4 00 43.7	20 37 20	16 04 05.4	3 21.7	4 15	19 31	144	
25	Če	4 04 45.5	20 48 34	16 08 02.0	3 16.5	4 14	19 32	145	
26	Pe	4 08 47.8	+ 20 59 26	16 11 58.5	+ 3 10.7	4 13	19 33	146	
27	Su	4 12 50.5	21 09 56	16 15 55.1	3 04.6	4 12	19 34	147	
28	Ne	4 16 53.8	21 20 05	16 19 51.6	2 57.9	4 12	19 35	148	
29	Po	4 20 57.4	21 29 51	16 23 48.2	2 50.8	4 11	19 36	149	
30	Ut	4 25 01.5	21 39 15	16 27 44.7	2 43.2	4 10	19 37	150	
31	Sr	4 29 06.1	+ 21 48 17	16 31 41.3	+ 2 35.2	4 09	19 38	151	

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Maj 1.	8.74	1.00759	15 53.9	16.53	- 2.80	20.32
11.	8.72	1.01005	15 51.6	17.90	- 2.65	20.27
21.	8.70	1.01218	15 49.6	19.28	- 2.37	20.22
31.	8.68	1.01390	15 48.0	20.65	- 1.98	20.19

MAJ 1950.													
Datum	Dan u sedmici	MJESEC					PLANETI						
		U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1 h zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwicu		
		Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Dekli-nacija	Daljina od Zemlje	Polu-mjer			
h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	h m	h m					
1		18 27	4 03	23 40.3	2.36	13.6							
2		19 57	4 27	—	—	14.6							
3		21 26	4 59	0 39.1	2.55	15.6	11	3 37	+ 22 00	0.69	4.8	13 02	
4		22 46	5 39	1 42.1	2.68	16.6	11	3 32	+ 19 38	0.57	5.9	12 16	
5		23 54	6 33	2 47.3	2.72	17.6	21	3 13	+ 15 33	0.56	5.9	11 18	
6		—	7 39	3 51.7	2.61	18.6							
7		0 43	8 55	4 52.1	2.41	19.6	11	0 23	+ 0 51	0.92	9.2	9 11	
8		1 18	10 12	5 47.2	2.18	20.6	21	1 05	+ 4 51	0.99	8.6	9 13	
9		1 45	11 26	6 36.7	1.96	21.6							
10		2 05	12 37	7 21.8	1.80	22.6							
11		2 22	13 45	8 03.6	1.70	23.6	11	11 34	+ 4 56	0.76	6.2	20 57	
12		2 37	14 50	8 43.5	1.65	24.6	11	11 34	+ 4 26	0.82	5.7	20 18	
13		2 52	15 55	9 22.8	1.64	25.6	21	11 39	+ 3 32	0.89	5.3	19 44	
14		3 07	17 00	10 02.5	1.68	26.6							
15		3 24	18 06	10 43.8	1.77	27.6	11	22 20	- 11 18	5.34	17.2	7 45	
16		3 44	19 14	11 27.4	1.88	28.6	11	22 25	- 10 49	5.19	17.7	7 11	
17		4 08	20 21	12 13.9	2.00	0.0	21	22 30	- 10 24	5.03	18.2	6 37	
18		4 38	21 26	13 03.3	2.11	1.0							
19		5 17	22 23	13 55.2	2.20	2.0	11	11 00	+ 8 46	8.81	8.5	20 23	
20		6 07	23 13	14 48.3	2.22	3.0	11	10 59	+ 8 49	8.95	8.3	19 43	
21		7 07	23 52	15 41.3	2.18	4.0	21	10 59	+ 8 47	9.13	8.2	19 04	
22		8 16	—	16 32.9	2.11	5.0							
23		9 29	0 24	17 22.6	2.03	6.0	11	6 09	+ 23 42	19.53	1.8	15 33	
24		10 43	0 48	18 10.4	1.97	7.0	11	6 11	+ 23 41	19.65	1.7	14 56	
25		11 59	1 11	18 57.3	1.95	8.0	21	6 13	+ 23 41	19.75	1.7	14 19	
26		13 16	1 28	19 44.1	1.98	9.0							
27		14 34	1 46	20 32.5	2.07	10.0	11	12 59	- 4 37	29.38	1.2	22 22	
28		15 56	2 05	21 23.8	2.22	11.0	11	12 58	- 4 26	29.46	1.2	21 42	
29		17 22	2 26	22 19.5	2.43	12.0	21	12 57	- 4 21	29.57	1.2	21 02	
30		18 52	2 52	23 20.2	2.63	13.0							
31		20 17	3 27	—	—	14.0	11	9 24	+ 23 55	36.13	—	18 47	

M J E S E C			
Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Maj 2. ☾ 06h 19m			
8. ☽ 23 32	Maj 2. 7h Perigej	61' 26"	16' 44"
17. ☽ 01 54	Maj 15. 22h Apogej	53' 56"	14' 42"
24. ☽ 22 28	Maj 30. 16h Perigej	61' 13"	16' 41"
31. ☽ 13 43			

# LIPANJ 1950.

Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz	
		Rektascenzija	Deklinacija					
h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m			
1	Če	4 33 11'0	+ 21 56 55	16 35 37'9	+ 2 26'8	4 09	19 38	152
2	Pe	4 37 16'4	22 05 11	16 39 34'4	2 18'0	4 08	19 39	153
3	Su	4 41 22'2	22 13 04	16 43 31'0	2 08'8	4 08	19 40	154
4	Ne	4 45 28'4	22 20 34	16 47 27'6	1 59'2	4 07	19 41	155
5	Po	4 49 34'9	22 27 41	16 51 24'1	1 49'2	4 07	19 42	156
6	Ut	4 53 41'8	+ 22 34 24	16 55 20'7	+ 1 38'8	4 06	19 42	157
7	Sr	4 57 49'1	22 40 43	16 59 17'2	1 28'1	4 06	19 43	158
8	Če	5 01 56'7	22 46 38	17 03 13'8	1 17'1	4 06	19 44	159
9	Pe	5 06 04'6	22 52 10	17 07 10'3	1 05'8	4 05	19 45	160
10	Su	5 10 12'7	22 57 17	17 11 06'9	0 54'2	4 05	19 45	161
11	Ne	5 14 21'2	+ 23 02 00	17 15 03'4	+ 0 42'3	4 05	19 46	162
12	Po	5 18 29'9	23 06 19	17 19 00'0	0 30'2	4 05	19 47	163
13	Ut	5 22 38'7	23 10 14	17 22 56'6	0 17'8	4 04	19 47	164
14	Sr	5 26 47'8	23 13 44	17 26 53'1	+ 0 05'3	4 04	19 48	165
15	Če	5 30 57'1	23 16 49	17 30 49'7	- 0 07'4	4 04	16 48	166
16	Pe	5 35 06'4	+ 23 19 30	17 34 46'2	- 0 20'2	4 04	19 49	167
17	Su	5 39 15'9	23 21 46	17 38 42'8	0 33'1	4 04	19 49	168
18	Ne	5 43 25'5	23 23 37	17 42 39'4	0 46'1	4 04	19 50	169
19	Po	5 47 35'1	23 25 04	17 46 35'9	0 59'2	4 04	19 50	170
20	Ut	5 51 44'8	23 26 05	17 50 32'5	1 12'3	4 04	19 50	171
21	Sr	5 55 54'4	+ 23 26 42	17 54 29'0	- 1 25'4	4 04	19 51	172
22	Če	6 00 04'1	23 26 54	17 58 25'6	1 38'5	4 04	19 51	173
23	Pe	6 04 13'6	23 26 41	18 02 22'2	1 51'5	4 05	19 51	174
24	Su	6 08 23'2	23 26 03	18 06 18'7	2 04'4	4 05	19 51	175
25	Ne	6 12 32'6	23 25 00	18 10 15'3	2 17'3	4 05	19 51	176
26	Po	6 16 41'8	+ 23 23 33	18 14 11'8	- 2 30'0	4 06	19 51	177
27	Ut	6 20 51'0	23 21 41	18 18 08'4	2 42'6	4 06	19 51	178
28	Sr	6 25 00'0	23 19 25	18 22 04'9	2 55'0	4 06	19 51	179
29	Če	6 29 08'8	23 16 44	18 26 01'5	3 07'3	4 07	19 51	180
30	Pe	6 33 17'4	+ 23 13 39	18 29 58'1	- 3 19'3	4 08	19 51	181

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Jun. 1.	8'68	1'01405	15 47'9	20'79	- 1'93	20'19
11.	8'67	1'01542	15 46'6	22'17	- 1'44	20'16
21.	8'66	1'01630	15 45'8	23'54	- 0'90	20'15
Jul. 1.	8'66	1'01667	15 45'4	24'92	- 0'36	20'14

# JUNI 1950.

Datum	MJESEC					PLANETI				
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1h zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwicu
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Dekli-nacija	Daljina od Zemlje	Polu-mjer	
h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	"	h m		
<b>MERKUR</b>										
1	21 33	4 16	0 25'1	2'76	15'0					
2	22 32	5 17	1 31'6	2'75	16'0	1	3 12	+ 13 52	0'67	5'0 10 35
3	23 15	6 31	2 36'0	2'59	17'0	11	3 38	+ 15 53	0'84	4'0 10 23
4	23 46	7 50	3 35'5	2'35	18'0	21	4 30	+ 19 47	1'04	3'2 10 36
5	—	9 09	4 29'0	2'11	19'0					
6	0 09	10 24	5 17'0	1'91	20'0	1	1 52	+ 9 15	1'07	7'8 9 17
7	0 27	11 34	6 00'9	1'76	21'0	11	2 36	+ 13 03	1'15	7'3 9 22
8	0 44	12 41	6 42'0	1'68	22'0	21	3 22	+ 16 27	1'22	6'9 9 28
9	0 59	13 46	7 21'7	1'65	23'0					
10	1 14	14 51	8 01'4	1'67	24'0					
<b>VENERA</b>										
11	1 30	15 57	8 42'1	1'73	25'0	1	11 48	+ 2 08	0'96	4'8 19 10
12	1 48	17 04	9 24'9	1'84	26'0	11	12 00	+ 0 34	1'04	4'5 18 42
13	2 11	18 12	10 10'5	1'97	27'0	21	12 14	- 1 13	1'11	4'2 18 17
14	2 39	19 18	10 59'2	2'09	28'0					
15	3 15	20 18	11 50'7	2'19	29'0	1	22 34	- 10 03	4'86	18'9 5 58
16	4 03	21 11	12 44'0	2'23	0'3	11	22 37	- 9 51	4'71	19'5 5 21
17	5 01	21 52	13 37'5	2'21	1'3	21	22 38	- 9 46	4'56	20'2 4 43
18	6 08	22 26	14 29'8	2'14	2'3					
<b>MARS</b>										
19	7 20	22 52	15 20'1	2'05	3'3	1	11 00	+ 8 40	9'29	8'0 18 21
20	8 34	23 16	16 08'1	1'96	4'3	11	11 01	+ 8 30	9'46	7'9 17 43
21	9 48	23 33	16 54'4	1'91	5'3	21	11 03	+ 8 17	9'62	7'8 17 06
<b>JUPITER</b>										
22	11 03	23 50	17 40'0	1'90	6'3					
23	12 18	—	18 26'2	1'96	7'3	1	6 16	+ 23 40	19'84	1'7 13 38
24	13 36	0 08	19 14'4	2'08	8'3	11	6 18	+ 23 39	19'90	1'7 13 01
25	14 57	0 28	20 06'3	2'26	9'3	21	6 21	+ 23 38	19'93	1'7 12 25
<b>SATURN</b>										
26	16 22	0 51	21 03'0	2'47	10'3					
27	17 48	1 22	22 04'6	2'66	11'3	1	12 57	- 4 18	29'71	1'2 20 18
28	19 08	2 01	23 09'9	2'75	12'3	11	12 56	- 4 16	29'85	1'2 19 38
29	20 15	2 56	—	—	13'3	21	12 56	- 4 15	30'01	1'2 18 59
30	21 06	4 05	0 15'7	2'69	14'3					
<b>PLUTON (1950'0)</b>										
1	9 24	+ 23 46	36'58	—	16 46					

## M J E S E C

Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Jun. 7. ☾ 12h 35 <sup>m</sup>			
15. ☉ 16 53	Jun. 12. 6h Apogej	54' 02"	14' 43"
23. ☽ 06 12			
29. ☿ 20 58	Jun. 27. 21h Perigej	60' 35"	16' 30"

# SRPANJ 1950.

Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini	
		SUNCE		Zvijezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme m i n u s srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinaija						
		h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m		
1	Su	6 37 25.8	+ 23 10 09	18 33 54.6	- 3 31.7	4 08	19 51	182	
2	Ne	6 41 33.9	23 06 15	18 37 51.2	3 42.7	4 09	19 50	183	
3	Po	6 45 41.8	23 01 57	18 41 47.8	3 54.1	4 09	19 50	184	
4	Ut	6 49 49.5	22 57 14	18 45 44.3	4 05.2	4 10	19 50	185	
5	Sr	6 53 56.8	22 52 08	18 49 40.9	4 16.0	4 11	19 50	186	
6	Če	6 58 03.9	+ 22 46 38	18 53 37.4	- 4 26.5	4 11	19 49	187	
7	Pe	7 02 10.6	22 40 44	18 57 34.0	4 36.6	4 12	19 49	188	
8	Su	7 06 17.0	22 34 26	19 01 30.5	4 46.5	4 13	19 48	189	
9	Ne	7 10 23.0	22 27 45	19 05 27.1	4 56.0	4 14	19 48	190	
10	Po	7 14 28.7	22 20 40	19 09 23.6	5 05.0	4 14	19 47	191	
11	Ut	7 18 34.0	+ 22 13 13	19 13 20.2	- 5 13.8	4 15	19 47	192	
12	Sr	7 22 38.8	22 05 22	19 17 16.8	5 22.0	4 16	19 46	193	
13	Če	7 26 43.2	21 57 09	19 21 13.3	5 29.9	4 17	19 46	194	
14	Pe	7 30 47.2	21 48 32	19 25 09.9	5 37.3	4 18	19 45	195	
15	Su	7 34 50.6	21 39 34	19 29 06.5	5 44.2	4 18	19 44	196	
16	Ne	7 38 53.6	+ 21 30 13	19 33 03.0	- 5 50.6	4 19	19 44	197	
17	Po	7 42 56.1	21 20 30	19 36 59.6	5 56.5	4 20	19 43	198	
18	Ut	7 46 58.0	21 10 26	19 40 56.1	6 01.9	4 21	19 42	199	
19	Sr	7 50 59.4	21 00 00	19 44 52.7	6 06.8	4 22	19 41	200	
20	Če	7 55 00.3	20 49 12	19 48 49.2	6 11.1	4 23	19 40	201	
21	Pe	7 59 00.6	+ 20 38 04	19 52 45.8	- 6 14.8	4 24	19 40	202	
22	Su	8 03 00.3	20 26 35	19 56 42.3	6 18.0	4 25	19 39	203	
23	Ne	8 06 59.4	20 14 45	20 00 38.9	6 20.5	4 26	19 38	204	
24	Po	8 10 58.0	20 02 36	20 04 35.4	6 22.5	4 27	19 37	205	
25	Ut	8 14 55.9	19 50 06	20 08 32.0	6 23.9	4 28	19 36	206	
26	Sr	8 18 53.2	+ 19 37 16	20 12 28.6	- 6 24.6	4 30	19 34	207	
27	Če	8 22 49.9	19 24 07	20 16 25.1	6 24.8	4 31	19 33	208	
28	Pe	8 26 46.0	19 10 39	20 20 21.7	6 24.4	4 32	19 32	209	
29	Su	8 30 41.6	18 56 52	20 24 18.3	6 23.3	4 33	19 30	210	
30	Ne	8 34 36.5	18 42 46	20 28 14.8	6 21.6	4 34	19 29	211	
31	Po	8 38 30.8	+ 18 28 22	20 32 11.4	- 6 19.4	4 35	19 28	212	

		Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
		"	"	"	"	"	"
Jul.	1.	8.66	1'01667	15 45.4	24.92	- 0.36	20.14
	11.	8.66	1'01665	15 45.4	26.30	+ 0.14	20.13
	21.	8.66	1'01610	15 46.0	27.67	+ 0.56	20.14
	31.	8.66	1'01506	15 46.9	29.05	+ 0.87	20.17

# JULI 1950.

Datum	MJESEC					PLANETI						
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1 <sup>h</sup> zap. dužine	Stariost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwicu		
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinaija	Daljina od Zemlje	Polumjer			
		h m	h m	h m	m	d	MERKUR					
		h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	"	h m	h m	
1		21 42	5 23	1 18.4	2.57	15.3						
2		22 10	6 44	2 15.8	2.27	16.3						
3		22 31	8 03	3 07.4	2.04	17.3	1	5 46	+ 23 19	1 23	2.7	11 14
4		22 48	9 17	3 54.1	1.86	18.3	11	7 18	+ 23 40	1.33	2.5	12 08
5		23 04	10 27	4 37.2	1.75	19.3	21	8 46	+ 19 51	1.30	2.6	12 55
6		23 19	11 34	5 18.2	1.68	20.3						
7		23 34	12 40	5 58.4	1.68	21.3	1	4 10	+ 19 17	1.28	6.3	9 37
8		23 51	13 46	6 39.0	1.72	22.3	11	5 00	+ 21 21	1.34	6.6	9 47
9		—	14 53	7 21.2	1.80	23.3	21	5 51	+ 22 29	1.40	6.0	9 59
10		0 13	16 00	8 05.8	1.92	24.3						
11		0 39	17 07	8 53.4	2.05	25.3	1	12 29	- 3 11	1.18	4.0	17 54
12		1 13	18 11	9 44.1	2.17	26.3	11	12 47	- 5 16	1.25	3.7	17 32
13		1 57	19 06	10 37.2	2.24	27.3	21	13 06	- 7 28	1.32	3.6	17 12
14		2 52	19 51	11 31.2	2.25	28.3						
15		3 57	20 28	12 24.7	2.20	29.3	1	22 38	- 9 48	4.42	20.8	4 04
16		5 09	20 57	13 16.4	2.10	0.8	11	22 37	- 9 57	4.29	21.4	3 23
17		6 24	21 20	14 05.7	2.01	1.8	21	22 35	- 10 13	4.18	22.0	2 42
18		7 39	21 39	14 52.9	1.93	2.8						
19		8 54	21 56	15 38.7	1.90	3.8	1	11 06	+ 8 00	9.78	7.6	16 29
20		10 09	22 14	16 24.3	1.92	4.8	11	11 09	+ 7 40	9.92	7.5	15 53
21		11 25	22 32	17 11.2	2.00	5.8	21	11 12	+ 7 18	10.06	7.4	15 17
22		12 43	22 53	18 00.6	2.13	6.8						
23		14 05	23 20	18 54.0	2.32	7.8	1	6 24	+ 22 36	19.93	1.7	11 48
24		15 28	23 56	19 52.0	2.51	8.8	11	6 26	+ 23 35	19.90	1.7	11 11
25		16 49	—	20 54.2	2.65	9.8	21	6 29	+ 23 33	19.85	1.7	10 34
26		18 00	0 42	21 58.5	2.67	10.8						
27		18 57	1 44	23 01.7	2.57	11.8	1	12 56	- 4 15	30.17	1.2	18 19
28		19 38	2 58	—	—	12.8	11	12 56	- 4 17	30.34	1.2	17 40
29		20 09	4 18	0 01.1	2.37	13.8	21	12 57	- 4 20	30.51	1.2	17 01
30		20 32	5 39	0 55.3	2.15	14.8						
31		20 51	6 56	1 44.6	1.96	15.8	1	9 27	+ 23 32	36.98	—	14 51

M J E S E C			
Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Jul. 7. ☾ 03 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>			
15. ☉ 06 05	Jul. 9. 21 <sup>h</sup> Apogej	54' 09"	14' 45"
22. ☽ 11 50			
29. ☽ 05 17	Jul. 25. 13 <sup>h</sup> Perigej	59' 46"	16' 17"

KOLOVOZ 1950.									
Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA					Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednažba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinacija						
h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m				
1	Ut	8 42 24.5	+ 18 13 39	20 36 07.9	- 6 16.5	4 37	19 27	213	
2	Sr	8 46 17.6	17 58 39	20 40 04.5	6 13.1	4 38	19 25	214	
3	Če	8 50 10.1	17 43 21	20 44 01.0	6 09.1	4 39	19 24	215	
4	Pe	8 54 02.0	17 27 45	20 47 57.6	6 04.4	4 40	19 23	216	
5	Su	8 57 53.4	17 11 53	20 51 54.1	5 59.2	4 42	19 21	217	
6	Ne	9 01 44.1	+ 16 55 44	20 55 50.7	- 5 53.4	4 43	19 20	218	
7	Po	9 05 34.3	16 39 18	20 59 47.2	5 47.0	4 44	19 19	219	
8	Ut	9 09 23.9	16 22 36	21 03 43.8	5 40.1	4 45	19 17	220	
9	Sr	9 13 12.9	16 05 38	21 07 40.4	5 32.6	4 46	19 16	221	
10	Če	9 17 01.4	15 48 24	21 11 36.9	5 24.4	4 47	19 14	222	
11	Pe	9 20 49.3	+ 15 30 56	21 15 33.5	- 5 15.8	4 49	19 13	223	
12	Su	9 24 36.6	15 13 12	21 19 30.0	5 06.6	4 50	19 11	224	
13	Ne	9 28 23.4	14 55 13	21 23 26.6	4 56.8	4 51	19 10	225	
14	Po	9 32 09.6	14 37 00	21 27 23.2	4 46.4	4 52	19 08	226	
15	Ut	9 35 55.2	14 18 34	21 31 19.7	4 35.5	4 54	19 06	227	
16	Sr	9 39 40.4	+ 13 59 53	21 35 16.3	- 4 24.1	4 56	19 04	228	
17	Če	9 43 24.9	13 40 59	21 39 12.8	4 12.1	4 57	19 03	229	
18	Pe	9 47 09.0	13 21 52	21 43 09.4	3 59.6	4 58	19 01	230	
19	Su	9 50 52.5	13 02 33	21 47 05.9	3 46.6	4 59	18 59	231	
20	Ne	9 54 35.5	12 43 01	21 51 02.5	3 33.0	5 00	18 58	232	
21	Po	9 58 18.0	+ 12 23 18	21 54 59.0	- 3 19.0	5 02	18 56	233	
22	Ut	10 02 00.0	12 03 22	21 58 55.6	3 04.4	5 03	18 54	234	
23	Sr	10 05 41.6	11 43 16	22 02 52.2	2 49.4	5 04	18 53	235	
24	Če	10 09 22.6	11 22 58	22 06 48.7	2 33.9	5 05	18 51	236	
25	Pe	10 13 03.2	11 02 30	22 10 45.3	2 18.0	5 06	18 49	237	
26	Su	10 16 43.4	+ 10 41 51	22 14 41.8	- 2 01.6	5 08	18 48	238	
27	Ne	10 20 23.2	10 21 02	22 18 38.4	1 44.8	5 09	18 46	239	
28	Po	10 24 02.6	10 00 03	22 22 34.9	1 27.7	5 10	18 44	240	
29	Ut	10 27 41.6	9 38 55	22 26 31.5	1 10.1	5 11	18 42	241	
30	Sr	10 31 20.2	9 17 38	22 30 28.0	0 52.2	5 12	18 40	242	
31	Če	10 34 58.6	+ 8 56 11	22 34 24.6	- 0 34.0	5 14	18 38	243	

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Aug. 1.	8.67	1'01494	15 47.0	29.79	+ 0.89	20.17
11.	8.68	1'01352	15 48.4	30.56	+ 1.06	20.20
21.	8.70	1'01163	15 50.1	31.94	+ 1.09	20.24
31.	8.72	1'00940	15 52.2	33.32	+ 0.99	20.28

AUGUST 1950.											
Datum	Dan u sedmici	MJESEC					PLANETI				
		U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwichu	Promjena za 1 <sup>h</sup> zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena			Kulminacija u Greenwichu	
		Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinacija	Daljina od Zemlje		Polumjer
h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	h m	h m			
1	Ut	21 08	8 08	2 29.8	1.82	16.8					
2	Sr	21 23	9 18	3 12.2	1.73	17.8	7 10 03	+ 13 03	1.19	2.8	13 28
3	Če	21 39	10 25	3 53.3	1.70	18.8	11 10 57	+ 6 21	1.06	3.1	13 42
4	Pe	21 56	11 32	4 34.2	1.72	19.8	21 11 37	+ 0 17	0.92	3.6	13 42
5	Su	22 16	12 39	5 16.0	1.78	20.8					
6	Ne	22 40	13 47	5 59.8	1.88	21.8	7 6 48	+ 22 33	1.46	5.8	10 13
7	Po	23 11	14 54	6 46.3	2.00	22.8	11 7 40	+ 21 29	1.51	5.6	10 25
8	Ut	23 45	15 59	7 35.7	2.12	23.8	21 8 31	+ 19 23	1.55	5.4	10 37
9	Sr	—	16 56	8 27.8	2.21	24.8					
10	Če	0 40	17 47	9 21.6	2.25	25.8					
11	Pe	1 41	18 26	10 15.7	2.24	26.8	7 13 29	- 9 56	1.39	3.4	16 52
12	Su	2 52	18 59	11 08.6	2.16	27.8	11 13 51	- 12 11	1.45	3.2	16 35
13	Ne	4 07	19 23	11 59.5	2.08	28.8	21 14 15	- 14 24	1.51	3.1	16 19
14	Po	5 24	19 44	12 48.3	2.00	0.3					
15	Ut	6 41	20 03	13 35.4	1.95	1.3	7 22 31	- 10 37	4.09	22.5	1 55
16	Sr	7 57	20 20	14 21.9	1.94	2.3	11 22 27	- 11 04	4.03	22.8	1 11
17	Če	9 14	20 39	15 08.9	2.00	3.3	21 22 22	- 11 33	4.00	23.0	0 27
18	Pe	10 32	20 59	15 57.9	2.10	4.3					
19	Su	11 53	21 23	16 50.0	2.25	5.3	7 11 16	+ 6 51	10.18	7.3	14 38
20	Ne	13 17	21 55	17 46.0	2.42	6.3	11 11 20	+ 6 25	10.27	7.3	14 02
21	Po	14 37	22 36	18 45.9	2.56	7.3	21 11 24	+ 5 57	10.35	7.2	13 27
22	Ut	15 51	23 32	19 48.3	2.61	8.3					
23	Sr	16 50	—	20 50.5	2.55	9.3	7 6 31	+ 23 32	19.77	1.7	9 54
24	Če	17 36	0 40	21 50.1	2.40	10.3	11 6 34	+ 23 30	19.67	1.7	9 17
25	Pe	18 10	1 58	22 45.3	2.20	11.3	21 6 36	+ 23 29	19.55	1.8	8 39
26	Su	18 36	3 16	23 35.8	2.02	12.3					
27	Ne	18 56	4 34	—	—	13.3	7 12 57	- 4 24	30.68	1.2	16 19
28	Po	19 13	5 50	0 22.3	1.87	14.3	11 12 58	- 4 30	30.83	1.2	15 40
29	Ut	19 28	7 00	1 05.8	1.77	15.3	21 12 59	- 4 36	30.96	1.2	15 02
30	Sr	19 44	8 09	1 47.5	1.72	16.3					
31	Če	20 00	9 16	2 28.7	1.72	17.3	7 9 30	+ 23 15	37.16	—	12 52

MJESEC			
Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Aug. 5. ☾ 20h 56m			
13. ☽ 17 48	Aug. 6. 15h Apogej	54' 15"	14' 47"
20. ☽ 16 35	Aug. 20. 5h Perigej	59' 18"	16' 10"
27. ☽ 15 51			

# RUJAN 1950.

Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA					Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena; pravovremene min u s srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinacija						
		h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m		
1	Pe	10 38 36.6	+ 8 34 36	22 38 21.1	- 0 15.4	5 15	18 36	244	
2	Su	10 42 14.3	8 12 53	22 42 17.7	+ 0 03.4	5 17	18 34	245	
3	Ne	10 45 51.7	7 51 02	22 46 14.2	0 22.6	5 18	18 32	246	
4	Po	10 49 28.9	7 29 02	22 50 10.8	0 41.9	5 19	18 30	247	
5	Ut	10 53 05.8	7 06 56	22 54 07.4	1 01.6	5 20	18 29	248	
6	Sr	10 56 42.5	+ 6 44 42	22 58 03.9	+ 1 21.4	5 22	18 27	249	
7	Če	11 00 19.0	6 22 22	23 02 00.5	1 41.5	5 23	18 25	250	
8	Pe	11 03 55.2	5 59 55	23 05 57.0	2 01.8	5 24	18 23	251	
9	Su	11 07 31.4	5 37 22	23 09 53.6	2 22.2	5 25	18 21	252	
10	Ne	11 11 07.3	5 14 44	23 13 50.1	2 42.8	5 26	18 19	253	
11	Po	11 14 43.1	+ 4 52 00	23 17 46.7	+ 3 03.6	5 28	18 17	254	
12	Ut	11 18 18.8	4 29 11	23 21 43.2	3 24.4	5 29	18 15	255	
13	Sr	11 21 54.4	4 06 17	23 25 39.8	3 45.4	5 30	18 13	256	
14	Če	11 25 29.9	3 43 19	23 29 36.3	4 06.5	5 31	18 12	257	
15	Pe	11 29 05.3	3 20 17	23 33 32.9	4 27.6	5 32	18 10	258	
16	Su	11 32 40.6	+ 2 57 11	23 37 29.4	+ 4 48.8	5 34	18 07	259	
17	Ne	11 36 15.9	2 34 02	23 41 26.0	5 10.1	5 35	18 05	260	
18	Po	11 39 51.2	2 10 51	23 45 22.6	5 31.4	5 37	18 03	261	
19	Ut	11 43 26.4	1 47 36	23 49 19.1	5 52.7	5 38	18 01	262	
20	Sr	11 47 01.6	1 24 20	23 53 15.7	6 14.0	5 39	17 59	263	
21	Če	11 50 36.9	+ 1 01 02	23 57 12.2	+ 6 35.3	5 41	17 57	264	
22	Pe	11 54 12.2	0 37 42	0 01 08.8	6 56.5	5 42	17 55	265	
23	Su	11 57 47.7	+ 0 14 21	0 05 05.3	7 17.7	5 43	17 53	266	
24	Ne	12 01 23.2	- 0 09 01	0 09 01.9	7 38.7	5 44	17 52	267	
25	Po	12 04 58.8	0 32 24	0 12 58.4	7 59.6	5 45	17 50	268	
26	Ut	12 08 34.6	- 0 55 46	0 16 55.0	+ 8 20.4	5 47	17 48	269	
27	Sr	12 12 10.5	1 19 09	0 20 51.5	8 41.0	5 48	17 46	270	
28	Če	12 15 46.6	J 42 32	0 24 48.1	9 01.5	5 49	17 44	271	
29	Pe	12 19 23.0	2 05 54	0 28 44.6	9 21.7	5 50	17 42	272	
30	Su	12 22 59.6	- 2 29 14	0 32 41.2	+ 9 41.6	5 52	17 40	273	

		Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
		"	"	"	"	"	"
Sep.	1.	8.72	1.00917	15 52.4	33.45	+ 0.98	20.29
	11.	8.74	1.00672	15 54.8	34.83	+ 0.78	20.34
	21.	8.77	1.00397	15 57.4	36.21	+ 0.51	20.39
Okt.	1.	8.79	1.00114	16 00.1	37.58	+ 0.24	20.45

# SEPTEMBAR 1950.

Datum	MJESEC					PLANETI				
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1 h zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwicu
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Dekli-nacija	Daljina od Zemlje	Polu-mjer	
		h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	"	h m
MERKUR										
1	20 18	10 24	3 10.4	1.76	18.3					
2	20 40	11 32	3 53.6	1.85	19.3	11 12 01	- 4 12	0.76	4.4	13 21
3	21 08	12 40	4 39.0	1.95	20.3	11 11 53	- 3 48	0.65	5.1	12 32
4	21 42	13 46	5 27.1	2.06	21.3	21 11 21	+ 1 55	0.68	4.9	11 21
5	22 29	14 46	6 1.79	2.16	22.3					
VENERA										
6	23 25	15 39	7 10.6	2.22	23.3	11 9 26	+ 16 01	1.59	5.3	10 48
7	—	16 23	8 04.2	2.23	24.3	11 10 14	+ 12 10	1.62	5.2	10 57
8	0 32	16 57	8 57.3	2.18	25.3	21 11 01	+ 7 44	1.65	5.1	11 04
9	1 45	17 25	9 48.9	2.12	26.3					
10	3 02	17 47	10 38.8	2.04	27.3					
MARS										
11	4 19	18 07	11 27.2	2.00	28.3	11 14 42	- 16 44	1.57	3.0	16 03
12	5 37	18 25	12 14.7	1.98	29.3	11 15 09	- 18 43	1.62	2.9	15 50
13	6 55	18 43	13 02.6	2.03	0.9	21 15 36	- 20 30	1.67	2.8	15 38
JUPITER										
14	8 16	19 03	13 52.1	2.12	1.9					
15	9 37	19 28	14 44.4	2.25	2.9	11 22 17	- 12 05	4.00	23.0	23 34
16	11 03	19 56	15 40.4	2.41	3.9	11 22 12	- 12 32	4.03	22.8	22 50
17	12 26	20 34	16 40.0	2.55	4.9	21 22 08	- 12 55	4.09	22.5	22 07
18	13 43	21 26	17 42.1	2.60	5.9					
SATURN										
19	14 47	22 30	18 44.4	2.55	6.9	11 11 29	+ 5 25	10.41	7.2	12 49
20	15 37	23 45	19 44.1	2.41	7.9	11 11 34	+ 4 56	10.43	7.2	12 14
21	16 12	—	20 39.7	2.22	8.9	21 11 34	+ 4 27	10.43	7.2	11 40
URAN										
22	16 40	1 03	21 30.7	2.03	9.9					
23	17 01	2 20	22 17.6	1.88	10.9	11 6 38	+ 23 27	19.40	1.8	7 58
24	17 18	3 34	23 01.4	1.78	11.9	11 6 39	+ 23 26	19.24	1.8	7 20
25	17 34	4 45	23 43.2	1.72	12.9	21 6 40	+ 23 25	19.08	1.8	6 42
NEPTUN										
26	17 49	5 53	—	—	13.9					
27	18 05	7 01	0 24.3	1.71	14.9	11 13 00	- 4 43	31.09	1.2	14 20
28	18 22	8 09	1 05.7	1.75	15.9	11 13 01	- 4 51	31.18	1.2	13 42
29	18 43	9 17	1 48.4	1.82	16.9	21 13 03	- 4 59	31.24	1.2	13 03
30	19 08	10 25	2 33.0	1.91	17.9					
PLUTON (1950.0)										
1	9 34	+ 22 59	37.09	—	—					10 54

M J E S E C			
Mijene Mjeseca (SEV)		Najmanja i najveća vrijednost	
Perigej i Apogej		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Sep. 4. ☾ 14h 53m			
12. ☽ 04 29	Sep. 3. 10h Apogej	54' 14"	14' 47"
18. ☽ 21 54			
26. ☽ 05 21	Sep. 15. 7h Perigej	59' 54"	16' 19"

# LISTOPAD 1950.

Datum		Oh SVJETSKOG VREMENA						Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz			
		Rektascenzija	Deklinacija							
Dan u sedmici		h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m			
1	Ne	12 26 36.4	— 2 52 34	0 36 37.7	+10 01.3	5 53	17 38	274		
2	Po	12 30 13.6	3 15 52	0 40 34.3	10 20.8	5 54	17 36	275		
3	Ut	12 33 51.0	3 39 07	0 44 30.9	10 39.9	5 56	17 34	276		
4	Sr	12 37 28.8	4 02 21	0 48 27.4	10 58.7	5 57	17 32	277		
5	Če	12 41 06.9	4 25 31	0 52 24.0	11 17.1	5 59	17 30	278		
6	Pe	12 44 45.4	— 4 48 39	0 56 20.5	+11 35.2	6 00	17 28	279		
7	Su	12 48 24.2	5 11 43	1 00 17.1	11 52.8	6 01	17 26	280		
8	Ne	12 52 03.5	5 34 44	1 04 13.6	12 10.1	6 03	17 24	281		
9	Po	12 55 43.2	5 57 40	1 08 10.2	12 27.0	6 04	17 23	282		
10	Ut	12 59 23.4	6 20 31	1 12 06.7	12 43.4	6 05	17 21	283		
11	Sr	13 03 04.0	— 6 43 18	1 16 03.3	+12 59.3	6 06	17 19	284		
12	Če	13 06 45.1	7 05 59	1 19 59.8	13 14.8	6 08	17 17	285		
13	Pe	13 10 26.6	7 28 34	1 23 56.4	13 29.8	6 09	17 15	286		
14	Su	13 14 08.7	7 51 04	1 27 52.9	13 44.2	6 10	17 13	287		
15	Ne	13 17 51.3	8 13 26	1 31 49.5	13 58.2	6 11	17 12	288		
16	Po	13 21 34.4	— 8 35 42	1 35 46.1	+14 11.6	6 13	17 10	289		
17	Ut	13 25 18.1	8 57 50	1 39 42.6	14 24.5	6 14	17 08	290		
18	Sr	13 29 02.3	9 19 50	1 43 39.2	14 36.9	6 15	17 07	291		
19	Če	13 32 47.1	9 41 42	1 47 35.8	14 48.6	6 17	17 05	292		
20	Pe	13 36 32.5	10 03 26	1 51 32.3	14 59.8	6 18	17 03	293		
21	Su	13 40 18.6	— 10 25 00	1 55 28.9	+15 10.3	6 20	17 01	294		
22	Ne	13 44 05.2	10 46 26	1 59 25.4	15 20.2	6 22	16 59	295		
23	Po	13 47 52.5	11 07 41	2 03 22.0	15 29.5	6 23	16 57	296		
24	Ut	13 51 40.5	11 28 47	2 07 18.5	15 38.0	6 24	16 56	297		
25	Sr	13 55 29.1	11 49 42	2 11 15.1	15 46.0	6 26	16 54	298		
26	Če	13 59 18.5	— 12 10 26	2 15 11.6	+15 53.1	6 27	16 52	299		
27	Pe	14 03 08.6	12 30 59	2 19 08.2	15 59.6	6 28	16 51	300		
28	Su	14 06 5.94	12 51 21	2 23 04.7	16 05.4	6 30	16 49	301		
29	Ne	14 10 5.09	13 11 31	2 27 01.3	16 10.4	6 31	16 48	302		
30	Po	14 14 43.3	13 31 28	2 30 57.8	16 14.6	6 33	16 46	303		
31	Ut	14 18 36.4	— 13 51 13	2 34 54.4	+16 18.0	6 34	16 45	304		

		Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Okt.	1.	8.79	1.00114	16 00.1	37.58	+ 0.24	20.45
	11.	8.82	0.99832	16 02.8	38.96	0.00	20.50
	21.	8.84	0.99544	16 05.6	40.34	- 0.16	20.56
	31.	8.87	0.99274	16 08.2	41.71	- 0.19	20.62

# OKTOBAR 1950.

Datum		MJESEC					PLANETI				
		U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwichu	Pronijena za 1 <sup>h</sup> zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena				Kulminacija u Greenwichu
		Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinacija	Daljina od Zemlje	Pou. mjer	
h m	h m	h m	m	d	h m	° ' "	"	h m	h m		
MERKUR											
1	19.40	11 32	3 20.1	2.01	18.9						
2	20.21	12 35	4 09.6	2.11	19.9	1 11 23	+ 4 57	0.90	3.7	10.46	
3	21.12	13 31	5 01.1	2.17	20.9	11 12 11	+ 0 56	1.17	2.8	10.56	
4	22.13	14 18	5 53.7	2.20	21.9	21 13 13	- 6 03	1.35	2.5	11.18	
5	23.22	14 55	6 46.1	2.16	22.9						
VENERA											
6	—	15 25	7 37.3	2.10	23.9	1 11 47	+ 2 56	1.67	5.0	11.11	
7	0 36	15 49	8 27.1	2.04	24.9	11 12 33	- 2 02	1.69	5.0	11.18	
8	1 53	16 10	9 15.4	1.99	25.9	21 13 19	- 6 59	1.70	4.9	11.24	
9	3 10	16 28	10 03.0	1.98	26.9						
10	4 28	16 46	10 50.9	2.02	27.9						
MARS											
11	5 48	17 06	11 40.3	2.11	28.9	1 16 05	- 22 02	1.72	2.7	15.28	
12	7 12	17 27	12 32.6	2.26	0.4	11 16 36	- 23 17	1.77	2.6	15.19	
13	8 39	17 55	13 28.9	2.43	1.4	21 17 07	- 24 10	1.81	2.6	15.11	
JUPITER											
14	10 07	18 31	14 29.3	2.59	2.4						
15	11 29	19 20	15 32.8	2.68	3.4	1 22 04	- 13 13	4.18	22.0	21.24	
16	12 40	20 21	16 36.9	2.64	4.4	11 22 02	- 13 24	4.29	21.4	20.42	
17	13 35	21 34	17 38.7	2.49	5.4	21 22 01	- 13 29	4.41	20.8	20.02	
18	14 15	22 52	18 36.1	2.28	6.4						
SATURN											
19	14 45	—	19 28.3	2.08	7.4	1 11 43	+ 3 58	10.41	7.2	11.05	
20	15 07	0 10	20 15.8	1.90	8.4	11 11 48	+ 3 30	10.36	7.2	10.30	
21	15 25	1 24	20 59.9	1.78	9.4	21 11 52	+ 3 03	10.29	7.2	9.55	
URAN											
22	15 42	2 34	21 41.7	1.71	10.4						
23	15 57	3 43	22 22.4	1.69	11.4	1 6 41	+ 23 25	18.91	1.8	6.03	
24	16 12	4 50	23 03.2	1.72	12.4	11 6 41	+ 23 25	18.74	1.8	5.24	
25	16 29	5 57	23 45.1	1.78	13.4	21 6 41	+ 23 25	18.57	1.8	4.45	
NEPTUN											
26	16 46	7 04	—	—	14.4						
27	17 12	8 13	0 29.0	1.87	15.4	1 13 04	- 5 08	31.28	1.2	12.25	
28	17 41	9 20	1 15.1	1.98	16.4	11 13 05	- 5 16	31.30	1.2	11.48	
29	18 17	10 24	2 03.8	2.08	17.4	21 13 07	- 5 25	31.28	1.2	11.10	
30	19 05	11 22	2 54.6	2.14	18.4						
PLUTON (1950.0)											
31	20 07	12 13	3 46.4	2.16	19.4	1 9 38	+ 22 50	36.80	—	9.04	

		MJESEC		Najmanja i najveća vrijednost	
		Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Horizontalna paralaksa	Polumjer
Okt.	4.	☾ 08 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>			
	11.	☉ 14 33	Okt. 1. 4 <sup>h</sup> Apogej	54' 07"	14' 45"
	18.	☽ 05 18	Okt. 13. 4 <sup>h</sup> Perigej	60' 46"	16' 33"
	25.	☽ 21 46	Okt. 28. 20 <sup>h</sup> Apogej	53' 59"	14' 43"

STUDENI 1950.										
Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini		
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz			
		Rektascenzija	Deklinacija							
h	m	s	°	'	"	h	m	s	m	s
1	Sr	14 22 30.3	— 14 10 44	2 38 51.0	+ 16 20.7	6 35	16 44	305		
2	Če	14 26 25.0	14 30 02	2 42 47.5	16 22.5	6 37	16 42	306		
3	Pe	14 30 20.5	14 49 06	2 46 44.1	16 23.5	6 38	16 41	307		
4	Su	14 34 16.9	15 07 56	2 50 40.6	16 23.7	6 39	16 39	308		
5	Ne	14 38 14.1	15 26 31	2 54 37.2	16 23.1	6 41	16 38	309		
6	Po	14 42 12.1	— 15 44 51	2 58 33.7	+ 16 21.6	6 42	16 36	310		
7	Ut	14 46 11.0	16 02 55	3 02 30.3	16 19.3	6 44	16 34	311		
8	Sr	14 50 10.7	16 20 43	3 06 26.8	16 16.1	6 46	16 33	312		
9	Če	14 54 11.3	16 38 15	3 10 23.4	16 12.1	6 47	16 32	313		
10	Pe	14 58 12.8	16 55 30	3 14 19.9	16 07.2	6 49	16 31	314		
11	Su	15 02 15.0	— 17 12 28	3 18 16.5	+ 16 01.5	6 50	16 29	315		
12	Ne	15 06 18.2	17 29 08	3 22 13.1	15 54.9	6 51	16 28	316		
13	Po	15 10 22.2	17 45 29	3 26 09.6	15 47.5	6 53	16 27	317		
14	Ut	15 14 27.0	18 01 33	3 30 06.2	15 39.2	6 54	16 26	318		
15	Sr	15 18 32.6	18 17 17	3 34 02.8	15 30.2	6 56	16 25	319		
16	Če	15 22 39.1	— 18 32 42	3 37 59.3	+ 15 20.2	6 57	16 24	320		
17	Pe	15 26 46.3	18 47 47	3 41 55.9	15 09.5	6 58	16 23	321		
18	Su	15 30 54.4	19 02 32	3 45 52.4	14 58.0	7 00	16 22	322		
19	Ne	15 35 03.4	19 16 56	3 49 49.0	14 45.6	7 01	16 21	323		
20	Po	15 39 13.1	19 31 00	3 53 45.5	14 32.4	7 02	16 20	324		
21	Ut	15 43 23.6	— 19 44 42	3 57 42.1	+ 14 18.4	7 03	16 19	325		
22	Sr	15 47 35.0	19 58 03	4 01 38.6	14 03.7	7 05	16 19	326		
23	Če	15 51 47.1	20 11 02	4 05 35.2	13 48.1	7 06	16 18	327		
24	Pe	15 56 00.0	20 23 39	4 09 31.7	13 31.8	7 08	16 17	328		
25	Su	16 00 13.7	20 35 54	4 13 28.3	13 14.6	7 09	16 16	329		
26	Ne	16 04 28.1	— 20 47 45	4 17 24.9	+ 12 56.7	7 11	16 15	330		
27	Po	16 08 43.3	20 59 13	4 21 21.4	12 38.1	7 12	16 14	331		
28	Ut	16 12 59.3	21 10 18	4 25 18.0	12 18.7	7 14	16 14	332		
29	Sr	16 17 16.0	21 20 59	4 29 14.6	11 58.6	7 15	16 13	333		
30	Če	16 21 33.4	— 21 31 15	4 33 11.1	+ 11 37.8	7 16	16 13	334		

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Nov. 1.	8.87	0.99249	16 08.5	41.85	— 0.18	20.63
11.	8.89	0.99006	16 10.8	43.23	— 0.04	20.67
21.	8.91	0.98784	16 13.0	44.60	+ 0.25	20.72
Dec. 1.	8.93	0.98604	16 14.8	45.98	+ 0.69	20.76

NOVEMBAR 1950.														
Datum	Dan u sedmici	MJESEC					PLANETI							
		U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1 <sup>h</sup> zap. dužine	Starost Oh svj. vt.	Oh svjetskog vremena							
		Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinacija	Daljina od Zemlje	Polumjer	Kulminacija u Greenwicu			
h	m	h	m	h	m	m	d	h	m	°	'	"	h	m
1	21 07	12 52	4 38.1	2.14	20.4									
2	22 18	13 25	5 28.8	2.08	21.4									
3	23 31	13 50	6 17.7	2.00	22.4									
4	—	14 11	7 05.1	1.95	23.4									
5	0 45	14 30	7 51.5	1.93	24.4									
6	2 00	14 48	8 37.9	1.95	25.4									
7	3 18	15 04	9 25.6	2.04	26.4									
8	4 39	15 27	10 16.0	2.18	27.4									
9	6 05	15 52	11 10.6	2.38	28.4									
10	7 33	16 24	12 10.1	2.59	0.0									
11	9 02	17 07	13 14.4	2.75	1.0									
12	10 21	18 06	14 21.1	2.78	2.0									
13	11 26	19 18	15 26.8	2.66	3.0									
14	12 13	20 36	16 28.0	2.43	4.0									
15	12 47	21 56	17 23.5	2.19	5.0									
16	13 12	23 14	18 13.5	1.98	6.0									
17	13 32	—	18 58.9	1.82	7.0									
18	13 49	0 26	19 41.3	1.73	8.0									
19	14 04	1 35	20 22.1	1.69	9.0									
20	14 19	2 42	21 02.5	1.70	10.0									
21	14 35	3 48	21 43.7	1.75	11.0									
22	14 54	4 55	22 26.6	1.83	12.0									
23	15 15	6 02	23 11.9	1.94	13.0									
24	15 43	7 10	23 59.8	2.05	14.0									
25	16 17	8 16	—	—	15.0									
26	17 02	9 16	0 50.1	2.13	16.0									
27	17 56	10 09	1 41.7	2.16	17.0									
28	18 58	10 52	2 33.5	2.14	18.0									
29	20 07	11 26	3 24.2	2.08	19.0									
30	21 17	11 53	4 13.0	1.99	20.0									

## M J E S E C

Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Nov. 3. ☾ 02h 00m	Nov. 10. 13h Perigej	61' 22"	16' 43"
10. ☉ 00 25			
16. ☽ 16 06	Nov. 25. 00h Apogej	53' 57"	14' 42"
24. ☉ 16 14			



PROSINAC 1950.									
Datum	Dan u sedmici	Oh SVJETSKOG VREMENA				Izlaz i zalaz Sunca u Zagrebu (SEV)		Dan u godini	
		SUNCE		Zvezdano vrijeme	Jednadžba vremena: pravo vrijeme minus srednje	Izlaz	Zalaz		
		Rektascenzija	Deklinacija						
		h m s	° ' "	h m s	m s	h m	h m		
1	Pe	16 25 51.4	- 21 41 07	4 37 07.7	+ 11 16.2	7 17	16 12	335	
2	Su	16 30 10.2	21 50 35	4 41 04.2	10 54.0	7 18	16 12	336	
3	Ne	16 34 29.6	21 59 37	4 45 00.8	10 31.1	7 19	16 12	337	
4	Po	16 38 49.7	22 08 14	4 48 57.3	10 07.6	7 20	16 11	338	
5	Ut	16 43 10.4	22 16 26	4 52 53.9	9 43.5	7 22	16 11	339	
6	Sr	16 47 31.7	- 22 24 11	4 56 50.4	+ 9 18.8	7 23	16 11	340	
7	Če	16 51 53.5	22 31 30	5 00 47.0	8 53.5	7 24	16 11	341	
8	Pe	16 56 15.9	22 38 23	5 04 43.6	8 27.7	7 25	16 10	342	
9	Su	17 00 38.8	22 44 49	5 08 40.1	8 01.3	7 26	16 10	343	
10	Ne	17 05 02.2	22 50 49	5 12 36.7	7 34.6	7 27	16 10	344	
11	Po	17 09 25.9	- 22 56 21	5 16 33.2	+ 7 07.3	7 28	16 10	345	
12	Ut	17 13 50.1	23 01 26	5 20 29.8	6 39.7	7 28	16 10	346	
13	Sr	17 18 14.7	23 06 04	5 24 26.4	6 11.7	7 29	16 10	347	
14	Če	17 22 39.5	23 10 14	5 28 22.9	5 43.4	7 30	16 11	348	
15	Pe	17 27 04.7	23 13 56	5 32 19.5	5 14.8	7 31	16 11	349	
16	Su	17 31 30.1	- 23 17 11	5 36 16.0	+ 4 45.9	7 32	16 11	350	
17	Ne	17 35 55.8	23 19 58	5 40 12.6	4 16.8	7 32	16 11	351	
18	Po	17 40 21.7	23 22 16	5 44 09.2	3 47.5	7 33	16 12	352	
19	Ut	17 44 47.7	23 24 07	5 48 05.7	3 18.0	7 34	16 12	353	
20	Sr	17 49 13.8	23 25 30	5 52 02.3	2 48.4	7 34	16 12	354	
21	Če	17 53 40.1	- 23 26 24	5 55 58.8	+ 2 18.7	7 35	16 13	355	
22	Pe	17 58 06.4	23 26 50	5 59 55.4	1 49.0	7 35	16 13	356	
23	Su	18 02 32.8	23 26 48	6 03 52.0	1 19.2	7 36	16 14	357	
24	Ne	18 06 59.2	23 26 18	6 07 48.5	0 49.4	7 36	16 14	358	
25	Po	18 11 25.5	23 25 19	6 11 45.1	+ 0 19.6	7 37	16 15	359	
26	Ut	18 15 51.8	- 23 23 52	6 15 41.6	- 0 10.2	7 37	16 16	360	
27	Sr	18 20 18.0	23 21 57	6 19 38.2	0 39.9	7 38	16 16	361	
28	Če	18 24 44.2	23 19 34	6 23 34.8	1 09.4	7 38	16 17	362	
29	Pe	18 29 10.1	23 16 43	6 27 31.3	1 38.8	7 38	16 18	363	
30	Su	18 33 35.9	23 13 24	6 30 27.9	2 08.0	7 38	16 19	364	
31	Ne	18 38 01.5	- 23 09 37	6 35 24.4	- 2 37.0	7 38	16 19	365	

	Horizontalna paralaksa	Daljina od Zemlje	Polumjer	Precesija u dužini	Nutacija u dužini	Aberacija
Dec. 1.	8.93	0.98604	16 14.8	45.98	+ 0.69	20.76
11.	8.94	0.98469	16 16.1	47.35	+ 1.24	20.79
21.	8.95	0.98372	16 17.1	48.73	+ 1.86	20.81
31.	8.95	0.98330	16 17.5	50.11	+ 2.48	20.82

DECEMBAR 1950.										
Datum	MJESEC						PLANETI			
	U Zagrebu (SEV)		Kulminacija u Greenwicu	Promjena za 1h zap. dužine	Starost Oh svj. vr.	Oh svjetskog vremena			Kulminacija u Greenwicu	
	Izlaz	Zalaz				Rektascenzija	Deklinacija	Daljina od Zemlje		Polu. mjer
	h m	h m	h m	m	d	MERKUR			h m	
1	22 29	12 15	4 59.8	1.91	21.0	h m	o ' "	"	h m	
2	23 41	12 34	5 45.0	1.87	22.0	1 17 34	- 25 35	1.28	2.6	12 58
3	—	12 51	6 29.6	1.86	23.0	11 18 36	- 25 26	1.11	3.0	13 20
4	0 55	13 09	7 14.7	1.92	24.0	21 19 17	- 23 10	0.87	3.8	13 19
5	2 11	13 27	8 01.9	2.03	25.0	VENERA				
6	3 31	13 49	8 52.7	2.21	26.0	1 16 44	- 22 20	1.71	4.9	12 07
7	4 56	14 17	9 48.6	2.45	27.0	11 17 38	- 23 48	1.70	5.0	12 22
8	6 26	14 53	10 50.2	2.68	28.0	21 18 33	- 24 03	1.68	5.0	12 38
9	7 51	15 45	11 56.6	2.83	29.0	MARS				
10	9 05	16 52	13 04.8	2.81	0.6	1 19 22	- 23 24	1.98	2.4	14 45
11	10 02	18 11	14 10.6	2.64	1.6	11 19 56	- 22 05	2.02	2.3	14 39
12	10 43	19 34	15 11.1	2.39	2.6	21 20 28	- 20 22	2.05	2.3	14 32
13	11 13	20 55	16 05.3	2.14	3.6	JUPITER				
14	11 35	22 12	16 54.0	1.93	4.6	1 22 10	- 12 34	5.03	18.3	17 30
15	11 54	23 24	17 38.6	1.80	5.6	11 22 15	- 12 05	5.18	17.7	16 56
16	12 10	—	18 20.5	1.72	6.6	21 22 20	- 11 31	5.33	17.2	16 22
17	12 25	0 32	19 01.4	1.70	7.6	SATURN				
18	12 41	1 39	19 42.4	1.73	8.6	1 12 06	+ 1.38	9.79	7.6	7.28
19	12 58	2 46	20 24.7	1.80	9.6	11 12 09	+ 1.25	9.63	7.7	6.51
20	13 19	3 53	21 09.1	1.90	10.6	21 12 11	+ 1.16	9.46	7.9	6.14
21	13 45	5 00	21 56.1	2.02	11.6	URAN				
22	14 18	6 06	22 45.7	2.11	12.6	1 6 38	+ 23.29	18.03	1.9	2.00
23	14 59	7 09	23 37.2	2.17	13.6	11 6 36	+ 23.31	17.96	1.9	1.19
24	15 51	8 05	—	—	14.6	21 6 34	+ 23.32	17.91	1.9	0.38
25	16 50	8 51	0 29.3	2.16	15.6	NEPTUN				
26	17 58	9 27	1 20.8	2.11	16.6	1 13 12	- 5.54	30.93	1.2	8.33
27	19 09	9 57	2 10.4	2.02	17.6	11 13 13	- 5.59	30.79	1.2	7.55
28	20 19	10 20	2 57.7	1.93	18.6	21 13 14	- 6.03	30.63	1.2	7.16
29	21 31	10 39	3 43.0	1.85	19.6	PLUTON (1950.0)				
30	22 43	10 57	4 27.0	1.82	20.6	1 9 41	+ 22.55	35.77	—	5.03
31	—	11 13	5 10.6	1.84	21.6	MJESEC				

Mijene Mjeseca (SEV)	Perigej i Apogej	Najmanja i najveća vrijednost	
		Horizontalna paralaksa	Polumjer
Dec. 2. ☾ 17h 22m	Dec. 9 1h Perigej Dec. 22 2h Apogej	61' 27"	16' 45"
9. ☉ 10 28			
16. ☽ 06 56			
24. ☿ 11 23			

ELEMENTI ZA FIZIČKA OPAŽANJA SUNCA							
Datum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	Datum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>
Jan. 1	+ 2'3	- 3'0	204'4	Apr. 1	- 26'2	- 6'5	98'8
4	+ 0'8	3'4	164'8	4	26'3	6'4	59'2
7	- 0'6	3'7	125'3	7	26'4	6'2	19'6
10	- 2'1	4'1	85'8	10	26'4	6'0	340'0
13	3'5	4'4	46'3	13	26'3	5'8	300'4
16	5'0	4'7	6'8	16	26'1	5'5	260'8
19	6'3	5'0	327'3	19	25'9	5'3	221'2
22	7'7	5'2	287'8	22	25'6	5'0	181'6
25	9'1	5'5	248'3	25	25'2	4'7	141'9
28	10'4	5'7	208'8	28	24'8	4'4	102'3
31	11'6	6'0	169'3	Maj 1	- 24'3	- 4'2	62'7
Feb. 3	- 12'8	- 6'2	129'8	4	23'8	3'8	23'0
6	14'0	6'4	90'3	7	23'1	3'5	343'4
9	15'2	6'6	50'8	10	22'5	3'2	303'7
12	16'3	6'7	11'3	13	21'7	2'9	264'0
15	17'3	6'8	331'8	16	20'9	2'5	224'3
18	18'3	7'0	292'3	19	20'0	2'2	184'6
21	19'2	7'0	252'8	22	19'1	1'8	145'0
24	20'1	7'1	213'3	25	18'2	1'5	105'3
27	21'0	7'2	173'8	28	17'1	1'1	65'6
Mar. 2	- 21'7	- 7'2	134'3	31	16'0	0'8	25'9
5	22'5	7'2	94'7	Jun. 3	- 14'9	- 0'4	346'2
8	23'1	7'2	55'2	6	13'8	- 0'0	306'5
11	23'7	7'2	15'7	9	12'6	+ 0'3	266'8
14	24'3	7'2	336'1	12	11'3	+ 0'7	227'1
17	24'8	7'1	296'6	15	10'1	1'0	187'4
20	25'2	7'0	257'1	18	8'8	1'4	147'6
23	25'5	6'9	217'5	21	7'4	1'8	107'9
26	25'8	6'8	177'9	24	6'1	2'1	68'2
29	26'1	6'7	138'4	27	4'8	2'4	28'5
				30	- 3'4	+ 2'8	348'8

PRIKLON EKLIPTIKE		GARRINGTONOVE ROTACIJE SUNCA	
Jan. 1.	23 26 53'2	Jan. 16'5	Br. 1289
Feb. 1.	53'7	Feb. 12'9	1290
Mar. 1.	54'2	Mar. 12'2	1291
Apr. 1.	54'3	Apr. 8'5	1292
Maj 1.	53'9	Maj 5'7	1293
Jun. 1.	53'3	Jun. 2'0	1294
		Jun. 29'2	1295

ELEMENTI ZA FIZIČKA OPAŽANJA SUNCA							
Datum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	Datum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>
Jul. 3	- 2'0	+ 3'1	309'1	Okt. 1	+ 26'0	+ 6'7	199'6
6	- 0'7	3'4	269'4	4	26'2	6'6	160'0
9	+ 0'7	3'7	229'7	7	26'3	6'4	120'4
12	+ 2'0	4'0	190'0	10	26'4	6'2	80'8
15	3'4	4'3	150'3	13	26'4	6'0	41'2
18	4'7	4'6	110'6	16	26'3	5'8	1'7
21	6'0	4'9	70'9	19	26'1	5'6	322'1
24	7'3	5'2	31'2	22	25'9	5'3	282'5
27	8'6	5'4	351'5	25	25'6	5'0	243'0
30	9'8	5'6	311'8	28	25'3	4'8	203'4
Aug. 2	+ 11'0	+ 5'9	272'2	31	24'8	4'5	163'8
5	12'2	6'1	232'5	Nov. 3	+ 24'3	+ 4'2	124'3
8	13'4	6'3	192'8	6	23'8	3'8	84'7
11	14'5	6'4	153'2	9	23'1	3'5	45'2
14	15'5	6'6	113'5	12	22'4	3'2	5'6
17	16'6	6'7	73'8	15	21'6	2'8	326'1
20	17'5	6'9	34'2	18	20'8	2'5	286'5
23	18'5	7'0	354'5	21	19'8	2'1	247'0
26	19'4	7'1	314'9	24	18'9	1'7	207'4
29	20'2	7'1	275'3	27	17'8	1'4	167'9
Sep. 1	+ 21'0	+ 7'2	235'6	30	16'7	1'0	128'4
4	21'8	7'2	196'0	Dec. 3	+ 15'6	+ 0'6	88'8
7	22'4	7'2	156'4	6	14'4	+ 0'2	49'3
10	23'1	7'2	116'8	9	13'1	- 0'2	9'8
13	23'7	7'2	77'2	12	11'8	- 0'5	330'2
16	24'2	7'2	37'6	15	10'5	0'9	290'7
19	24'7	7'1	358'0	18	9'1	1'3	251'2
22	25'1	7'0	318'4	21	7'7	1'7	211'7
25	25'5	7'0	278'8	24	6'3	2'1	172'2
28	25'8	6'8	239'2	27	4'8	2'4	132'6
				30	+ 2'9	- 2'9	80'0

PRIKLON EKLIPTIKE		GARRINGTONOVE ROTACIJE SUNCA	
Jul. 1.	23 26 53'2	Jul. 26'4	Br. 1296
Aug. 1.	53'6	Aug. 22'6	1297
Sep. 1.	54'1	Sep. 18'8	1298
Okt. 1.	54'7	Okt. 16'1	1299
Nov. 1.	53'7	Nov. 12'4	1300
Dec. 1.	52'9	Dec. 9'7	1301

## POMRČINE SUNCA I MJESECA U 1950.

U toku 1950. godine bit će četiri pomrčine, dvije pomrčine Sunca i dvije pomrčine Mjeseca:

18. III.: prstenasta pomrčina Sunca, nije vidljiva kod nas
2. IV.: potpuna pomrčina Mjeseca, vidljiva kod nas
12. IX.: potpuna pomrčina Sunca, nije vidljiva kod nas
26. IX.: potpuna pomrčina Mjeseca, početak vidljiv kod nas.

### Podaci o pomrčinama:

1. Prstenasta pomrčina Sunca 18. III. 1950. vidljiva je u južnoj Africi, južnom Atlantiku i Antarktiku. Pri prstenastoj pomrčini Sunca sjena Mjeseca ne doseže do Zemlje, ali se u maksimalnoj fazi pomrčine vršak sjene približi Zemlji na udaljenosti oko 25 km svega nad mjestom  $\varphi = -61^{\circ}00'S$ ,  $\lambda = -40^{\circ}54'E$  u času 15h 32m po svjetskom vremenu. Veličina pomrčine je 0'928, ako je Sunčev promjer = 1'0.

2. Potpuna pomrčina Mjeseca 2. IV. 1950.:

	d	h	m	(srednje evropsko vrijeme)
Mjesec ulazi u polusjenu . . . . .	Apr.	2.	19	09
Mjesec ulazi u sjenu . . . . .	Apr.	2.	20	09
Početak potpune pomrčine . . . . .	Apr.	2.	21	30
Sredina potpune pomrčine . . . . .	Apr.	2.	21	44
Svršetak potpune pomrčine . . . . .	Apr.	2.	21	59
Mjesec izlazi iz sjene . . . . .	Apr.	2.	23	19
Mjesec izlazi iz polusjene . . . . .	Apr.	3.	00	19
Mjesec je u opoziciji u rektascenziji . . . . .	Apr.	2.	22	10

Pozicioni kut 1. kontakta 92°, 4. kontakta 325°; veličina pomrčine je 1'039, ako je Mjesečev promjer = 1'0.

3. Potpuna pomrčina Sunca 12. IX. 1950. vidljiva je na Arktiku pa do sjevernog Pacifika. Kao djelomična pomrčina Sunca vidljiva je iz istočnog Sibira, Mandžurije, Japana, Aljaške i sjevernog Pacifika.

4. Potpuna pomrčina Mjeseca 26. IX. 1950.:

	d	h	m
Mjesec ulazi u polusjenu . . . . .	Sep.	26.	02 20
Mjesec ulazi u sjenu . . . . .	Sep.	26.	03 32
Početak potpune pomrčine . . . . .	Sep.	26.	04 54
Sredina potpune pomrčine . . . . .	Sep.	26.	05 17
Svršetak potpune pomrčine . . . . .	Sep.	26.	05 40
Mjesec izlazi iz sjene . . . . .	Sep.	26.	07 02
Mjesec izlazi iz polusjene . . . . .	Sep.	26.	08 14
Mjesec je u opoziciji u rektascenziji . . . . .	Sep.	26.	05 43

Pozicioni kut 1. kontakta 85°, 4. kontakta 217°; veličina pomrčine je 1'054, ako je Mjesečev promjer = 1'0.

Napomena: Pomrčina Sunca je t. zv. paralaktična pojava, te se podaci moraju za svakog promatrača posebno izračunati. Naprotiv je pomrčina Mjeseca apsolutna pojava, te je istodobna za sve promatrače, koji uopće vide Mjesec. Gornji podaci za pomrčine Mjeseca vrijede dakle jednako za sva mjesta u našoj zemlji.

## POJAVE KOD ČETIRIJU VELIKIH JUPITEROVIH SATELITA, 1950 vidljive kod nas (SEV)

s. p. = svršetak pomrčine, p. p. = početak pomrčine, im = imerzija, početak okultacije, em = emerzija, svršetak okultacije

Datum	Čas	Satelit	Pojava	Datum	Čas	Satelit	Pojava	Datum	Čas	Satelit	Pojava	Datum	Čas	Satelit	Pojava
JANUAR				JULI				SEPTEMBAR				OKTOBAR			
5	16 21	I	im	14	1 50	I	p. p.	8	0 33	IV	im	29	23 51	II	s. p.
12	18 23	I	im	15	23 34	I	em	19	1 45	II	im	31	18 14	I	im
				18	23 41	II	em	13	18 44	II	s. p.		21 47	I	s. p.
MART				AUGUST				NOVEMBAR							
28	6 00	I	em	20	1 36	IV	s. p.	14	0 04	I	im	2	16 16	I	s. p.
				21	3 44	I	p. p.	22	2 50	I	s. p.	3	17 21	III	im
APRIL				22	22 13	I	p. p.	15	21 55	III	s. p.	4	2 04	III	s. p.
3	4 29	II	p. p.	23	1 20	I	em	17	4 02	I	im	5	20 56	II	im
4	4 43	I	p. p.	26	2 00	II	em	20	21 21	II	s. p.	6	1 39	I	im
13	4 30	I	em	30	0 07	I	p. p.	21	1 49	I	im	7	20 07	I	im
21	4 04	II	em	31	21 31	I	em	22	1 57	III	s. p.	9	18 11	I	s. p.
27	4 54	I	p. p.	MAJ				24	19 27	IV	em	10	21 14	III	im
				5	4 02	II	p. p.	25	21 46	IV	p. p.	11	0 46	III	em
				6	4 54	I	em	27	2 12	IV	s. p.	12	23 31	II	im
				9	3 10	III	em	28	19 29	II	im	13	20 27	IV	em
				13	3 11	I	p. p.	28	23 59	II	s. p.	14	22 01	I	im
				16	1 52	III	s. p.	30	3 35	I	im	16	16 30	I	im
				22	3 44	III	im	30	23 11	III	im	21	20 06	I	s. p.
				23	2 14	III	p. p.	29	22 02	I	im	23	23 56	I	im
				31	4 00	II	em	30	1 09	I	s. p.	25	18 25	I	s. p.
				JUNI				OKTOBAR				DECEMBAR			
				5	3 22	I	p. p.	1	19 37	I	s. p.	2	18 10	III	s. p.
				6	3 34	II	p. p.	4	21 51	II	im	7	18 26	I	s. p.
				7	1 31	I	em	5	2 37	II	s. p.	9	20 52	II	im
				17	3 23	I	em	6	23 49	I	im	16	22 18	I	im
				17	0 53	II	em	7	3 04	I	im	17	16 48	I	im
				21	1 22	IV	em	8	18 16	I	im	18	17 03	III	em
				21	1 39	I	p. p.	11	20 22	IV	s. p.	19	18 49	III	p. p.
				22	2 59	III	em	12	0 14	II	im	20	20 21	I	s. p.
				22	23 41	I	em	14	1 38	I	im	22	22 12	III	s. p.
				24	3 21	II	em	15	18 34	II	s. p.	23	20 45	I	im
				24	3 21	II	em	15	30 05	I	im	25	17 44	III	im
				27	1 52	III	s. p.	17	23 28	I	s. p.	25	18 46	I	im
				28	3 14	III	im	17	17 56	I	s. p.	26	21 16	III	em
				30	3 33	I	p. p.	20	15 02	III	s. p.	27	17 09	IV	p. p.
				30	1 31	I	em	22	21 12	II	s. p.	28	21 05	IV	s. p.
				JULI				SEPTEMBAR							
				1	0 34	IV	p. p.	2	23 30	II	im	18	16 45	I	s. p.
				3	2 48	IV	p. p.	3	2 48	II	s. p.	18	18 23	II	s. p.
				5	2 16	III	p. p.	5	3 54	I	im	23	20 45	I	im
				6	23 56	I	p. p.	6	22 20	I	im	25	18 40	I	s. p.
				7	3 20	I	em	7	0 55	I	s. p.				
				8	3 09	II	p. p.								

POLOŽAJI ČETIRIJU JUPITEROVIH SATELITA, 1950  
kako se vide astronomskim dalekozorom (SEV)

Datum	Januar 17h 30m		April 5h 30m		Maj 4h 15m		Juni 3h 00m		Juli 2h 15m	
	W	E	W	E	W	E	W	E	W	E
1	1 ○ 234		3 ○ 214		32 ○ 14		12 ○ 43		41 ○ 3	
2	2 ○ 134		321 ○ 4		1 ○ 324		2 ○ 134		43 ○ 12	
3	231 ○ 4		4 ○ 1		○ 1234		1 (3) 24		31 12 ○	
4	3 ○ 124		4 ○ 23		21 ○ 34		3 ○ 124		32 ○ 14	
5	3 ○ 24		421 ○ 3		○ 134		321 ○ 4		13 ○ 24	
6	213 ○ 4		12 ○ 13		3 (4) 2		32 (1) 4		○ 1234	
7	2 ○ 413		431 ○ 2		3412 ○		○ 1324		2 ○ 34	
8	41 ○ 23		43 ○ 12		432 ○ 1		1 (2) 43		21 ○ 34	
9	4 (2) 13		4321 ○		41 ○ 32		24 ○ 13		3 ○ 124	
10	4213 ○		42 ○ 1		4 ○ 123		41 ○ 32		31 (2) 4	
11	43 ○ 12		1 ○ 423		421 ○ 3		43 ○ 12		32 ○ 14	
12	431 ○ 2		(*) 43		42 ○ 13		4321 ○		31 (4) 2	
13	423 (1)		2 ○ 134		43 ○ 2		432 ○ 1		4 ○ 132	
14	42 ○ 13		13 ○ 24		341 (2)		4 ○ 32		42 ○ 3	
15			3 ○ 124		32 ○ 14		41 ○ 23		421 ○ 3	
16			321 ○ 4		1 ○ 24		24 ○ 13		4 (3) 12	
17			23 ○ 14		○ 1234		1 ○ 423		431 ○ 2	
18			1 ○ 324		21 ○ 34		3 ○ 124		432 ○ 1	
19			(4) 213		2 ○ 134		321 ○ 4		431 ○ 2	
20			42 ○ 3		31 ○ 24		32 ○ 14		4 ○ 132	
21			413 ○ 2		3 (1) 24		○ 324		21 ○ 43	
22			43 ○ 12		32 ○ 14		1 ○ 234		2 (1) 34	
23			4312 ○		14 ○ 2		2 ○ 134		○ 3124	
24			423 ○ 1		4 ○ 123		1 ○ 34		31 ○ 24	
25			41 ○ 32		412 ○ 3		3 ○ 412		32 ○ 14	
26			1 ○ 213		42 ○ 13		3412 ○		31 ○ 24	
27			2 ○ 3		413 ○ 2		432 ○ 1		○ 3124	
28			○ 1234		(+) 4		413 ○ 2		21 ○ 43	
29			21 ○ 34		3 ○ 124		432 ○		24 ○ 13	
30			2 ○ 314		312 ○ 4		431 ○		4 ○ 32	
31			31 ○ 24		○ 132				431 ○ 2	

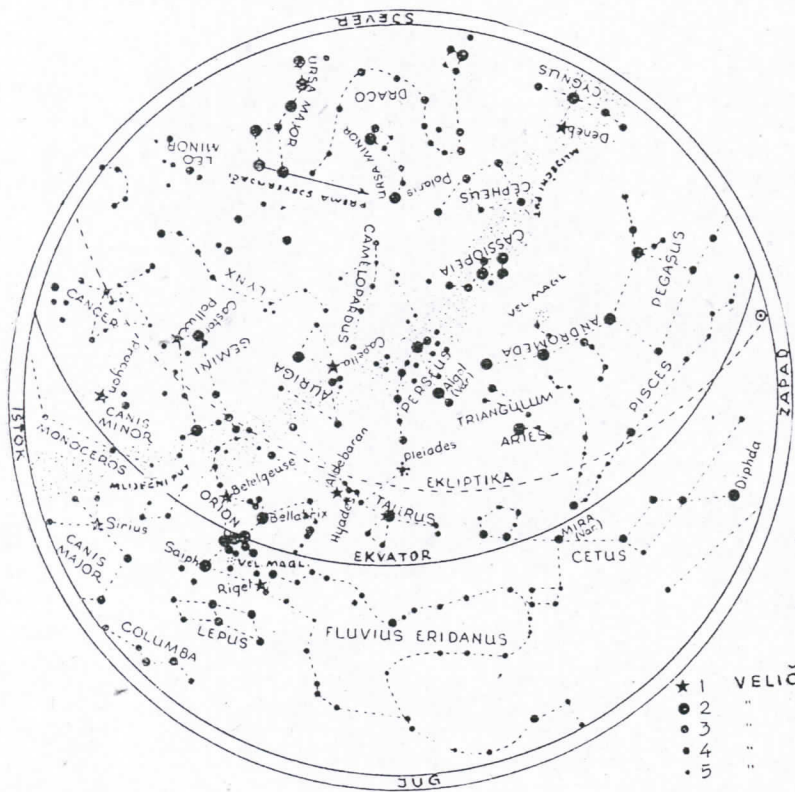
\*) pred pločom planeta su sateliti 2,1  
†) pred pločom planeta su sateliti 1,3

Napomena: Kad je satelit zastrt pločom planeta (okultacija) ili pomračen sjenom planeta, njegove brojke uopće nema; ako prolazi pred planetom, pa se projicira na ploču planeta, brojka mu je u zagradi naznačena.

POLOŽAJI ČETIRIJU JUPITEROVIH SATELITA, 1950  
kako se vide astronomskim dalekozorom (SEV)

Datum	August 1h 15m		Septembar 23h 30m		Oktobar 21h 45m		Novembar 20h 30m		Decembar 19h 30m	
	W	E	W	E	W	E	W	E	W	E
1	432 ○ 1		12 ○ 13		○ 1234		321 ○ 4		3 (1) 24	
2	431 ○		41 ○ 3		13 ○ 42		3 ○ 124		2 ○ 134	
3	4 ○ 312		4 (3) 12		324 ○ 1		1 ○ 24		21 ○ 34	
4	412 ○ 3		4312 ○		4312 ○		2 ○ 413		○ 1234	
5	42 ○ 13		431 ○ 1		43 ○ 12		142 ○ 3		1 ○ 324	
6	1 ○ 432		43 ○ 2		421 ○ 3		4 ○ 132		32 ○ 14	
7	3 (1) 24		14 ○ 32		42 (1) 3		432 ○		312 ○ 4	
8	32 ○ 14		2 ○ 143		4 ○ 123		4321 ○		3 ○ 142	
9	312 ○ 4		12 ○ 34		113 ○ 2		43 ○ 12		42 ○	
10	○ 124		○ 3121		324 ○ 1		413 ○ 2		421 ○ 3	
11	1 (2) 31		31 (2) 1		312 ○ 4		42 ○ 13		4 ○ 213	
12	2 ○ 134		32 ○ 14		3 ○ 124		412 ○ 3		41 ○ 32	
13	1 ○ 231		31 ○ 24		1 (2) 31		○ 4132		423 ○ 1	
14	3 ○ 142		1 ○ 324		2 ○ 134		31 (2) 4		4312 ○	
15	342 ○ 1		2 ○ 143		○ 234		32 (1) 4		43 ○ 12	
16	4321 ○		412 ○ 3		1 (3) 24		3 ○ 124		4 (2)	
17	43 ○ 12		4 ○ 312		32 ○ 14		13 ○ 24		21 ○ 3	
18	4 (2) 3		431 (2)		312 ○ 4		2 ○ 134		○ 2143	
19	12 ○ 13		432 ○ 1		34 ○ 12		12 ○ 34		1 ○ 324	
20	41 ○ 23		431 ○ 2		41 (2) 3		○ 1234		23 ○ 14	
21	43 ○ 12		4 (1) 2		42 ○ 13		13 ○ 24		312 ○ 4	
22	324 ○		42 ○ 13		41 ○ 23		324 ○ 1		3 ○ 124	
23	321 ○ 4		421 ○ 3		41 ○ 32		43 ○		31 ○ 24	
24	3 ○ 124		○ 132		432 ○ 1		431 ○ 2		2 (1) 43	
25	1 ○ 234		31 ○ 24		4321 ○		42 ○ 13		(4) 13	
26	2 ○ 134		32 ○ 14		43 ○ 12		421 ○ 3		11 ○ 23	
27	1 ○ 234		31 ○ 4		12 ○ 4		4 ○ 123		423 ○ 1	
28	3 ○ 124		○ 124		2 ○ 143		41 (3) 2		4321 ○	
29	321 ○ 4		2 ○ 34		1 ○ 34		324 ○ 1		43 ○ 12	
30	32 (1) 4		21 ○ 34		(1) 324		3 ○ 4		431 ○ 2	
31	34 ○ 12				32 ○ 4				42 ○ 13	

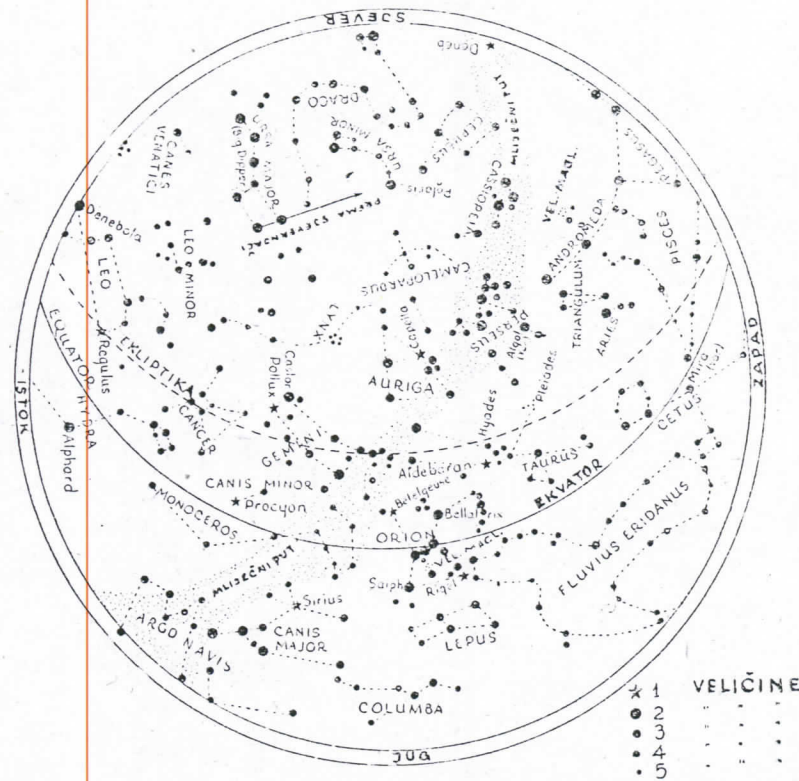
Napomena: Kad je satelit zastrt pločom planeta (okultacija) ili pomračen sjenom planeta, njegove brojke uopće nema; ako prolazi pred planetom, pa se projicira na ploču planeta, brojka mu je u zagradi naznačena.



Zvezdano nebo 1. januara u 21 sat  
 ili 15. januara u 20 sati  
 ili 30. januara u 19 sati

POJAVE

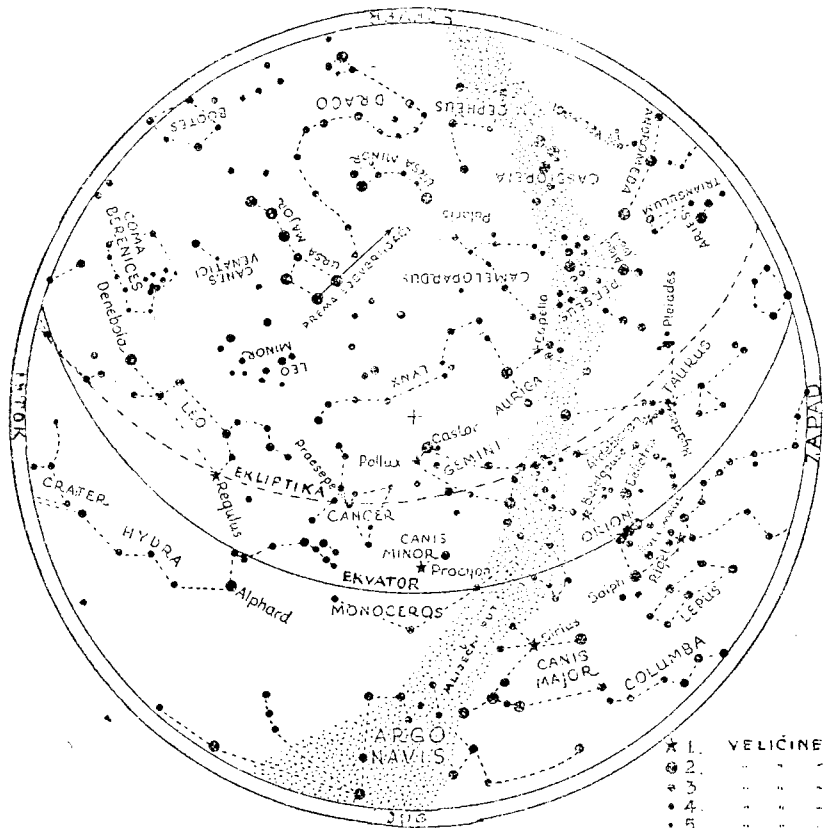
Jan.	d	h	☾	☽	☿	♃	♄	♅	♆	♁
	1	—	☾	☽	♃	♄	♅	♆	♁	8° N
	3	06	☽	☾	♃	♄	♅	♆	♁	4° N
	8	—	☾	☽	♃	♄	♅	♆	♁	9° N
	8	—	♀	♂	♃	♄	♅	♆	♁	7° N
	9	05	♃	♄	♅	♆	♁	♂	♂	0° N
	10	10	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	2° N
	17	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	donja ♀ ☽
	18	03	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	8° N
	19	06	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	4° N
	19	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	stacionaran
	19	14	♀	♂	♃	♄	♅	♆	♁	9° N
	20	15	☽	☾	♃	♄	♅	♆	♁	ulazi u znak ♃
	25	13	♀	♂	♃	♄	♅	♆	♁	7° N
	29	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	stacionaran
	31	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	donja ♀ ☽



Zvezdano nebo 1. februara u 21 sat  
 ili 15. februara u 20 sati  
 ili 28. februara u 19 sati

POJAVE

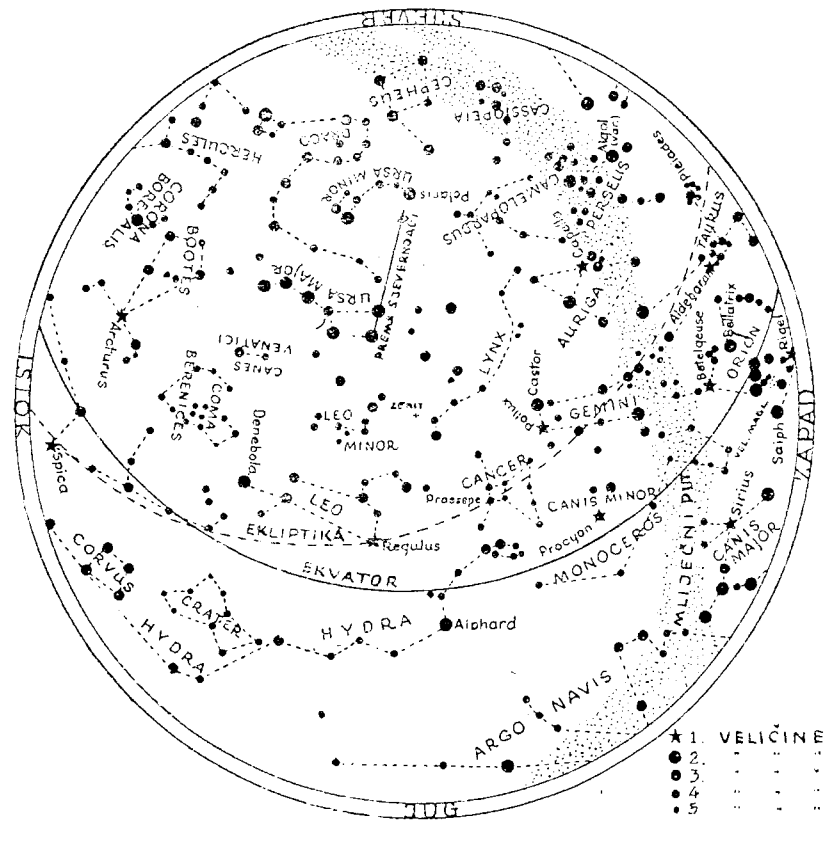
Feb.	d	h	☾	☽	☿	♃	♄	♅	♆	♁
	3	—	☽	☾	♃	♄	♅	♆	♁	13° N
	5	10	♃	♄	♅	♆	♁	♂	♂	0° N
	7	02	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	4° N
	10	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	max. elong. 26° W
	12	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	stacionaran
	14	18	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	5° N
	14	22	♀	♂	♃	♄	♅	♆	♁	13° N
	16	02	☽	☾	♃	♄	♅	♆	♁	3° N
	16	05	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	8° S
	19	05	☽	☾	♃	♄	♅	♆	♁	ulazi u znak ♃
	20	—	♂	♂	♃	♄	♅	♆	♁	stacionaran



Zvezdano nebo 1. marta u 21 sat  
 ili 15. marta u 20 sati  
 ili 30. marta u 19 sati

POJAVE

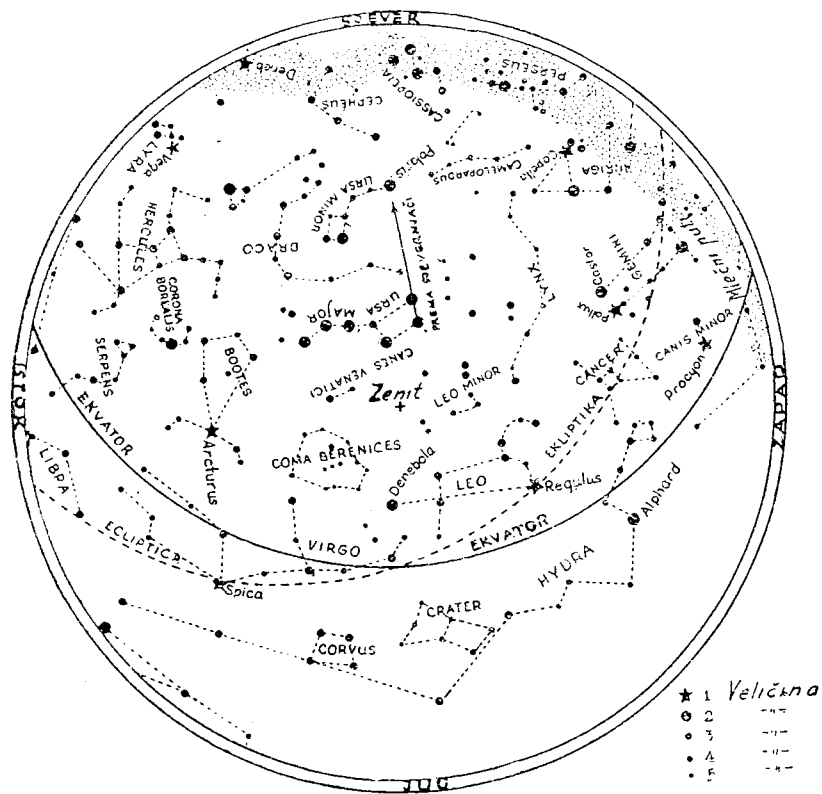
Mar.	d	h	☉	♂	♀	♃	♄	♅	♆	♁	° S
	1	15	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	1° S	
	4	16	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	0° N	
	6	06	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	4° N	
	7	—	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁		
	7	—	♀	max.	sjaj						
	9	—	♁	stacionaran							
	14	18	♀	♂	♁	♄	♅	♆	♁	9° N	
	15	20	♁	♂	♁	♄	♅	♆	♁	3° N	
	d	h	☉	♂	♀	♃	♄	♅	♆	♁	° S
	17	19	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	0° S	
	18	14								Prstenasta pomrčina ☉	
	21	05	☉							ulazi u znak ♋ (početak proljeća)	
	23	—	♂	♂	♁						
	28	—	♃							gornja ♂ ☉	
	31	23	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	0° N	



Zvezdano nebo 1. aprila u 21 sat  
 ili 15. aprila u 20 sati  
 ili 30. aprila u 19 sati

POJAVE

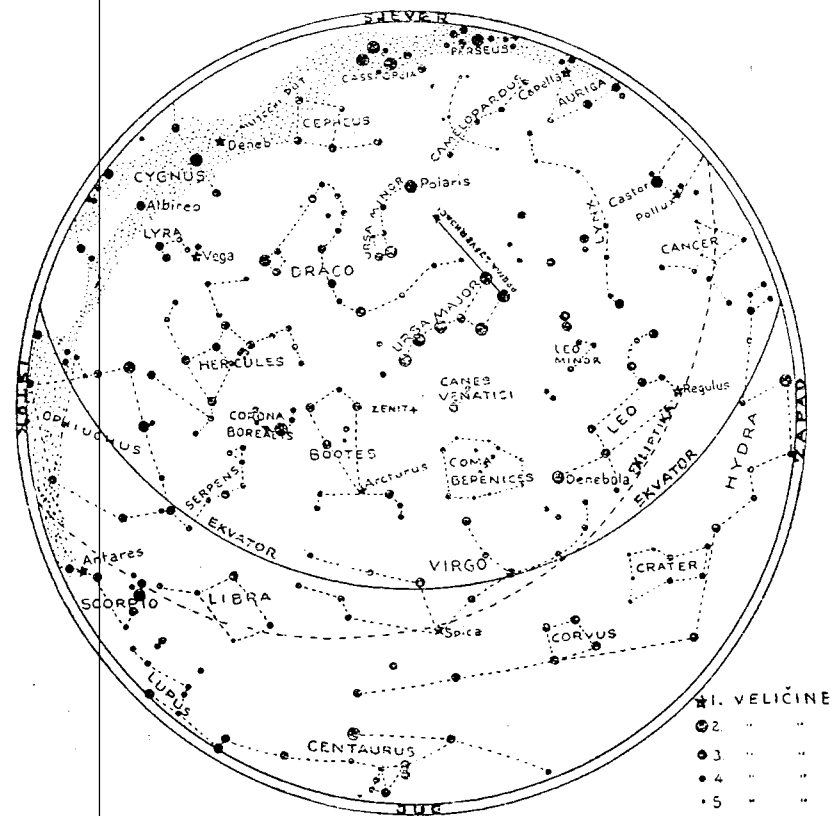
Apr.	d	h	☉	♂	♀	♃	♄	♅	♆	♁	° S
	2	00	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	3° N	
	2	21								Potpuna pomrčina ☉	
	5	11	♀	♂	♁	♄	♅	♆	♁	2° N	
	6	—	♁	♂	♁						
	11	—	♀	max.	elong.	46° W					
	12	13	♁	♂	♁	♄	♅	♆	♁	3° N	
	d	h	☉	♂	♀	♃	♄	♅	♆	♁	° S
	13	01	♀	♂	♁	♄	♅	♆	♁	+ N	
	19	04	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	2° S	
	20	16	☉							ulazi u znak ♋	
	23	—	♃	max.	elong.	20° E					
	28	07	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	0° N	
	28	23	♃	♂	♁	♄	♅	♆	♁	1° N	



Zvezdano nebo 1. maja u 21 sat  
 ili 15. maja u 20 sati  
 ili 30. maja u 19 sati

POJAVE

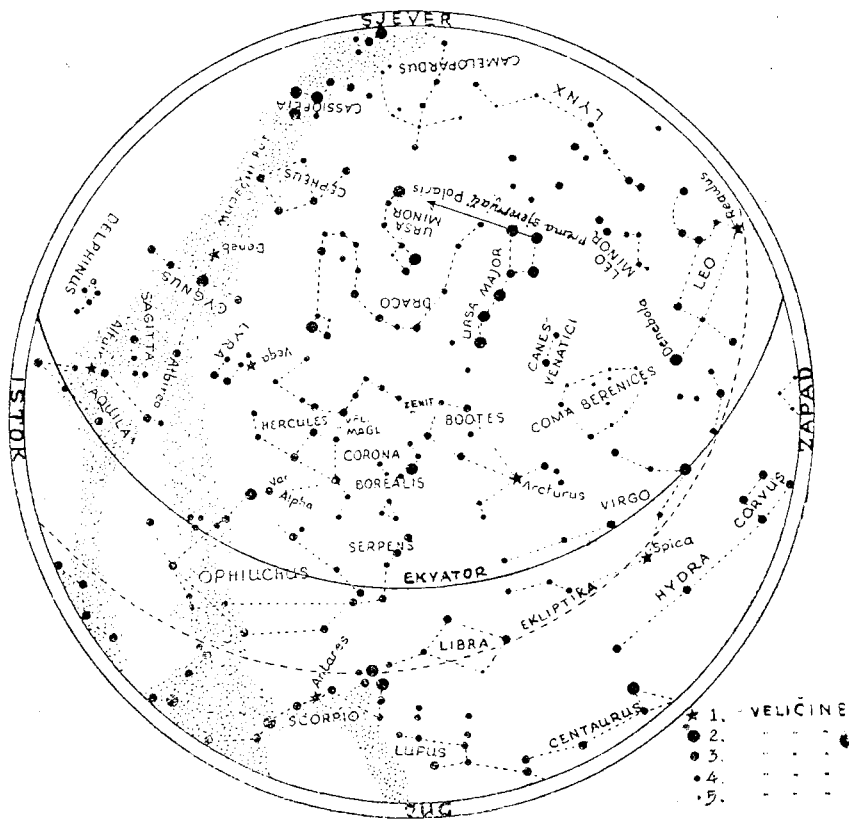
Maj	d	h	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	4	—	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	5	—	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	10	04	☿	♄	♅	♁	♂	♁	♂
	13	02	♀	♄	♅	♁	♂	♁	♂
	14	—	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	16	—	♄	♅	♁	♂	♁	♂	♁
			d	h	☉	☽	☿	♄	♅
			16	21	☉	☽	☿	♄	♅
			21	15	☉	☽	☿	♄	♅
			25	15	♄	♅	♁	♂	♁
			26	12	♄	♅	♁	♂	♁
			27	—	☉	☽	☿	♄	♅



Zvezdano nebo 1. juna u 21 sat  
 ili 15. juna u 20 sati  
 ili 30. juna u 19 sati

POJAVE

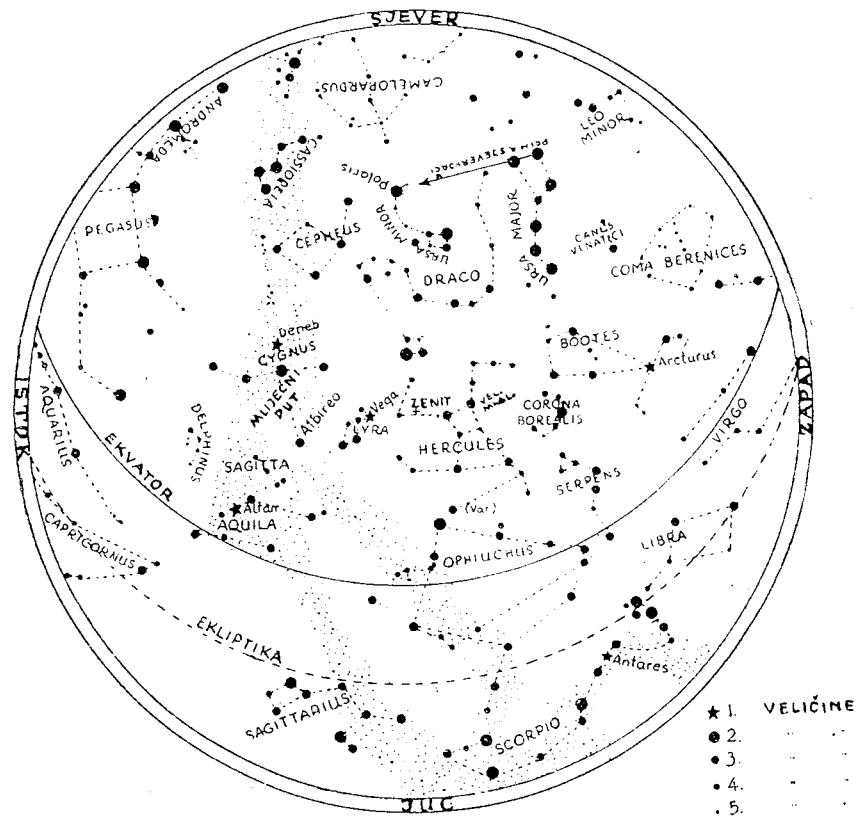
Jun.	d	h	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	6	17	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	9	—	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
	12	08	♀	♄	♅	♁	♂	♁	♂
	13	17	♀	♄	♅	♁	♂	♁	♂
	21	23	♄	♅	♁	♂	♁	♂	♁
	22	00	☉	☽	☿	♄	♅	♁	♂
			d	h	☉	☽	☿	♄	♅
			23	11	☉	☽	☿	♄	♅
			27	—	☉	☽	☿	♄	♅
			27	—	☉	☽	☿	♄	♅
			27	—	☉	☽	☿	♄	♅



Zvezdano nebo 1. jula u 21 sat  
 ili 15. jula u 20 sati  
 ili 30. jula u 19 sati

POJAVE

Jul.	d	h	☾	♂	☾, 1° N	d	h	♃	♂	☾, 1° N
	4	03	☾	♂ <td>☾, 1° N</td> <td>19</td> <td>08</td> <td>♃</td> <td>♂ <td>☾, 1° N</td> </td>	☾, 1° N	19	08	♃	♂ <td>☾, 1° N</td>	☾, 1° N
	5	22	☉	u apogeju (♁ u afelu)		21	18	♁	♂ <td>☾, 1° N</td>	☾, 1° N
	11	—	♃	gornja	♂ ☉	23	10	☉	ulazi u znak ♏	
	12	12	♀	♂ <td>☾, 6° S</td> <td>28</td> <td>15</td> <td>♀</td> <td>♂ <td>♁, ♀ 1° S</td> </td>	☾, 6° S	28	15	♀	♂ <td>♁, ♀ 1° S</td>	♁, ♀ 1° S
	15	15	♃	♂ <td>☾, 3° S</td> <td>31</td> <td>09</td> <td>☾</td> <td>♂ <td>☾, 1° N</td> </td>	☾, 3° S	31	09	☾	♂ <td>☾, 1° N</td>	☾, 1° N
	16	00	♁	♂ <td>♁, ♂ 2° S</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	♁, ♂ 2° S					

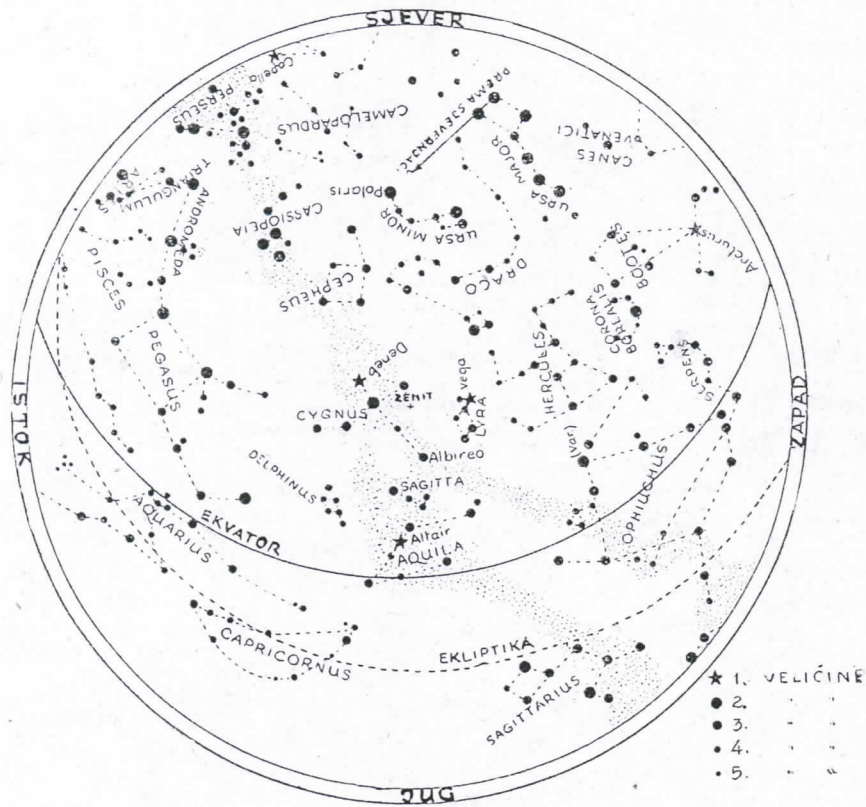


Zvezdano nebo 1. augusta u 21 sat  
 ili 15. augusta u 20 sati  
 ili 30. augusta u 19 sati

POJAVE

Aug.	d	h	♀ <th>♂</th> <th>☾, 5° S</th> <th>d</th> <th>h</th> <th>♁ <th>max. elong. 27° E</th> </th>	♂	☾, 5° S	d	h	♁ <th>max. elong. 27° E</th>	max. elong. 27° E
	11	15	♀	♂ <td>☾, 5° S</td> <td>21</td> <td>—</td> <td>♁</td> <td>max. elong. 27° E</td>	☾, 5° S	21	—	♁	max. elong. 27° E
	15	18	♃	♂ <td>☾, 2° S</td> <td>23</td> <td>18</td> <td>☉</td> <td>ulazi u znak ♏</td>	☾, 2° S	23	18	☉	ulazi u znak ♏
	15	20	♃	♂ <td>☾, 1° N</td> <td>26</td> <td>—</td> <td>☾</td> <td>♂ ☉</td>	☾, 1° N	26	—	☾	♂ ☉
	16	22	♃	♂ <td>♃, ♃ 3° S</td> <td>27</td> <td>12</td> <td>☾</td> <td>♂ ☾, 1° N</td>	♃, ♃ 3° S	27	12	☾	♂ ☾, 1° N
	19	04	♁	♂ <td>☾, 3° N</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	☾, 3° N				

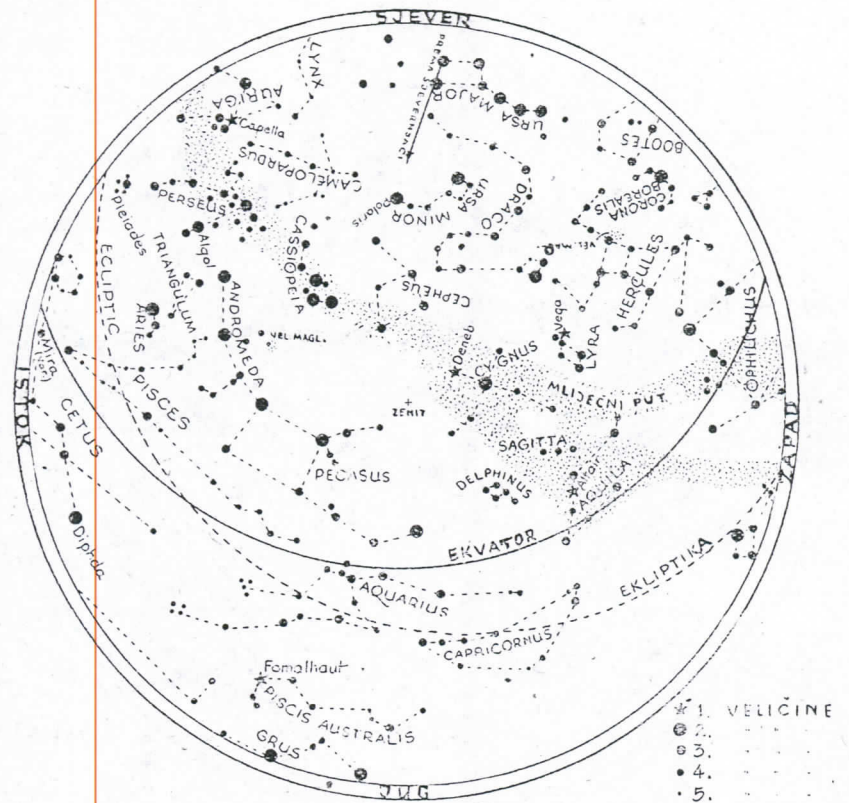




Zvezdano nebo 1. septembra u 21 sat  
 ili 15. septembra u 20 sati  
 ili 30. septembra u 19 sati

POJAVE

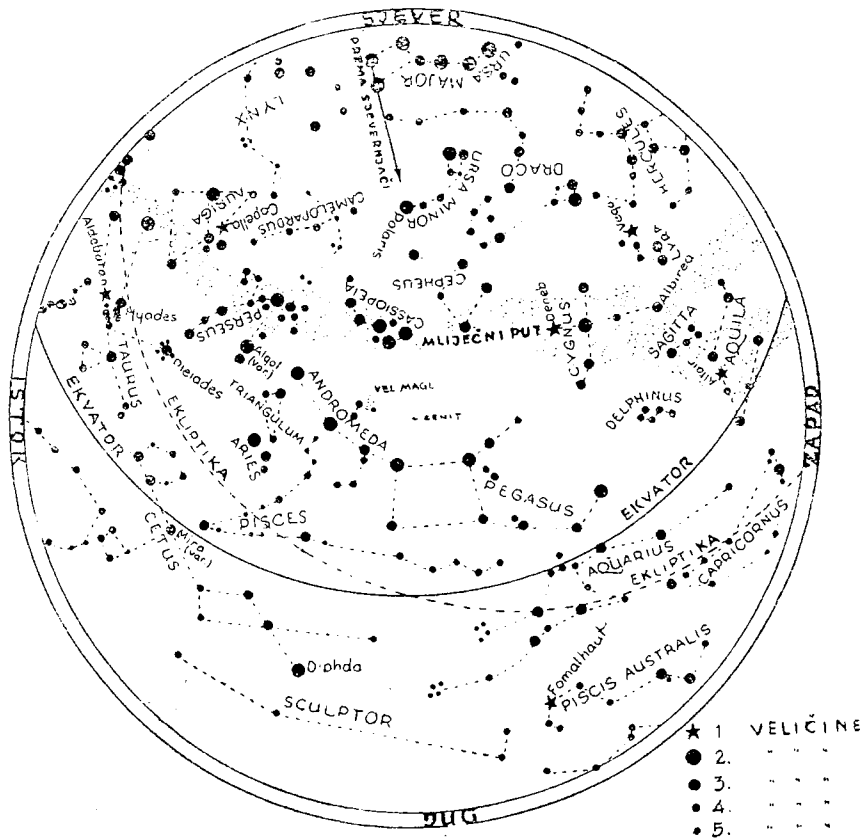
Sep.	d	h	☾	stacionaran	♃	♄	♅	1° N
	3	—	☾	stacionaran	♃	♄	♅	1° N
	10	20	♀	♂	♄	♅	1° S	
	12	03	☾	potpuna pomrčina ☾				
	12	17	☾	♂	♄	♅	5° S	
	16	—	♃	♂	☉			
	16	05	☾	♂	♃	♀	6° S	
	16	17	♂	♂	♄	♅	3° N	
	17	—	☾	donja	♂	☉		
	23	13	♃	♄	♅	♄	1° N	
	23	15	☉	ulazi u znak ♃				(početak jeseni)
	24	03	☾	♂	♀	♄	2° S	
	25	—	☾	stacionaran				
	26	04	☾	potpuna pomrčina ☾				
	29	22	♀	♂	♃	♀	0° S	



Zvezdano nebo 1. oktobra u 21 sat  
 ili 15. oktobra u 20 sati  
 ili 30. oktobra u 19 sati

POJAVE

Okt.	d	h	☾	max. clong. 18° W	♃	♄ <th>♅ <th>4° N</th> </th>	♅ <th>4° N</th>	4° N
	3	—	☾	max. clong. 18° W	♃	♄	♅	4° N
	6	08	☾	♂	♃	♄	0° S	
	10	02	♃	♂	♄	♅	2° N	
	10	13	☾	♂	♄	♅	3° N	
	11	00	☾	♂	♄	♅	3° N	
	11	—	☾	♂	☉			
	15	09	♂	♂	♄	♅	4° N	
	16	—	♄	stacionaran				
	20	15	♃	♂	♄	♅	2° N	
	24	00	☉	ulazi u znak ♃				
	24	—	♃	stacionaran				
	25	05	☾	♂	♀	♄	0° S	

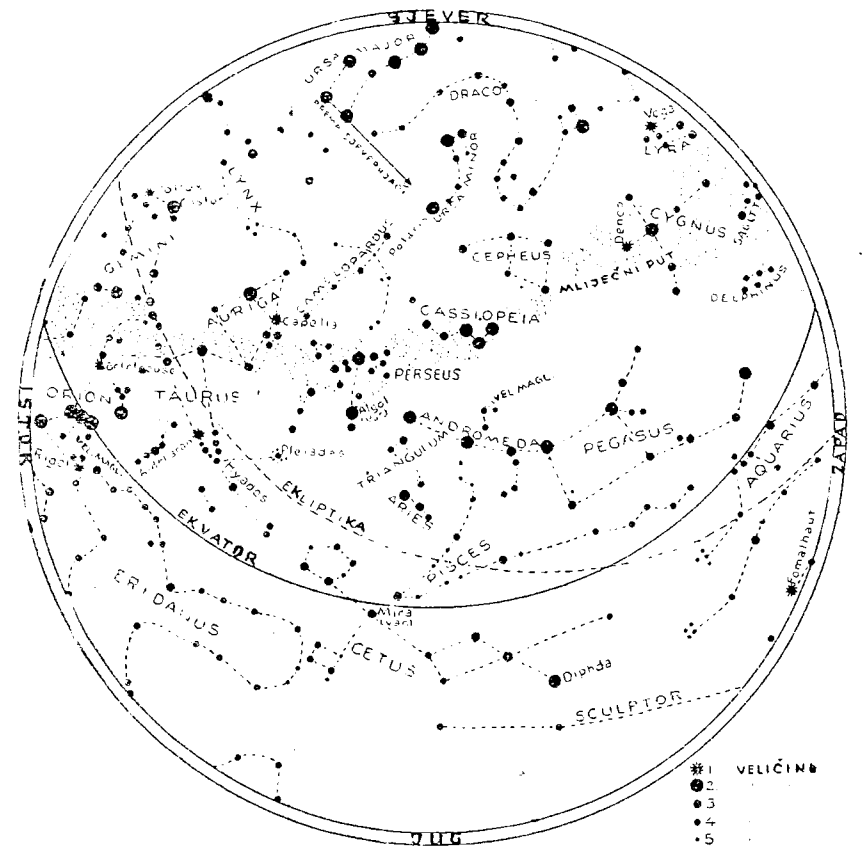


Zvezdano nebo 1. novembra u 21 sat  
 ili 15. novembra u 20 sati  
 ili 30. novembra u 19 sati

POJAVE

Nov.	d	h	☾ gornja ☿ ☉
	1	—	☾ gornja ☿ ☉
	6	18	♄ ☿ ☉, 2° N
	10	00	♂ ☿ ☉, 5° N
	10	10	♁ ☿ ☉, 4° N

d	h	♀ gornja ☿ ☉
13	—	♀ gornja ☿ ☉
13	04	♁ ☿ ☉, 4° N
16	23	♃ ☿ ☉, 1° N
22	21	☉ ulazi u znak ♋



Zvezdano nebo 1. decembra u 21 sat  
 ili 15. decembra u 20 sati  
 ili 30. decembra u 19 sati

POJAVE

Dec.	d	h	♄ ☿ ☉ 3° N
	4	08	♄ ☿ ☉ 3° N
	9	20	♀ ☿ ☉, 4° N
	10	18	♁ ☿ ☉, 3° N
	12	01	♁ ☿ ☉, 3° N
	14	13	♃ ☿ ☉, 1° N
	15	—	♁ max. elong. 20° E

d	h	☉ ulazi u znak ♌ (početak zime)
22	10	☉ ulazi u znak ♌ (početak zime)
23	—	♁ stacionaran
27	21	♁ ☿ ♀, ♁ 2° N
29	—	♁ ☿ ☉
31	18	♄ ☿ ☉, 4° N

III. TUMAČ EFEMERIDAMA

## GLAVNI POJMOVI SFERNE ASTRONOMIJE

**Nebeska kugla (sfera).** Da se jednoznačno i jednostavno odrede položaji svemirskih tijela na nebu, kako ih sa Zemlje vidimo, pomišljamo u svemiru kuglu, koncentričnu s kuglom zemaljskom, po volji velikoga polumjera, no bar tako velikoga, da se gledana s površine te kugle ne samo Zemlja praktički stegne na točku (tako da pravci povučeni iz različitih točaka površine zemaljske k istoj točki neba praktički padaju u isti smjer) nego da se i Sunce i straza Zemlje oko Sunca kao i straze svih drugih planeta stegnu na točku (tako da i pravci povučeni iz različitih točaka u Sunčevu sustavu k istoj točki neba praktički padaju u isti smjer). Ta se kugla zove *nebeska kugla (sfera)*. Pravci, koji spajaju oko opažачa s nebeskim tijelima pokazujući *smjer* njihov, sijeku nebesku kuglu u točkama, koje su *prividna mjesta* tih tijela na nebu. Da se ustanovi *smjer*, u kome vidimo nebeska tijela, i opiše *prividno gibanje* njihovo, t. j. promjena smjera u tijeku vremena, definiraju se na kugli nebeskoj izvjesne točke, krugovi i lukovi (kutovi), koje nam nameću sami pojavi nebeski, slično kako se i na Zemlji definiraju zemaljski meridijani, ekvator i širinski krugovi, da posluže kao zemaljski koordinatni sustav, u kome je položaj izvjesnoga mjesta na Zemlji određen jednoznačno svojim geografskim koordinatama: širinom i dužinom. Dolazimo tako do nebeskih koordinatnih sustava i nebeskih koordinata, koje nam daju nužnu podlogu za proučavanje prividnih pojava na nebu.

**Horizontski koordinatni sustav.** Polazi se od smjera *vertikale* u mjestu opažanja ( $ZZ_1$ , sl. 1), t. j. od smjera sile teže, što ga pokazuje nit, o kojoj slobodno i u miru visi teško tijelo. Vertikala siječe nebesku kuglu u dvije točke u jednoj vidljivoj, iznad glave opažачa, u *zenitu* ( $Z$ ), i u drugoj nevidljivoj, na protivnoj strani nebeske kugle, u *nadiru* ( $Z_1$ ). *Horizont* u mjestu opažanja je najveći krug na nebeskoj kugli, kojega ravnina (ravnina horizonta) stoji okomito na spojnici zenita i nadira. Od ravnine toga horizonta, koji se zove i *pravi* ili *geocentrični* horizont, jer prolazi središtem Zemlje, razlikuje se ravnina *prividnoga* horizonta u mjestu opažanja, koja prolazi dotičnim mjestom a paralelna je s ravninom pravoga horizonta.

*Svjetska os* ( $PP_1$ ), t. j. pravac, oko kojega se Zemlja u 24 sata jednom okrene izvodeći time pojave dnevnoga gibanja neba, siječe Zemlju u sjevernom i južnom geografskom polu, a nebesku kuglu u *sjevernom* ( $P$ ) i *južnom* ( $P_1$ ) *nebeskom polu*, od kojih je prva točka za nas na sjevernoj zemaljskoj polukugli vidljiva, a druga na suprotnoj strani nebeske kugle nevidljiva. U svakom je mjestu svjetska os nagnuta spram ravnine horizonta pod kutom, koji se zove *visina pola* u tome mjestu, a koji je *jednak geografskoj širini* ( $\varphi$ ) dotičnoga mjesta. Pod istim je kutom  $\varphi$  nagnuta vertikala u tom mjestu spram ravnine ekvatora.

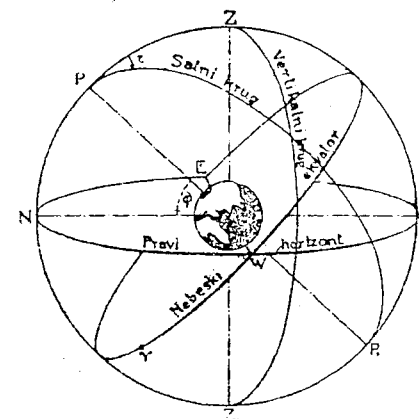
*Meridijan* u mjestu opažanja je najveći krug ( $ZSZ_1NZ$ ) na nebeskoj kugli, koji prolazi sjevernim nebeskim polom i zenitom u tom mjestu (dakle i južnim nebeskim polom i nadirrom).

*Vertikalni krug* nebeskoga tijela je najveći krug na nebeskoj kugli, koji prolazi tim tijelom te zenitom i nadrom, pa stoji potom okomito na horizontu. I *meridijan* je vertikalni krug, koji prolazi još i nebeskim polovima. Među vertikalnim krugovima ističe se *prvi vertikal*, t. j. vertikalni krug okomito na meridijanu.

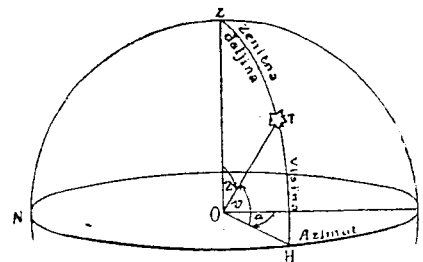
Meridijan siječe horizont u dvije točke: U *sjevernoj* ( $N$ ) i *južnoj* ( $S$ ) *točki horizonta*, a prvi ga vertikal siječe u dvije točke: *istočnoj* ( $E$ ) i *zapadnoj* ( $W$ ) *točki horizonta*. Te četiri točke jesu *kardinalne točke horizonta*. Položaj nebeskoga tijela  $T$  (sl. 2.) u izvjesnom času određen je u ovom sustavu s dvije veličine, s dvije *horizontske koordinate*: s visinom i azimutom. Visina ( $v$ ) nebeskoga tijela je kut ( $TOH$ ) smjera njegova s ravninom horizonta u mjestu opažanja. Broji se u ravnini vertikalnoga kruga tijela  $T$  od horizonta do zenita od  $0^\circ$  do  $+90^\circ$  i od horizonta do nadira od  $0^\circ$  do  $-90^\circ$ . Često se mjesto visine upotrebljava *zenitna daljina* ( $z$ ), koja je komplement visine, t. j.  $z = 90^\circ - v$ . Broji se u ravnini istoga vertikalnoga kruga od zenita prema nadiru od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ .

*Azimut* ( $a$ ) nebeskoga tijela je kut ( $SOH$ ) ravnine meridijana u mjestu opažanja i vertikalnoga kruga tijela  $T$ . Broji se na horizontu počevši od  $S$  preko  $W$ ,  $N$ ,  $E$  od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ . Horizontske koordinate nebeskoga tijela mijenjaju se s mjestom opažanja, a u istom mjestu neprekidno ih mijenja dnevna vrtnja nebeske kugle.

**Ekvatorski koordinatni sustavi.** Što su u prvom sustavu bili smjer vertikale i horizont, to su ovdje svjetska os i *nebeski ekvator*, t. j. najveći krug na nebeskoj kugli, kome ravnina stoji okomito na svjetskoj osi; to je ujedno i presjek zemaljskoga ekvatora



Sl. 1. Krugovi na nebeskoj kugli.  $ZZ_1$  vertikala u mjestu s geografskom širinom  $\varphi$ .  $PP_1$  svjetska os.  $ZSZ_1NZ$  meridijan mjestu.  $N, E, S, W$  kardinalne točke horizonta.



Sl. 2. Horizontski koordinatni sustav.  $O$  mjesto opažanja.  $OZ$  vertikala u tom mjestu.  $ONS$  horizont.  $NZS$  meridijan.  $ZTH$  vertikalni krug nebeskoga tijela  $T$ .

s nebeskom kuglom. Vertikalnom krugu odgovara ovdje *satni krug* nebeskoga tijela (krug deklinacije), koji je najveći krug na nebeskoj kugli, što prolazi tim tijelom i nebeskim polovima te stoji okomito na nebeskom ekvatoru (sl. 1. i 3.).

Položaj nebeskoga tijela određuju *ekvatorske koordinate* na dva načina: ili s pomoću satnoga kuta i deklinacije ili s pomoću rektascenzije i deklinacije.

**Prvi sustav.** *Satni kut* ( $\tau$ ) (sl. 1. i 3.) nebeskoga tijela T je kut ravnine satnoga kruga tijela i ravnine meridijana u mjestu opažanja. Broji se počevši od meridijana, i to od one pole njegove, koja, omeđena sjevernim i južnim nebeskim polom, sadržava zenit, u smislu dnevne vrtnje neba od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ , ili počevši od meridijana preko W do N od  $0^\circ$  do  $+180^\circ$ , i od meridijana preko E do N od  $0^\circ$  do  $-180^\circ$ . — Obično se mjesto u " ' " daje satni kut u h m s radi sveze njegove s mjerenjem vremena. Pri tome je  $360^\circ$  ekvivalentno s  $24^h$ , dakle  $1^h = 15^\circ$ ,  $1^m = 15'$ ,  $1^s = 15''$ , a  $1^\circ = 4^m$ ,  $1' = 4s$ ,  $1'' = 0s.0666$ . — Na pr.  $128^\circ 16' 35.00'' = 8^h 33^m 6s.333$ .

**Deklinacija** ( $\delta$ ) (sl. 3.) nebeskoga tijela T je kut smjera njegova s ravninom nebeskoga ekvatora. Broji se u ravnini satnoga kruga (njegova počevši od ekvatora do sjevernoga nebeskog pola od  $0^\circ$  do  $+90^\circ$  (sjeverna nebeska polukugla) i od ekvatora do južnoga pola od  $0^\circ$  do  $-90^\circ$  (južna nebeska polukugla). — Mjesto deklinacije upotrebljava se i *daljina nebeskoga tijela od sjevernoga pola* (*polna daljina*)  $p = 90^\circ - \delta$ . Broji se u ravnini istoga satnoga kruga od sjevernoga pola prema južnome od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ .

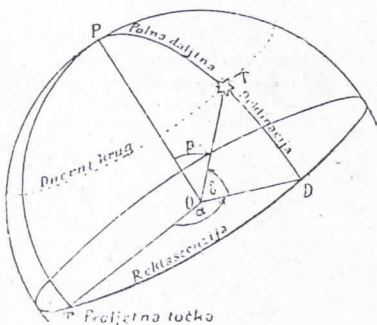
Satni se kut radi dnevne vrtnje neba neprekidno mijenja a ovisi i o meridijanu mjesta opažanja, dok na deklinaciju vrtnja neba ne utječe.

**Drugi sustav.** *Rektascenzija* ( $\alpha$  ili AR) (sl. 3.) neke točke T na kugli nebeskoj je kut ravnine satnoga kruga te točke i ravnine satnoga kruga, koji prolazi jednom osobito točkom nebeskoga ekvatora, t. zv. *proljetnom točkom* (V), u kojoj se središte Sunca nađe u času, kad se astronomski počinje proljeće. Rektascenzija se broji na nebeskom ekvatoru počevši od proljetne točke u smislu godišnjega prividnog gibanja Sunca, t. j. u smislu protivnom dnevnoj vrtnji neba od  $0^h$  do  $24^h$  (rijetko od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ ).

**Deklinacija** ( $\delta$ ) isto kao gore. Na rektascenzije, kao ni na deklinacije, ne utječe dnevna vrtnja neba.

**Dnevno gibanje nebeske kugle.** Dnevna vrtnja Zemlje oko svoje

osi u smislu zapad—istok izvodi prividnu dnevnu vrtnju kugle nebeske kao cjeline oko svjetske osi u smislu istok—zapad. Svaka točka na nebeskoj kugli, koja nema vlastitoga gibanja (bar ne zamjetljivoga), opisuje



Sl. 3. Ekvatorski koordinatni sustav. O središte Zemlje. OP svjetska os. VD nebeski ekvator. PTD satni krug nebeskoga tijela T. VP satni krug proljetne točke V.

pri tome gibanju krug, paralelan s nebeskim ekvatorom, koji se zove *dnevni krug* (sl. 3.), i koji siječe horizont u dvije točke; u jednoj od tih točaka izlazi nad horizont kod dnevnoga gibanja, a u drugoj se spušta pod horizont. Najveću visinu dosegne točka u svakom mjestu u času, kad prolazi meridijanom toga mjesta, i to onom polovinom njegovom, koja spaja sjeverni nebeski pol s južnim preko zenita (PZSP<sub>1</sub>, sl. 1.). Nalazi se tada u *gornjoj kulminaciji*; satni joj je kut  $\tau = 0^h$ . Najmanju visinu dosegne, kad se nađe u drugoj poli meridijana (PNZ<sub>1</sub>P<sub>1</sub>), kad je u *donjoj kulminaciji*; tada joj je satni kut  $\tau = 12^h$ . Nebeska tijela s vlastitim gibanjem (na pr. Sunce, Mjesec) dosegnu najveću i najmanju visinu izvan meridijana.

Pojavi kod dnevne vrtnje nebeske kugle stoje do geografske širine mjesta opažanja. Za opažaka na zemaljskom ekvatoru ( $\varphi = 0^\circ$ ) nebeski su polovi u horizontu, nebeski ekvator prolazi zenitom, zvijezde opisuju vertikalne dnevne krugove, a horizont raspolavlja dnevne krugove njihove. Na sjevernom polu Zemlje ( $\varphi = 90^\circ$ ) sjeverni je nebeski pol u zenitu, ekvator u horizontu, sve zvijezde sjeverne nebeske polukugle ostaju uvijek iznad horizonta ne izlazeći i ne zalazeći, nego opisuju dnevne krugove paralelne s horizontom, a zvijezde južne polukugle ne izlaze nikada (sve ovo, ako se ne uzme u obzir t. zv. refrakcija, o kojoj vidi dalje). Sunce, koje je od početka proljeća do početka jeseni na sjevernoj nebeskoj polukugli, bit će sve to vrijeme iznad horizonta, te ne će zalaziti; u vrijeme od početka jeseni do početka proljeća u idućoj godini ono je na južnoj nebeskoj polukugli, te sve to vrijeme ne će izlaziti nad horizont. Slično će se vladati i Mjesec u razmacima od četrnaest dana od prilike.

U svim drugim mjestima na Zemlji opisuje svaka točka na nebeskoj kugli krugove koso priklonjene spram horizonta, kojih kut priklona ovisi o geografskoj širini mjesta. Zvijezde, kojima je polna daljina  $p$  manja od geografske širine  $\varphi$  mjesta opažanja (sl. 1.), bit će uvijek nad horizontom, njima su i dnevni krug i obje točke kulminacije iznad horizonta (cirkumpolarne zvijezde). Zvijezde, kojima je daljina od južnoga nebeskog pola manja od geografske širine mjesta, ne dižu se uopće iznad horizonta. Sve druge zvijezde izlaze i zalaze u onim točkama horizonta, u kojima dnevni krug njihov siječe horizont. Luk, što ga opisuju gibajući se s nebeskom kuglom od izlaza do zalaza, je *dnevni luk* njihov. Što je veća deklinacija nebeskoga tijela (na sjevernoj zemaljskoj polukugli), veći mu je dnevni luk. Dnevni luk Sunca osobito je važan, jer do njega stoji duljina dana. Kako on stoji do geografske širine mjesta, to je i duljina dana u različitim mjestima istoga meridijana različita. Iz slijedeće tablice vidi se trajanje najduljega i najkraćega dana.

Širina $\varphi$	Najdulji dan	Najkraći dan	Širina $\varphi$	Najdulji dan	Najkraći dan
	h m	h m		h m	h m
$0^\circ$	12 5	12 45	50	16 18	8 0
10	12 40	11 30	55	17 17	7 5
20	13 18	10 53	60	18 45	5 45
30	14 2	10 10	65	21 43	3 22
40	14 58	9 16	$65^\circ 59'$	24 0	2 30
45	15 33	8 42	$67^\circ 7'$	24 0	0 0

Na sjevernoj polukugli dan je najdulji u času, kad se astronomski počinje ljeto (ljetni solsticij), najkraći u času, kad se počinje zima (zimski solsticij). Na južnoj je polukugli obrnuto. Na ekvatoru je najdulji dan u početku ljeta i zime, najkraći u početku proljeća i jeseni.

U krajevima između geografskog pola (sjevernog ili južnog) i polarnog kruga ostaje Sunce dulje vremena nad horizontom ne zalazeći za to vrijeme (*polarni dan*), u drugo doba godine ostaje ispod horizonta ne izlazeći za to vrijeme (*polarna noć*). Iz tablice se vidi trajanje polarnoga dana i noći za sjevernu i južnu zemaljsku polukuglu.

Sjeverna širina	Polarni dan	Polarna noć	Južna širina	Polarni dan	Polarna noć
70°	70 <sup>d</sup>	55 <sup>d</sup>	70°	65 <sup>d</sup>	59 <sup>d</sup>
75	107	93	75	101	99
80	137	123	80	130	130
85	163	150	85	156	158
90	189	176	90	182	183

**Određivanje geografske širine.** Mjerenje zenitne daljine z nebeskoga tijela (na pr. zvijezde stajačice) u času gornje ili donje kulminacije, kada z ima najmanju dotično najveću vrijednost, daje način, da se odredi *geografska širina* mjesta opažanja, ako je poznata deklinacija nebeskoga tijela. Budući da je kut, što ga čini vertikala u mjestu opažanja s ravninom ekvatora, također jednak geografskoj širini  $\varphi$  u mjestu opažanja, izlazi (sl. 1. i 3.) ova relacija za *gornju kulminaciju*:

$$\varphi = \delta + z \text{ (ako tijelo kulminira južno od zenita),}$$

$$\varphi = \delta - z \text{ (ako tijelo kulminira sjeverno od zenita).}$$

U času *donje kulminacije* je:

$$z = (90^\circ - \varphi) + (90^\circ - \delta),$$

prema tome

$$\varphi = 180^\circ - (z + \delta).$$

**Ekliptički koordinatni sustav.** Dnevnom motrenjem rektascenzije i deklinacije središta Sunčeve ploče razabira se, da se Sunce pomiče na nebeskoj kugli među zvijezdama od zapada prema istoku nezavisno od dnevnoga gibanja svoga zajedno s nebeskom kuglom od istoka prema zapadu. Rektascenzija mu raste, ali nejednoliko, od početka proljeća, kada je jednaka 0<sup>h</sup>, do 24<sup>h</sup>, a deklinacija prima sve vrijednosti između  $-23^\circ 27'$  (početak zime) i  $+23^\circ 27'$  (početak ljeta). To se pomicanje očituje i na taj način, što se u različna godišnja doba, a u iste sate, vide različna zvijezda na pr. na istočnom nebu. Mjerenja ekvatorskih koordinata Sunčeva središta pokazuju, da je godišnja staza njegova (zanemarišći sitne razlike) najveći krug na nebeskoj kugli, nazvan *ekliptika*, i da Sunce izvrši jedan ophod po nebu u godini dana. Kako je to godišnje gibanje Sunca samo odraz gibanja Zemlje oko Sunca, izvršenoga u istom vremenu i u istoj ravnini, možemo reći, da je ekliptika i presjek ravnine staze Zemljine oko Sunca (ravnine ekliptike) s nebeskom kuglom.

*Ekliptika* ima u ekliptičkom koordinatnom sustavu zadaću horizonta i nebeskoga ekvatora u predašnja dva sustava. Zadaću vertikale i svjetske osi ima os *ekliptike*, t. j. okomica na ekliptici u središtu kugle nebeske. Ona siječe nebesku kuglu u dvije točke, od kojih jedna, *sjeverni pol ekliptike*, leži na sjevernoj nebeskoj polukugli, a druga, *južni pol ekliptike*, na južnoj. — S nebeskim ekvatorom čini ekliptika kut, *priklon ekliptike*, koji iznosi oko  $23^\circ 27'$ , a malo se s vremenom mijenja. Za taj je isti kut sjeverni nebeski pol sferno udaljen od sjevernoga pola ekliptike. — Nebeski ekvator i ekliptika sijeku se u dvije točke, *ekvinokcijalne točke*, od kojih je jedna već spomenuta *proljetna točka*, a druga, dijametralno nasuprot, *jesenja točka*, u kojoj se Sunce nađe u času, kad se astronomski počinje jesen.  $90^\circ$  u ekliptici dalje od proljetne točke u smislu godišnjega gibanja Sunca leži *ljetna solsticijalna točka*, a  $90^\circ$  u istom smislu dalje od jesenje točke leži *zimski solsticijalna točka*, u kojima se Sunce nađe u početku ljeta, dotično zime. — *Širinski krug* je najveći krug na nebeskoj kugli, koji prolazi polovima ekliptike. On stoji dakle okomito na ravnini ekliptike.

Položaj nebeskoga tijela određuju dvije *ekliptičke koordinate*, dužina i širina. Dužina ( $\lambda$ ) nebeskoga tijela T je kut ravnine širinskoga kruga njegova i ravnine širinskoga kruga, koji prolazi proljetnom točkom. Broji se na ekliptici počevši od proljetne točke u smislu godišnjega prividnog gibanja Sunca od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ , dakle u istom smislu, u kome se broje i rektascenzije.

*Širina* ( $\beta$ ) nebeskoga tijela T je kut smjera njegova i ravnine ekliptike. Broji se u ravnini širinskoga kruga njegova počevši od ekliptike do sjevernoga pola ekliptike od  $0^\circ$  do  $+90^\circ$ , i od ekliptike do južnoga pola ekliptike od  $0^\circ$  do  $-90^\circ$ . Na dužinu kao ni na širinu ne utječe dnevna vrtnja neba.

**Godišnje dobe, Faze Mjesečeve.** Godišnje prividno gibanje Sunca u ekliptici nije jednoliko, nego je najbrže u početku januara, najsporije u početku jula, što je opet odraz gibanja Zemljina, koja je tada najbliže Suncu (*perihel*), dotično najdalje od Sunca (*afel*), pa joj je brzina najveća, dotično najmanja.

Do dužine Sunca stoji *početak godišnjih dobi*. Kako vidjesmo, proljeće se počinje, kad je dužina Sunca  $\lambda = 0^\circ$ ; ljeto, kad je  $\lambda = 90^\circ$ ; jesen, kad je  $\lambda = 180^\circ$ ; zima, kad je  $\lambda = 270^\circ$ . Današnje srednje trajanje godišnjih dobi je ovo:

proljeće	92 <sup>d</sup> 20 <sup>h</sup> ,
ljeto	93 <sup>d</sup> 15 <sup>h</sup> ,
jesen	89 <sup>d</sup> 19 <sup>h</sup> ,
zima	89 <sup>d</sup> 0 <sup>h</sup> .

Proljeće i ljeto traju dakle zajedno gotovo 8<sup>d</sup> dulje od jeseni i zime. — Na južnoj je zemaljskoj polukugli ljeto, kad je na sjevernoj zima, a jesen, kad je na sjevernoj proljeće, pa je stoga na pr. južno ljeto kraće od sjevernoga za više od 4<sup>d</sup>. — Trajanje se godišnjih dobi s vremenom mijenja.

*Mijene (faze) Mjesečeve* stoje do razlike dužina Sunca i Mjeseca. Mlađ, prva četvrt, uštap, posljednja četvrt nastaju u času, kad je dužina središta ploče Mjesečeve za  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  veća od dužine središta ploče Sunčeve.

**Prividno gibanje planeta.** Do razlike dužine planeta i Sunca stoje i pojedini pojavi prividnoga gibanja planeta. Planet je u *konjunkciji* sa Suncem s obzirom na zemaljskoga opažača, kad mu je dužina jednaka dužini Sunca; Sunce i planet, gledani sa Zemlje, nalaze se u istom pravcu s iste strane Zemlje. Planet je u *opoziciji* sa Suncem, kad mu se dužina razlikuje od Sunčeve za  $180^\circ$ ; gledani sa Zemlje, Sunce i planet nalaze se u istom pravcu, no na suprotnim stranama Zemlje, te je Zemlja između njih. Planet je u *kvadraturi* sa Suncem, kad mu se dužina razlikuje od Sunčeve za  $90^\circ$ .

Gornji planeti (Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun, Pluton) dolaze sa Suncem naizmjenice u konjunkcije i opozicije (preko kvadratura); donji planeti (Merkur, Venera) ne mogu doći u opoziciju, nego dolaze u dvije vrste konjunkcija: *gornju* i *donju*. Gledani sa Zemlje nalaze se oni tada sa Suncem u istom pravcu i s iste strane Zemlje, samo je u gornjoj konjunkciji planet dalji od Zemlje nego Sunce, dok je u donjoj bliže. Donji se planeti u prividnom svom gibanju nikad ne udaljuju daleko od Sunca. Najveća im je kutna daljina od Sunca, kada su u *istočnoj* ili *zapadnoj elongaciji*.

Tok prividnoga gibanja planeta u glavnom je ovaj. Planet polazeći iz gornje konjunkcije giba se isprva među zvijezdama spram istoka, *direktno*, t. j. u smislu, u kome rastu rektascenzije i dužine. Gibanje mu biva pomalo sporije, dok ne stane, bude *stacionaran*. Tad se okrene smjer gibanja i planet se giba neko vrijeme spram zapada *retrogradno*, prolazeći opozicijom (ako je gornji planet) ili donjom konjunkcijom (ako je donji planet). Kad dovrši retrogradno gibanje, bude planet opet stacionaran te se poslije toga časa giba direktno, dok ne stigne u gornju konjunkciju i dovrši jedan t. zv. *sinodički* opход.

**Zodijak.** Tako se zove pojas na nebeskoj kugli širok  $16^\circ$ , koga ekliptika uzduž raspolavlja i unutar kojega se gibaju Sunce, Mjesec i planeti. Počevši od proljetne točke razdijeli se taj pojas u dvanaest jednakih dijelova (svaki po  $30^\circ$  duljine), te se po prastarom običaju zovu ti dijelovi: Ovan, Bik, Blizanci . . . , Ribe; to su *znaci zodijaka*. Ovan, Bik, Blizanci su proljetni znaci; Rak, Lav, Djevica ljetni znaci; Vaga, Štipavac, Strijelac jesenji, a Jarac, Vodnjak, Ribe zimski znaci. Radi precesije (vidi dalje) ne podudaraju se danas znaci zodijaka s istoimenim zvijezdama. *Znak* je Oвна na primjer danas u *zvijezdu Riba*; svaki znak se pomakao natrag, u zvijezde zapadno od njega.

**Precesija i nutacija.** Osnovne ravnine u koordinatnim sustavima ekvatorskom i ekliptičkom: nebeski ekvator i ekliptika nijesu u prostoru nepomične, zato ni ekvatorske, ni ekliptičke koordinate nebeskoga tijela nijesu konstantni brojevi, nego se mijenjaju s vremenom, no te su promjene u kraćim vremenskim razmacima sitne.

*Ravnina ekliptike*, dakle ravnina staze Zemlje oko Sunca, mijenja svoj položaj u tijeku vremena kao i ravnine svih drugih staza planetskih. Uzrok je u tome, što gibanje svakog planeta smetaju drugi članovi Sunčeva sustava; oni izvode *perturbacije* u gibanju njegovu oko Sunca, koje bi bez toga bilo strogo gibanje po zakonima Keplerovim, pa bi napose ravnina, u kojoj bi se gibalo težište Zemlje, kad ne bi bilo perturbacije, imala za sva vremena nepromijenjen položaj u prostoru. — *Ravnina nebeskoga ekvatora* mijenja svoj položaj u tijeku vremena, jer privlačenje Sunca i

Mjeseca na Zemlju, koja se vrti oko svoje osi a ima oblik sferoida, nastoji da umanji priklon ekliptike. Radi vrtnje Zemljine izlazi odatle gibanje osi njezine, koja bi inače ostala paralelna samoj sebi u prostoru. To čini, da ona neprekidno mijenja svoj položaj u prostoru opisujući stožac, kome je vrh u težištu Zemlje, a plašt nepravilno navorana pravčasta ploha. Poradi toga ne ostaju ni nebeski polovi na svom mjestu, ni nebeski ekvator, koji je okomit na svjetskoj osi. — Budući da se obje te ravnine lagano pomiču u prostoru, pomiču se i presjecišta njihova, to jest ekvinokcijalne točke, a mijenja se i kut, što ga čine, to jest priklon ekliptike. Da se odijele promjene koordinata, kojima je uzrok pomicanje osnovnih ravnina i krugova, od onih, kojima je uzrok samo gibanje tijela, treba ta pomicanja istražiti i uzeti u račun.

Kod analitičkog izučavanja pomicanja osnovnih ravnina vidi se, da se ono sastavlja od dva raznovrsna pomicanja, koja se odjelito izučavaju. Prvo pomicanje i nebeskoga ekvatora i ekliptike je sporo, biva uvijek u istom smislu u dugom nizu godina i gotovo je razmjerno s vremenom; to je *sekularno* pomicanje. Položaj, u kome bi se u neki čas nalazili ekvator i ekliptika poradi samoga sekularnog pomicanja, je *srednji ekvator i srednja ekliptika* u taj čas. Presjecišta njihovo je *srednja proljetna točka* u taj čas, a kut, što ga zatvaraju, je *srednji priklon ekliptike* u taj čas. — Drugo pomicanje, uzeto samo za se, sastavljeno je od mnogo sitnih periodičkih pomicanja; radi njega bi i ekvator i ekliptika u *glavnom* oscilirali oko srednjega položaja; jednom bi se nalazili iznad njega, zatim bi mu se približavali i napokon s njima podudarali; poslije toga bi se spuštali ispod srednjega položaja i udaljivali od njega do izvjesnoga časa, da se stanu napokon opet vraćati u isti položaj. — Uistinu se oba gibanja sastavljaju, i to sastavljeno gibanje je pravo gibanje nebeskoga ekvatora i ekliptike. Položaj, koji kod toga pravog gibanja imaju ekvator i ekliptika u izvjesnom času, je *pravi ekvator i prava ekliptika* u tom času. Jedna od točaka, u kojoj se doista sijeku u taj čas, je *prava proljetna točka* u taj čas, a kut, što ga zatvaraju je *pravi priklon ekliptike* u taj čas. U praktičnoj se astronomiji upotrebljava samo srednja ekliptika kao osnovna ravnina; ne uzimaju se dakle u obzir njene oscilacije.

Sekularno pomicanje ekvatora i ekliptike zove se *precesijom* njihovom, a ono pomicanje, što izlazi iz oscilacija ekvatora, zove se *nutacijom*.

**Gibanje proljetne točke. Vrste godina.** Pomicanja osnovnih ravnina zicale se u gibanju proljetne točke po ekliptici i u srodnom gibanju njenom po nebeskom ekvatoru. Proljetna točka pomiče se po ekliptici dvojako. Poradi same precesije pomicala bi se ona po pomičnoj ekliptici sporo, uvijek u istom smislu u dugom nizu godina i gotovo razmjerno s vremenom, u sadašnje doba otprilike za  $50''26$  godišnje i to u smislu protivnom od onoga, u kome se broje dužine; radi toga *rastu* dužine svih nebeskih tjelesa. Po nebeskom ekvatoru pomiče se proljetna točka na sličan način, samo godišnje otprilike za  $46''09$ . To pomicanje, *precesija proljetne točke* ili *precesija ekvinokcija*, biva u smislu protivnom od onoga, u kome se Sunce prividno giba na nebu u tijeku godine dana; proljetna točka, u kojoj se središte Sunca našlo na početku proljeća, giba se unatrag, te ide ususret Suncu (*precesija*), koje ima doći u proljetnu točku. Vrijeme dakle, što ga središte Sunca treba da prođe ekliptiku, te da se vrati u

proljetnu točku (*tropska godina*), kraće je od onoga, što bi ga trebalo da se vrati u istu točku ekliptike, iz koje je pošlo (*siderička godina*). *Srednje trajanje tropske godine*, t. j. poprečno trajanje izvedeno iz opažanja velikog broja godina, je  $365^d 5^h 48^m 45^s 98 = 365^d 242 198 78$  srednjih Sunčevih dana (vrijedi za početak godine 1900.; duljina se ta nešto mijenja, te se u 1000 godina umanjuje za  $5^s 3^s$ ), a *trajanje sideričke godine* je  $365^d 6^h 9^m 9^s 5 = 365^d 256 360 42$  srednjih dana (g. 1900.; s vremenom se duljina mijenja, no sasvim neznatno). Tropska je godina radi veze s godišnjim dobama za čovjeka najvažnija, te je ona godina na kojoj se osniva kalendar.

U astronomiji se upotrebljava još i *treća godina anomalistička*, t. j. vrijeme, što poprijeko proteče između dva prolaza Sunčeva perigejom, koji dolaze jedan za drugim (ili, što je isto, između dva prolaza Zemlje perihelom, koji dolaze jedan za drugim). Budući da se spojica perigeja i apogeja Sunčeva u prividnoj ekliptičkoj stazi njegovoj oko Zemlje, t. zv. *pravac apsida*, lagano giba spram istoka, anomalistička je godina nešto dulja od sideričke i iznosi  $365^d 6^h 13^m 53^s 0 = 365 259 641 34$  srednjih dana (g. 1900.; u 100 godina uveća se za  $0^s 3$ ).

Mjesto, gdje bi se proljetna točka nalazila u izvjesni čas samo radi toga sekularnog pomicanja, je *srednji ekvinokcij* u taj čas; rektascenzije ili dužine mjerene od toga srednjeg ekvinokcija kao ishodišta na srednjem ekvatoru ili srednjoj ekliptici u isti čas jesu *srednje rektascenzije i dužine*. Precesija osnovnih ravnina mijenja i ekvatorske i ekliptičke koordinate nebeskih tjelesa.

Dok se srednja proljetna točka pomiče sekularno, oscilira prava proljetna točka oko pomične srednje, i to najviše za nekih  $17''$  na svaku stranu, a dovrši jednu takovu oscilaciju u glavnom za  $18\frac{2}{3}$  god. Ovo drugo periodičko pomicanje je *nutacija proljetne točke*. Kod priklona ekliptike imamo *nutaciju u priklonu*; prava ekliptika oscilira oko srednje za nekih  $9''$  na svaku stranu te izvrši jednu oscilaciju u istoj periodi od  $18\frac{2}{3}$  god. otkrili. Od srednjih se dakle vrijednosti dužina, rektascenzija ili priklona ekliptike prelazi na vrijednosti njihove mjerene od prave proljetne točke dodavši im iznos nutacije u dužini, rektascenziji ili priklonu ekliptike. — Budući da nutacija potječe samo od pomicanja ekvatora te ne utječe na položaj ekliptike, nutacija je u širini jednaka nuli, dok se dužina nebeskih tjelesa kao i obje ekvatorske koordinate periodički mijenjaju.

**Redukcija na pravo mjesto.** Često se u astronomiji mora prijeći od koordinata nebeskoga tijela mjenjenih od srednjega ekvinokcija na početku godine (*srednjega mjesta*) na koordinate mjerene od pravoga ekvinokcija u neki čas (*pravo mjesto*). Tada se najprije doda srednjim koordinatama na početku godine iznos precesije za vrijeme, koje je proteklo od početka godine do dotičnoga časa i time se prijeđe na koordinate mjerene od srednjega ekvinokcija u taj čas. Tim se vrijednostima doda još iznos nutacije u isti čas i tako se dobiju koordinate nebeskoga tijela mjerene od pravoga ekvinokcija u onaj čas. Taj se račun zove redukcija na pravo mjesto.

**Paralaksa.** Kada se radi o nebeskim tjelesima Sunčeva sustava, valja u račun uzeti promjenu prividnoga položaja njihova, koja nastaje radi toga, što se opažanja ne izvode sva u jednom mjestu Zemlje, nego u raz-

ličnim mjestima. Da se ta različna opažanja mogu izravno isporučiti, valja ih svesti na vrijednosti, koje bi imala, da su izvedena u istoj točki kugle zemaljske, za koju se uvijek uzima *središte Zemlje* (*geocentrična opažanja*).

Smjer nebeskoga tijela T (sl. 4.) gledanoga iz središta Zemlje O je OT; smjer istoga tijela gledanoga iz mjesta opažanja M je MT. Razlika obadvojaju smjerova t. j. kut  $\angle OTM = p$ , je *dnevna paralaksa* tijela T. Jasno je, da je  $p$  i kut, pod kojim se iz središta tijela T vidi polumjer Zemlje  $r$ , koji pripada mjestu M.

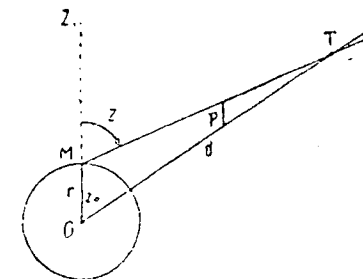
Kad se radi na pr. o zenitnim daljinama, vidi se iz sl. 4., da je paralaksa  $p = z - z_0$  ona korekcija, kojom se prelazi od zenitne daljine  $z$  izmjerene u M na geocentričnu zenitnu daljinu  $z_0$ .

Dnevna je paralaksa najveća, kad je  $z = 90''$ , t. j. kad je tijelo T u horizontu mjesta M; to je *horizontalna paralaksa*. A ako se uzme u obzir, da Zemlja nije kugla, nego vrlo približno rotacioni elipsoid na polovima splošten, t. j. tijelo nastalo rotacijom elipse oko male osi, imaju mjestu na ekvatoru zemaljskom najveći radij, pa im je i horizontalna paralaksa najveća; to je *horizontalna ekvatorska paralaksa*, dakle kut, pod kojim se vidi radij jednoga mjesta na zemaljskom ekvatoru iz središta tijela T u času, kad mu je ono u horizontu. Ta je paralaksa uvijek maleni kut. Kod Sunca iznosi ona u srednjoj daljini Sunca od Zemlje  $8'' 80$ , kod Mjeseca, koji ima od svih članova Sunčeva sustava najveću paralaksu, iznosi srednja vrijednost njena  $57' 2'' 70$  (Delauay-Radau), a mijenja se između  $52'$  i  $62'$ .

Budući da je horizontalna ekvatorska paralaksa obrnuto razmjerna s daljinom nebeskog tijela od središta Zemlje, poznavanje je te paralakse isto što i poznavanje daljine, mjerne ekvatorskim radijem Zemlje kao jedinicom (oko 6378 km). Kod Sunca izlazi odatle, da je srednja daljina Sunca od Zemlje  $23439' 19$  ekvatorskih radija Zemlje, a srednja daljina Mjeseca od Zemlje  $60' 2665$  istih jedinica.

Kod opažanja zvijezda stajačica iščezava dnevna paralaksa, no za neke od njih nama dovoljno bliske postoji *godišnja paralaksa*, t. j. promjena prividnog položaja njihova prema tome, s koje se točke u godišnjoj stazi Zemlje oko Sunca zvijezda opaža. Napose se zove godišnja paralaksa kut, pod kojim se s te zvijezde vidi polovina velike osi staze Zemlje oko Sunca, kad os stoji okomito na spojnici zvijezde i središta Sunca. Taj je kut uvijek vrlo malen te najveća danas poznata godišnja paralaksa (zvijezda Proxima Centauri) iznosi  $0'' 76$ .

**Aberacija.** Ima još jedna korekcija, koju treba uzeti u obzir kod određivanja koordinata nebeskih tjelesa iz opažanja (osim refrakcije, o kojoj vidi dalje, i radi koje se mjerenje odmah poslije opažanja korigira). Uzrok joj je u tom, što mjesto (Zemlja), s koga motrimo nebeska tjelesa,



Sl. 4. O središte Zemlje, M mjesto opažanja, T nebesko tijelo. OZ smjer vertikale u M,  $d$  daljina tijela T od O,  $p$  paralaksa tijela T.



ne miruje u prostoru, nego se giba, a širenje svjetlosti, ma da biva veoma brzo (oko 300.000 km u sekundi), nije ipak časovito. Radi toga se spojica oka opažačeva i nebeskoga tijela, kako ga vidimo, ne podudara sa smjerom zrake svjetlosti u prostoru. Smjer, u kome vidimo nebeska tjelesa, promijenio se u smislu gibanja Zemlje za neki kut, *kut aberacije*, koji stoji do smjera zrake svjetlosti spram smjera gibanja Zemlje i do omjera brzine Zemlje i brzine svjetlosti; sam se pojav zove *aberracija svjetlosti*. Smjer nebeskoga tijela, kako ga daju opažanja, je *prividni smjer*; smjer koji bismo našli, da nema aberacije, je *pravi smjer* nebeskog tijela. Mjesto nebeskoga tijela na nebeskoj kugli, kako ga vidimo i kojega se mjerenja tiču, je *prividno mjesto* njegovo (*prividna rektascenzija, dužina*); radi aberacije razlikuje se to mjesto od *pravoga mjesta* njegova.

Iz godišnjega gibanja Zemlje oko Sunca (brzina 29 do 30 km u sekundi) izlazi za zvijezde *godišnja aberracija* zvijezda stajačica, a iz dnevne vrtnje njene oko osi (brzina točke na ekvatoru 465 m u sekundi) izlazi *dnevna aberracija*. Učinak godišnje aberacije na zvijezde stajačice je taj, da svaka zvijezda opiše u godini dana oko pravoga položaja elipsu, kojoj je velika os paralelna s ekliptikom i iznosi  $40''94$ . Za zvijezde, koje bi se nalazile u polu ekliptike, reducirala bi se elipsa na kružnicu, a za zvijezde u ravnini ekliptike na pravac. Učinak godišnje aberacije na dužinu Sunca vrlo je približno taj, da je *prividna dužina Sunca* za  $20''47$  manja od *prave dužine Sunca*. Dnevna aberracija izvodi malu promjenu u položaju nebeskih tjelesa. Najveći joj je iznos  $0''3$ .

Kod članova Sunčeva sustava nađe se pravo mjesto njihovo na temelju teorema sferne astronomije o *planetskoj aberaciji*; prema njemu se prividno mjesto u času  $t$  podudara s pravim mjestom u času  $t - v. a.$ , gdje  $v. a.$  znači *vrijeme aberacije*, t. j. vrijeme, što ga treba svjetlost, da dođe od dotičnog nebeskog tijela k Zemlji; pri tome je  $v. a. = 498'5'' \times D$ , gdje  $D$  znači daljinu nebeskoga tijela od Zemlje mjerenu astronomskom jedinicom za duljine (o kojoj vidi dalje).

**Reductio ad locum apparentem.** Opažanja, koja se osnivaju na vrtnji Zemlje oko osi, daju *prividne koordinate* nebeskih tjelesa, koje se odnose na momentani položaj ekvatora i ekliptike, dakle su mjerene od prave proljetne točke u času opažanja. Da se više takovih opažanja može isporučiti, moraju se naći *prave koordinate* njihove mjerene od izvjesnog jednog ekvinokcija. Zato se isprave koordinate najprije radi aberacije i paralakse (godišnje kod stajačica, za koje je paralaksa izmjerena; dnevne kod članova Sunčeva sustava) i tako se dobiju prave koordinate u času opažanja, mjerene od pravoga ekvinokcija u tom času. Uklonivši iz njih nutaciju prelazi se na koordinate mjerene od srednjega ekvinokcija u istom času, a uzevši u račun precesiju od toga časa do početka godine dobivaju se koordinate mjerene od srednjega ekvinokcija na početku godine. Odatle se može lako prijeći na drugi koji srednji ekvinokcij. Obrnutim se računima prelazi od srednjih koordinata na početku godine na prividne koordinate u izvjesnom času. Taj se postupak zove *reductio ad locum apparentem*.

**Zvezdano vrijeme.** Vrtinja Zemlje oko svjetske osi u smjeru zapad—istok (ili prividna vrtnja kugle nebeske u smjeru istok—zapad oko iste osi), za koju se može uzeti da je jednolika, već je od davnine uzeta za

osnov mjerenja vremena. Počevši od izvjesnog časa u vrtnji Zemlje mjeri se kut, za koji se nebeska kugla okrenula, i on se dovodi u svezu s vremenom. Tako se mjerenje vremena svodi u astronomiji na mjerenje kutova. Prirodno je, da se uzme za taj kut gore definirani satni kut neke točke na nebeskoj kugli, koji radi vrtnje Zemljine neprekidno raste od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ .

Tri se vrste vremena upotrebljavaju u astronomiji: *zvezdano vrijeme* astronomima najbliže, vezano uz proljetnu točku kao osobitu točku nebeske kugle, te *pravo* i *srednje* Sunčevo vrijeme, radi važnosti Sunca za život.

*Zvezdani dan* je vrijeme, što proteče između dvije gornje kulminacije prave proljetne točke, koje slijede jedna za drugom; praktički uzevši, to je i vrijeme, u koje Zemlja (ili nebeska kugla) izvrši jedan okret oko osi. *Zvezdano vrijeme* (zv. vr.) u izvjesni čas u izvjesnom mjestu je satni kut prave proljetne točke u taj čas i u tome mjestu. Dakle je u svakom mjestu  $0^h$  zv. vr., kada je proljetna točka u meridijanu toga mjesta u gornjoj kulminaciji,  $1^h$  zv. vr., kad se vrtnjom kugle nebeske pomakla proljetna točka  $15^\circ$  iz meridijana na zapad, ...,  $23^h$  zv. vr., kad je proljetna točka s istočne strane  $15^\circ$  udaljena od meridijana. Zvezdani dan, koji se počinje u času gornjega prolaza prave proljetne točke meridijanom mjesta ( $0^h$  zv. vr.), ima 24 sata zv.vr. ( $24 \times 60$  minuta zv. vr.;  $24 \times 60 \times 60$  sekunda zv. vr.). — Budući da radi precesije i nutacije prava proljetna točka nije nepomična, niti se giba jednoliko, nije tako definirano zvezdano vrijeme jednolika mjera vremena, niti je duljina zvezdanoga dana konstantna. No razlika spram sasvim jednolike mjere zvezdanoga vremena tako je sitna (iznosi najviše  $18''05$  na više ili na manje u vremenu od  $18\frac{2}{3}$  godina), da se u praksi astronomskoj i ne uzima u obzir.

S obzirom na način, kako se broje rektascenzije, jasno je, da svaka točka nebeske kugle dolazi u meridijan za toliko  $h m s$  kasnije od proljetne točke, kolika joj je rektascenzija (izražena u  $h m s$ ), da je dakle *zvezdano vrijeme u času gornje kulminacije te točke jednako njenoj rektascenziji*. Prema tome:

sve zvijezde s  $\alpha = 0^h$  kulminiraju u svakom mjestu u  $0^h$  zv. vr.,  
sve zvijezde s  $\alpha = 1^h$  kulminiraju u svakom mjestu u  $1^h$  zv. vr.,

sve zvijezde s  $\alpha = 23^h$  kulminiraju u svakom mjestu u  $23^h$  zv. vr.,  
gdje se pod kulminacijom misli *gornja* kulminacija; donja se kulminacija događa  $12^h$  zv.vr. kasnije.

Ako se isporučuje zvezdano vrijeme u koji drugi čas  $t$  s rektascenzijom zvijezde, nalazi se, da općeno vrijedi ova relacija (sl. 3.):

$$(a) \quad t = \alpha + \tau,$$

gdj  $t$  znači zvezdano vrijeme u izvjesnom mjestu i u izvjesnom času,  $\alpha$  rektascenziju nebeskog tijela (zvijezde, Sunca, Mjeseca, i t. d.), a  $\tau$  satni kut njegov u isti čas. Za  $\tau = 0$  izlazi odatle gornja osobitost u času gornje kulminacije. Na njoj se osniva najjednostavnija metoda za određivanje vremena motrenjem prolaza zvijezde meridijanom mjesta. Ura zvezdanog vremena, koja se ispituje, mora u času, kada zvijezda s poznatom rektascenzijom prolazi meridijanom mjesta, pokazivati toliko  $h m s$ , kolika

je rektascenzija zvijezde. Razlika  $h$  m s ure i rektascenzije zvijezde daje korekciju ure, i time određenje vremena.

**Pravo i srednje Sunčevo vrijeme.** Radi važnosti Sunca za život osniva se na prividnom gibanju njegovu drugo mjerenje vremena. *Pravi Sunčev dan* je vrijeme, što proteče između dvije gornje kulminacije središta pravoga Sunca, koje slijede jedna za drugom, a *pravo Sunčevo vrijeme* (pr. vr.) u nekom mjestu i u neki čas je satni kut središta pravoga Sunca u tom mjestu i u taj čas, kako se vidi iz središta Zemlje. Pravi Sunčev dan, koji se počinje u času gornje kulminacije središta pravoga Sunca (*pravo podne* = 0<sup>h</sup> pr. vr.), ima 24 sata pr. vr. (24 × 60 minuta pr. vr., 24 × 60 × 60 sekunda pr. vr.).

Budući da gibanje pravoga Sunca u ekliptici nije jednoliko, a i događa se u ravnini nagnutoj spram nebeskog ekvatora, mijenja se trajanje pravoga Sunčeva dana u tijeku godine, pa tako pravo vrijeme nije zgodna mjera vremena. Stoga se uvodi mjesto pravoga Sunca, koje se nejednoliko giba u ekliptici, pomišljeno jedno „srednje Sunce“, koje se jednoliko giba u nebeskom ekvatoru u smislu, u kome se broje rektascenzije, i to tako, da se nikada nino ne udalji od pravoga Sunca, a svršava jedan ophod po nebeskom ekvatoru u istom vremenu, u kome poprijeko i pravo Sunce (tropska godina). *Srednji Sunčev dan*, ili kraće, *srednji dan*, je vrijeme, što proteče između dvije gornje kulminacije srednjega Sunca, koje slijede jedna za drugom; taj je dan konstantne duljine. *Srednje vrijeme astronomsko* ili naprosto *srednje vrijeme* (sr. vr.) u nekom mjestu i u neki čas je satni kut srednjega Sunca u tom mjestu i u taj čas +12<sup>h</sup>. Srednji astronomski dan počinjao se naime do 1925. u času gornje kulminacije srednjega Sunca (*srednje podne* = 0<sup>h</sup> sr. vr.), no od 1925. broji se i u astronomiji od donje kulminacije (*srednja ponoć* = 0<sup>h</sup> sr. vr.), te ima 24 sata sr. vr. (24 × 60 minuta sr. vr., 24 × 60 × 60 sekunda sr. vr.).

**Gradansko vrijeme.** Tim se srednjim vremenom služimo u svakodnevnom životu. *Gradanski srednji dan* počinje u srednjoj ponoći i broji se ili od 0<sup>h</sup> do 24<sup>h</sup> (prihvaćeno u Jugoslaviji), ili od 0<sup>h</sup> do 12<sup>h</sup> s oznakom prije podne i od 0<sup>h</sup> do 12<sup>h</sup> s oznakom poslije podne.

**Vrijeme i geografska dužina.** Sva ta vremena, zvjezdano, pravo i srednje, vezana su o meridijan u mjestu opažanja, pa su stoga *mjesna vremena*; samo ona mjesta na Zemlji imaju u isti čas isto vrijeme, koja leže na istom meridijanu. Mjesta, koja leže istočno od izvjesnog mjesta, imaju za toliko  $h$  m s više vremena, za koliko je geografska dužina njihova izražena u  $h$  m s veća od one u prvom mjestu; a mjesta zapadna, za toliko manje. *Osnovni meridijan* (nul-meridijan), od koga se danas u astronomiji većinom broje dužine, je meridijan zvjezdarnice u Greenwichu; on je uzet za osnovni meridijan i u drugom dijelu ovoga kalendara.

Ako je dakle  $t_0$  vrijeme (zv. vr., pr. vr., sr. vr.) u Greenwichu, a  $t$  vrijeme iste vrste u isti čas u mjestu s geografskom dužinom  $\lambda$  izraženom u  $h$  m s, brojenom od Greenwicha od 0<sup>h</sup> do 12<sup>h</sup>, s predznakom +, ako je mjesto zapadno od Greenwicha, a —, ako je istočno (sl. 5.), tada se prelazi od vremena  $t_0$  na vrijeme  $t$  (ili obratno) relacijom:

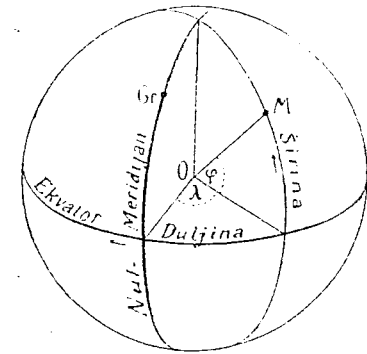
$$(b) \quad t_0 = t + \lambda$$

Ako se pri tome dobije (kod sr. vr. ili pr. vr.) više od 24<sup>h</sup> ili negativan broj sati, mijenja se datum za 1 dan na više ili manje. Na pr. Mart 3. 28<sup>h</sup> ili Mart 5. —20<sup>h</sup> znače isto što i Mart 4. 4<sup>h</sup>.

Primjeri. 1. Neki pojav dogodio se u Greenwichu dne 23. V. u 11<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 26<sup>s</sup> srednjega mjesnog vremena. Koliko je u isti čas srednje mjesno vrijeme u Quitu ( $\lambda = +5^h 15^m 20^s$ )? Iz (b) izlazi za traženo vrijeme u Quitu: 23. V. 6<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 6<sup>s</sup>.

2. — Opažanje neko izvedeno je u Hong Kongu ( $\lambda = -7^h 36^m 42^s$ ) dne 18. III. u 4<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 24<sup>s</sup> srednjega mjesnog vremena. Koliko je greenwickskog srednje vrijeme u isti čas? Iz (b) izlazi: 18. III. —3<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 18<sup>s</sup> = 17. III. 20<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> 42<sup>s</sup>.

Prije uvedenja meridijana greenwickskog kao početnoga meridijana upotrebljavale su različite efemeride različite početne meridijane. Slijedeća tablica daje najvažnije od tih meridijana i međusobni njihov odnošaj; predznak + znači, da je mjesto zapadno od dotičnoga početnoga meridijana; — da je istočno.



Sl. 5. P sjeverni geografski pol. Gr zvjezdarnica u Greenwichu. M mjesto opažanja. PGr meridijan greenwickski. PM meridijan mjesta M.

Ferro	Greenwich	Paris	Berlin
h m s	h m s	h m s	h m s
0 0 0'0	— 1 10 39'1	— 1 20 0'0	— 2 4 13'9
+ 1 10 39'1	0 0 0'0	— 0 9 20'9	— 0 53 34'8
+ 1 20 0'0	+ 0 9 20'9	0 0 0'0	— 0 44 13'9
+ 2 4 13'9	+ 0 53 34'8	+ 0 44 13'9	0 0 0'0

**Vremenski sektori ili zone.** Da se uklone iz javnoga života mnoge neprilike, koje izlaze iz porabe različitih mjesnih vremena, uvedena su u većini država t. zv. *vremena sektora ili zona*. Cijela se Zemlja razdijeli meridijanima u 24 jednaka sferna dvokuta, od kojih svaki mjeri na ekvatoru zemaljskom 15° = 1<sup>h</sup> dužine. Meridijan greenwickski (0<sup>h</sup> dužine) prolazi sredinom prvoga vremenskoga sektora; meridijan s geografskom dužinom 15° = 1<sup>h</sup> istočno od Greenwicha prolazi sredinom drugoga vremenskoga sektora itd. Tada sve javne ure u jednom takvom sektoru moraju pokazivati isti broj sati, minuta i sekunda, koji pokazuju ure u središnjem meridijanu sektora, t. j. moraju pokazivati mjesno vrijeme središnjega meridijana u tome sektoru (*zakonito vrijeme*, ma da se mjesna vremena u pe jedinim mjestima sektora razlikuju od toga vremena), a sve javne ure različitih sektora pokazuju u isti čas isti broj minuta i sekunda, dok im se broj sati razlikuje za cijele brojeve. Sve javne ure prvoga sektora po-

kazuju mjesno vrijeme greenwichko ili t. zv. *zapadnoevropsko vrijeme*; sve javne ure drugoga sektora pokazuju mjesno vrijeme 15. meridijana istočno od Greenwicha ili t. zv. *srednjeevropsko vrijeme*, koje je za 1<sup>h</sup> veće od zapadnoevropskoga vremena i t. d. Prema položaju i veličini svojoj odabiru države po jedno ili više takovih konvencionalnih vremena. Astro-nomija nema s tim vremenima u svojoj praksi nikakova posla. Ta se vre-mena počinju upotrebljavati i u svrhe plovljenja. Dosada su ih uvele mnoge mornarice određivši, da brodske ure moraju pokazivati vrijeme onoga sektora, u kome se upravo nalaze. U nekim državama iz ekonom-skih razloga se ljeti promijeni obično označivanje sati za 1<sup>h</sup> na više (*ljetno vrijeme*). U Sovjetskom Savezu vrijedi to cijele godine (*dekretno vrijeme*).

**Veza pravoga i srednjega vremena.** Tu vezu u svaki čas daje *jednadžba vremena*, t. j. broj minuta i sekunda, koje valja algebarski dodati srednjemu vremenu, da se dobije pravo vrijeme u isti čas. Dakle je *jedna-džba vremena = pravo vrijeme minus srednje vrijeme*.

Prije se upotrebljavala i obratna definicija.

No kako je s obzirom na (a):

$$\text{zv. vr. u neki čas} = a \text{ pravoga Sunca} + \text{pr. vr. u taj čas,}$$

$$\text{zv. vr. u isti čas} = a \text{ srednjega Sunca} + \text{sr. vr. u taj čas,}$$

to je:

$$\text{jednadžba vremena} = a \text{ srednjega Sunca} - a \text{ pravoga Sunca.}$$

Ako pravo Sunce prolazi meridijanom mjesta prije srednjega Sunca, jednadžba vremena je +, ako poslije, ona je —. U god. 1950. ima jedna-džba vremena najmanju vrijednost — 14<sup>m</sup> 25<sup>s</sup> dne 12. februara, najveću + 16<sup>m</sup> 22<sup>s</sup> dne 3. novembra. Četiri se puta podudara srednje vrijeme s pravim, t. j. jednadžba vremena je nula. U god. 1950. je to između 15. i 16. aprila, 13. i 14. juna, 31. augusta i 1. septembra te 24. i 25. de-cembra. Oko 12. februara prolazi dakle pravo Sunce meridijanom mjesta gotovo ¼<sup>h</sup> poslije srednjega podneva, pa je u te dane poslijepodne gotovo ½<sup>h</sup> dulje od prijepodneva, dok je oko 3. novembra poslijepodne za više od ½<sup>h</sup> kraće od prijepodneva.

Prema tome je tijek promjena jednadžbe vremena ovaj: u januaru je jednadžba vremena negativna (—) i pada do 12. februara, kad dosegne najmanju vrijednost; otada raste ostajući negativna do sredine aprila, kad joj je vrijednost 0. Zatim bude pozitivna (+) te raste do 14. maja; ostajući pozitivna pada opet do vrijednosti 0 (13.—14. juna), prelazi na nega-tivne vrijednosti i pada do 26. jula; poslije toga raste ostajući negativna do vrijednosti 0 (31. aug. — 1. sept.), bude pozitivna te raste dalje do 3. novembra, kad joj je vrijednost najveća. Od toga dana opet pada osta-jući pozitivna do 0 (24.—25. decembra), prelazi tada na negativne vri-jednosti i pada do konca godine.

**Veza zvjezdanoga i srednjega vremena.** Srednje Sunce giba se jednoliko u nebeskom ekvatoru u smislu protivnom dnevnoj vrtnji neba, t. j. od zapada na istok, te se u svakom srednjem danu udalji od proljetne

točke za 3548"33043 = 0°59'8"33043; ono izvrši potpun jedan ophod u ekvatoru, t. j. prođe puni kut od 360° (= 1 296 000") od V do V u vre-menu, koje se zove *tropska godina* i koje je jednako:

$$\frac{1\ 296\ 000}{3548\ 33043} = \frac{1}{0\ 002\ 737\ 909} = 365.242\ 198\ 79 \text{ srednjih dana.}$$

Radi toga pomicanja srednjega Sunca u ekvatoru srednji je Sunčev dan za 3<sup>m</sup>56<sup>s</sup>55536 zv. vr. (= 3<sup>m</sup>55<sup>s</sup>90942 sr. vr. = 3548"33043) dulji od zvjezdanoga dana, a za toliko m<sup>i</sup>s zv. vr. prolazi proljetna točka (a i zvijezde) svaki dan ranije meridijanom mjesta. Radi toga i pada u tijeku godine početak zvjezdanoga dana redom u sve sate srednjega Sunčeva dana.

To sve ranije dnevno prolaženje meridijanom mjesta nagomila se u

$$\frac{24\text{h}}{3\text{m}56\text{s}55536}$$

= 365.242 198 79 srednjih dana, t. j. u jednoj tropskoj godini, na jedan cio zvjezdani dan, tako da je broj kulminacija (na pr. gornjih) proljetne točke u tome razdoblju za 1 veći od broja kulminacija iste vrste srednjega Sunca, a tropska godina ima prema tome zvjezdanih dana za 1 više nego srednjih Sunčevih dana.

Postoji dakle ova relacija:

$$366.242\ 198\ 79 \text{ zvjezdanih dana} = 365.242\ 198\ 79 \text{ srednjih dana.}$$

Odatle izlazi:

$$1 \text{ zvjezdani dan} = \frac{365.242\ 198\ 79}{366.242\ 198\ 79} \text{ srednjega dana,}$$

ili

$$1 \text{ zvjezdani dan} = 0.997\ 269\ 567 \text{ srednjega dana,}$$

$$1 \text{ srednji dan} = 1.002\ 737\ 909 \text{ zvjezdanoga dana.}$$

Isto u vremenu izraženo:

$$24\text{h zv. vr.} = 24\text{h sr. vr.} - 3\text{m}55\text{s}90942 \text{ sr. vr.,}$$

$$24\text{h sr. vr.} = 24\text{h zv. vr.} + 3\text{m}56\text{s}55536 \text{ zv. vr.}$$

Odatle:

$$1\text{h zv. vr.} = 1\text{h sr. vr.} - \frac{24}{3\text{m}55\text{s}90942} \text{ sr. vr.}$$

$$= 1\text{h sr. vr.} - 9\text{s}82956 \text{ sr. vr.,}$$

$$1\text{h sr. vr.} = 1\text{h zv. vr.} + \frac{3\text{m}56\text{s}55536}{24} \text{ zv. vr.}$$

$$= 1\text{h zv. vr.} + 9\text{s}85647 \text{ zv. vr.}$$

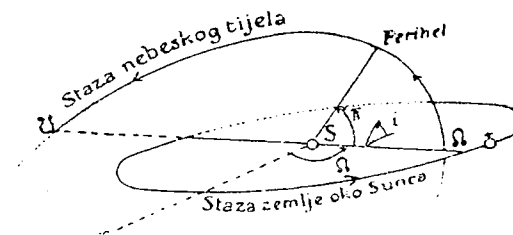
Ako se dakle mora izvjestan broj  $h$   $m$   $s$  zvjezdanoga vremena pretvoriti u srednje vrijeme, valja od broja  $h$   $m$   $s$  zvjezdanoga vremena za svaki sat zvjezdanoga vremena (a proporcionalno i za  $m$  i  $s$  prikazane kao decimalni dijelovi sata) oduzeti  $9^{\text{h}}83$ :

ako se mora izvjestan broj  $h$   $m$   $s$  srednjega vremena pretvoriti u zvjezdano vrijeme, valja k svakome satu srednjega vremena (a proporcionalno za  $m$  i  $s$  prikazane kao decimalni dijelovi sata) dodati  $9^{\text{h}}856$ .

**Veza zvjezdanoga i pravoga vremena.** Ta veza izlazi iz osnovne relacije (a): zvjezdano vrijeme u izvjesnom času jednako je pravome vremenu u tom času uvećanom za prividnu rektascenziju središta pravoga Sunca u istom času, kako se vidi iz središta Zemlje (**geocentrička rektascenzija**).

## ELEMENTI SUNČEVA SUSTAVA

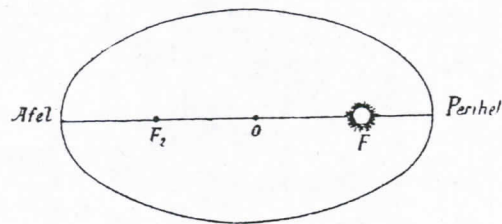
Za *planete* se može uzeti, da u svom gibanju oko Sunca opisuju elipse, kojima je Sunce u jednom žarištu; samo se veličine, koje određuju svaku od tih elipsa, s vremenom mijenjaju radi perturbacija, što ih na svako tijelo, koje se giba u prostoru, izvode druga svemirska tjelesa svojim privlačenjem. U elipsama se gibaju i svi *sateliti* (mjeseci) oko svojih planeta, a vjerojatno je, da i svi *kometi* u gibanju svom oko Sunca opisuju staze, koje su elipse. **Elementi eliptičke staze** jesu veličine, koje određuju elipsu. Tih elemenata ima šest: dva određuju položaj ravnine, u kojoj se nalazi staza nebeskoga tijela, druga dva određuju oblik i veličinu elipse, u kojoj se nebesko tijelo giba; daljnji nam jedan element kazuje, kako je ta elipsa u svojoj ravnini zaokrenuta, a šesti element daje čas, kada je nebesko tijelo prošlo na pr. u najvećoj blizini Sunca, t. j. kada je bilo u perihelu (za Mjesec u perigeju, za Jupiterove mjesec u perijovu i t. d.) — **Osnovna ravnina**, spram koje se ravnaju sve ostale ravnine, je **ravnina ekliptike**, u kojoj leži i spojnica središta Sunčeva sa proljetnom točkom,



Sl. 6. Elementi eliptičke staze.  $\Psi$  proljetna točka,  $S\psi$  ekvinokijalni pravac,  $\Omega$  uzlazni čvor,  $\Omega'$  silazni čvor.

t. zv. **ekvinokijalni pravac**. — Svaka staza nebeskoga tijela presijeca ravninu ekliptike u dvije točke, koje se zovu **čvorovi**. Onaj čvor, u kom staza presijeca ravninu ekliptike, dolazeći iz prostora ispod ravnine ekliptike u prostor iznad nje, zove se **uzlazni čvor**, dok kod prelaza iz prostora iznad ravnine ekliptike u prostor ispod nje siječe staza ekliptiku u **silaznom čvoru**. — **Položaj ravnine**, u kojoj leži staza nebeskoga tijela, određuju dva elementa: 1.  $\Omega$  — **dužina uzlaznoga čvora**, t. j. kut, koji zatvara spojnica obaju čvorova s ekvinokijalnim pravcem (sl. 6.); broji se u ekliptici počevši od ekvinokijalnog pravca od  $0^{\circ}$ — $360^{\circ}$  u smislu

gibanja Zemlje; 2.  $i$  — *priklon ravnine staze* nebeskoga tijela spram ravnine ekliptike; definira se onako, kako geometrija definira priklon dviju ravnina, a broji se od ekliptike počevši od  $0^{\circ}$ — $180^{\circ}$ . Kut priklona definirao se prije i tako, da je uvijek bio manji od  $90^{\circ}$ , samo je smjer gibanja dobio tad oznaku: direktan ili retrogradan prema tome, da li se podudarao sa smjerom gibanja Zemlje ili je bio suprotan. Uz prvu definiciju sva su gibanja direktna. *Oblik i veličinu staze* tijela određuju: 3.  $a$  — *srednja daljina nebeskoga tijela od Sunca ili polovina velike osi elipse*, u kojoj se nebesko tijelo kreće; mjeri se *astronomskom jedinicom za daljine*, koja je gotovo jednaka srednjoj daljini Zemlje od Sunca, a defi-



Sl. 7. Eliptička staza. O središte elipse.  $F_1$  (Sunce),  $F_2$  žarišta elipse. Spojnica *Afel-Perihel* pravac apsida. *O-Perihel* polovina velike osi.

nira se kao radij kružne staze, što bi je oko Sunca opisalo tijelo mase 0 za 365,256 898; 4.  $\epsilon$  — *ekscentricitet staze*, t. j. kvocijent daljine žarišta od središta elipse i polovine velike osi te elipse. — *Smještaj* eliptičke staze u njenoj ravnini određuje: 5.  $\omega$  — *dužina perihela*; to je zbroj od dva kuta, od dužine uzlaznoga čvora  $\Omega$  i kuta  $\pi$ , koji čini velika os (pravac apsida) s pravcem, koji spaja oba čvora ( $\omega = \Omega + \pi$ ). Taj se kut broji najprije u ravnini ekliptike od ekvinokcijalnoga pravca do čvora, i dalje u ravnini staze u smislu gibanja nebeskoga tijela. — Napokon valja znati, u kojoj se točki svoje staze nalazi nebesko tijelo u izvjesni čas. Za to se daje: 6. *čas prolaza perihelom*. Često se još navodi *ophodno vrijeme* T, t. j. vrijeme, što proteče, dok se nebesko tijelo vrati u točku svoje staze, iz koje je pošlo, i *srednje gibanje*  $n = 2\pi : T$ .

ELEMENTI STAZA SUNČEVA SUSTAVA

ZNAK I IME PLANETA	Srednja daljina od Sunca		Siderična revolucija u tropskim godinama T	Ekscentri- citet e	Priklon prema ekliptici i	Dužina uzlaznog čvora $\Omega$	Dužina perihela $\pi$	Srednja dužina za 1950-0 L	Promječna u 1. Julijau. godini = 365,256
	u astronom. jedinicama	u milijunima km							
☿ MERKUR	0,387 099	57,86	0,24085	0,205 025	$7^{\circ} 00' 13,7''$	$47^{\circ} 44' 19,1''$	$76^{\circ} 40' 39,2''$	$68^{\circ} 33' 33,9''$	$1404^{\circ} 7407$
♀ VENERA	0,723 331	108,13	0,61521	0,006 797	$3^{\circ} 23' 38,9''$	$76^{\circ} 13' 46,6''$	$130^{\circ} 52' 03,5''$	$83^{\circ} 02' 23,5''$	585,1020
♁ ZEMLJA	1,000 000	149,50	1,00001	0,016 730	—	—	$102^{\circ} 04' 50,1''$	$100^{\circ} 29' 53,1''$	360,0077
♂ MARS	1,523 688	227,79	1,88089	0,093 359	$1^{\circ} 51' 0,0''$	$49^{\circ} 10' 19,1''$	$335^{\circ} 08' 19,1''$	$144^{\circ} 48' 33,4''$	$191^{\circ} 4170$
♃ JUPITER	5,202 803	777,82	11,86223	0,048 418	$1^{\circ} 18' 21,2''$	$99^{\circ} 56' 48,5''$	$13^{\circ} 31' 06,3''$	$316^{\circ} 11' 39,5''$	30,3630
♄ SATURN	9,538 813	1426,05	29,45772	0,055 715	$2^{\circ} 28' 25,1''$	$113^{\circ} 13' 14,4''$	$92^{\circ} 04' 12,8''$	$158^{\circ} 19' 20,9''$	12,2351
♅ URAN	19,190 978	2869,05	84,01579	0,047 021	$0^{\circ} 46' 22,7''$	$73^{\circ} 44' 23,7''$	$169^{\circ} 47' 27,8''$	$98^{\circ} 18' 18,2''$	4,2986
♆ NEPTUN	30,070 672	4495,57	161,78829	0,008 357	$1^{\circ} 46' 28,1''$	$131^{\circ} 13' 42,3''$	$44^{\circ} 28' 05,1''$	$194^{\circ} 58' 25,1''$	2,1089
♇ PLUTON	39,457 43	5898,89	247,6968	0,248 5	$17^{\circ} 09'$	$109^{\circ} 38'$	$223^{\circ} 31'$	$165^{\circ} 37'$	1,47

PODACI O VELIKIM PLANETIMA

PLANETA	Sino- dička revolu- cija u danima	Tra- janje rota- cije	Masa		Ekvatorski promjer			Ploš- tina	Priklon ekva- tora prema stazi planeta	Sferni abdo veličina	Najveća pri- vidna veličina	Broj sate- lita
			Sunčeva masa = 1	Zemljina masa = 1	u km	Zemlja = 1	Previdno					
MERKUR	115-98	88 d (1)	$\frac{1}{7500000}$	0.044	4 800	0.35	$\frac{11}{12}$	5	0.07	0.12	1	
VENERA	583-92	224 d (1)	$\frac{1}{404000}$	0.823	12 200	0.96	66	10	0.59	0.13	1	
ZEMLJA	—	365.25 d	$\frac{1}{333432}$	1.000	12 757	1.00	—	—	0.15	—	1	
MARS	779-93	243.7 d	$\frac{1}{3395500}$	0.108	6 800	0.53	26	3.5	0.15	0.28	2	
JUPITER	398-88	9.50	$\frac{1}{104735}$	318.4	142 700	11.19	50	31	0.56	0.26	11	
SATURN	378-09	10.14	$\frac{1}{35016}$	95.0	120 800	9.47	21	15	0.63	0.5	10	
URAN	309-06	10.45	$\frac{1}{22863}$	14.6	19 700	3.90	10	3.2	0.63	5.1	5	
NEPTUN	367-18	15.10	$\frac{1}{19311}$	17.2	53 000	1.15	2.3	2.5	0.75	7.6	2	
PLUTON	366-71	?	$\frac{1}{333000}$	1	?	?	0.24	0.10	?	11.2	?	

SA TELITI VELIKIH PLANETA

OZNAKA SATELITA	Otkriće	Prividna veličina	Daljina od planeta		Revolucija u danima		Priklon staze prema stazi planeta	Promjer u km
			u planetama	u km	Siderička	Sinodična		
Z E M L J A								
☾ Mjesec	—	—	60-27	381 305	$\frac{d}{27.32165}$	$\frac{d}{29.53059}$	5° 8' 45.7"	3473.2
M A R S								
I Phobos	1877	m	2.77	9.4	0.31891	0.31906	27.48	(12)
II Deimos	1877	m	6.95	23.6	1.26244	1.26476	27.11	(9)
J U P I T E R								
I Io	Galilei	5.5	5.91	422	1.76814	1.76986	(2.16)	3384
II Europa	Galilei	6.0	9.40	671	3.55118	3.55109	(2.51)	3601
III Ganimed	Galilei	5.1	19.90	1070	7.15453	7.16649	(2.33)	5267
IV Kalisto	Galilei	6.3	26.36	1881	16.68869	16.75355	(2.36)	5057
V —	Barnard	11.0	2.53	181	2.50611	0.19824	(2.00)	(160)
VI —	Perine	14.7	180.46	11452	0.49818	266.0	28.93	(130)
VII —	Perine	17.5	161.46	11738	260.5	276.67	29.24	(80)
VIII —	Melotte	17	320.30	23503	738.9	631.2	119.2	(50)
IX —	Nicholson	18	351.00	25052	7.45	636	1.56.2	(25)
X —	Nicholson	19	164.16	11738	260.06	276.7	28.27	?
XI —	Nicholson	19	330.40	23581	692.5	741.3	163.38	?

SATELITI VELIKIH PLANETA

OZNAKA SATELITA	Otkriće	Prividna veličina	Daljina od planeta u radijama u tisućama planeta	Revolucija u danima		Ekscentri- citet staze	Priklon staze prema stazi planeta	Promjer u km
				Siderična	Sinodična			
S A T U R N								
I Mimas	Herschel 1789	12.1	3.07	185.0	0.94242	0.04250	29.7	595
II Enceladus	Herschel 1789	11.6	3.94	238	1.37022	1.37029	29.5	740
III Teles	Cassini 1684	10.5	4.88	295	1.88780	1.88814	29.2	1207
IV Dione	Cassini 1684	10.7	6.24	377	2.73692	2.73819	28.5	1448
V Rea	Cassini 1672	10.0	8.72	527	4.51750	4.51940	28.2	1851
VI Titan	Huyghens 1655	8.3	20.22	1221	15.94542	15.96901	27.7	5713
VII Hyperion	Bond 1848	15.0	24.49	1479	21.27682	21.3188	27.6	(450)
VIII Japet	Cassini 1671	11.0	58.91	3558	79.33015	79.920	18.1	(1700)
LX Febe	Pickering 1898	14.5	214.4	12950	550.48	523.7	174.1	(200)
X Temis	Pickering 1904	17	24.17	1460	20.85	20.89	39.1	?
U R A N								
I Ariel	Lassell 1851	16	7.71	102	2.52038	2.52069	98.6	(980)
II Umbriel	Lassell 1851	16.5	10.75	267	4.14418	4.14473	98.6	(700)
III Titania	Herschel 1787	14.0	17.03	438	8.70587	8.70833	98.6	(1700)
IV Oberon	Herschel 1787	14.3	23.57	586	13.46324	13.46917	98.6	(1500)
V Miranda	Kuiper 1948	(17.5)	(5.2)	(130)	(1.41389)	—	(98)	?
N E P T U N								
I Triton	Lassell 1846	13.6	13.33	353	5.87653	5.87740	133.6	(5000)
II Nereid	Kuiper 1949	+	—	82000	—	—	—	—

ASTRONOMSKE KONSTANTE I PODACI

1. Astronomske konstante\*)

Dužina godine:	Tropska godina . . . . .	$365^d 24219879 - 0^d 0000000614 \cdot t$
	Siderična godina . . . . .	$365^d 25636042 + 0^d 0000000011 \cdot t$
	Anomalistička godina . . . . .	$365^d 25964134 + 0^d 0000000304 \cdot t$
	Julijanska godina . . . . .	365.25
Dužina mjeseca:	Tropski mjesec . . . . .	$27^d 3215816 = 27^d 7^h 43^m 4^s 61$
	Siderični mjesec . . . . .	$27^d 3216609 = 27^d 7^h 43^m 11^s 51$
	Anomalistički mjesec . . . . .	$27^d 5545502 = 27^d 13^h 18^m 33^s 16$
	Drakonitički mjesec . . . . .	$27^d 2122178 = 27^d 5^h 5^m 35^s 80$
	Sinodični mjesec . . . . .	$29^d 5305881 = 29^d 12^h 44^m 2^s 78$
Dužina dana:	zvjezdani dan . . . . .	$24^h 00^m 00^s 0$ zvjezdanog vremena
	srednji dan . . . . .	$23^h 56^m 04^s 906$ srednjeg vremena
		$0^d 99726 9567$ srenjih dana
		$24^h 03^m 56^s 5553$ zvjezdanog vremena
		$24^h 00^m 00^s 0$ srednjeg vremena
		$1^d 00273 7909$ zvjezdanih dana

U julijanskoj godini: U tropskoj godini: U danu:

Broj satova . . . . .	8 766	8 765 813	24
Broj minuta . . . . .	525 960	525 948 77	1 440
Broj sekunda . . . . .	31 557 600	31 556 926 0	86 400

Opće konstante:

Gaussova konstanta  $\left\{ \begin{array}{l} k = 0.017202099 \\ k'' = 3548.18761 \end{array} \right. \quad \log k = 8.23558 14414-10$   
 $\log k'' = 3.55000 65746$

Konstanta gravitacije po astronomskim mjerjenjima . . . . .  $6.670 \cdot 10^{-8}$  c.g.s.

Brzina svjetla po astronomskim mjerjenjima . . . . .  $299 860 \pm 30$  km sec<sup>-1</sup>

Konstanta aberacije . . . . . 20.47

Aberaciono vrijeme . . . . . 498.57

Opća precesija . . . . .  $50'' 25641 + 0'' 00022229 \cdot t$

Precesija u rektascenziji . . . . .  $46'' 08506 + 0'' 00027945 \cdot t$   
 $= 3^s 07234 + 0^s 0000186 \cdot t$

Precesija u deklinaciji . . . . .  $20'' 04685 - 0'' 00008533 \cdot t$

Konstanta nutacije . . . . . 9.210

Priklon ekvatora i ekliptike . . . . .  $\epsilon = 23^{\circ} 27' 8'' 26 - 0'' 46844 \cdot t$

(\*) U formulama znači t broj godina, proteklih poslije 1. januara 1900.

## 2. Astronomski podaci o Suncu

Prividni promjer: najmanji	31' 27"
srednji	31' 59" 26
najveći	32' 32"
Pravi promjer: u linearnoj mjeri	1 391 106 km
u Zemljinim promjerima	109 04
Površina: u Zemljinim površinama	11 900
Obujam: u Zemljinim obujmovima	1 300 000
Masa: u gramima	1 98.10 <sup>33</sup> g
u Zemljinim masama	333 432
Srednja gustoća: prema vodi	1 41
prema gustoći Zemlje	0 256
Teža na ekvatoru: prema teži na ekvatoru Zemlje	28
Akceleracija prostog pada	273 8 m sec <sup>-2</sup>
Trajanje rotacije na ekvatoru	25 438
Priklon ekvatora prema ekliptici	7° 10' 5
Dužina uzlaznog čvora Sunčeva ekvatora prema ekliptici	73° 48' 375
Horizontalna ekvatorska paralaksa Sunca	8" 80
Srednji period Sunčevih pjega	11 1 godina
Prividna (zvjezdana) veličina Sunca	- 26 <sup>m</sup> 7
Apsolutna (zvjezdana) veličina Sunca	+ 4 <sup>m</sup> 85

## 3. Astronomski podaci o Zemlji

Oblik: Ekvatorski polumjer	a = 6378 3880 km
Polarni polumjer	b = 6356 9120 km
Sploštenost $c = \frac{a-b}{a}$	$c = \frac{1}{297 0}$
Logaritam polumjera	$\log \frac{r}{a} =$
	$= 0 9992695 + 0 0007324 \cos 2 \varphi - 0 0000019 \cdot \cos 4 \varphi$
Redukcija geografske na geocentričnu širinu	
$\varphi' - \varphi = - 11' 35'' 66 \sin 2 \varphi + 1'' 17 \sin 4 \varphi$	
Dužina luka 1° geografske širine	111 136 — 0 562 cos 2 $\varphi$ km
Dužina luka 1° geografske dužine	111 417 cos $\varphi$ — 0 094 cos 3 $\varphi$ km
Veličina i masa:	
Ekvatorski opseg Zemlje	40 076 394 km
Četvrtina dužine meridijana	10 002 288 km
Površina Zemlje	510 101 000 km <sup>2</sup>
Obujam Zemlje	1 083 320 000 000 km <sup>3</sup>
Polumjer kugle iste površine i obujma kao Zemlja	6371 2 km
Masa Zemlje	5 98.10 <sup>27</sup> g
Srednja gustoća prema vodi	5 517
Akceleracija sile teže na razini mora $g = 978 0490 + 5 1723 \sin^2 \varphi$	
Dužina sekundnog njihala na moru (vakuum)	$l = 0 99097 + 0 00525 \sin^2 \varphi$

## Gibanje Zemlje:

Srednja udaljenost od Sunca	149 504 217 km
Srednja godišnja brzina	29 763 km sec <sup>-1</sup>
Brzina točke na ekvatoru kod rotacije	465 m sec <sup>-1</sup>
Brzina Zagreba kod rotacije	324 m sec <sup>-1</sup>
Put Zemlje na stazi oko Sunca u 1 minuti	1786 km
Put Zemlje na stazi oko Sunca u 1 satu	107 150 km
Put Zemlje na stazi oko Sunca u 1 danu	2 572 000 km
Put Zemlje na stazi oko Sunca u 1 godini	930 250 000 km
Najveća dužina Zemljine sjene	220 563 a = 1406 836 km
Najmanja dužina Zemljine sjene	213 302 a = 1360 521 km

## 4. Astronomski podaci o Mjesecu

Prividni promjer: najmanji	29' 28"
srednji	31' 7" 20
najveći	33' 21"
Pravi promjer: u linearnoj mjeri	3473 2 km
u Zemljinim promjerima	0 272274
Površina: u Zemljinim površinama	0 07429 = 1/13 46
Obujam: u Zemljinim obujmovima	0 02025 = 1/49 38
Masa: u Zemljinim masama	0 01227 = 1/81 53
Srednja gustoća: prema vodi	3 33
prema gustoći Zemlje	0 606
Teža na ekvatoru: prema teži na ekvatoru Zemlje	0 166 = 1/6 02
Akceleracija prostog pada	1 6 m sec <sup>-2</sup>
Sideričko ophodno vrijeme perigeja Mjesečeva	3232 46
Siderično ophodno vrijeme čvorova Mjesečevih	6793 45
Priklon ekvatora prema ekliptici	1° 32' 06"
Vrijeme, koje svjetlost treba da stigne sa Mjeseca	1 825
Horizontalna ekvatorska paralaksa Mjeseca	57' 2" 70
Libracija: u širini	6° 50'
u dužini	7° 54'
Nevidljiva površina	0 410
Prividna veličina punog Mjeseca	- 12 <sup>m</sup> 6
Sferni albedo	0 07
Srednja brzina gibanja oko Zemlje	1 02 km sec <sup>-1</sup>
Dnevno kutno gibanje (srednje)	13° 10' 35" 06
Najveća dužina Mjesečeve sjene	59 808 a = 381 482 km
Najmanja dužina Mjesečeve sjene	57 527 a = 366 926 km



ELEMENTI STAZA PERIODIČKIH KOMETA

Red. br.	IME KOMETA	Siderična revolu- cija u god. $T$	Ekscen- tricitet $e$	Priklon prema ekliptici $i$	Dužina uzlaznog čvora $\Omega$	Dužina perihela $\pi$	Ekvinok- cij (epoha)	Daljina u astr. jed.		Godina otkrića
								Perihel	Afel	
1	Encke . . . . .	3-2386	0-850	12-547	334-691	184-948	1937-0	0-332	4-086	1786
2	Gugg-Skjellerup . . . . .	5-0372	0-691	17-466	215-566	355-295	1937-0	0-908	4-969	1902
3	Tempel II . . . . .	5-1674	0-559	12-776	120-352	186-589	1080-0	1-318	4-060	1873
4	Neujmin II . . . . .	5-4295	0-567	10-629	327-653	193-721	1930-0	1-338	4-840	1916
5	Brorsen I . . . . .	5-4630	0-810	29-386	101-317	14-918	1880-0	0-590	5-614	1846
6	Tempel III . . . . .	5-6897	0-638	5-443	290-311	113-088	1910-0	1-153	5-214	1869
7	De Vico-E. Swift . . . . .	5-8551	0-572	2-966	48-806	296-580	1900-0	1-392	5-105	1878
8	Tempel I . . . . .	5-9822	0-463	9-768	78-766	159-493	1879-0	1-771	4-820	1887
9	Pons-Winnecke . . . . .	6-0907	0-670	20-140	96-806	169-357	1850-0	1-102	5-568	1813
10	Schwassmann-Wachmann II	6-4954	0-395	3-731	126-090	357-992	1934-0	2-095	4-825	1929
11	Perrine I . . . . .	6-4543	0-662	15-676	242-294	106-861	1909-0	1-173	5-761	1808
12	Kopff . . . . .	6-5559	0-519	8-706	263-090	19-815	1939-0	1-685	5-321	1906
13	Giacobini-Zinner . . . . .	6-6029	0-716	30-698	195-970	171-808	1933-0	1-000	6-040	1900
14	Biela (1) . . . . .	6-6208	0-756	12-555	245-857	223-281	1852-0	0-861	6-191	1772
15	Biela (2) . . . . .	6-6137	0-756	12-555	245-858	223-281	1852-0	0-861	6-190	1846

Red. br.	Ime kometa	Siderična revolu- cija u god. $T$	Ekscen- tricitet $e$	Priklon prema ekliptici $i$	Dužina uzlaznog čvora $\Omega$	Dužina perihela $\pi$	Ekvi- nokcij (epoha)	Daljina u astr. jed.		Godina otkrića
								Perihel	Afel	
16	D'Arrest . . . . .	6-6348	0-616	18-065	143-528	174-025	1925-0	1-356	5-706	1851
17	Daniel . . . . .	6-8245	0-573	19-825	70-311	6-011	1937-0	1-536	5-659	1909
18	Finlay . . . . .	6-8510	0-706	3-433	45-300	320-580	1926-0	1-059	6-156	1886
19	Holmes . . . . .	6-8571	0-412	20-815	331-761	14-281	1906-0	2-122	5-067	1892
20	Borrelly . . . . .	6-8748	0-617	30-530	77-062	352-553	1932-0	1-385	5-846	1905
21	Brooks II . . . . .	6-9488	0-486	5-546	177-711	195-664	1909-0	1-872	5-409	1889
22	Reinmouth . . . . .	7-2402	0-504	8-067	124-956	8-779	1936-0	1-858	5-627	1928
23	Faye . . . . .	7-3213	0-571	10-602	206-225	199-862	1932-0	1-617	5-924	1843
24	Schaumasse . . . . .	7-9545	0-706	14-719	60-604	46-005	1927-0	4-172	6-798	1911
25	Wolf I . . . . .	8-3290	0-404	27-261	204-185	160-815	1934-0	2-150	5-768	1884
26	Comas Sola . . . . .	8-5397	0-575	13-722	65-708	38-786	1950-0	1-777	6-579	1927
27	Gale . . . . .	10-9929	0-761	11-725	67-256	209-113	1950-0	1-183	8-705	1927
28	Tuttle I . . . . .	13-0060	0-821	54-654	249-843	200-961	1950-0	1-022	10-376	1709
29	Schwassmann-Wachmann I	16-4614	0-149	9-425	323-732	356-949	1950-0	5-505	7-437	1927
30	Neujmin . . . . .	17-6871	0-775	15-148	347-307	346-964	1931-0	1-528	12-049	1913
31	Crommelin . . . . .	27-9006	0-919	28-897	256-066	193-875	1928-0	0-745	17-633	1818
32	Tempel IV . . . . .	33-1758	0-905	102-699	231-434	170-966	1866-0	0-977	19-670	1366
33	Westphal . . . . .	61-7303	0-920	40-868	340-700	57-063	1913-0	1-254	29-985	1852
34	Borsen II-Metcalf . . . . .	69-0604	0-971	19-193	310-821	129-516	1925-0	0-185	33-180	1847
35	Pons-Brooks . . . . .	71-5630	0-955	74-043	254-095	190-193	1880-0	0-776	33-698	1812
36	Olbers . . . . .	72-6516	0-931	44-571	84-539	65-336	1890-0	1-199	33-624	1815
37	Halley . . . . .	76-0288	0-967	162-212	57-270	111-704	1910-0	0-587	35-393	— 407

## GLAVNI ROJEVI METEORA

Ime roja	Doba godine	Radijant			Veza sa kometom
		Rektascenzija	Deklinacija	Bliska zvijezda	
Bootidi	2-3 jan.	h m 15 20	+ 53	$\beta$ Boot	—
Liridi	15-25 apr.	18 20	+ 35	$\alpha$ Lyræ	1861 I
Akvaridi	25-30 jul.	22 35	11	$\delta$ Aqu	—
Perseidi	5-15 aug.	3 00	+ 56	$\eta$ Pers	1862 III
Drakoidi	8-12 okt.	17 45	+ 53	$\gamma$ Draç	Glacobi-Zinner
Orionidi	15-25 okt.	6 5	+ 15	$\nu$ Orïo	—
Leonidi	10-18 nov.	10 06	+ 23	$\zeta$ Leon	Tempel I
Andromedidi	15-25 nov.	1 40	+ 43	$\gamma$ Andr	Biela
Geminidi	5-15 dec.	7 20	+ 32	$\alpha$ Gemi	—

## TUMAC EFEMERIDAMA

Osnovni meridijan u efemeridama je meridijan Greenwicha. Vrijeme, ako nije izrijeком drukčije spomenuto, jest svjetsko vrijeme, t. j. srednje Sunčevog vremena meridijana Greenwicha. Brojenje sati i datiranje ide od 0<sup>h</sup> do 24<sup>h</sup>, gdje je 0<sup>h</sup> = srednja ponoć (u Greenwichu), 12<sup>h</sup> = srednje podne (u Greenwichu).

Napomena: Podaci u efemeridama rađeni su prema osnovnim astronomskim godišnjacima: The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the Year 1950, Astronomičeski Ežegodnik na 1950 god., Connaissance des temps ou des Mouvements célestes pour l'an 1950., i Astronomisch-Geodätisches Jahrbuch für 1950. Tablica elemenata staza periodičkih kometa preuzeta je iz Godišnjaka Našeg Neba, Beograd 1940.

### NA LIJEVOJ (PARNOJ) STRANI U SVAKOM MJESECU

Na tim stranama dane su efemeride Sunca, sa slijedećim podacima:  
1. Datum u mjesecu i dan u sedmici navedeni su u prva dva stupca.

2. U trećem i četvrtom stupcu nalaze se rektascenzija i deklinacija Sunca u 0<sup>h</sup> svjetskog vremena, t. j. ekvatorske koordinate središta pravoga Sunca, kako bi se vidjelo iz središta Zemlje (geocentričke koordinate); one su prividne i mjerene od prave proljetne točke dotičnoga časa, dakle onakove, kakove ih daju opažanja. Rektascenzija i deklinacija za koji drugi čas svjetskog vremena ili koji drugi meridijan dobivaju se interpolacijom iz navedenih podataka.

Primjeri: 1) Neka se nađe prividna rektascenzija središta Sunca dne 16. juna 1950. u 14<sup>h</sup>27<sup>m</sup>35<sup>s</sup>0 = 14<sup>h</sup>45972 srednjeg vremena zagrebačkoga ( $\lambda = 1^{\text{h}}06556$ ).

U Greenwichu je u istom času 14<sup>h</sup>45972 — 1<sup>h</sup>06556 = 13<sup>h</sup>39416 sr. vr. i za taj čas treba naći rektascenziju Sunca. Imamo: 16. VI. 1950. u 0<sup>h</sup> svj. vremena rektascenzija Sunca = 5<sup>h</sup>35<sup>m</sup>06<sup>s</sup>4, 17. VI. u 0<sup>h</sup> svj. vr. je = 5<sup>h</sup>39<sup>m</sup>15<sup>s</sup>9. Za 24<sup>h</sup> sr. vr. naraste dakle rektascenzija Sunca za 4<sup>m</sup>09<sup>s</sup>5, a za 13<sup>h</sup>39416 naraste za (4<sup>m</sup>09<sup>s</sup>5 : 24) × 13.39416 = 2<sup>m</sup>19<sup>s</sup>2. Dodavši (jer rektascenzija raste) taj iznos rektascenziji od 16. VI. u 0<sup>h</sup>, dobije se tražena rektascenzija: 5<sup>h</sup>37<sup>m</sup>25<sup>s</sup>6.

2) Neka se nađe prividna deklinacija središta Sunca dne 22. februara 1950. u 9<sup>h</sup>0<sup>m</sup>0<sup>s</sup> sr. vr. u mjestu geografske dužine  $\lambda = +7^{\text{h}}30^{\text{m}} = +7^{\text{h}}5$ .

U Greenwichu je u istom času 9<sup>h</sup>0 + 7<sup>h</sup>5 = 16<sup>h</sup>5 sr. vr. i za taj čas treba naći deklinaciju Sunca. 22. II. 1950. u 0<sup>h</sup> svj. vr. je deklinacija Sunca = — 10°28'46"; 23. II. u 0<sup>h</sup> svj. vr. je = — 10°06'56". Za 24<sup>h</sup>

naraste dakle deklinacija Sunca za  $21^{\circ}50'$ , a za  $16^{\text{h}}5$  naraste za  $(21^{\circ}50' : 24) \times 16^{\text{h}}5 = 15^{\circ}01'$ . Dodavši (jer ovdje deklinacija raste) taj iznos deklinaciji od 16. VI. u 0h, dobije se tražena deklinacija:  $-10^{\circ}13'45''$ .

3. U petom stupcu navedeno je zvjezdano vrijeme u 0h svjetskog vremena. Ta veličina treba kod pretvaranja zvjezdanoga vremena u srednje vrijeme i obrnuto. Kod toga pretvaranja služimo se tablicama iz V. dijela.

Primjeri: 1) Koliko je srednje-evropsko vrijeme dne 10. X. 1950. u  $6^{\text{h}}45^{\text{m}}04^{\text{s}}4$  zvjezdanog vremena u Zagrebu (geografska dužina  $\lambda = -1^{\text{h}}03^{\text{m}}56^{\text{s}}0$ )?

	h	m	s
10. X. 1950. zvjezdano vrijeme u Zagrebu . . . . .	6	45	04.4
Prelaz na meridijan Greenwicha . . . . .	-1	03	56.0
Zvjezdano vrijeme u Greenwichu u tom času . . . . .	5	41	08.4
Zvjezdano vrijeme u Greenwichu prošle ponoći . . . . .	1	12	06.7 (efemeride!)
Zvjezdano vrijeme proteklo od ponoći . . . . .	4	29	01.7
Ekvivalentno srednje vrijeme u Greenwichu . . . . .	4	28	17.6 (tablice!)
Prelaz na meridijan Zagreba . . . . .	+1	03	56.0

Traženo srednje vrijeme u Zagrebu . . . . . 5 32 13.6 10. X. 1950.

2) Koliko je zvjezdano vrijeme dne 10. X. 1950. u  $5^{\text{h}}32^{\text{m}}13^{\text{s}}6$  srednjeg (mjesnog) vremena u Zagrebu (geografska dužina  $\lambda = -1^{\text{h}}03^{\text{m}}56^{\text{s}}0$ )?

	h	m	s
10. X. 1950. srednje vrijeme u Zagrebu . . . . .	5	32	13.6
Prelaz na meridijan Greenwicha . . . . .	-1	03	56.0
Srednje vrijeme u Greenwichu u tom času . . . . .	4	28	17.6
Ekvivalent. zvjezdano vrijeme u Greenwichu . . . . .	4	29	01.7 (tablice!)
Zvjezdano vrijeme u Greenwichu prošle ponoći . . . . .	1	12	06.7 (efemeride!)
Zvjezdano vrijeme u Greenwichu u zadani čas . . . . .	5	41	08.4
Prelaz na meridijan Zagreba . . . . .	+1	03	56.0

Traženo zvjezdano vrijeme u Zagrebu . . . . . 6 45 04.4 10. X. 1950.

4. U šestom stupcu dolazi jednadžba vremena, koja pokazuje, koliko je minuta i sekunda pravoga vremena u srednju ponoć Greenwicha (0h svjetskog vremena). Na pr. 16. januara 1950., kad je jednadžba vremena u 0h svj. vr.  $-9^{\text{m}}33^{\text{s}}2$ , bit će prava ponoć u Greenwichu  $9^{\text{m}}33^{\text{s}}2$  poslije srednje ponoći, t. j. pravo će Sunce proći ispod horizonta meridijanom Greenwicha poslije, srednjeg Sunca. Ili 12. septembra 1950., kad je jednadžba vremena u 0h svj. vr.  $+3^{\text{m}}24^{\text{s}}4$ , bila je prava ponoć u Greenwichu  $3^{\text{m}}24^{\text{s}}4$  prije srednje ponoći, t. j. pravo je Sunce prošlo ispod horizonta meridijanom Greenwicha prije srednjeg Sunca.

Jednadžba vremena neovisna je o mjestu opažanja.

Pri upotrebi jednadžbe vremena treba paziti na to, da je ona u našim efemeridama definirana kao razlika: pravo minus srednje vrijeme. Tako se danas ponajviše radi, dok je prije bilo upravo obratno, što mijenja predznak jednadžbi vremena.

Budući da se jednadžba vremena neprekidno mijenja sa vremenom, valjat će za svaki čas različan od srednje ponoći u Greenwichu i za svaki meridijan različan od meridijana Greenwicha naći vrijednost jednadžbe vremena interpolacijom na temelju vrijednosti za 0h svjetskog vremena.

Primjeri: 1) Koliko je pravo vrijeme u Zagrebu (geografska dužina  $\lambda = -1^{\text{h}}06^{\text{m}}55^{\text{s}}6$ ) 16. januara 1950. u  $17^{\text{h}}23^{\text{m}}46^{\text{s}}0$  srednjeg vremena?

$17^{\text{h}}23^{\text{m}}46^{\text{s}}0$  sr. vr. u Zagrebu je  $= 17^{\text{h}}39^{\text{m}}611 - 1^{\text{h}}06^{\text{m}}556 = 16^{\text{h}}33^{\text{m}}055$  sr. vr. Greenwicha u tom času, za koji treba naći jednadžbu vremena na dan 16. I. 1950.:

	h	m	s
Jednadžba vremena 16. I. 1950. u 0h svj. vr. . . . .	-0	9	33.2
Jednadžba vremena 17. I. 1950. u 0h svj. vr. . . . .	-0	9	54.0
Prirast za 24h sr. vr. . . . .	-	-	20.8
Prirast za $16^{\text{h}}33$ sr. vr. . . . .	-	-	14.2
Jednadžba vremena u traženi čas: $-9^{\text{m}}33^{\text{s}}2 - 14^{\text{s}}2$ . . . . .	-	9	47.4
Srednje vrijeme u traženi čas . . . . .	17	23	46.0
Traženo pravo vrijeme . . . . .	17	13	58.6

2) Iz opažanja pravoga Sunca nađeno je 15. septembra 1950. u mjestu geografske dužine  $\lambda = +2^{\text{h}}0^{\text{m}}0^{\text{s}}0$  pravo mjesno vrijeme  $6^{\text{h}}22^{\text{m}}14^{\text{s}}0$ . Koliko je u tom času srednje vrijeme?

U tom času ( $6^{\text{h}}37^{\text{m}}056$ ) je u Greenwichu  $6^{\text{h}}37^{\text{m}}056 + 2^{\text{h}}0 = 8^{\text{h}}37^{\text{m}}056$  pravog vremena 15. IX. 1950., za koji čas treba naći jednadžbu vremena.

	h	m	s
Jednadžba vremena u 0h svj. vr. 15. IX. 1950. . . . .	+0	4	27.6
Jednadžba vremena u 0h svj. vr. 16. IX. 1950. . . . .	+0	4	48.8
Prirast za 24h sr. vr. . . . .	+	-	21.1
Prirast za $8^{\text{h}}37$ . . . . .	+	-	7.4
Jednadžba vremena u traženi čas: $4^{\text{m}}27^{\text{s}}6 + 7^{\text{s}}4$ . . . . .	+	4	35.0
Pravo vrijeme u traženi čas . . . . .	6	22	14.0
Traženo srednje mjesno vrijeme . . . . .	6	17	39.0

U ovom slučaju mora se od zadanog pravog vremena oduzeti jednadžba vremena u traženi čas, jer je po definiciji: »jednadžba vremena = pravo vrijeme - srednje vrijeme«.

Napomena: Zapravo bismo u ovom primjeru morali uzimati jednadžbu vremena ne u srednju ponoć (0h svj. vr.), nego u pravu ponoć. No ta je razlika vrlo malena: kroz onih  $4^{\text{m}}27^{\text{s}}6 = 0^{\text{h}}074$  promjena jednadžbe vremena je  $(21^{\text{s}}1 : 24) \times 0^{\text{h}}074 = 0^{\text{s}}065$ ; za taj iznos se mijenja naš rezultat. Najveća vrijednost te korekcije iznosi oko  $0^{\text{s}}2$ , te se u najvećem broju slučajeva može zanemariti.

5. U sedmom i osmom stupcu nalaze se časovi izlaza i zalaza Sunca u Zagrebu u srednje-evropskom vremenu. To su ujedno (na minutu točno) i mjesna vremena izlaza i zalaza Sunca u svim mjestima sa geografskom širinom blizu  $46^{\circ}$  sjeverne širine. Ali ako hoćemo imati

ta vremena izražena u srednjeevropskom vremenu, treba ta mjesna vremena korigirati za razliku geografskih dužina tog mjesta prema zagrebačkom meridijanu. Ta se razlika, izražena u vremenu, lako dobije prema popisu geografskih koordinata na kraju ovih efemerida.

*Primjeri:* U koliko sati izlazi u Bjelovaru Sunce dne 29. novembra 1950? — Geografska širina Bjelovara je  $\varphi = 45^{\circ}53'56'' \approx 45^{\circ}48'58''$ , što je širina Zagreba (okruglo  $46^{\circ}$ ). Razlika srednje-evropskog vremena i mjesnog vremena u Bjelovaru je  $-7^m23^s2$ , u Zagrebu  $-3^m56^s0$ ; dakle je Bjelovar za  $3^m27^s2$  istočnije od Zagreba, i za toliko ranije u njemu Sunce izlazi:  $7^h15^m - 3^m4 \approx 7^h12^m$ .

Za mjesta sa geografskom širinom različnom od  $46^{\circ}$  mijenjaju se mjesna vremena izlaza i zalaza Sunca, no u krajnjem slučaju na sjevernoj granici naše države do  $8^m$ , na južnoj do  $13^m$ . Točniji račun za ma koje mjesto može se izvesti na temelju opsežnijih tablica, koje se nalaze u većim astronomskim godišnjacima.

6. U posljednjem devetom stupcu naveden je redni broj dana u godini.

Ispod crte nalaze se (za svakih 10 dana u mjesecu):

- Horizontalna ekvatorska paralaksa Sunca u  $0^h$  svj. vr.
- Daljina Sunca od Zemlje u  $0^h$  svj. vr., ili radijvektor središta Sunca, izražen u astronomskim jedinicama (= 149 500 000 km).
- Prividni polumjer Sunca u  $0^h$  svj. vr., pomoću kojeg se opažanja ruba Sunca svode na središte Sunca.
- Precesija u dužini u  $0^h$  svj. vr., t. j. broj sekunda, koje treba dodati dužini točke na ekliptici mjerenoj od srednje proljetne točke u času 1950'0, da se dobije dužina mjerena od srednje proljetne točke u kojem god drugom času godine.
- nutacija u dužini u  $0^h$  svj. vr., t. j. broj sekunda, koje treba dodati algebarski dužinama mjerenim od srednje proljetne točke u izvjesnom času, da se dobiju dužine mjerene od prave proljetne točke u tom času.
- Aberacija Sunca u  $0^h$  svj. vremena, t. j. broj sekunda, koje treba dodati prividnoj dužini Sunca, da se dobije prava dužina Sunca.

*Primjeri:* Neka se nade prividna dužina Sunca, mjerena od prave proljetne točke u  $0^h$  svj. vr. dne 11. IV. 1950., ako dužina Sunca u tom času, mjerena od srednje proljetne točke za 1950'0 iznosi  $20^{\circ}32'26''0$ .

Zadana dužina Sunca . . . . .	20 32 26.0
precesija . . . . .	+ 13.8
nutacija . . . . .	— 2.7
aberracija . . . . .	— 20.4
tražena prividna dužina Sunca . . . . .	20 32 16.7

## NA DESNOJ (NEPARNOJ) STRANI U SVAKOM MJESECU

Na tim stranama dane su efemeride Mjeseca i velikih planeta:

- Datum u mjesecu, u prvom stupcu.
- U drugom i trećem stupcu navedeni su časovi izlaza i zalaza Mjeseca u Zagrebu u srednje-evropskom vremenu. Prelaz na mjesta druge geografske širine i dužine je mnogo zamršeniji nego kod Sunca, te su za nj potrebne opsežnije tablice, koje se nalaze u većim astronomskim godišnjacima. Ipak u granicama Jugoslavije razlika u vremenima izlaza i zalaza Mjeseca prema Zagrebu ne premašuje četvrt sata, a s obzirom na neravni horizont u većini mjesta to je za prvu, grubu orijentaciju dovoljna točnost.
- U četvrtom stupcu navedeno je svjetsko vrijeme u času gornje kulminacije središta Mjeseca u ploči. Horizontalni potez u pojedini dan (na pr. 2. IV. 1950.) naznačuje dan, u koji Mjesec prolazi meridijanom Greenwicha u gornjoj kulminaciji; to se događa zato, što je Mjesecov dan duži od srednjeg Sunčeva dana za nekih  $50^m$ . Vrijeme kulminacije Mjeseca važno je kod određivanja plime i oseke.
- U petom stupcu je promjena za  $1^h$  zapadne dužine vremena kulminacije Mjeseca u drugim meridijanima. Da se nađe vrijeme gornje kulminacije u mjestu geografske dužine  $\lambda$ , izražene u satima i decimalnim dijelovima sata, pomnoži se  $\lambda$  sa tom promjenom za  $1^h$  zapadne dužine i produkt se oduzme od vremena gornje kulminacije u Greenwichu, ako je dužina istočna od Greenwicha, a pribroji, ako je zapadna.

*Primjer:* Neka se nade vrijeme gornje kulminacije središta Mjeseca u ploči u Zagrebu ( $\lambda = -1^h06^m$ ) dne 15. marta 1950.

15. III. 1950. kulminacija u Greenwichu . . . . .	9h 54m4
Promjena za $1^h$ zapadne dužine . . . . .	2m01
Korekcija za Zagreb: $2^m01 \times (-1^h06^m)$ . . . . .	— 2m1
15. III. 1950. kulminacija u Zagrebu . . . . .	9h 52m3

- Sesti stupac sadrži starost Mjeseca u  $0^h$  svj. vr., t. j. vrijeme proteklo od mlada, izraženo u danima i decimalnim dijelovima dana.
- Preostali stupci donose za svakih 10 dana u mjesecu efemeride velikih planeta, i to: geocentričke koordinate, daljinu od Zemlje u astronomskim jedinicama prividni polumjer planeta gledan sa Zemlje, te vrijeme kulminacije planeta u Greenwichu po srednjem vremenu. Pomoću ovog posljednjeg podatka i tablice poludnevni lukova (str. 119) u V. dijelu mogu se naći približna vremena izlaza i zalaza planeta za ma koje mjesto i doba godine.

Ispod crte nalaze se slijedeći podaci:

- Mijene Mjeseca u srednje-evropskom vremenu.
- Čas, kad je Mjesec u perigeju i apogeju, te u tom času horizontalna paralaksa i prividni polumjer

Na kraju efemerida navedeni su za svaki treći dan u godini elementi za fizička opažanja Sunca. Carringtonove rotacije Sunca, te prividni priklon ekliptike prema ekvatoru u 0<sup>h</sup> svjetskog vremena za svaki prvi dan u mjesecu. U efemeridama elemenata za fizička opažanja Sunca znače:  $P$  = kut priklona rotacione osi Sunca, računat od sjeverne točke Sunčeve ploče prema istoku;  $B_0$  = heliografska širina centra ploče,  $L_0$  = heliografska dužina centra ploče. Heliografske dužine računaju se od onog meridijana Sunca kao početnog, koji je prošao uzlaznim čvorom Sunčeva ekvatora na ekliptici u srednje greenwichko podne 1. januara 1854. — Carringtonove rotacije započele su 9. novembra 1853. Ovi su podaci potrebni pri opažanju Sunčevih pjega.

Ovaj se dio završava podacima o pomrcinama Sunca i Mjeseca, o pojavama kod četiriju velikih Jupiterovih satelita i njihovim položajima, te kartama zvezdanoga neba za svaki mjesec sa osobitim pojavama u Sunčevu sustavu.

#### IV. ZVIJEZDE

## POPIS ZVIJEZDA

( \* označuje zvijezde na južnoj hemisferi neba)

Red. br.	Ime zvijezda		Pokrata	
	latinsko	hrvatsko	sa 3 slova	sa 4 slova
1	Andromeda	Andromeda	And	Andr
*2	Antlia	Sisaljka	Ant	Antl
*3	Apus	Rajska ptica	Aps	Apus
4	Aquarius	Vodoljak	Aqr	Aqar
5	Aquila	Orao	Aql	Aqil
*6	Ara	Orlar	Ara	Arae
7	Aries	Ovan	Ari	Arie
8	Auriga	Kočijaš	Aur	Auri
9	Bootes	Volar	Boo	Boot
*10	Caelum	Motika	Cae	Cael
*11	Camelopardalis	Zirafa	Cam	Caml
12	Cancer	Rak	Cnc	Canc
13	Canes Venatici	Lovački psi	CVn	CVen
*14	Canis Major	Veliki pas	CMa	CMaj
15	Canis Minor	Mali pas	CMi	CMin
*16	Capricornus	Javac	Cap	Capr
*17	Carina	Trup (broda)	Car	Cari
18	Cassiopeia	Kasiopeja	Cas	Cass
*19	Centaurus	Kentaur	Cent	Cent
20	Cepheus	Cefej	Cep	Ceph
21	Cetus	Kit	Cet	Ceti
*22	Chamaeleon	Kameleon	Cha	Cham
*23	Circinus	Sestar	Cir	Circ
*24	Columba	Golub	Col	Colm
25	Coma Berenices	Kosa Berenikina	Com	Coma
*26	Corona Australis	Južna Kruna	CrA	CorA
27	Corona Borealis	Sjeverna Kruna	CrB	CorB
*28	Corvus	Gavran	Crv	Corv
*29	Crater	Vré	CrI	Crat
*30	Crux	Križ (južni)	Cru	Cruc
31	Cygnus	Labud	Cyg	Cygn
32	Delphinus	Dupin	Del	Dlph
*33	Dorado	Zlatna riba	Dor	Dora
34	Draco	Zmaj	Dra	Drac
35	Equuleus	Zdrijebo	Equ	Equl
36	Eridanus	Eridan (rijeka)	Eri	Erid
*37	Fornax	Kemijska peć	For	Forn
38	Gemini	Blizanci	Gem	Gemi
*39	Grus	Zdral	Gru	Grus
40	Hercules	Herkul	Her	Herc
*41	Horologium	Ura njihalica	Hor	Horo
42	Hydra	Hidra (zeuska)	Hya	Hyda
*43	Hydrus	Hidra (muška)	Hyi	Hydi
*44	Indus	Indijska ptica	Ind	Indi

## POPIS ZVIJEZDA

Red. br.	Ime zvijezda		Pokrata	
	latinsko	hrvatsko	sa 3 slova	sa 4 slova
45	Lacerta	Gušterica	Lac	Lact
46	Leo	Lav	Leo	Leon
47	Leo Minor	Mali lav	LMi	LMin
*48	Lepus	Zec	Lep	Leps
*49	Libra	Vaga	Lib	Libr
*50	Lupus	Vuk	Lup	Lupi
51	Lynx	Ris	Lyn	Lync
52	Lyra	Lira	Lyr	Lyra
*53	Mensa	Stol (brijeg)	Men	Mens
*54	Microscopium	Mikroskop	Mic	Micr
55	Monoceros	Jednorog	Mon	Mono
*56	Musca	Muha	Mus	Musc
*57	Norma	Mjerilo	Nor	Norm
*58	Octans	Oktant	Oct	Octa
59	Ophiuchus	Začionosac	Oph	Ophi
60	Orion	Orion	Ori	Orio
*61	Pavo	Paun	Pav	Pavo
62	Pegasus	Pegaz	Peg	Pegs
63	Perseus	Perzej	Per	Pers
*64	Phoenix	Feniks	Phc	Phoe
*65	Pictor	Slikar	Pic	Pisc
66	Pisces	Ribe	Psc	Pict
*67	Piscis Austrinus	Južna riba	PSA	PscA
*68	Puppis	Krma (broda)	Pup	Pupp
*69	Pyxis	Kompas (broda)	Pyx	Pyxi
*70	Reticulum	Mrežica	Ret	Reti
71	Sagitta	Strelica	Sgr	Sgte
*72	Sagittarius	Strijelac	Sgr	Sgtr
*73	Scorpius	Skorpiou	Ser	Seor
*74	Sculptor	Kipar	Scl	Scul
*75	Scutum	Štit	Set	Scut
76	Serpens	Zmija	Ser	Serp
77	Sextans	Sekstant	Sex	Sext
78	Taurus	Bik	Tau	Taur
*79	Telescopium	Dalekozor	Tel	Tele
80	Triangulum	Trokut	Tri	Tria
*81	Triangulum Australe	Južni trokut	TrA	TrAu
*82	Tucana	Tukan	Tuc	Tuen
83	Ursa Major	Veliki medvjed	UMa	UMaj
84	Ursa Minor	Mali medvjed	UMi	UMin
*85	Vela	Jedra (broda)	Vel	Vela
86	Virgo	Djeвица	Vir	Virg
*87	Volans	Letiriba	Vol	Vola
*88	Vulpecula	Listica	Vul	Vulp

NAJBLIŽE ZVIJEZDE  
do daljine 5 parseka (oko 1 mil. astr. jed.)

Red. br.	Oznaka zvijezde	Položaj 1900 <sup>o</sup>		Veličina		Absolutni sjaj $\Theta = 1$	Spekt. tip	Paralaksa svjet.	Daljina god. svjet.	Vla- stito gibanje	Napomena
		Rektas- cenzija	Dekli- nacija	Pri- vidna	Apso- lutna						
1	Proxima Centauri	h m	° ' "	m	M		M	"	4.27	"	Udaljeni pratilac od $\alpha$ Centauri
2	$\alpha$ Centauri A	14 22.8	-62 15	11	+15.4	0.00006	G0	0.782 ± 5	4.27	3.85	} P=80 god. d = 23.3 astr. jed.
3	$\alpha$ Centauri B	14 32.8	-60 25	0.3	+ 4.7	1.15	K5	0.756 7	4.30	3.70	
4	Luyten 726-8 AB	14 32.8	-60 25	1.7	+ 6.1	0.32	M6e	0.756 7	4.30	3.70	} d=1.75 P=117 <sup>o</sup> Harv. Assoc. Circ. 990-1949. Tamni pratilac 1937. nađena
5	Barnard = CC 1069	(1 36.4	-18 13)	11.9	+15.7	(0.000043)	Mb	0.56 7	5.8	3.37	
6	Luyten 789-6	17 52.9	+ 4 25	9.7	+13.4	0.00038	—	0.545 3	5.93	10.30	
7	Wolf 359=CC 600	22 30	-15 42	11.3	+18	0.000055	M6e	0.53	6.15	3.27	
8	Lalande 21185	10 51.6	+ 7 37	13.5	+16.5	0.000022	Mb	0.403 10	8.08	4.67	} Tamni pratilac
9	$\alpha$ CMaj A=Sirius A	10 57.9	+36 38	7.6	+10.5	0.0655	A0	0.388 6	8.40	4.78	
10	$\alpha$ CMaj B=Sirius B	6 40.7	-16 35	-1.6	+ 1.2	28.9	F5	0.373 2	8.73	1.32	} P=51 god.
11	Ross 154	6 40.7	-16 35	7.1	+ 9.9	0.0006	M4e	0.373 2	8.73	1.32	
12	Innes = CC 624	—	—	10.7	+13.7	0.00033	—	0.350 6	9.3	0.68	
13	CC 1445 = Ross 248	11 12.0	-57 2	12	+11.7	0.00011	M6	0.310 20	9.59	2.69	
14	$\epsilon$ Eridani = PGO 811	23 37.0	+43 39	12	+15	0.000087	K0	0.305 7	10.68	0.97	
15	61 Cygni A	3 28.0	- 9 48	3.8	+ 6.2	0.29	K5	0.299 3	10.88	5.22	} d=23" (Bessel 1838.)
16	61 Cygni B	21 2.4	+38 15	5.6	+ 8.0	0.655	M0	0.299 3	10.88	5.22	
17	$\tau$ Ceti = PGC 391	1 39.4	-16 28	3.6	+ 6.0	0.35	K0	0.208 6	10.94	1.92	
18	$\alpha$ OMin A = Procyon A	7 34.1	+ 5 29	0.5	+ 2.8	6.6	F5	0.291 4	11.20	1.25	} P=10 god.
19	$\alpha$ OMin B = Procyon B	7 34.1	+ 5 29	14	+16.3	0.00026	F	0.291 4	11.20	1.25	
20	$\epsilon$ Indi = PGC 5654	21 55.7	-57 12	4.7	+ 7.0	0.14	K5	0.288 6	11.27	4.67	
21	Groombridge 34 A = $\gamma$ Cin	0 12.7	+43 27	8.1	+10.4	0.0060	Ma	0.284 5	11.42	2.91	
22	Groombridge 34 B $\beta$ 5	0 12.7	+43 27	10.6	+12.9	0.00060	M5	0.284 5	11.42	2.91	} d=39"

Red. br.	Oznaka zvijezde	Položaj 1900 <sup>o</sup>		Veličina		Absolutni sjaj $\Theta = 1$	Spekt. tip	Paralaksa svjet.	Daljina god. svjet.	Vla- stito gibanje	Napomena
		Rektas- cenzija	Dekli- nacija	Pri- vidna	Apso- lutna						
23	$\Sigma$ 2398 A = Cin 2456 A	18 41.7	+59 29	8.8	+11.0	0.0035	M5 (M5)	0.282 4	11.53	2.29	} d=17"
24	$\Sigma$ 2398 B = Cin 2456 B	18 41.7	+59 29	9.2	+11.4	0.0024	Map	0.282 4	11.53	2.29	
25	Lacaille 9352 = Cin 3014	22 59.4	-36 26	7.4	+ 9.7	0.011	—	0.278 6	11.66	6.87	} Tamni pratilac
26	Luyten = BD+5 <sup>o</sup> 1068	7 22.4	+ 5 32	11.5	+13.6	0.00032	K2	0.268 10	12.16	3.76	
27	Kapteyn = Cin 675	5 7.7	-44 59	9.2	+11.3	0.0026	—	0.262 6	12.44	8.70	} P=44 god.
28	Ross 614 = CC 390	6 24.3	- 2 44	11.0	+13.0	0.00055	Map	0.257 7	12.64	0.97	
29	Lacaille 8760	21 11.4	-39 15	6.6	+ 8.6	0.032	Mb	0.258 8	12.68	3.46	
30	Krüger 60 A	22 24.4	+57 12	9.3	+11.3	0.0026	M4	0.256 4	12.73	0.87	
31	Krüger 60 B	22 24.4	+57 12	10.8	+12.8	0.00066	Mb	0.256 4	12.73	0.87	
32	BD -1294523 = CC 935	16 24.7	-12 25	9.5	+11.5	0.0022	Mb	0.255 5	12.76	1.24	
33	Van Maanen = CC 58	0 43.9	+ 4 55	12.3	+14.2	0.00018	F0	0.243 6	13.42	2.98	
34	Ross 780 = CC 1387	22 47.9	-14 47	9.5	+11.3	0.0026	—	0.231 12	14.11	1.12	
35	OD -46 <sup>o</sup> 11540 = CC 1038	17 21.1	-46 47	9.4	+11.1	0.0029	—	0.225 6	14.49	1.15	
36	OD -37 <sup>o</sup> 1549 = Cin 3161	23 59.5	-37 51	8.3	+10.0	0.0087	K5	0.222 7	14.68	6.09	
37	Groombridge 1618 = Cin 1218	10 5.3	+49 58	6.8	+ 8.5	0.035	K5p	0.218 8	14.95	1.45	
38	BD +68 <sup>o</sup> 946 = Cin 2354	17 37.0	+68 26	9.2	+10.8	0.0042	Mb	0.212 5	15.38	1.31	
39	CD -44 <sup>o</sup> 1909 = CC 1046	17 29.8	-44 14	10.0	+11.6	0.0020	—	0.210 5	15.52	1.14	
40	$\alpha$ Aquilae = Altair	19 45.9	+ 8 36	0.9	+ 2.5	8.7	A5	0.207 5	15.75	0.06	
41	BD +43 <sup>o</sup> 4305 = CC 1382	22 42.5	+43 49	10.2	+11.8	0.00017	M5e	0.207 7	15.75	0.84	
42	CD -46 <sup>o</sup> 13515 = CC 1290	21 26.9	-49 26	8.6	+10.2	0.0072	Ma	0.207 10	15.75	0.78	
43	$\delta^*$ Eridani A	4 10.7	- 7 49	4.5	+ 6.0	0.35	G5	0.202 3	16.14	4.08	
44	$\delta^*$ Eridani B	4 10.7	- 7 49	9.2	+10.7	0.0046	A	0.202 3	16.14	4.08	
45	$\delta^*$ Eridani C	4 10.7	- 7 49	11.0	+12.5	0.00087	M6e	0.202 3	16.14	4.08	

( ) je položaj za 1950<sup>o</sup>

PETNAEST NAJSJAJNIJIH ZVIJEZDA

(do — 30<sup>o</sup> južne deklinacije)

Red. br.	I. M. E.	Oznaka	Veličina		Apsolutni sjaj $\odot = 1$	Para- laksu	Udaljenost u god. svjetlosti	Vla- stilo gibanje	B z i r a km/sec		Spektr. tip
			Pravidna	Apsolutna					trans.	rad.	
1	Sirius	$\alpha$ CMa	m -1.58	M +1.3	20	0.373	87	1.320	17	-8	A0
2	Vega	$\alpha$ Lyr	+0.14	+0.5	33	0.122	26.9	0.315	13	-14	A0
3	Capella	$\alpha$ Aur	0.21	-0.5	112	0.071	45.9	0.139	29	+30	G0
4	Arcturus	$\alpha$ Boo	0.21	-0.1	96	0.085	38.3	2.287	127	-5	K0
5	Rigel	$\beta$ Ori	0.31	-5.8	18 000	0.006	513.3	0.005	1	+23	B8
6	Procyon	$\alpha$ CMi	0.48	+2.8	7	0.291	11.2	1.250	26	-3	F5
7	Altair	$\alpha$ Aql	0.89	+2.5	9	0.207	15.7	0.659	15	-26	A5
8	Betelgeuze	$\alpha$ Ori	(0.92)	-3.9	3 000	0.011	206.3	0.032	14	+21	Ma
9	Aldebaran	$\alpha$ Tau	1.06	-0.6	156	0.016	70.9	0.205	21	+55	K5
10	Pollux	$\beta$ Gem	1.21	+1.2	29	0.102	32.0	0.621	29	+3	K0
11	Spica	$\alpha$ Vir	1.21	-3.6	2 350	0.011	206.3	0.051	22	+2	B2
12	Antares	$\alpha$ Sco	1.23	-1.5	350	0.028	116.1	0.652	5	-3	M0
13	Fomalhaut	$\alpha$ Psc	1.29	+1.9	15	0.130	25.1	0.366	13	+7	A3
14	Deneb	$\alpha$ Cyg	1.33	-4.2	3 100	(0.008)	(107.5)	0.001	2	-4	A2
15	Regulus	$\alpha$ Leo	1.34	-0.6	151	0.041	79.5	0.241	28	+3	B8

ZVIJEZDE SA NAJVEĆIM VLASTITIM GIBANJEM

Redni broj	Oznaka zvijezde	Pravidna veličina	Položaj 1900 <sup>0</sup>		Paralaksa	Vlastito gibanje	Pozeloni kut
			Rektascenzija	Deklinacija			
1	Barnard	m 9.7	h 17 32.9	+ 4 25	0.545	10.296	356
2	Kapteyn	9.2	5 7.7	-44 59	0.262	8.790	131
3	Groombridge 1830	6.5	11 47.2	+ 38 26	0.107	7.031	106
4	Lacaille 9352	7.4	22 59.4	-36 26	0.278	6.874	79
5	Cin 3161	8.3	23 59.5	-37 51	0.222	6.000	113
6	CC 462 = Ross 619	(14.4)	8 6.5	+ 9 10	0.154	3.40	167
7	61 Cygni	5.6	21 2.4	+ 38 15	0.299	3.216	52
8	Lalande 21185	7.6	10 57.9	+ 36 38	0.388	4.773	187
9	e Indi	4.7	21 55.7	-57 12	0.288	4.674	125
10	Wolf 359	13.5	10 31.6	+ 7 37	0.403	4.67	235
11	Lalande 21258	8.6	11 0.5	+ 44 2	0.115	4.513	282
12	$\alpha$ Eridani	4.5	1 10.7	- 7 40	0.202	4.078	213
13	CO 791 = Wolf 489	(15.2)	13 31.8	+ 4 13	0.130	3.94	252
14	Proxima Centauri	11.0	14 22.8	-82 15	0.762	3.85	283
15	$\mu$ Cassiopeae	5.3	1 1.6	+ 51 26	0.130	3.781	115
16	Luyten	11.5	7 22.4	+ 5 32	0.268	3.76	171
17	$\alpha$ Centauri	0.3	14 32.8	-60 23	0.756	3.698	281
18	Cin 2019	9.4	15 4.7	-15 54	0.040	3.68	196
19	Lacaille 8760	6.6	21 11.4	-39 15	0.257	3.459	251
20	Luyten 724-8	11.9	( 1 36.4	-18 13)	0.56	3.37	—

( ) je položaj za 1950<sup>0</sup>



ZVIJEZDE SA NAJVEĆIM RADIJALNIM GIBANJEM

Redni broj	Oznaka zvijezde	Prividna veličina	Spektralni tip	Položaj 1900 <sup>o</sup>			Gibanje	
				Rektascenzija		Deklinacija	Vlastito	Radijalno km/sec
				h m	s	°	"/	"/
1	α Cen 560	m 8 <sup>o</sup> 9	A8	4 8 <sup>o</sup> 6	+22 6	0 <sup>o</sup> 54	—	+338
2	β Cen 2018	9 <sup>o</sup> 9	G5	15 4 <sup>o</sup> 7	-15 53	3 <sup>o</sup> 68	—	+306
3	γ Libr	var.	M2e	15 15 <sup>o</sup> 6	-20 2	0 <sup>o</sup> 20	—	+295
4	δ Cen 2019	9 <sup>o</sup> 4	G0	15 4 <sup>o</sup> 7	-15 54	3 <sup>o</sup> 68	—	+290
5	ε Car	var.	Md	10 6 <sup>o</sup> 2	-61 4	0 <sup>o</sup> 11	—	+289
6	ζ Kapteyn	9 <sup>o</sup> 2	K2	5 7 <sup>o</sup> 7	-41 50	8 <sup>o</sup> 75	—	+242
7	η Van Maanen	12 <sup>o</sup> 3	F3	0 43 <sup>o</sup> 9	+4 55	2 <sup>o</sup> 98	—	+238
8	θ Cen 1666	8 <sup>o</sup> 2	F4	12 56 <sup>o</sup> 1	-26 50	0 <sup>o</sup> 54	—	+226
9	ι R Pict	var.	Md	4 43 <sup>o</sup> 5	-49 26	0 <sup>o</sup> 07	—	+208
10	κ A. 9. Wash. 3198	9 <sup>o</sup> 4	A7	8 36 <sup>o</sup> 1	-15 59	0 <sup>o</sup> 56	—	+200
11	λ RZ Lyra	var.	A2	18 39 <sup>o</sup> 9	+32 42	—	—	-220
12	μ BD + 23 <sup>o</sup> 123	8 <sup>o</sup> 8	B3	0 48 <sup>o</sup> 9	+23 32	0 <sup>o</sup> 15	—	-234
13	ν Cen 2348	9 <sup>o</sup> 1	F0	17 33 <sup>o</sup> 9	+18 37	0 <sup>o</sup> 28	—	-210
14	ξ Cen 935	8 <sup>o</sup> 2	F7	7 47 <sup>o</sup> 2	+30 55	1 <sup>o</sup> 96	—	-212
15	ζ Cen 149	7 <sup>o</sup> 8	F5	1 3 <sup>o</sup> 3	+61 1	0 <sup>o</sup> 64	—	-225
16	η Luyten 673	11 <sup>o</sup> 3	A	21 41 <sup>o</sup> 0	+43 51	0 <sup>o</sup> 64	—	-354
17	θ VX Herc	var.	A3	16 26 <sup>o</sup> 2	+18 36	—	—	-380
18	ι BD + 20 <sup>o</sup> 5071	8 <sup>o</sup> 8	R3	21 59 <sup>o</sup> 7	+20 34	0 <sup>o</sup> 02	—	-383

PETNAEST NAJSJAJNIJIH DVOJNIH ZVIJEZDA

Red. br.	Oznaka zvijezde	Položaj 1950 <sup>o</sup>		Prividna veličina, spektar, boja		Pozicioni kut	Daljina komponenta	Epoha	Period	Broj zvijezde u katalogu Struve
		α	δ	Glavna zvijezda	Pratilac					
		h m	s	m	m					
1	η Cass	0 47	+57 <sup>o</sup> 5	3 <sup>o</sup> 6 F8 žuta	m 7 <sup>o</sup> 6 M1 crv.	267 <sup>o</sup> 6	8 <sup>o</sup> 06	1920 <sup>o</sup> 8	god 500	Σ 60
2	γ Arie	1 50	+19 <sup>o</sup> 6	4 <sup>o</sup> 7 A0 bij.	4 <sup>o</sup> 8 B9 zel.	359 <sup>o</sup> 6	8 <sup>o</sup> 35	1924 <sup>o</sup> 7	—	180
3	γ Andr	2 01	+42 <sup>o</sup> 1	2 <sup>o</sup> 3 K0 žuta	5 <sup>o</sup> 1 A0 zel.	62 <sup>o</sup> 9	10 <sup>o</sup> 01	1925 <sup>o</sup> 1	—	205
4	γ Ceti	2 40	+3 <sup>o</sup> 0	3 <sup>o</sup> 6 A2	6 <sup>o</sup> 8 F3	292 <sup>o</sup> 4	3 <sup>o</sup> 05	1926 <sup>o</sup> 1	—	299
5	θ Auri	5 56	+37 <sup>o</sup> 2	2 <sup>o</sup> 7 A0	7 <sup>o</sup> 5	331 <sup>o</sup> 0	2 <sup>o</sup> 81	1924 <sup>o</sup> 3	—	—
6	α Gemi	7 31	+32 <sup>o</sup> 6	2 <sup>o</sup> 6 A2	2 <sup>o</sup> 8 A2	212 <sup>o</sup> 6	4 <sup>o</sup> 58	1926 <sup>o</sup> 2	306	1110
7	γ Leon	10 17	+29 <sup>o</sup> 1	2 <sup>o</sup> 6 K0	3 <sup>o</sup> 8 G5	118 <sup>o</sup> 3	3 <sup>o</sup> 94	1925 <sup>o</sup> 4	407	1424
8	γ Virg	12 39	-1 <sup>o</sup> 2	3 <sup>o</sup> 7 F0	3 <sup>o</sup> 7 F0	326 <sup>o</sup> 8	5 <sup>o</sup> 92	1925 <sup>o</sup> 8	180	1670
9	ξ UMa	13 22	+35 <sup>o</sup> 2	2 <sup>o</sup> 1 A2	4 <sup>o</sup> 0 A2	150 <sup>o</sup> 0	14 <sup>o</sup> 51	1925 <sup>o</sup> 2	—	1714
10	ε Boot	14 43	+27 <sup>o</sup> 3	2 <sup>o</sup> 7 K0 žuta	5 <sup>o</sup> 1 A0 zel.	333 <sup>o</sup> 3	2 <sup>o</sup> 87	1926 <sup>o</sup> 1	—	1877
11	α Herc	17 12	+14 <sup>o</sup> 5	3 <sup>o</sup> 5 M5 nar.	5 <sup>o</sup> 4 F9 zel.	111 <sup>o</sup> 0	4 <sup>o</sup> 62	1926 <sup>o</sup> 0	—	2140
12	ε <sub>1</sub> ε <sub>2</sub> Lyra	18 43	+39 <sup>o</sup> 6	5 <sup>o</sup> 1 A3; 5 <sup>o</sup> 1 A5	6 <sup>o</sup> 0 A3; 5 <sup>o</sup> 4 A5	61; 117 <sup>o</sup> 3	3 <sup>o</sup> 18; 2 <sup>o</sup> 64	1926 <sup>o</sup> 7	—	2382; 2983
13	β Cygn	19 29	+27 <sup>o</sup> 9	3 <sup>o</sup> 2 K0 žuta	5 <sup>o</sup> 4 B9 mod.	54 <sup>o</sup> 7	34 <sup>o</sup> 56	1924 <sup>o</sup> 6	—	1 43
14	ε Drae	19 49	+70 <sup>o</sup> 1	4 <sup>o</sup> 0 G2	7 <sup>o</sup> 6 F5	11 <sup>o</sup> 9	3 <sup>o</sup> 26	1926 <sup>o</sup> 5	—	2603
15	γ Diph	20 44	+15 <sup>o</sup> 9	4 <sup>o</sup> 5 K2 žuta	5 <sup>o</sup> 5 F6 zel.	269 <sup>o</sup> 9	10 <sup>o</sup> 63	1924 <sup>o</sup> 7	—	—

EKLIPSNE PROMJENLJIVE ZVIJEZDE

Red. br.	Oznaka zviježde	Položaj 1950°0		Spektar	Pri-vidna veličina	Promjena sjaja		Trajanje eklipse	Period u danima P	Otkrivenje promjenjivosti
		Rektascenzija	Deklina-cija			Glav. min.	Drugi min.			
1	YZ Cass	h 0 41.6	+74 43	A3	m 5.7	m 0.1	0.1	h 7.8	d 4.4672	—
2	β Pers	3 1.9	+40 46	B8	2.2	1.3	—	h 9.8	2.8673	Montanari 1807
3	λ Aur	3 37.7	+12 21	B3	3.8	0.4	—	h 14	3.9530	Baxendell 1848
4	ε Aur	4 57.8	+48 45	F2p	3.2	0.7	—	7.1 dana	9883	Fritsch 1821
5	ζ Aur	4 58.7	+41 00	K5+Bse	4.9	0.5	—	395 dana	972	Christie 1935
6	VV Ori	5 30.6	— 1 12	B2	5.3	0.4	0.1	—	1.1854	Miller Barr 1903
7	RR Lyr	6 21.9	+56 19	A6	5.6	0.4	0.2	h 10	9.9150	—
8	WV Aur	6 28.8	+32 30	A7	5.6	0.6	0.5	h 6.4	2.5250	Schwab 1918
9	R CMaj	7 16.5	—16 17	A9	5.3	0.6	0.1	h 11	1.1359	Sawyer 1887
10	ξ Libr	11 57.7	— 8 19	A1	4.8	1.1	0.1	h 13	2.3273	Schmidt 1895
11	U Ophi	17 13.6	+ 1 16	B5	5.7	0.7	0.6	h 7.7	1.6773	Gould 1871
12	u Hete	17 15.6	+33 09	B3	4.6	0.7	0.3	—	2.0510	Schmidt 1869
13	β Lyr	18 47.5	+33 19	B2p	3.4	0.9	0.4	—	12.9296	Goodricke 1784
14	VV Cep	21 55.3	+63 22	M2+B9e	6.6	0.8	—	450 dana	7430	McLaughlin 1936

MINIMA ALGOLA (β PERSEI) 1950

Satovi srednje-evropskog vremena

Dan	Satovi srednje-evropskog vremena											Dan	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
1	h m 21 14	h m 10 22	h m 2 26	h m 15 24	h m 7 29	h m 20 26	h m 12 46	h m 1 38	h m 11 41	h m 7 46	h m 19 43	h m —	1
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
5	h m 15 02	h m 7 00	h m 23 19	h m 12 17	h m 17 19	h m 17 19	h m 9 24	h m 22 22	h m 11 39	h m 3 38	h m 16 36	h m —	5
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
7	h m 14 55	h m 3 53	h m 19 58	h m 8 55	h m 14 12	h m 14 12	h m 3 17	h m 19 14	h m 8 12	h m 0 17	h m 13 14	h m —	7
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
9	h m 11 18	h m —	h m —	h m 8 55	h m —	h m —	h m 3 10	h m 16 07	h m —	h m 21 10	h m 10 07	h m —	9
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
11	—	h m 0 46	h m 16 50	h m 5 48	h m 10 30	h m 10 30	h m 53 48	h m —	h m 5 03	h m —	h m —	h m —	11
12	h m 8 26	h m 21 24	h m 13 43	h m —	h m —	h m —	h m —	h m 13 09	h m —	h m 18 02	h m 7 00	h m —	12
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
15	h m 5 19	h m 18 17	h m 10 22	h m 23 31	h m 4 30	h m 4 30	h m 20 41	h m 9 38	h m 22 36	h m 11 55	h m 3 53	h m —	15
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17
18	h m 2 12	h m 15 10	h m 7 14	h m 20 12	h m 1 29	h m 1 29	h m 17 34	h m 6 31	h m 19 39	h m 11 34	h m 0 31	h m —	18
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
21	h m 23 05	h m 12 02	h m 4 07	h m 17 05	h m 22 07	h m 22 07	h m 14 26	h m 3 24	h m 16 22	h m 8 26	h m 21 24	h m —	21
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22
23	h m 19 43	h m —	h m 8 41	h m —	h m —	h m —	h m 11 05	h m 0 02	h m 13 00	h m 5 19	h m 18 17	h m —	23
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
26	h m 16 36	h m —	h m 0 00	h m 18 58	h m —	h m —	h m 7 58	h m 20 55	h m 9 53	h m 2 12	h m 15 10	h m —	26
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28
29	h m 13 29	h m 5 34	h m 21 38	h m 10 36	h m 23 48	h m 23 48	h m 4 50	h m 17 48	h m —	h m 22 50	h m 11 48	h m —	29
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
31	—	—	h m 18 31	h m —	h m —	h m —	h m —	h m —	h m —	h m —	h m —	h m —	31

SJAJNIJE KRATKOPERIODIČNE PROMJENLJIVE ZVIJEZDE

(sjajnije cefeide)

Redni br.	Oznaka zviijezde	Položaj 1950 <sup>0</sup>		Spektar	Prividna veličina maksimuma	Promjena sjaja $\Delta m$	Period promjene P	Otkriće promjenljivosti
		Rektascenzija	Deklinacija					
1	T Mono	h m 6 22 <sup>5</sup>	+ 7° 07'	F8-K0	m 5.8	m 1.0	d 27.0095	Gould 1871
2	RT Ari	6 25.3	+ 30 32	F1-G5	5.4	1.2	3.7283	Ashbury 1905
3	5 Gemi	7 01.1	+ 20 39	cG1	3.7	0.4	10.1335	Schmidt 1817
4	U Mono	7 28.4	- 9 40	G5-K2	5.6	1.7	92.26	Gould 1873
5	RR Lyra	19 23.8	+ 42 42	B9-F2	7.2	0.7	0.5668	—
6	q Aql	19 49.9	+ 0 53	F2-G9	3.7	0.7	7.1765	Pigott 1784
7	S Sgr	19 53.3	+ 16 31	F8-G7	5.8	1.0	8.3816	Gose 1885
8	T Vulp	20 49.4	+ 28 03	F3-G5	5.5	0.8	4.1326	Sawyer 1885
9	δ Cep	22 27.4	+ 58 09	F4-G6	3.6	0.7	5.3661	Goodricke 1787

SJAJNIJE DUGOPERIODIČNE PROMJENLJIVE ZVIJEZDE

Redni br.	Oznaka zviijezde	Položaj 1950 <sup>0</sup>		Spektar	Prividna veličina maksimuma	Promjena sjaja $\Delta m$	Period promjene P	Otkriće promjenljivosti
		Rektascenzija	Deklinacija					
1	o Ceti (Mira)	h m 2 16.8	- 3° 13'	M5e	m 2.0	m 3.1	d 331.8	Fabricius 1596
2	R Tri	2 34.0	+ 34 01	M6c	5.3	6.7	365.6	Fleming 1890
3	U Ori	5 52.8	+ 29 10	M8e	5.4	6.8	376.9	Gose 1885
4	R Leon	9 44.8	+ 11 40	M8e	5.0	5.5	308.7	Koch 1782
5	R UMaJ	10 41.2	+ 69 02	M4e	6.0	7.3	301	Pogson 1853
6	T UMaJ	12 34.2	+ 59 46	M4e	5.5	7.7	259	Bonn 1800
7	R Hyda	13 26.9	- 22 56	M7e	3.5	6.4	415	Maraldi 1704
8	R Boot	14 34.9	+ 29 58	M4e	6.0	6.8	226	Argelander 1853
9	R Serp	15 48.4	+ 15 18	M7e	5.6	7.9	319	Harding 1826
10	S Herc	16 49.6	+ 15 02	M6e	6.2	6.4	314	Schönfeld 1876

SJAJNIJE NEPRAVILNE PROMJENLJIVE ZVIJEZDE

Redni br.	Oznaka zviijezde	Položaj 19500		Spektar	Prividna veličina		Period	Otkriće promjenljivosti
		Rektascenzija	Deklinacija		Maksimum	Minimum		
1	$\alpha$ Cass	h m 0 37.7	+ 56° 16'	G8	m 2.1	m 2.6	d 910 (3)	Birt 1881
2	$\rho$ Pers	3 02.5	+ 38 39	M6	3.2	4.1		Schmidt 1854
3	$\alpha$ Orio	5 52.4	+ 7 24	M2	0.1	1.2		J. Herschel 1840
4	$\eta$ Gemi	6 11.9	+ 22 32	M2	3.2	4.2		Schmidt 1865
5	$\epsilon$ S Cass	9 07.6	+ 31 11	M6	5.3	6.8	239 (3)	Pickering 1903
6	$\epsilon$ Cor B	15 40.5	+ 28 18	cG0ep	5.8	13.8	100.2	Pigott 1705
7	$\chi$ Here	16 01.1	+ 47 22	Me	5.8	7.2		Gose 1890
8	$\sigma$ Here	16 20.9	+ 42 00	Mbp	4.4	5.6		Baxendell 1857
9	$\alpha$ Here	17 12.4	+ 14 26	M5	3.1	3.9		Herschel 1795
10	$\alpha$ Serp	18 24.6	+ 0 09	A0p	4.9	5.6		Jendell 1804
11	$\epsilon$ Scuti	18 44.8	— 5 45	K5e	4.5	9		Pigott 1735
12	$\nu$ Cygn	21 34.1	+ 45 10	M4e	5.1	7.6	131	Gose 1885
13	$\mu$ Ceph	21 42.0	+ 58 39	M2	4.0	4.8		Hind 1818
14	$\rho$ Cass	23 51.9	+ 57 13	cGp	4.4	5.1		Wells 1901

SREDNJA MJESTA OSNOVNIH ZVIJEZDA  
za 1950.0 (Jan. 0.923), do —30° deklinacije

Red. br.	Oznaka zviijezde	Ime zviijezde	Prividna veličina < 3.0	Rektascenzija		Godišnje vlastito gibanje	Deklinacija	Godišnje vlastito gibanje
				h m	s			
1	$\alpha$ Andromedae	Sirrah	m 2.15	0 05	17.81	+0.010	+ 28 48 52.1	— 0.16
2	$\beta$ Cassiopeiae	Quaph	2.12	0 06	29.72	+0.008	+ 38 52 26.7	— 0.18
3	$\gamma$ Pegasi	Algenib	2.87	0 10	39.45	0.000	+ 14 51 29.6	— 0.01
4	$\alpha$ Cassiopeiae	Sethr	2.1—2.6	0 37	39.30	+0.006	+ 56 15 48.6	— 0.03
5	$\delta$ Ceti	Diphda	2.21	0 41	04.82	+0.016	— 18 15 38.6	+ 0.04
6	$\gamma$ Cassiopeiae	Cih	1.0—2.3	0 53	40.30	+0.003	+ 60 26 47.4	0.00
7	$\beta$ Andromedae	Mirah	2.37	1 06	55.46	+0.015	+ 35 21 21.6	— 0.11
8	$\delta$ Cassiopeiae	Rucha	2.80	1 22	31.48	+0.040	+ 50 58 34.3	— 0.05
9	$\alpha$ Ursae Minoris	Polaris	2.12	1 48	48.61	+0.178	+ 89 01 43.7	0.00
10	$\beta$ Arietis	Cheratan	2.72	1 51	52.34	+0.007	+ 20 33 52.0	— 0.11
11	$\gamma$ Andromedae	Alamak	2.28	2 00	49.19	+0.004	+ 42 05 27.1	— 0.05
12	$\alpha$ Arietis	Hamal	2.23	2 01	20.92	+0.014	+ 23 13 37.0	— 0.11
13	$\alpha$ Ceti	Menkar	2.82	2 50	39.75	—0.001	+ 3 53 41.2	— 0.07
14	$\beta$ Persci	Algol	2.2—3.5	3 01	51.87	+0.001	+ 10 45 52.5	0.00
15	$\alpha$ Persci	Mirfak	1.90	3 20	41.45	+0.003	+ 40 41 06.0	— 0.01
16	$\eta$ Tauri	Alcyone	2.96	3 41	30.43	+0.002	+ 23 57 07.5	— 0.04
17	$\xi$ Persci	—	2.91	3 50	58.97	+0.001	+ 31 41 12.5	— 0.01
18	$\alpha$ Tauri	Aldebaran	1.06	4 33	02.90	+0.005	+ 16 21 37.5	— 0.19
19	$\iota$ Aurigae	—	2.90	4 53	43.90	0.000	+ 33 05 19.9	— 0.02
20	$\beta$ Eridani	Cursa	2.92	5 05	23.38	—0.006	— 5 05 58.4	— 0.05

Red. br.	Oznaka zvijezde	Ime zvijezde	Prividna veličina < 3 <sup>o</sup>	Reklascenzija	Godišnje vlastito gibanje	Deklinacija	Godišnje vlastito gibanje
21	β Orionis	Rigel	m 0.34	h m s 5 12 08.00	s 0.000	° ' "	" 0.00
22	α Aurigae	Capella	0.21	5 12 50.48	+0.008	+ 45 56 58.1	— 0.42
23	γ Orionis	Bellatrix	1.70	5 22 26.34	-0.001	+ 6 18 21.6	— 0.02
24	β Tauri	Nath	1.78	5 23 07.72	+0.002	+ 28 34 01.7	— 0.18
25	δ Orionis	Mintaka	2.48	5 29 27.02	0.000	— 0 20 01.3	0.00
26	α Leporis	Arneb	2.69	5 30 31.41	0.000	— 17 51 24.1	0.00
27	ι Orionis	—	2.89	5 32 59.14	0.000	— 5 56 28.1	0.00
28	ε Orionis	Alnitam	1.75	5 33 40.48	0.000	— 1 13 56.1	0.00
29	ζ Orionis	Alnilak	2.05	5 38 14.05	0.000	— 1 58 02.9	0.00
30	ξ Orionis	Saiph	2.20	5 45 23.03	0.000	— 9 41 09.4	0.00
31	α Orionis	Betelgeuze	0.1-1.2	5 52 27.82	+0.002	+ 7 23 58.0	+ 0.01
32	β Aurigae	Moukalinan	2.07	5 55 51.59	-0.005	+ 44 56 40.6	0.00
33	θ Aurigae	—	2.71	5 56 18.62	+0.004	+ 37 12 40.0	— 0.08
34	β Canis Majoris	Mirzam	1.99	6 20 29.80	0.000	— 17 55 47.3	0.00
35	γ Geminorum	Alhena	1.93	6 34 49.40	+0.003	+ 16 26 37.3	— 0.04
36	α Canis Majoris	Sirius	1.58	6 42 56.73	-0.037	— 16 38 46.4	— 1.21
37	ε Canis Majoris	Adhara	1.63	6 56 39.60	0.000	— 28 54 10.2	0.00
38	δ Canis Majoris	Vezen	1.98	7 06 21.44	0.000	— 26 18 45.3	0.00
39	η Canis Majoris	—	2.43	7 22 06.97	0.000	— 29 12 15.9	+ 0.01
40	α Geminorum	Castor	1.58	7 31 24.67	-0.014	+ 31 59 59.4	— 0.10
41	α Canis minoris	Procyon	0.48	7 36 41.11	-0.047	+ 5 21 16.6	— 1.03
42	β Geminorum	Pollux	1.21	7 42 15.52	-0.047	+ 28 08 55.1	— 0.05
43	α Hydrae	Alfard	2.16	9 25 07.80	-0.001	— 8 26 27.5	+ 0.03
44	α Leonis	Regulus	1.34	10 05 42.05	-0.017	+ 12 12 44.5	0.00
45	γ Leonis	Algieba	2.61	10 17 13.12	+0.022	+ 20 05 42.6	— 0.15

Red. br.	Oznaka zvijezde	Ime zvijezde	Prividna veličina < 3 <sup>o</sup>	Reklascenzija	Godišnje vlastito gibanje	Deklinacija	Godišnje vlastito gibanje
46	β Ursae Majoris	Merak	m 2.44	h m s 10 58 50.24	+ 0.010	° ' "	" 0.03
47	α Ursae Majoris	Dubhe	1.95	11 00 39.53	-0.017	+ 56 39 03.0	+ 0.03
48	δ Leonis	Zosma	2.58	11 11 27.09	+ 0.010	+ 62 01 16.8	-0.07
49	β Leonis	Denebola	2.23	11 46 30.61	-0.034	+ 20 47 52.6	-0.14
50	γ Ursae Majoris	Phecda	3.54	11 51 12.56	+ 0.010	+ 14 51 05.8	-0.12
51	ε Ursae Majoris	Alioth	1.68	12 51 50.10	+ 0.013	+ 53 58 22.0	+ 0.01
52	α Canum Venatic.	Cor Caroli	2.90	12 53 41.48	-0.020	+ 56 13 51.3	-0.01
53	ε Virginis	Vindemiatrix	2.95	12 59 41.21	+ 0.019	+ 38 35 16.7	+ 0.05
54	ζ Ursae Majoris	Mizar	2.40	13 21 54.92	+ 0.014	+ 11 13 39.0	+ 0.02
55	α Virginis	Spica	1.21	13 22 33.31	-0.003	+ 55 11 09.5	-0.02
56	η Ursae Majoris	Benetnaš	1.91	13 45 34.31	-0.013	— 10 54 03.4	-0.03
57	η Bootis	Muphrid	2.80	13 52 18.18	-0.004	+ 49 33 44.1	-0.01
58	α Bootis	Arcturus	0.24	14 13 22.76	-0.078	+ 18 38 51.3	-0.36
59	ε Bootis	Izar	2.70	14 42 48.14	-0.004	+ 19 26 31.0	-2.00
60	α Librae	Zuben el Genubi	2.90	14 48 06.45	-0.007	+ 27 17 02.6	+ 0.02
61	β Ursae minoris	Kohab	2.24	14 50 49.65	-0.008	— 15 50 00.6	-0.07
62	β Librae	Zuben el Chamali	2.74	15 14 18.73	-0.007	+ 71 21 35.5	+ 0.01
63	α Coronae Bor.	Gemma	2.21	15 32 34.15	+ 0.009	— 9 11 58.9	-0.02
64	α Serpentis	Unuk	2.75	15 41 48.16	+ 0.009	+ 26 52 54.8	-0.06
65	δ Scorpii	Džuba	2.54	15 57 22.32	0.000	+ 6 34 53.9	+ 0.05
66	β Scorpii	Akrab	2.90	16 02 31.51	0.000	— 22 28 51.6	-0.03
67	η Draconis	—	2.89	16 23 18.48	-0.003	— 19 40 12.6	-0.02
68	α Scorpii	Antares	1.22	16 26 20.25	-0.000	+ 61 37 37.1	+ 0.06
69	β Herculis	Korneforos	2.81	16 28 04.10	-0.007	— 26 19 22.0	-0.02
70	τ Scorpii	—	2.91	16 32 45.90	0.000	+ 21 35 50.2	-0.02

Red. br.	Oznaka zvijezde	Ime zvijezde	Prividna veličina < 3 <sup>o</sup>	Rektascenzija	Godišnje vlastito gibanje	Deklinacija	Godišnje vlastito gibanje
71	γ Ophiuchi	—	2.70	h m s 16 31 21.14	+ 0.001	+ 10 28 02.8	+ 0.02
72	η Ophiuchi	Sabik	2.63	17 07 30.16	+ 0.003	- 15 39 33.0	+ 0.09
73	β Draconis	—	2.90	17 29 18.03	- 0.002	+ 52 20 15.7	+ 0.01
74	α Ophiuchi	Ras Alhague	2.14	17 32 36.70	+ 0.008	+ 12 35 41.9	- 0.23
75	β Ophiuchi	—	2.91	17 41 00.94	- 0.003	+ 4 35 11.8	+ 0.16
76	γ Draconis	Etamin	2.42	17 55 26.58	- 0.001	+ 51 29 38.6	- 0.02
77	δ Sagittarii	—	2.81	18 17 47.56	+ 0.003	- 29 51 04.7	- 0.03
78	ζ Sagittarii	—	2.94	18 24 53.03	- 0.003	- 25 27 04.2	- 0.18
79	α Lynce	Vega	0.14	18 35 14.86	+ 0.017	+ 38 41 09.6	+ 0.28
80	σ Sagittarii	Nunki	2.14	18 52 09.62	+ 0.001	- 26 21 38.4	- 0.06
81	γ Aquilae	Tarazed	2.80	19 43 52.90	+ 0.001	+ 10 29 24.5	0.00
82	α Aquilae	Alhair	0.89	19 48 20.58	+ 0.036	+ 8 44 05.8	+ 0.39
83	γ Cygni	—	2.32	20 20 25.93	0.000	+ 40 05 43.5	0.00
84	α Cygni	Denob	1.33	20 39 13.54	0.000	+ 45 06 03.1	0.00
85	ε Cygni	Gienah	2.04	20 44 11.17	+ 0.028	+ 33 46 53.3	+ 0.33
86	α Cephei	Alderamin	2.60	21 17 23.17	+ 0.021	+ 62 22 23.7	+ 0.05
87	ε Pegasi	Enif	2.54	21 41 43.75	+ 0.002	+ 9 38 41.6	0.00
88	α Pegasi Austr.	Fomalhaut	1.29	22 54 53.53	+ 0.025	- 29 53 13.7	- 0.16
89	β Pegasi	Seal	2.61	23 01 20.78	+ 0.014	+ 27 48 10.5	+ 0.14
90	α Pegasi	Markab	2.57	23 02 16.06	+ 0.004	+ 14 36 09.2	- 0.01

KONSTANTE ZA REDUKCIJU, 1950										
Datum 0 h svj. vr.	t	l	z	log g	G	h	log h	H	i	log i
Jan. 1	0.0902	-0.188	8.40	0.9288	17 26.8	20.42	1.3101	23 23.2	-1.42	0.151 n
11	0.0276	-0.070	8.53	0.9307	17 47.9	20.28	1.3070	22 45.4	-2.81	0.499 n
21	0.0559	+0.043	8.69	0.9388	18 07.4	20.05	1.3021	22 06.9	-4.12	0.615 n
31	0.0824	0.147	8.93	0.9610	18 24.6	19.77	1.2961	21 27.5	-5.29	0.7239 n
Feb. 10	0.1097	0.241	9.22	0.9649	18 39.2	19.48	1.2895	20 47.0	-6.36	0.7995 n
20	0.1371	0.325	9.52	0.9788	18 51.5	19.20	1.2832	20 05.4	-7.11	0.8518 n
Mar. 1	0.1618	0.394	9.77	0.9900	19 01.0	18.99	1.2785	19 27.2	-7.85	0.8834 n
11	0.1891	0.465	10.01	1.0004	19 10.6	18.83	1.2749	18 44.2	-8.02	0.9041 n
21	0.2165	0.532	10.19	1.0083	19 19.7	18.73	1.2737	18 00.8	-8.14	0.9109 n
31	0.2439	0.600	10.33	1.0142	19 29.0	18.83	1.2748	17 17.7	-8.03	0.9046 n
Apr. 10	0.2713	0.671	10.44	1.0188	19 39.1	18.93	1.2782	16 35.3	-7.68	0.8851 n
20	0.2986	0.747	10.54	1.0229	19 50.1	19.20	1.2833	15 54.0	-7.10	0.8512 n
30	0.3260	0.830	10.67	1.0280	20 02.1	19.47	1.2894	15 13.9	-6.32	0.8009 n
Maj 10	0.3534	0.923	10.84	1.0351	20 14.9	19.75	1.2957	14 35.2	-5.37	0.7297 n
20	0.3808	1.023	11.09	1.0448	20 28.1	20.02	1.3015	13 57.7	-4.27	0.630 n
30	0.4082	1.131	11.42	1.0575	20 41.0	20.24	1.3062	13 21.2	-3.05	0.484 n
Jun. 9	0.4355	1.244	11.84	1.0734	20 53.1	20.40	1.3095	12 45.6	-1.75	0.243 n
19	0.4629	1.361	12.34	1.0914	21 03.9	20.47	1.3110	12 10.4	-0.40	0.606 n
29	0.4903	1.478	12.92	1.1111	21 13.2	20.45	1.3106	11 35.4	+ 0.95	0.973
Jul. 9	0.5177	1.594	13.53	1.1313	21 20.7	20.34	1.3084	11 00.2	+ 2.28	0.357
19	0.5450	1.705	14.17	1.1513	21 26.7	20.16	1.3045	10 24.4	+ 3.54	0.549
29	0.5724	1.809	14.80	1.1704	21 31.3	19.92	1.2993	9 47.9	+ 4.71	0.6729
Aug. 8	0.5998	1.906	15.41	1.1870	21 34.9	19.65	1.2933	9 10.3	+ 5.75	0.7595
18	0.6272	1.994	15.99	1.2037	21 37.8	19.37	1.2871	8 31.5	+ 6.63	0.8215
28	0.6546	2.075	16.51	1.2177	21 40.2	19.11	1.2813	7 51.4	+ 7.33	0.8650
Sep. 7	0.6819	2.149	16.97	1.2298	21 42.6	18.92	1.2768	7 10.2	+ 7.82	0.8933
17	0.7093	2.218	17.38	1.2402	21 45.2	18.80	1.2742	6 28.1	+ 8.09	0.9081
27	0.7367	2.285	17.76	1.2494	21 48.3	18.78	1.2738	5 45.5	+ 8.13	0.9101
Okt. 7	0.7641	2.354	18.10	1.2578	21 51.9	18.87	1.2758	5 02.8	+ 7.93	0.8993
17	0.7915	2.426	18.45	1.2659	21 56.2	19.05	1.2799	4 20.5	+ 7.49	0.8747
27	0.8188	2.503	18.81	1.2744	22 01.2	19.30	1.2855	3 38.6	+ 6.93	0.8345
Nov. 6	0.8462	2.593	19.22	1.2837	22 06.5	19.59	1.2919	2 58.1	+ 5.96	0.7749
16	0.8736	2.690	19.69	1.2942	22 12.0	19.88	1.2893	2 18.4	+ 4.89	0.6897
26	0.9010	2.797	20.23	1.3060	22 17.4	20.14	1.3040	1 39.6	+ 3.68	0.565
Dec. 6	0.9284	2.911	20.85	1.3190	22 22.4	20.34	1.3083	1 01.6	+ 2.34	0.360
16	0.9557	3.032	21.53	1.3330	22 26.7	20.45	1.3107	0 21.0	+ 0.93	0.967
26	0.9831	+3.154	22.26	1.3475	22 30.1	20.46	1.3110	23 40.6	-0.52	9.714 n
31	0.9968	+3.215	22.93	1.3547	22 31.5	20.43	1.3103	23 27.9	-1.24	0.093 n

## TUMAČ TABLICAMA O ZVIJEZDAMA

1. Prva tablica sadrži popis zvijezda sa latinskim i hrvatskim nazivom, te pokratama: starije sa tri slova, i novije sa četiri slova prema zaključku Internacionalne astronomske unije (IAU) od 1932.

U drugoj tablici su najbliže zvijezde do paralakse  $0''200$  t. j. do daljine od 5 parseka, prema stanju od 1949.

Treću tablicu najsjajnijih zvijezda mogli bismo popuniti do 20 sjajnim zvijezdama južnije od  $-30^\circ$  južne deklinacije, koje se kod nas ne mogu vidjeti:

		m	
1 <sup>a</sup> Canopus	$\alpha$ Cari	-0'86	( $\delta = -52^\circ 40'1$ )
1 <sup>b</sup> Toliman	$\alpha$ Cent	0'06	( $\delta = -60^\circ 37'8$ )
6 <sup>a</sup> Ahernar	$\alpha$ Erid	0'60	( $\delta = -57^\circ 29'4$ )
6 <sup>b</sup> Agena	$\beta$ Cent	0'86	( $\delta = -60^\circ 08'0$ )
8 <sup>a</sup> Acrux	$\alpha$ Cruc	1'05	( $\delta = -62^\circ 49'3$ )

Dalje slijede u četvrtoj do jedanaestoj tablici podaci o osobitim zvijezdama znatnog vlastitog odn. radijalnog gibanja, dvojnim zvijezdama i raznim vrstama promjenljivih zvijezda; napose su prema »Rocznik Astronomiczny Obserwatorium Krakowskiego 1950« navedena minima Algola, koji se može promatrati i prostim okom.

2. *Reductio ad locum apparentem.* U popisu srednjih mjesta osnovnih zvijezda do  $-30^\circ$  deklinacije, sjajnijih od  $3^m0$  veličine, navedene su ekvatorske koordinate  $\alpha_0$ ,  $\delta_0$  za proljetnu točku u času 1950'0, koji pada 0<sup>h</sup>07<sup>m</sup> prije ponoći 1. januara 1950 (Nove godine); u tom času počinje za astronome tropska godina. Osim toga navedeno je za svaku od tih osnovnih zvijezda godišnje vlastito gibanje  $\mu_\alpha$  i  $\mu_\delta$  u rektascenziji i deklinaciji.

Da se prijeđe od srednjega mjesta zvijezde, kako je zabilježeno u tom popisu, na prividno (app.) mjesto zvijezde u nekom času, služimo se postupkom, koji se temelji na Besselovim formulama:

$$\alpha_{app} = \alpha_0 + t \cdot \mu_\alpha + f + \frac{1}{15} g \cdot \sin(G + \alpha_0) \cdot \operatorname{tg} \delta + \frac{1}{15} h \cdot \sin(H + \alpha_0) \operatorname{sec} \delta$$

$$\delta_{app} = \delta_0 + t \cdot \mu_\delta + g \cdot \cos(G + \alpha_0) + h \cdot \cos(H + \alpha_0) \sin \delta + i \cdot \cos \delta,$$

a zove se: *reductio ad locum apparentem* (svodenje na prividno mjesto). Ovdje  $t$  znači vrijeme proteklo od časa 1950'0, izraženo u dijelovima tropske godine, a  $f$   $g$   $h$  i  $g$   $H$  veličine, koje su dane ili same ili svojim logaritmima u tablici. Konstante za redukciju

1950. za svaki deseti dan u mjesecu. Interpolacijom mogu se odatle naći vrijednosti tih veličina za koji drugi dan i čas.

*Primjer:* Neka se srednje mjesto zvijezde  $\alpha$  Lava (Regulus) sa koordinatama za 1950'0:  $\alpha_0 = 10^h 05^m 42^s 865$ ,  $\delta_0 = +12^\circ 12' 44'' 5$ , pretvori u prividno mjesto za datum 19. II. 1950, 0<sup>h</sup> svjetskoga vremena.

$$\begin{array}{ll} G = 18^h 50^m 3 & H = 20^h 09^m 6 \quad (\text{Interpolacijom!}) \\ \alpha_0 = 10^h 05^m 7 & \alpha_0 = 10^h 05^m 7 \quad \delta_0 = +12^\circ 12' 7 \\ \underline{G + \alpha_0 = 28^h 56^m 0} & \underline{H + \alpha_0 = 30^h 15^m 3} \\ = 74^\circ 00' 0 & = 93^\circ 49' 5 \end{array}$$

$\log \operatorname{tg} \delta$	9'3353	$\log \operatorname{sec} \delta$	0'0099
$\log \sin(G + \alpha_0)$	9'9828	$\log \sin(H + \alpha_0)$	9'9990
$\log g$	0'9774	$\log h$	1'2838
$\log g \sin(G + \alpha_0) \operatorname{tg} \delta$	0'2955	$h \sin(H + \alpha_0) \operatorname{sec} \delta$	1'2927
$\log \cos(G + \alpha_0)$	9'4403	$\log \sin \delta$	9'3254
$\log g \cos(G + \alpha_0)$	0'4177	$\log \cos(H + \alpha_0)$	8'8242 n
		$\log h \cos(H + \alpha_0) \sin \delta$	9'4334 n
$\log i$	0'8466 n	$\tau$	0'1344
$\log \cos \delta$	9'9901	$\mu_\alpha$	-0'8017
$\log i \cos \delta$	0'8367 n	$\mu_\delta$	0''00
	$\tau \cdot \mu_\alpha$	$\tau \cdot \mu_\delta$	0''000
	$f$	$g \cdot \cos(G + \alpha_0)$	+ 2'616
$\frac{1}{15} g \cdot \sin(G + \alpha_0) \operatorname{tg} \delta$	+ 0'132	$h \cdot \cos(H + \alpha_0) \cdot \sin \delta$	- 0'271
$\frac{1}{15} h \cdot \sin(H + \alpha_0) \operatorname{sec} \delta$	+ 1'308	$i \cdot \cos \delta$	- 6'866
$\alpha_{app} - \alpha$	+ 1'755	$\delta_{app} - \delta_0$	- 4'52
$\alpha_{app} = 10^h 05^m 44^s 41$		$\delta_{app} = +12^\circ 12' 40'' 0$	

*Napomena:* Ako isporučimo rezultat u ovom primjeru sa podacima velikih astronomskih godišnjaka za prividno mjesto  $\alpha$  Leon za datum 1950. feb. 19'0, vidjet ćemo, da je rezultat točan do uključivo posljednje decimale.

V. POMOĆNE TABLICE



NORMALNA REFRAKCIJA

Visina v	Refrak- cija Ro	v	Ro	v	Ro	v	Ro	v	Ro	v	Ro
0 00	36 38'0	8 00	6 46'8	16 00	3 23'0	24 00	2 14'3	32 00	1 35'92	40	1 11'51
10	34 18'8	10	6 39'1	10	3 24'7	10	2 13'2	10	1 35'30	41	1 09'04
20	32 14'2	20	6 31'7	20	3 22'6	20	2 12'2	20	1 34'69	42	1 06'67
30	30 20'0	30	6 24'6	30	3 20'4	30	2 11'2	30	1 34'09	43	1 04'37
40	28 37'6	40	6 17'7	40	3 18'4	40	2 10'2	40	1 33'49	44	1 02'17
50	27 03'3	50	6 11'0	50	3 16'3	50	2 09'2	50	1 32'90	45	1 00'04
										46	0 57'98
										47	56'00
										48	54'07
1 00	25 37'0	9 00	6 04'5	17 00	3 14'3	25 00	2 08'2	33 00	1 32'31	47	54'07
10	24 17'8	10	5 58'3	10	3 12'4	10	2 07'3	10	1 31'73	49	52'21
20	23 05'1	20	5 52'2	20	3 10'5	20	2 06'4	20	1 31'15		
30	21 58'2	30	5 46'3	30	3 08'6	30	2 05'4	30	1 30'58		
40	20 56'4	40	5 40'6	40	3 06'7	40	2 04'5	40	1 30'01	50	50'40
50	19 59'4	50	5 35'1	50	3 04'9	50	2 03'6	50	1 29'45	51	48'64
										52	46'92
										53	45'26
										54	43'64
2 00	19 06'6	10 00	5 29'8	18 00	3 03'1	26 00	2 02'7	34 00	1 28'89	55	42'06
10	18 17'6	10	5 24'6	10	3 01'3	10	2 01'8	10	1 28'34	56	40'52
20	17 32'1	20	5 19'6	20	2 59'6	20	2 00'9	20	1 27'80	57	39'01
30	16 49'7	30	5 14'7	30	2 57'9	30	2 00'0	30	1 27'26	58	37'54
40	16 10'2	40	5 09'9	40	2 56'2	40	1 59'2	40	1 26'71	59	36'10
50	15 33'3	50	5 05'3	50	2 54'6	50	1 58'3	50	1 26'17		
3 00	14 58'8	11 00	5 00'8	19 00	2 53'0	27 00	1 57'5	35 00	1 25'64	60	34'69
10	14 26'5	10	4 56'4	10	2 51'4	10	1 56'6	10	1 25'12	61	33'31
20	13 56'2	20	4 52'2	20	2 49'8	20	1 55'8	20	1 24'60	62	31'95
30	13 27'7	30	4 48'1	30	2 48'3	30	1 55'0	30	1 24'08	63	30'61
40	13 00'9	40	4 44'0	40	2 46'8	40	1 54'2	40	1 23'57	64	29'31
50	12 35'6	50	4 40'1	50	2 45'2	50	1 53'4	50	1 23'06	65	28'02
										66	26'75
										67	25'51
										68	24'23
										69	23'07
4 00	12 11'8	12 00	4 36'3	20 00	2 43'8	28 00	1 52'6	36 00	1 22'50	70	21'87
10	11 49'3	10	4 32'6	10	2 42'3	10	1 51'8	10	1 22'05	71	20'69
20	11 28'1	20	4 28'9	20	2 40'9	20	1 51'0	20	1 21'55	72	19'53
30	11 08'0	30	4 25'4	30	2 39'5	30	1 50'3	30	1 21'06	73	18'37
40	10 48'9	40	4 21'9	40	2 38'1	40	1 49'5	40	1 20'58	74	17'23
50	10 30'7	50	4 18'5	50	2 36'8	50	1 48'8	50	1 20'09	75	16'10
										76	14'98
										77	13'87
										78	12'77
										79	11'68
5 00	10 13'5	13 00	4 15'2	21 00	2 35'4	29 00	1 48'0	37 00	1 19'60	80	10'60
10	9 57'2	10	4 12'0	10	2 34'1	10	1 47'3	10	1 19'12	81	9'52
20	9 41'6	20	4 08'9	20	2 32'8	20	1 46'6	20	1 18'65	82	8'45
30	9 26'7	30	4 05'8	30	2 31'5	30	1 45'9	30	1 18'18	83	7'38
40	9 12'5	40	4 02'8	40	2 30'2	40	1 45'2	40	1 17'71	84	6'31
50	8 59'0	50	3 59'8	50	2 29'0	50	1 44'5	50	1 17'25	85	5'25
										86	4'20
										87	3'15
										88	2'10
										89	1'05
										90	0'00
6 00	8 46'1	14 00	3 57'0	22 00	2 27'8	30 00	1 43'8	38 00	1 16'79		
10	8 33'8	10	3 54'2	10	2 26'6	10	1 43'1	10	1 16'33		
20	8 21'9	20	3 51'4	20	2 25'4	20	1 42'4	20	1 15'87		
30	8 10'6	30	3 48'7	30	2 24'2	30	1 41'7	30	1 15'42		
40	7 59'7	40	3 46'1	40	2 23'0	40	1 41'0	40	1 14'98		
50	7 49'3	50	3 43'5	50	2 21'9	50	1 40'6	50	1 14'54		
7 00	7 39'3	15 00	3 41'0	23 00	2 20'7	31 00	1 39'7	39 00	1 14'10		
10	7 29'7	10	3 38'5	10	2 19'6	10	1 39'1	10	1 13'66		
20	7 20'4	20	3 36'1	20	2 18'5	20	1 38'4	20	1 13'23		
30	7 11'5	30	3 33'7	30	2 17'4	30	1 37'8	30	1 12'80		
40	7 03'0	40	3 31'4	40	2 16'4	40	1 37'2	40	1 12'37		
50	6 54'7	50	3 29'1	50	2 15'3	50	1 36'5	50	1 11'94		

KOREKCIJA NORMALNIH REFRAKCIJA

t°C	A	t°C	A	p mm Hg	B	p mm Hg	B
-30°	+0'129	+12°	-0'044	535	-0'296	660	-0'132
28	0'120	14	0'051	540	0'290	665	0'125
26	0'110	16	0'058	545	0'283	670	0'118
24	0'101	18	0'065	550	0'276	675	0'112
22	0'092	20	0'071	555	0'270	680	0'105
				560	0'263	685	0'099
-20	+0'083	+22	-0'078	565	0'257	690	0'092
18	0'074	24	0'084	570	0'250	695	0'086
16	0'065	26	0'091	575	0'244	700	-0'079
14	0'056	28	0'097	580	0'237	705	0'072
12	0'048	30	0'104	585	0'230	710	0'066
				590	0'224	715	0'059
-10	+0'040	+32	-0'110	595	0'217	720	0'053
8	0'032	34	0'116	600	-0'210	725	0'046
6	0'024	36	0'122	605	0'204	730	0'040
4	0'016	38	0'128	610	0'197	735	0'033
-2	+0'008	40	0'134	615	0'191	740	0'026
				620	0'184	745	0'020
0	0'000	+42	-0'139	625	0'178	750	0'013
				630	0'171	755	-0'007
+2	-0'008	44	0'145	635	0'164	760	0'000
4	0'015	46	0'151	640	0'158	765	+0'007
6	0'022	48	0'156	645	0'151	770	0'013
8	0'030	+50	-0'162	650	0'145	775	0'020
+10	-0'037			655	-0'138	780	+0'026

Zrake svjetlosti, koje dolaze od nebeskoga tijela, mijenjaju kod prolaza atmosferom svoj smjer tako, da se nebeskom tijelu uveća visina (dakle umanju zenitna daljina); visina se povećava, jer zrake svjetlosti dolaze u sve gušću atmosferu. Razlika među visinom  $v$ , kakova se dobiva mjerenjem, i visinom, kakova bi bila da nema atmosfere, zove se *refrakcija*. Da se izmjerene visine isprave radi refrakcije, služe gornje tablice. Kako refrakcija dolazi uslijed (promjenljive) gustoće atmosfere, ona zavisi osim o visini uglavnom još o temperaturi uzduha i barometarskom tlaku. Radi toga traži se najprije s izmjerenom visinom  $v$  kao argumentom t. zv. normalna refrakcija  $R_0$ , koja odgovara temperaturi 0°C i barometarskom tlaku 760 mm Hg. Tu refrakciju nalazimo u našoj prvoj tablici. Ako u času motrenja imamo temperaturu  $t^\circ\text{C}$  i barometarski tlak  $p$  mm Hg, onda moramo normalnoj refrakciji algebarski dodati korekcije  $R_0 \cdot A$  (za određenu temperaturu  $t$ ), te imamo  $R_1 = R_0 + R_0 \cdot A$  i  $R_1 \cdot B$  (za određeni tlak  $p$ ). Dakle je tražena refrakcija  $R = R_1 + R_1 \cdot B = (R_0 + R_0 A) + (R_0 + R_0 A) \cdot B$ .

*Primjer:* Izmjerena visina je  $v = 52^\circ 34' 12'' = 52^\circ 57'$ , uz  $t = +15^\circ\text{C}$ ,  $p = 710$  mm Hg. Najprije nalazimo:  $v = 52^\circ$ ,  $R_0 = 46''92$ ;  $v = 53^\circ$ ,  $R_0 = 45''26$ ; odavle interpolacijom za naš  $v = 52^\circ 57'$ ,  $R_0 = 45''97$ . Dalje za  $t = +15^\circ\text{C}$  interpolacijom  $A = -0'054$ . Korekcija radi temperature je  $R_0 A = 45''97 \times (-0'054) = -2''48$ , dakle  $R_1 = 45''97 - 2''48 = 43''49$ . Najzad za  $p = 710$  mm Hg vadimo  $B = -0'066$ . Korekcija radi tlaka je  $R_1 B = 43''49 \times (-0'066) = -2''87$ , a konačna refrakcija u času motrenja  $R = 43''49 - 2''87 = 40''62$ . Dakle je visina, korigirana radi refrakcije:  $52^\circ 34' 12'' - 0'40''6 = 52^\circ 33' 31''$ .

Napomena: Konstanta refrakcije u našim tablicama je  $60''154$ .

PRECESIJA U DEKLINACIJI

$\alpha$	0 <sup>m</sup>	10 <sup>m</sup>	20 <sup>m</sup>	30 <sup>m</sup>	40 <sup>m</sup>	50 <sup>m</sup>	60 <sup>m</sup>	$h$
h 0	+ 20 <sup>0</sup>	+ 20 <sup>0</sup>	+ 20 <sup>0</sup>	+ 19 <sup>9</sup>	+ 19 <sup>7</sup>	+ 19 <sup>6</sup>	+ 19 <sup>4</sup>	0
1	19 <sup>4</sup>	19 <sup>1</sup>	18 <sup>8</sup>	18 <sup>5</sup>	18 <sup>2</sup>	17 <sup>8</sup>	17 <sup>4</sup>	1
2	17 <sup>4</sup>	16 <sup>9</sup>	16 <sup>4</sup>	15 <sup>9</sup>	15 <sup>4</sup>	14 <sup>8</sup>	14 <sup>2</sup>	2
3	14 <sup>2</sup>	13 <sup>5</sup>	12 <sup>9</sup>	12 <sup>2</sup>	11 <sup>5</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>0</sup>	3
4	10 <sup>0</sup>	9 <sup>3</sup>	8 <sup>5</sup>	7 <sup>7</sup>	6 <sup>9</sup>	6 <sup>0</sup>	+ 5 <sup>2</sup>	4
5	+ 5 <sup>2</sup>	+ 4 <sup>3</sup>	+ 3 <sup>5</sup>	+ 2 <sup>6</sup>	+ 1 <sup>7</sup>	+ 0 <sup>9</sup>	0 <sup>0</sup>	5
6	0 <sup>0</sup>	- 0 <sup>9</sup>	- 1 <sup>7</sup>	- 2 <sup>6</sup>	- 3 <sup>5</sup>	- 4 <sup>3</sup>	- 5 <sup>2</sup>	6
7	- 5 <sup>2</sup>	6 <sup>0</sup>	6 <sup>9</sup>	7 <sup>7</sup>	8 <sup>5</sup>	9 <sup>3</sup>	10 <sup>0</sup>	7
8	10 <sup>0</sup>	10 <sup>8</sup>	11 <sup>5</sup>	12 <sup>2</sup>	12 <sup>9</sup>	13 <sup>5</sup>	14 <sup>2</sup>	8
9	14 <sup>2</sup>	14 <sup>8</sup>	15 <sup>4</sup>	15 <sup>9</sup>	16 <sup>4</sup>	16 <sup>9</sup>	17 <sup>4</sup>	9
10	- 17 <sup>4</sup>	- 17 <sup>8</sup>	- 18 <sup>2</sup>	18 <sup>5</sup>	- 18 <sup>8</sup>	- 19 <sup>1</sup>	- 19 <sup>4</sup>	10
11	19 <sup>4</sup>	19 <sup>6</sup>	19 <sup>7</sup>	19 <sup>9</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	11
12	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	19 <sup>9</sup>	19 <sup>7</sup>	19 <sup>6</sup>	19 <sup>4</sup>	12
13	19 <sup>4</sup>	19 <sup>1</sup>	18 <sup>8</sup>	18 <sup>5</sup>	18 <sup>2</sup>	17 <sup>8</sup>	17 <sup>4</sup>	13
14	17 <sup>4</sup>	16 <sup>9</sup>	16 <sup>4</sup>	15 <sup>9</sup>	15 <sup>4</sup>	14 <sup>8</sup>	14 <sup>2</sup>	14
15	- 14 <sup>2</sup>	- 13 <sup>5</sup>	- 12 <sup>9</sup>	12 <sup>2</sup>	- 11 <sup>5</sup>	- 10 <sup>8</sup>	- 10 <sup>0</sup>	15
16	10 <sup>0</sup>	9 <sup>3</sup>	8 <sup>5</sup>	7 <sup>7</sup>	6 <sup>9</sup>	6 <sup>0</sup>	- 5 <sup>2</sup>	16
17	- 5 <sup>2</sup>	- 4 <sup>3</sup>	- 3 <sup>5</sup>	- 2 <sup>6</sup>	- 1 <sup>7</sup>	- 0 <sup>9</sup>	0 <sup>0</sup>	17
18	0 <sup>0</sup>	+ 0 <sup>9</sup>	+ 1 <sup>7</sup>	+ 2 <sup>6</sup>	+ 3 <sup>5</sup>	+ 4 <sup>3</sup>	+ 5 <sup>2</sup>	18
19	+ 5 <sup>2</sup>	6 <sup>0</sup>	6 <sup>9</sup>	7 <sup>7</sup>	8 <sup>5</sup>	9 <sup>3</sup>	10 <sup>0</sup>	19
20	+ 10 <sup>0</sup>	+ 10 <sup>8</sup>	+ 11 <sup>5</sup>	+ 12 <sup>2</sup>	+ 12 <sup>9</sup>	+ 13 <sup>5</sup>	+ 14 <sup>2</sup>	20
21	14 <sup>2</sup>	14 <sup>8</sup>	15 <sup>4</sup>	15 <sup>9</sup>	16 <sup>4</sup>	16 <sup>9</sup>	17 <sup>4</sup>	21
22	17 <sup>4</sup>	17 <sup>8</sup>	18 <sup>2</sup>	18 <sup>5</sup>	18 <sup>8</sup>	19 <sup>1</sup>	19 <sup>4</sup>	22
23	+ 19 <sup>4</sup>	+ 19 <sup>6</sup>	+ 19 <sup>7</sup>	+ 19 <sup>9</sup>	+ 20 <sup>0</sup>	+ 20 <sup>0</sup>	+ 20 <sup>0</sup>	23
24	+ 20 <sup>0</sup>							24

PRECESIJA U REKTASCENZIJU

$\delta$	- 30 <sup>0</sup>	- 20 <sup>0</sup>	- 10 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	+ 10 <sup>0</sup>	+ 20 <sup>0</sup>	+ 30 <sup>0</sup>	+ 40 <sup>0</sup>	+ 50 <sup>0</sup>	+ 60 <sup>0</sup>	$\alpha$
h 0	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	S 3 <sup>07</sup>	h 0
1	2 <sup>87</sup>	2 <sup>95</sup>	3 <sup>01</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>13</sup>	3 <sup>20</sup>	3 <sup>27</sup>	3 <sup>36</sup>	3 <sup>48</sup>	3 <sup>67</sup>	1
2	2 <sup>60</sup>	2 <sup>80</sup>	2 <sup>95</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>19</sup>	3 <sup>32</sup>	3 <sup>46</sup>	3 <sup>63</sup>	3 <sup>87</sup>	4 <sup>23</sup>	2
3	2 <sup>53</sup>	2 <sup>73</sup>	2 <sup>91</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>21</sup>	3 <sup>42</sup>	3 <sup>62</sup>	3 <sup>87</sup>	4 <sup>20</sup>	4 <sup>71</sup>	3
4	2 <sup>40</sup>	2 <sup>65</sup>	2 <sup>87</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>28</sup>	3 <sup>49</sup>	3 <sup>74</sup>	4 <sup>01</sup>	4 <sup>45</sup>	5 <sup>08</sup>	4
5	2 <sup>33</sup>	2 <sup>60</sup>	2 <sup>84</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>30</sup>	3 <sup>54</sup>	3 <sup>82</sup>	4 <sup>16</sup>	4 <sup>61</sup>	5 <sup>31</sup>	5
6	2 <sup>30</sup>	2 <sup>59</sup>	2 <sup>84</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>31</sup>	3 <sup>56</sup>	3 <sup>84</sup>	4 <sup>19</sup>	4 <sup>67</sup>	5 <sup>39</sup>	6
7	2 <sup>33</sup>	2 <sup>60</sup>	2 <sup>84</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>30</sup>	3 <sup>54</sup>	3 <sup>82</sup>	4 <sup>16</sup>	4 <sup>61</sup>	5 <sup>31</sup>	7
8	2 <sup>40</sup>	2 <sup>65</sup>	2 <sup>87</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>28</sup>	3 <sup>49</sup>	3 <sup>74</sup>	4 <sup>01</sup>	4 <sup>45</sup>	5 <sup>08</sup>	8
9	2 <sup>53</sup>	2 <sup>73</sup>	2 <sup>91</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>24</sup>	3 <sup>42</sup>	3 <sup>62</sup>	3 <sup>87</sup>	4 <sup>20</sup>	4 <sup>71</sup>	9
10	2 <sup>60</sup>	2 <sup>83</sup>	2 <sup>95</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>19</sup>	3 <sup>32</sup>	3 <sup>46</sup>	3 <sup>63</sup>	3 <sup>87</sup>	4 <sup>23</sup>	10
11	2 <sup>87</sup>	2 <sup>95</sup>	3 <sup>01</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>13</sup>	3 <sup>20</sup>	3 <sup>27</sup>	3 <sup>36</sup>	3 <sup>48</sup>	3 <sup>67</sup>	11
12	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	12
13	3 <sup>27</sup>	3 <sup>20</sup>	3 <sup>13</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>01</sup>	2 <sup>95</sup>	2 <sup>87</sup>	2 <sup>78</sup>	2 <sup>66</sup>	2 <sup>47</sup>	13
14	3 <sup>46</sup>	3 <sup>32</sup>	3 <sup>19</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>95</sup>	2 <sup>83</sup>	2 <sup>69</sup>	2 <sup>51</sup>	2 <sup>28</sup>	1 <sup>91</sup>	14
15	3 <sup>62</sup>	3 <sup>42</sup>	3 <sup>24</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>91</sup>	2 <sup>73</sup>	2 <sup>53</sup>	2 <sup>28</sup>	1 <sup>95</sup>	1 <sup>44</sup>	15
16	3 <sup>74</sup>	3 <sup>49</sup>	3 <sup>28</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>87</sup>	2 <sup>65</sup>	2 <sup>40</sup>	2 <sup>10</sup>	1 <sup>69</sup>	1 <sup>07</sup>	16
17	3 <sup>82</sup>	3 <sup>54</sup>	3 <sup>30</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>84</sup>	2 <sup>60</sup>	2 <sup>33</sup>	1 <sup>99</sup>	1 <sup>53</sup>	0 <sup>84</sup>	17
18	3 <sup>84</sup>	3 <sup>56</sup>	3 <sup>31</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>84</sup>	2 <sup>59</sup>	2 <sup>30</sup>	1 <sup>95</sup>	1 <sup>48</sup>	0 <sup>76</sup>	18
19	3 <sup>82</sup>	3 <sup>54</sup>	3 <sup>30</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>84</sup>	2 <sup>60</sup>	2 <sup>33</sup>	1 <sup>99</sup>	1 <sup>53</sup>	0 <sup>84</sup>	19
20	3 <sup>74</sup>	3 <sup>49</sup>	3 <sup>28</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>87</sup>	2 <sup>65</sup>	2 <sup>40</sup>	2 <sup>10</sup>	1 <sup>69</sup>	1 <sup>07</sup>	20
21	3 <sup>62</sup>	3 <sup>42</sup>	3 <sup>24</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>91</sup>	2 <sup>73</sup>	2 <sup>53</sup>	2 <sup>28</sup>	1 <sup>95</sup>	1 <sup>44</sup>	21
22	3 <sup>46</sup>	3 <sup>32</sup>	3 <sup>19</sup>	3 <sup>07</sup>	2 <sup>95</sup>	2 <sup>83</sup>	2 <sup>69</sup>	2 <sup>51</sup>	2 <sup>28</sup>	1 <sup>91</sup>	22
23	3 <sup>27</sup>	3 <sup>20</sup>	3 <sup>13</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>01</sup>	2 <sup>95</sup>	2 <sup>87</sup>	2 <sup>78</sup>	2 <sup>66</sup>	2 <sup>47</sup>	23
24	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	3 <sup>07</sup>	24

TRAJANJE GRAĐANSKOG SUMRAKA												
Mjesec φ	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
0	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
41	32	30	29	30	34	35	34	31	29	29	32	33
42	33	31	30	31	34	36	35	32	30	30	33	33
43	33	31	30	31	35	37	36	32	30	30	33	34
44	34	32	31	32	35	38	37	33	31	31	33	35
45	35	32	31	33	36	39	38	34	32	32	34	35
46	35	33	32	33	37	40	38	35	32	33	34	36
47	36	34	32	34	38	41	39	36	33	34	35	37

TRAJANJE ASTRONOMSKOG SUMRAKA								
Datum	φ	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°
Jan.	1	h m 1 41	h m 1 43	h m 1 45	h m 1 47	h m 1 48	h m 1 51	h m 1 53
	16	1 39	1 41	1 42	1 44	1 46	1 48	1 51
	31	1 36	1 38	1 39	1 41	1 43	1 45	1 47
Feb.	15	1 34	1 35	1 37	1 38	1 40	1 42	1 44
Mar.	2	1 33	1 34	1 36	1 37	1 39	1 41	1 43
	17	1 34	1 35	1 37	1 38	1 40	1 42	1 44
Apr.	1	1 36	1 38	1 39	1 41	1 43	1 45	1 48
	16	1 41	1 43	1 45	1 47	1 49	1 52	1 55
Maj	1	1 48	1 51	1 54	1 56	1 59	2 03	2 08
	16	1 57	2 00	2 04	2 07	2 11	2 18	2 25
	31	2 05	2 10	2 15	2 20	2 25	2 41	2 53
Jun.	15	2 11	2 17	2 23	2 29	2 35	2 43	2 55
	30	2 10	2 16	2 22	2 28	2 34	2 42	2 53
Jul.	15	2 04	2 09	2 13	2 18	2 23	2 35	2 48
	30	1 55	1 58	2 02	2 05	2 09	2 15	2 23
Aug.	14	1 47	1 49	1 52	1 54	1 57	2 01	2 05
	29	1 40	1 42	1 45	1 47	1 49	1 52	1 55
Sep.	13	1 36	1 38	1 39	1 41	1 43	1 46	1 48
	28	1 34	1 35	1 37	1 38	1 40	1 42	1 44
Okt.	13	1 33	1 34	1 36	1 37	1 39	1 41	1 43
	28	1 34	1 36	1 37	1 39	1 40	1 42	1 44
Nov.	12	1 37	1 38	1 40	1 41	1 43	1 45	1 47
	27	1 39	1 41	1 42	1 44	1 46	1 48	1 51
Dec.	12	1 41	1 43	1 44	1 46	1 48	1 51	1 53
	27	1 41	1 43	1 45	1 47	1 49	1 51	1 54

POLUDNEVNI LUK							
φ	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°
0	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
+ 30	8 05	8 09	8 15	8 20	8 26	8 32	8 38
28	7 54	7 58	8 03	8 08	8 13	8 18	8 24
26	7 44	7 48	7 52	7 56	8 01	8 06	8 11
24	7 35	7 38	7 42	7 46	7 50	7 54	7 58
22	7 26	7 29	7 32	7 36	7 39	7 43	7 47
+ 20	7 17	7 20	7 23	7 26	7 29	7 32	7 36
18	7 09	7 11	7 14	7 17	7 19	7 22	7 25
16	7 01	7 03	7 05	7 08	7 10	7 13	7 15
14	6 53	6 55	6 57	6 59	7 01	7 03	7 06
12	6 46	6 47	6 49	6 51	6 53	6 54	6 56
+ 10	6 38	6 40	6 41	6 42	6 44	6 46	6 47
8	6 31	6 32	6 33	6 34	6 36	6 37	6 38
6	6 24	6 25	6 26	6 27	6 27	6 28	6 29
4	6 17	6 18	6 18	6 19	6 19	6 20	6 21
+ 2	6 10	6 10	6 11	6 11	6 11	6 12	6 12
0	6 03	6 03	6 03	6 03	6 03	6 03	6 03
- 2	5 56	5 56	5 56	5 55	5 55	5 55	5 55
4	5 49	5 49	5 48	5 48	5 47	5 47	5 46
6	5 42	5 41	5 41	5 40	5 39	5 38	5 37
8	5 35	5 34	5 33	5 32	5 31	5 30	5 29
- 10	5 28	5 27	5 25	5 24	5 23	5 21	5 20
12	5 21	5 19	5 18	5 16	5 14	5 13	5 11
14	5 13	5 11	5 10	5 08	5 06	5 04	5 02
16	5 05	5 03	5 01	4 59	4 57	4 55	4 52
18	4 58	4 55	4 53	4 50	4 48	4 45	4 42
- 20	4 50	4 47	4 44	4 41	4 38	4 35	4 32
22	4 41	4 38	4 35	4 32	4 28	4 25	4 21
24	4 32	4 29	4 25	4 22	4 18	4 14	4 10
26	4 23	4 20	4 16	4 12	4 07	4 03	3 58
- 28	4 14	4 10	4 05	4 01	3 56	3 51	3 45

Pomoću ove tablice može se na nekoliko minuta točno izračunati izlaz i zalaz svakog planeta u svakom mjestu naše države. Primjer: Neka se nađe vrijeme izlaza i zalaza planeta Jupitera 1. IX. 1950. u Zagrebu (geografska širina  $\varphi \approx 46^\circ$ ): Jupiter toga dana kulminira u Greenwichu u 23h 34<sup>m</sup>, dakle u Zagrebu 1h 4<sup>m</sup> ranije t. j. u 22h 30<sup>m</sup>; deklinacija mu je  $-12^\circ$  (prema efemeridama). Iz tablice izlazi, da je polovina dnevnog luka za nebesko tijelo te deklinacije na geografskoj širini  $46^\circ$  jednaka 5h 13<sup>m</sup>. Oduzmemo li od 22h 30<sup>m</sup> polovinu dnevnoga luka, dakle 5h 13<sup>m</sup>, dobit ćemo 17h 17<sup>m</sup> kao vrijeme izlaza Jupitera u Zagrebu; dodavanjem tog vremena dobit ćemo 27h 43<sup>m</sup>, a to je 3h 43<sup>m</sup> 2. IX. 1950. kao vrijeme zalaza Jupitera u Zagrebu. Prema tome u Zagrebu izlazi Jupiter 1. IX. 1950. oko 17<sup>h</sup> 17<sup>m</sup>, a zalazi 2. IX. 1950. oko 3<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> u jutro.

PRETVARANJE ZVJEZDANOGA VREMENA  
U SREDNJE VRIJEME

Sati		Minute				Sekunde			
Zvezdano vrijeme	Ekvi- valentni interval srednjega vremena	Zvezdano vrijeme	Ekvi- valentni interval srednjega vremena	Zvezdano vrijeme	Ekvi- valentni interval srednjega vremena	Zvezdano vrijeme	Ekvi- valentni interval srednjega vremena	Zvezdano vrijeme	Ekvi- valentni interval srednjega vremena
	h m s	m	m s	m	m s	s	s	s	s
1	0 59 50'170	1	0 59'836	31	30 54'921	1	0'907	31	30'915
2	1 59 40'341	2	1 59'672	32	31 54'758	2	1'905	32	31'912
3	2 59 30'511	3	2 59'509	33	32 54'591	3	2'902	33	32'910
4	3 59 20'682	4	3 59'345	34	33 54'430	4	3'900	34	33'907
5	4 59 10'852	5	4 59'181	35	34 54'266	5	4'896	35	34'904
6	5 59 01'023	6	5 59'017	36	35 54'102	6	5'884	36	35'902
7	6 58 51'193	7	6 58'853	37	36 53'938	7	6'981	37	36'899
8	7 58 41'364	8	7 58'689	38	37 53'775	8	7'975	38	37'896
9	8 58 31'534	9	8 58'526	39	38 53'611	9	8'975	39	38'893
10	9 58 21'704	10	9 58'362	40	39 53'447	10	9'973	40	39'891
11	10 58 11'875	11	10 58'198	41	40 53'283	11	10'970	41	40'888
12	11 58 02'045	12	11 58'034	42	41 53'119	12	11'967	42	41'885
13	12 57 52'216	13	12 57'870	43	42 52'956	13	12'964	43	42'883
14	13 57 42'386	14	13 57'706	44	43 52'792	14	13'962	44	43'880
15	14 57 32'557	15	14 57'543	45	44 52'628	15	14'959	45	44'877
16	15 57 22'727	16	15 57'379	46	45 52'464	16	15'956	46	45'874
17	16 57 12'897	17	16 57'215	47	46 52'300	17	16'954	47	46'872
18	17 57 03'068	18	17 57'051	48	47 52'136	18	17'951	48	47'869
19	18 56 53'238	19	18 56'887	49	48 51'973	19	18'948	49	48'866
20	19 56 43'409	20	19 56'723	50	49 51'809	20	19'945	50	49'863
21	20 56 33'579	21	20 56'560	51	50 51'645	21	20'943	51	50'861
22	21 56 23'750	22	21 56'396	52	51 51'481	22	21'940	52	51'858
23	22 56 13'920	23	22 56'232	53	52 51'317	23	22'937	53	52'855
24	23 56 04'091	24	23 56'068	54	53 51'153	24	23'934	54	53'853
		25	24 55'901	55	54 50'990	25	24'932	55	54'850
		26	25 55'741	56	55 50'826	26	25'929	56	55'847
		27	26 55'577	57	56 50'662	27	26'926	57	56'844
		28	27 55'413	58	57 50'498	28	27'924	58	57'842
		29	28 55'249	59	58 50'334	29	28'921	59	58'839
		30	29 55'085	60	59 50'170	30	29'918	60	59'836

Primjer: Pretvoriti 4h 29m 01'868 zvezdanoga vremena u ekvivalentni interval srednjega vremena.

$$\text{Za } \left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}} \text{ zv. vr.} \\ 29 \quad 00 \quad \text{'' ''} \\ \quad \quad \quad 1'868 \text{ '' ''} \\ \hline 4^{\text{h}} 29^{\text{m}} 01'868 \text{ zv. vr.} \end{array} \right\} \text{ daje tablica } \left\{ \begin{array}{l} 3^{\text{h}} 59^{\text{m}} 20'862 \text{ sr. vr.} \\ 28^{\text{m}} 55'249 \text{ '' ''} \\ \quad \quad \quad 1'675 \text{ '' ''} \\ \hline 4^{\text{h}} 28^{\text{m}} 17'861 \text{ sr. vr.} \end{array} \right.$$

PRETVARANJE SREDNJEGA VREMENA  
U ZVJEZDANO VRIJEME

Sati		Minute				Sekunde			
Srednje vrijeme	Ekvi- valentni interval zvezda- noga vremena	Srednje vrijeme	Ekvi- valentni interval zvezda- noga vremena	Srednje vrijeme	Ekvi- valentni interval zvezda- noga vremena	Srednje vrijeme	Ekvi- valentni interval zvezda- noga vremena	Srednje vrijeme	Ekvi- valentni interval zvezda- noga vremena
h	h m s	m	m s	m	m s	s	s	s	s
1	1 00 09'856	1	1 00'164	31	31 05'993	1	1'903	31	31'085
2	2 00 19'713	2	2 00'329	32	32 05'257	2	2'905	32	32'088
3	3 00 29'569	3	3 00'492	33	33 05'421	3	3'008	33	33'090
4	4 00 39'426	4	4 00'657	34	34 05'585	4	4'011	34	34'093
5	5 00 49'282	5	5 00'821	35	35 05'750	5	5'014	35	35'096
6	6 00 59'139	6	6 00'986	36	36 05'914	6	6'016	36	36'099
7	7 01 08'995	7	7 01'150	37	37 06'078	7	7'019	37	37'101
8	8 01 18'852	8	8 01'314	38	38 06'242	8	8'022	38	38'104
9	9 01 28'708	9	9 01'478	39	39 06'407	9	9'025	39	39'107
10	10 01 38'565	10	10 01'643	40	40 06'571	10	10'027	40	40'110
11	11 01 48'421	11	11 01'807	41	41 06'735	11	11'030	41	41'112
12	12 01 58'278	12	12 01'971	42	42 06'900	12	12'033	42	42'115
13	13 02 08'134	13	13 02'136	43	43 07'064	13	13'036	43	43'118
14	14 02 17'991	14	14 02'300	44	44 07'228	14	14'038	44	44'120
15	15 02 27'847	15	15 02'464	45	45 07'392	15	15'041	45	45'123
16	16 02 37'704	16	16 02'628	46	46 07'557	16	16'044	46	46'126
17	17 02 47'560	17	17 02'793	47	47 07'721	17	17'047	47	47'129
18	18 02 57'417	18	18 02'957	48	48 07'885	18	18'049	48	48'131
19	19 03 07'273	19	19 03'121	49	49 08'049	19	19'052	49	49'134
20	20 03 17'129	20	20 03'285	50	50 08'214	20	20'055	50	50'137
21	21 03 26'986	21	21 03'450	51	51 08'378	21	21'057	51	51'140
22	22 03 36'842	22	22 03'614	52	52 08'542	22	22'060	52	52'142
23	23 03 46'699	23	23 03'778	53	53 08'707	23	23'063	53	53'145
24	24 03 56'555	24	24 03'943	54	54 08'871	24	24'066	54	54'148
		25	25 04'107	55	55 09'035	25	25'068	55	55'151
		26	26 04'271	56	56 09'199	26	26'071	56	56'153
		27	27 04'435	57	57 09'364	27	27'074	57	57'156
		28	28 04'600	58	58 09'528	28	28'077	58	58'159
		29	29 04'764	59	59 09'692	29	29'079	59	59'162
		30	30 04'928	60	60 09'856	30	30'082	60	60'164

Primjer: Pretvoriti 4h 28m 17'61 srednjega vremena u ekvivalentni interval zvezdanoga vremena.

$$\text{Za } \left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}} \text{ sr. vr.} \\ 28 \quad 00 \quad \text{'' ''} \\ \quad \quad \quad 17'61 \text{ '' ''} \\ \hline 4^{\text{h}} 28^{\text{m}} 17'61 \text{ '' ''} \end{array} \right\} \text{ daje tablica } \left\{ \begin{array}{l} 4^{\text{h}} 00^{\text{m}} 39'426 \text{ zv. vr.} \\ 28 \quad 04'600 \text{ '' ''} \\ \quad \quad \quad 17'659 \text{ '' ''} \\ \hline 4^{\text{h}} 29^{\text{m}} 01'68 \text{ '' ''} \end{array} \right.$$

PRETVARANJE SATOVA, MINUTA I SEKUNDA  
U DECIMALNE DIJELOVE DANA

h		0 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	4 <sup>h</sup>	5 <sup>h</sup>	Sekunde	
m		d	d	d	d	d	d	s	d
0		0.00000	0.04167	0.08333	0.12500	0.16667	0.20833	0	0.00000
1		.00069	.04236	.08403	.12569	.16736	.20903	1	.00001
2		.00139	.04306	.08472	.12638	.16806	.20972	2	.00002
3		.00208	.04375	.08542	.12708	.16875	.21042	3	.00003
4		.00278	.04444	.08611	.12778	.16944	.21111	4	.00005
5		.00347	.04514	.08681	.12847	.17014	.21181	5	.00006
6		.00417	.04583	.08750	.12917	.17083	.21250	6	.00007
7		.00486	.04653	.08819	.12986	.17153	.21319	7	.00008
8		.00556	.04722	.08889	.13056	.17222	.21389	8	.00009
9		.00625	.04792	.08958	.13125	.17292	.21458	9	.00010
10		.00694	.04861	.09028	.13194	.17361	.21528	10	.00012
11		.00764	.04931	.09097	.13264	.17431	.21597	11	.00013
12		.00833	.05000	.09167	.13333	.17500	.21667	12	.00014
13		.00903	.05069	.09236	.13403	.17569	.21736	13	.00015
14		.00972	.05139	.09306	.13472	.17639	.21806	14	.00016
15		.01042	.05208	.09375	.13542	.17708	.21875	15	.00017
16		.01111	.05278	.09444	.13611	.17778	.21944	16	.00019
17		.01181	.05347	.09514	.13681	.17847	.22014	17	.00020
18		.01250	.05417	.09583	.13750	.17917	.22083	18	.00021
19		.01319	.05486	.09653	.13819	.17986	.22153	19	.00022
20		.01389	.05556	.09722	.13889	.18056	.22222	20	.00023
21		.01458	.05625	.09792	.13958	.18125	.22292	21	.00024
22		.01528	.05694	.09861	.14028	.18194	.22361	22	.00025
23		.01597	.05764	.09931	.14097	.18264	.22431	23	.00027
24		.01667	.05833	.10000	.14167	.18333	.22500	24	.00028
25		.01736	.05903	.10069	.14236	.18403	.22569	25	.00029
26		.01806	.05972	.10139	.14306	.18472	.22639	26	.00030
27		.01875	.06042	.10208	.14375	.18542	.22708	27	.00031
28		.01944	.06111	.10278	.14444	.18611	.22778	28	.00032
29		.02014	.06181	.10347	.14514	.18681	.22847	29	.00034

PRETVARANJE SATOVA, MINUTA I SEKUNDA  
U DECIMALNE DIJELOVE DANA

h		0 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	4 <sup>h</sup>	5 <sup>h</sup>	Sekunde	
m		d	d	d	d	d	d	s	d
30		0.02083	0.06250	0.10417	0.14583	0.18750	0.22917	30	0.00035
31		.02153	.06319	.10486	.14653	.18819	.22986	31	.00036
32		.02222	.06389	.10556	.14722	.18889	.23056	32	.00037
33		.02292	.06458	.10625	.14792	.18958	.23125	33	.00038
34		.02361	.06528	.10694	.14861	.19028	.23194	34	.00039
35		.02431	.06597	.10764	.14931	.19097	.23264	35	.00041
36		.02500	.06667	.10833	.15000	.19167	.23333	36	.00042
37		.02569	.06736	.10903	.15069	.19236	.23403	37	.00043
38		.02639	.06806	.10972	.15139	.19306	.23472	38	.00044
39		.02708	.06875	.11042	.15208	.19375	.23542	39	.00045
40		.02778	.06944	.11111	.15278	.19444	.23611	40	.00046
41		.02847	.07014	.11181	.15347	.19514	.23681	41	.00047
42		.02917	.07083	.11250	.15417	.19583	.23750	42	.00049
43		.02986	.07153	.11319	.15486	.19653	.23819	43	.00050
44		.03056	.07222	.11389	.15556	.19722	.23889	44	.00051
45		.03125	.07292	.11458	.15625	.19792	.23958	45	.00052
46		.03194	.07361	.11528	.15694	.19861	.24028	46	.00053
47		.03264	.07431	.11597	.15764	.19931	.24097	47	.00054
48		.03333	.07500	.11667	.15833	.20000	.24167	48	.00056
49		.03403	.07569	.11736	.15903	.20069	.24236	49	.00057
50		.03472	.07639	.11806	.15972	.20139	.24306	50	.00058
51		.03542	.07708	.11875	.16042	.20208	.24375	51	.00059
52		.03611	.07778	.11944	.16111	.20278	.24444	52	.00060
53		.03681	.07847	.12014	.16181	.20347	.24514	53	.00061
54		.03750	.07917	.12083	.16250	.20417	.24583	54	.00062
55		.03819	.07986	.12153	.16319	.20486	.24653	55	.00064
56		.03889	.08056	.12222	.16389	.20556	.24722	56	.00065
57		.03958	.08125	.12292	.16458	.20625	.24792	57	.00066
58		.04028	.08194	.12361	.16528	.20694	.24861	58	.00067
59		.04097	.08264	.12431	.16597	.20764	.24931	59	.00068

PRETVARANJE SATOVA, MINUTA I SEKUNDA  
U DECIMALNE DIJELOVE DANA

h		6 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	Sekunde	
m	s	d	d	d	d	d	d	s	d
0	0	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29167</sup>	0 <sup>33333</sup>	0 <sup>37500</sup>	0 <sup>41667</sup>	0 <sup>45833</sup>	0	0 <sup>00000</sup>
1	1	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29236</sup>	0 <sup>33403</sup>	0 <sup>37569</sup>	0 <sup>41736</sup>	0 <sup>45903</sup>	1	0 <sup>00004</sup>
2	2	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29306</sup>	0 <sup>33472</sup>	0 <sup>37639</sup>	0 <sup>41806</sup>	0 <sup>46012</sup>	2	0 <sup>00008</sup>
3	3	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29375</sup>	0 <sup>33542</sup>	0 <sup>37708</sup>	0 <sup>41873</sup>	0 <sup>46111</sup>	3	0 <sup>00005</sup>
4	4	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29444</sup>	0 <sup>33611</sup>	0 <sup>37778</sup>	0 <sup>41941</sup>	0 <sup>46211</sup>	4	0 <sup>00006</sup>
5	5	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29514</sup>	0 <sup>33681</sup>	0 <sup>37847</sup>	0 <sup>42011</sup>	0 <sup>46311</sup>	5	0 <sup>00006</sup>
6	6	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29583</sup>	0 <sup>33750</sup>	0 <sup>37917</sup>	0 <sup>42083</sup>	0 <sup>46411</sup>	6	0 <sup>00007</sup>
7	7	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29653</sup>	0 <sup>33819</sup>	0 <sup>37986</sup>	0 <sup>42153</sup>	0 <sup>46511</sup>	7	0 <sup>00008</sup>
8	8	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29722</sup>	0 <sup>33889</sup>	0 <sup>38056</sup>	0 <sup>42222</sup>	0 <sup>46611</sup>	8	0 <sup>00009</sup>
9	9	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29792</sup>	0 <sup>33958</sup>	0 <sup>38125</sup>	0 <sup>42292</sup>	0 <sup>46711</sup>	9	0 <sup>00010</sup>
10	10	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29861</sup>	0 <sup>34028</sup>	0 <sup>38194</sup>	0 <sup>42361</sup>	0 <sup>46811</sup>	10	0 <sup>00012</sup>
11	11	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>29931</sup>	0 <sup>34097</sup>	0 <sup>38261</sup>	0 <sup>42431</sup>	0 <sup>46911</sup>	11	0 <sup>00013</sup>
12	12	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30000</sup>	0 <sup>34167</sup>	0 <sup>38333</sup>	0 <sup>42500</sup>	0 <sup>47011</sup>	12	0 <sup>00014</sup>
13	13	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30069</sup>	0 <sup>34236</sup>	0 <sup>38403</sup>	0 <sup>42569</sup>	0 <sup>47111</sup>	13	0 <sup>00015</sup>
14	14	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30139</sup>	0 <sup>34306</sup>	0 <sup>38472</sup>	0 <sup>42639</sup>	0 <sup>47211</sup>	14	0 <sup>00016</sup>
15	15	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30208</sup>	0 <sup>34375</sup>	0 <sup>38542</sup>	0 <sup>42708</sup>	0 <sup>47311</sup>	15	0 <sup>00017</sup>
16	16	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30278</sup>	0 <sup>34444</sup>	0 <sup>38611</sup>	0 <sup>42778</sup>	0 <sup>47411</sup>	16	0 <sup>00019</sup>
17	17	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30347</sup>	0 <sup>34513</sup>	0 <sup>38681</sup>	0 <sup>42847</sup>	0 <sup>47511</sup>	17	0 <sup>00020</sup>
18	18	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30417</sup>	0 <sup>34583</sup>	0 <sup>38750</sup>	0 <sup>42917</sup>	0 <sup>47611</sup>	18	0 <sup>00021</sup>
19	19	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30486</sup>	0 <sup>34653</sup>	0 <sup>38819</sup>	0 <sup>42986</sup>	0 <sup>47711</sup>	19	0 <sup>00022</sup>
20	20	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30556</sup>	0 <sup>34722</sup>	0 <sup>38889</sup>	0 <sup>43056</sup>	0 <sup>47811</sup>	20	0 <sup>00023</sup>
21	21	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30625</sup>	0 <sup>34792</sup>	0 <sup>38958</sup>	0 <sup>43125</sup>	0 <sup>47911</sup>	21	0 <sup>00024</sup>
22	22	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30694</sup>	0 <sup>34861</sup>	0 <sup>39028</sup>	0 <sup>43194</sup>	0 <sup>48011</sup>	22	0 <sup>00025</sup>
23	23	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30764</sup>	0 <sup>34931</sup>	0 <sup>39097</sup>	0 <sup>43264</sup>	0 <sup>48111</sup>	23	0 <sup>00027</sup>
24	24	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30833</sup>	0 <sup>35000</sup>	0 <sup>39167</sup>	0 <sup>43333</sup>	0 <sup>48211</sup>	24	0 <sup>00028</sup>
25	25	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30903</sup>	0 <sup>35069</sup>	0 <sup>39236</sup>	0 <sup>43403</sup>	0 <sup>48311</sup>	25	0 <sup>00029</sup>
26	26	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>30972</sup>	0 <sup>35139</sup>	0 <sup>39306</sup>	0 <sup>43472</sup>	0 <sup>48411</sup>	26	0 <sup>00030</sup>
27	27	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>31042</sup>	0 <sup>35208</sup>	0 <sup>39375</sup>	0 <sup>43542</sup>	0 <sup>48511</sup>	27	0 <sup>00031</sup>
28	28	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>31111</sup>	0 <sup>35278</sup>	0 <sup>39444</sup>	0 <sup>43611</sup>	0 <sup>48611</sup>	28	0 <sup>00032</sup>
29	29	0 <sup>25000</sup>	0 <sup>31181</sup>	0 <sup>35347</sup>	0 <sup>39511</sup>	0 <sup>43681</sup>	0 <sup>48711</sup>	29	0 <sup>00034</sup>

PRETVARANJE SATOVA, MINUTA I SEKUNDA  
U DECIMALNE DIJELOVE DANA

h		6 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>	Sekunde	
m	s	d	d	d	d	d	d	s	d
30	30	0 <sup>27083</sup>	0 <sup>31250</sup>	0 <sup>35417</sup>	0 <sup>39583</sup>	0 <sup>43750</sup>	0 <sup>47917</sup>	30	0 <sup>00035</sup>
31	31	0 <sup>27153</sup>	0 <sup>31319</sup>	0 <sup>35486</sup>	0 <sup>39653</sup>	0 <sup>43819</sup>	0 <sup>48011</sup>	31	0 <sup>00036</sup>
32	32	0 <sup>27222</sup>	0 <sup>31389</sup>	0 <sup>35556</sup>	0 <sup>39722</sup>	0 <sup>43889</sup>	0 <sup>48111</sup>	32	0 <sup>00037</sup>
33	33	0 <sup>27292</sup>	0 <sup>31458</sup>	0 <sup>35625</sup>	0 <sup>39792</sup>	0 <sup>43958</sup>	0 <sup>48211</sup>	33	0 <sup>00038</sup>
34	34	0 <sup>27361</sup>	0 <sup>31528</sup>	0 <sup>35694</sup>	0 <sup>39861</sup>	0 <sup>44028</sup>	0 <sup>48311</sup>	34	0 <sup>00039</sup>
35	35	0 <sup>27431</sup>	0 <sup>31597</sup>	0 <sup>35764</sup>	0 <sup>39931</sup>	0 <sup>44097</sup>	0 <sup>48411</sup>	35	0 <sup>00041</sup>
36	36	0 <sup>27500</sup>	0 <sup>31667</sup>	0 <sup>35833</sup>	0 <sup>40000</sup>	0 <sup>44167</sup>	0 <sup>48511</sup>	36	0 <sup>00042</sup>
37	37	0 <sup>27569</sup>	0 <sup>31736</sup>	0 <sup>35903</sup>	0 <sup>40069</sup>	0 <sup>44236</sup>	0 <sup>48611</sup>	37	0 <sup>00043</sup>
38	38	0 <sup>27639</sup>	0 <sup>31806</sup>	0 <sup>35972</sup>	0 <sup>40139</sup>	0 <sup>44306</sup>	0 <sup>48711</sup>	38	0 <sup>00044</sup>
39	39	0 <sup>27708</sup>	0 <sup>31873</sup>	0 <sup>36042</sup>	0 <sup>40208</sup>	0 <sup>44375</sup>	0 <sup>48811</sup>	39	0 <sup>00045</sup>
40	40	0 <sup>27778</sup>	0 <sup>31944</sup>	0 <sup>36111</sup>	0 <sup>40278</sup>	0 <sup>44444</sup>	0 <sup>48911</sup>	40	0 <sup>00046</sup>
41	41	0 <sup>27847</sup>	0 <sup>32014</sup>	0 <sup>36181</sup>	0 <sup>40347</sup>	0 <sup>44514</sup>	0 <sup>49011</sup>	41	0 <sup>00047</sup>
42	42	0 <sup>27917</sup>	0 <sup>32083</sup>	0 <sup>36250</sup>	0 <sup>40417</sup>	0 <sup>44583</sup>	0 <sup>49111</sup>	42	0 <sup>00049</sup>
43	43	0 <sup>27986</sup>	0 <sup>32153</sup>	0 <sup>36319</sup>	0 <sup>40486</sup>	0 <sup>44653</sup>	0 <sup>49211</sup>	43	0 <sup>00050</sup>
44	44	0 <sup>28056</sup>	0 <sup>32222</sup>	0 <sup>36389</sup>	0 <sup>40556</sup>	0 <sup>44722</sup>	0 <sup>49311</sup>	44	0 <sup>00051</sup>
45	45	0 <sup>28125</sup>	0 <sup>32292</sup>	0 <sup>36458</sup>	0 <sup>40625</sup>	0 <sup>44792</sup>	0 <sup>49411</sup>	45	0 <sup>00052</sup>
46	46	0 <sup>28194</sup>	0 <sup>32361</sup>	0 <sup>36528</sup>	0 <sup>40694</sup>	0 <sup>44861</sup>	0 <sup>49511</sup>	46	0 <sup>00053</sup>
47	47	0 <sup>28264</sup>	0 <sup>32431</sup>	0 <sup>36597</sup>	0 <sup>40764</sup>	0 <sup>44931</sup>	0 <sup>49611</sup>	47	0 <sup>00054</sup>
48	48	0 <sup>28333</sup>	0 <sup>32500</sup>	0 <sup>36667</sup>	0 <sup>40833</sup>	0 <sup>45000</sup>	0 <sup>49711</sup>	48	0 <sup>00056</sup>
49	49	0 <sup>28403</sup>	0 <sup>32569</sup>	0 <sup>36736</sup>	0 <sup>40903</sup>	0 <sup>45069</sup>	0 <sup>49811</sup>	49	0 <sup>00057</sup>
50	50	0 <sup>28472</sup>	0 <sup>32639</sup>	0 <sup>36806</sup>	0 <sup>40972</sup>	0 <sup>45139</sup>	0 <sup>49911</sup>	50	0 <sup>00058</sup>
51	51	0 <sup>28542</sup>	0 <sup>32708</sup>	0 <sup>36875</sup>	0 <sup>41042</sup>	0 <sup>45208</sup>	0 <sup>50011</sup>	51	0 <sup>00059</sup>
52	52	0 <sup>28611</sup>	0 <sup>32778</sup>	0 <sup>36944</sup>	0 <sup>41111</sup>	0 <sup>45278</sup>	0 <sup>50111</sup>	52	0 <sup>00060</sup>
53	53	0 <sup>28681</sup>	0 <sup>32847</sup>	0 <sup>37014</sup>	0 <sup>41181</sup>	0 <sup>45347</sup>	0 <sup>50211</sup>	53	0 <sup>00061</sup>
54	54	0 <sup>28750</sup>	0 <sup>32917</sup>	0 <sup>37083</sup>	0 <sup>41250</sup>	0 <sup>45417</sup>	0 <sup>50311</sup>	54	0 <sup>00062</sup>
55	55	0 <sup>28819</sup>	0 <sup>32986</sup>	0 <sup>37153</sup>	0 <sup>41319</sup>	0 <sup>45486</sup>	0 <sup>50411</sup>	55	0 <sup>00064</sup>
56	56	0 <sup>28889</sup>	0 <sup>33056</sup>	0 <sup>37222</sup>	0 <sup>41389</sup>	0 <sup>45556</sup>	0 <sup>50511</sup>	56	0 <sup>00065</sup>
57	57	0 <sup>28958</sup>	0 <sup>33125</sup>	0 <sup>37292</sup>	0 <sup>41458</sup>	0 <sup>45625</sup>	0 <sup>50611</sup>	57	0 <sup>00066</sup>
58	58	0 <sup>29028</sup>	0 <sup>33194</sup>	0 <sup>37361</sup>	0 <sup>41528</sup>	0 <sup>45694</sup>	0 <sup>50711</sup>	58	0 <sup>00067</sup>
59	59	0 <sup>29097</sup>	0 <sup>33264</sup>	0 <sup>37431</sup>	0 <sup>41597</sup>	0 <sup>45764</sup>	0 <sup>50811</sup>	59	0 <sup>00068</sup>

DEPRESIJA HORIZONTA I DALJINA VIDA

Visina u metrima	Depresija horizonta	Daljina vida		Visina u metrima	Depresija horizonta	Daljina vida		Visina u metrima	Depresija horizonta	Daljina vida	
		u miljama	u km			u miljama	u km			u miljama	u km
1	1' 46"	2' 10"	3' 39"	26	9' 02"	10' 71"	19' 33"	55	13' 09"	15' 58"	28' 85"
2	2' 30"	2' 97"	3' 50"	27	9' 13"	10' 92"	20' 22"	60	13' 44"	16' 27"	30' 13"
3	3' 04"	3' 64"	6' 71"	28	9' 23"	11' 12"	20' 59"	65	14' 18"	16' 94"	31' 37"
4	3' 33"	4' 20"	7' 78"	29	9' 33"	11' 32"	20' 96"	70	14' 50"	17' 58"	32' 56"
5	3' 58"	4' 70"	8' 70"	30	9' 43"	11' 51"	21' 32"	75	15' 21"	18' 20"	33' 71"
6	4' 21"	5' 15"	9' 54"	31	9' 52"	11' 70"	21' 67"	80	15' 51"	18' 79"	34' 80"
7	4' 41"	5' 56"	10' 30"	32	10' 02"	11' 89"	22' 02"	85	16' 20"	19' 37"	35' 87"
8	5' 01"	5' 94"	11' 00"	33	10' 11"	12' 07"	22' 35"	90	16' 49"	19' 94"	36' 93"
9	5' 19"	6' 31"	11' 69"	34	10' 20"	12' 25"	22' 69"	95	17' 16"	20' 48"	37' 93"
10	5' 36"	6' 65"	12' 32"	35	10' 29"	12' 43"	23' 02"	100	17' 43"	21' 01"	38' 91"
11	5' 53"	6' 97"	12' 91"	36	10' 38"	12' 61"	23' 35"	125	19' 49"	23' 50"	43' 52"
12	6' 09"	7' 28"	13' 48"	37	10' 47"	12' 78"	23' 67"	150	21' 42"	25' 74"	47' 67"
13	6' 24"	7' 58"	14' 04"	38	10' 56"	12' 95"	23' 98"	175	23' 26"	27' 80"	51' 49"
14	6' 38"	7' 86"	14' 56"	39	11' 04"	13' 12"	24' 30"	200	25' 04"	29' 72"	55' 04"
15	6' 52"	8' 14"	15' 08"	40	11' 13"	13' 29"	24' 61"	225	26' 35"	31' 52"	58' 38"
16	7' 06"	8' 41"	15' 58"	41	11' 21"	13' 46"	24' 93"	250	28' 01"	33' 23"	61' 54"
17	7' 19"	8' 67"	16' 06"	42	11' 29"	13' 62"	25' 22"	275	29' 23"	34' 85"	64' 54"
18	7' 31"	8' 92"	16' 52"	43	11' 37"	13' 78"	25' 25"	300	30' 42"	36' 39"	67' 39"
19	7' 44"	9' 16"	16' 96"	44	11' 46"	13' 94"	25' 82"	325	31' 56"	37' 88"	70' 15"
20	7' 56"	9' 40"	17' 41"	45	11' 54"	14' 09"	26' 09"	350	33' 09"	39' 31"	72' 80"
21	8' 08"	9' 63"	17' 83"	46	12' 01"	14' 25"	26' 39"	400	35' 26"	42' 03"	77' 84"
22	8' 19"	9' 85"	18' 24"	47	12' 09"	14' 41"	26' 69"	450	37' 35"	44' 57"	82' 54"
23	8' 30"	10' 08"	18' 67"	48	12' 17"	14' 56"	26' 97"	500	39' 37"	46' 99"	87' 03"
24	8' 41"	10' 29"	19' 06"	49	12' 25"	14' 71"	27' 24"	750	48' 32"	57' 55"	106' 58"
25	8' 52"	10' 51"	19' 46"	50	12' 32"	14' 86"	27' 52"	1000	56' 02"	66' 45"	123' 07"

MJERE ZA DALJINE U ASTRONOMIJI

Jedinica daljine	km	astr. jed.	god. svjet.	parseka
Astronom. jedinica	$1.495 \times 10^8$	1	$15.802 \times 10^{-6}$	$4.848 \times 10^{-6}$
Godina svjetlosti	$9.460 \times 10^{12}$	63 275	1	0.3068
Parsek	$3.081 \times 10^{13}$	206 264 806	3.2598	1

Paralaksa $\pi$	Daljina		Paralaksa $\pi$	Daljina	
	tisuće astr. jedin.	godina svjetlosti		tisuće astr. jedin.	godina svjetlosti
" 1'0	206	3.26	" 0'10	2063	32.60
0'9	229	3.62	0'09	2292	36.22
0'8	258	4.07	0'08	2578	40.75
0'7	295	4.66	0'07	2945	46.57
0'6	344	5.43	0'06	3438	54.33
0'5	413	6.52	0'05	4125	65.19
0'4	516	8.15	0'04	5157	81.49
0'3	688	10.86	0'03	6875	108.65
0'2	1031	16.30	0'02	10313	162.98
0'1	2063	32.60	0'01	20228	325.96

PRETVARANJE RAZLIKA PRIVIDNIH VELIČINA U OMJER SJAJA

Razlika u klasama prividne veličine	Omjer sjaja	Razlika u klasama prividne veličine	Omjer sjaja	Razlika u klasama prividne veličine	Omjer sjaja
0-0	1-00	3-5	25-12	7-0	630-95
0-5	1-58	4-0	39-81	7-5	1000-00
1-0	2-51	4-5	63-10	8-0	1581-9
1-5	3-98	5-0	100-00	8-5	2511-9
2-0	6-31	5-5	158-49	9-0	3981-4
2-5	10-00	6-0	251-19	9-5	6309-5
3-0	15-85	6-5	398-11	10-0	10000-0
3-5	25-12	7-0	630-95		

PRETVARANJE PRIVIDNIH VELIČINA U APSOLUTNE

$\pi$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\pi$
0-00	∞	-10-00	-8-49	-7-61	-6-99	-6-51	-6-11	-5-77	-5-48	-5-23	0-00
0-01	5-00	-1-79	-1-66	-1-45	-1-27	-1-12	-0-98	-0-85	-0-72	-0-61	0-01
0-02	3-49	-3-30	-3-29	-3-19	-3-10	-3-01	-2-93	-2-81	-2-76	-2-69	0-02
0-03	2-61	-2-54	-2-47	-2-41	-2-31	-2-28	-2-22	-2-16	-2-10	-2-01	0-03
0-04	1-99	-1-91	-1-88	-1-83	-1-78	-1-73	-1-69	-1-61	-1-59	-1-55	0-04
0-05	1-51	-1-46	-1-42	-1-38	-1-34	-1-30	-1-26	-1-22	-1-18	-1-15	0-05
0-06	1-11	-1-07	-1-04	-1-00	-0-97	-0-94	-0-90	-0-87	-0-81	-0-81	0-06
0-07	0-77	-0-74	-0-71	-0-68	-0-65	-0-62	-0-60	-0-57	-0-54	-0-51	0-07
0-08	0-48	-0-46	-0-43	-0-40	-0-38	-0-35	-0-33	-0-30	-0-28	-0-25	0-08
0-09	0-23	-0-20	-0-18	-0-16	-0-13	-0-11	-0-09	-0-07	-0-04	-0-02	0-09
0-10	0-00	+0-20	+0-39	+0-57	+0-73	+0-88	+1-02	+1-15	+1-28	+1-39	0-10
0-20	1-31	+1-61	+1-71	+1-81	+1-90	+1-99	+2-08	+2-15	+2-23	+2-31	0-20
0-30	2-38	+2-45	+2-52	+2-60	+2-65	+2-72	+2-78	+2-81	+2-90	+2-95	0-30
0-40	3-91	+3-96	+4-01	+4-06	+4-11	+4-17	+4-21	+4-26	+4-30	+4-35	0-40
0-50	5-49	+5-51	+5-52	+5-57	+5-61	+5-65	+5-69	+5-73	+5-77	+5-81	0-50

GLAVNE SPEKTRALNE LINIJE SUNČEVA SPEKTRA

Red. br.	Fraunhofer-ova oznaka linije	Duljina vala Angström = 0.1 mμ	Kemijski element	Boja spektra	Red. br.	Fraunhofer-ova oznaka linije	Duljina vala Angström = 0.1 mμ	Kemijski element	Boja spektra
1	A	7621.3	O <sub>2</sub> zem. atm.	Infra crvena	23	h	4101.8	Hβ	
2		7594.1	"		24	H	3968.5	Ca+	
3	a	7184.6	H <sub>2</sub> O	Crvena	25	K	3933.7	Ca+	
4	B	6870.2	O <sub>2</sub>		26	L	3820.4	Fe	
5	C	6562.8	Hα		27	M	3727.6	Fe	
6	c	6278.1	Zemlj. atm.	Narančasta	28	N	3581.2	Fe	
7	D <sub>1</sub>	5895.9	Na		29	O	3441.0	Fe	
8	D <sub>2</sub>	5890.0	Na	Žuta	30	P	3361.2	Ti	
9	D <sub>x</sub>	5875.6	He		31	Q	3286.8	Fe	
10	E <sub>1</sub>	5270.3	Fe, Ca		32	R	3181.3	Ca	
11	E <sub>2</sub>	5269.5	Fe		33		3179.3	Ca	
12	b <sub>1</sub>	5183.6	Mg	Zelena	34	r	3144.5	Fe	
13	b <sub>2</sub>	5172.7	Mg		35		3100.7	Fe	
14	b <sub>x</sub>	5169.0	Fe		36	S <sub>1</sub>	3100.3	Fe	
15	b <sub>4</sub>	5167.1	Fe, Mg		37	S <sub>2</sub>	3099.9	Fe	
16	F	4861.4	Hβ	Plava	38	s	3047.6	Fe	
17	d	4388.5	Fe		39	T	3021.0	Fe	
18	G	4340.4	Hy		40	t	2994.4	Fe	
19	f	4325.8	Fe		41	U	2980.0	O <sub>2</sub> zem. at.	
20		4307.9	Fe, Ti	Modra	42		2947.1	Fe	
21	G	4307.7	O <sub>2</sub>						
22	g	4226.7	Ca						

Dio spektra gotovo potpuno odrezan u atmosferi





## GEOGRAFSKE KOORDINATE

Redni broj	MJESTO	Nad-morska visina	Sjeverna širina	Dužina istočno od Greenwicha		Razlika SEV i mjesnog vremena
				u stupajevima	u vremenima	
		m	° ' "	° ' "	h m s	m s
1	Banja Luka . . .	181	44 16 23	17 11 45	1 03 47 <sup>0</sup>	- 8 47 <sup>0</sup>
2	Beograd . . .	—*)	44 49 17	20 27 20	1 21 49 <sup>3</sup>	- 21 49 <sup>3</sup>
3	Bihac . . .	231	44 49 00	18 12 27	1 12 49 <sup>8</sup>	- 12 49 <sup>8</sup>
4	Bitolj . . .	596	41 01 50	21 20 44	1 25 22 <sup>9</sup>	- 25 22 <sup>9</sup>
5	Bjelovar . . .	135	45 53 56	16 50 19	1 07 23 <sup>2</sup>	- 7 23 <sup>2</sup>
6	Celje . . .	241	46 13 40	15 16 05	1 01 04 <sup>3</sup>	- 1 04 <sup>3</sup>
7	Cetinje . . .	725	42 23 09	18 55 29	1 15 41 <sup>9</sup>	- 15 41 <sup>9</sup>
8	Dubrovnik . . .	4	42 38 34	13 06 43	1 12 26 <sup>9</sup>	- 12 26 <sup>9</sup>
9	Gorica . . .	86	45 56 35	13 37 44	0 54 30 <sup>9</sup>	+ 5 29 <sup>1</sup>
10	Gostivar . . .	526	41 17 50	20 55 12	1 23 40 <sup>8</sup>	- 23 40 <sup>8</sup>
11	Jajce . . .	379	44 20 49	17 16 40	1 09 06 <sup>7</sup>	- 9 06 <sup>7</sup>
12	Karlovac . . .	112	45 29 34	15 33 31	1 02 14 <sup>1</sup>	- 2 14 <sup>1</sup>
13	Kos, Mitrovica . . .	596	42 53 03	20 52 36	1 23 30 <sup>4</sup>	- 23 30 <sup>4</sup>
14	Kragujevac . . .	213	44 00 43	20 55 03	1 23 40 <sup>2</sup>	- 23 40 <sup>2</sup>
15	Kumanovo . . .	358	42 08 15	21 43 12	1 26 52 <sup>3</sup>	- 26 52 <sup>3</sup>
16	Ljubljana . . .	293	46 03 09	14 31 18	0 58 05 <sup>2</sup>	+ 1 54 <sup>8</sup>
17	Maribor . . .	274	46 33 34	15 33 59	1 02 35 <sup>9</sup>	- 2 35 <sup>9</sup>
18	Mostar . . .	67	43 20 40	17 48 36	1 11 14 <sup>1</sup>	- 11 14 <sup>1</sup>
19	Niš . . .	225	43 18 54	21 54 07	1 27 36 <sup>5</sup>	- 27 36 <sup>5</sup>
20	Novi Sad . . .	80	45 15 23	19 51 11	1 19 22 <sup>7</sup>	- 19 22 <sup>7</sup>
21	Ostieck . . .	34	45 33 11	18 42 09	1 11 48 <sup>6</sup>	- 11 48 <sup>6</sup>
22	Peč . . .	595	42 30 30	20 18 23	1 21 13 <sup>5</sup>	- 21 13 <sup>5</sup>
23	Postojina . . .	676	45 46 47	14 12 51	0 56 51 <sup>4</sup>	+ 3 08 <sup>6</sup>
24	Prilop . . .	618	41 20 45	21 33 37	1 26 14 <sup>5</sup>	- 26 14 <sup>5</sup>
25	Prizren . . .	495	42 12 50	20 44 32	1 22 58 <sup>1</sup>	- 22 58 <sup>1</sup>
26	Pula . . .	32	44 51 49	13 50 11	0 55 22 <sup>9</sup>	+ 4 37 <sup>1</sup>
27	Rijeka . . .	3	45 19 38	14 26 14	0 57 46 <sup>9</sup>	+ 2 13 <sup>1</sup>
28	Sarajevo . . .	537	43 51 36	18 25 28	1 13 42 <sup>5</sup>	- 13 42 <sup>5</sup>
29	Skopje . . .	242	42 00 07	21 26 48	1 25 47 <sup>2</sup>	- 25 47 <sup>2</sup>
30	Split . . .	9	43 30 40	16 26 23	1 05 15 <sup>8</sup>	- 5 45 <sup>8</sup>
31	Subotica . . .	119	46 03 00	19 40 12	1 13 40 <sup>8</sup>	- 13 40 <sup>8</sup>
32	Štip . . .	303	41 44 36	22 13 16	1 28 53 <sup>1</sup>	- 28 53 <sup>1</sup>
33	Tetovo . . .	486	42 00 11	20 59 28	1 23 57 <sup>9</sup>	- 23 57 <sup>9</sup>
34	Titograd . . .	62	42 26 07	19 15 55	1 17 03 <sup>6</sup>	- 17 03 <sup>6</sup>
35	Titovo Užice . . .	411	43 51 21	19 51 00	1 19 24 <sup>0</sup>	- 19 24 <sup>0</sup>
36	Trst . . .	68	45 38 36	13 46 14	0 55 04 <sup>9</sup>	+ 4 55 <sup>1</sup>
37	Tuzla . . .	232	44 32 17	18 41 03	1 14 44 <sup>2</sup>	- 14 44 <sup>2</sup>
38	Varaždin . . .	173	46 18 28	16 20 33	1 05 22 <sup>2</sup>	- 5 22 <sup>2</sup>
39	Zagreb . . .	135	45 48 58	15 59 00	1 03 56 <sup>0</sup>	- 3 56 <sup>0</sup>
40	Zaječar . . .	123	43 54 13	22 16 50	1 29 07 <sup>3</sup>	- 29 07 <sup>3</sup>

\*) Želj. stanica 76 m

## TUMAČ POMOĆNIM TABLICAMA

1. Prva i druga tablica služe za određivanje refrakcije prema uputi, kako je navedena ispod samih tablica.

2. Treća i četvrta tablica služe, da se pomoću precesije u deklinaciji i rektascenziji odredi položaj za 1950. nekog nebeskog tijela (zvijezde, maglice), čiji je položaj poznat za neku drugu godinu, na pr. 1900<sup>0</sup>. U tablicama su navedeni iznosi, za koje se promijene ekvatorske koordinate u jednoj godini. Ti su iznosi različiti za različite (približne) vrijednosti koordinata.

*Primjer:* Nekā se odredi položaj za 1950<sup>0</sup> zvijezde  $\mu$  Ceph (br. 13 u tablici nepravilnih promjenljivih), ako je položaj za 1900<sup>0</sup>  $\alpha_0 = 21^h 40^m 4$ ,  $\delta_0 = + 58^\circ 19'$ .

U tablici za precesiju u rektascenziji nalazimo kod

$$\alpha = 21^h \left. \begin{array}{l} \dots \dots \dots \Delta\alpha = 1^s 95, \alpha = 22^h \\ \delta = + 50^\circ \end{array} \right\} \dots \dots \dots \Delta\alpha = 2^s 28 \\ \delta = + 50^\circ \left. \begin{array}{l} \dots \dots \dots \Delta\alpha = 1^s 95, \alpha = 22^h \\ \delta = + 50^\circ \end{array} \right\} \dots \dots \dots \Delta\alpha = 2^s 28$$

dakle razlici od 1<sup>h</sup> odgovara prirast 0<sup>s</sup>33, a za našu razliku od 0<sup>h</sup>7 je prirast 0<sup>s</sup>23, te je za  $\delta = + 50^\circ$ ,  $\alpha = 21^h 40^m \dots \dots \Delta\alpha = 2^s 18$ .

Kod  $\delta = + 60^\circ$  padne ta korekcija na 1<sup>s</sup>75, dakle za razliku u deklinaciji od 8<sup>o</sup> (približno) padne korekcija za 0<sup>s</sup>3, te iznosi  $\Delta\alpha = 1^s 9$  za jednu godinu, a za 50 godina  $\Delta\alpha = 1^m 6$ .

U tablici za precesiju u deklinaciji kod  $\alpha = 21^h 40^m$  nalazimo  $\Delta\delta = + 16'' 4$  za jednu godinu, a za 50 godina  $\Delta\delta = + 13'' 7$ .

Traženi položaj zvijezde  $\mu$  Ceph za 1950<sup>0</sup> je dakle

$$\begin{array}{l} 1900^0 \dots \dots \alpha_0 = 21^h 40^m 4 \dots \dots \delta_0 = + 58^\circ 19' \\ \text{precesija} \dots \dots \Delta\alpha = + \frac{1^6}{50} \dots \dots \Delta\delta = + \frac{13^7}{50} \\ 1950^0 \dots \dots \alpha = 21^h 42^m 0 \dots \dots \delta = + 58^\circ 33' \end{array}$$

3. Peta i šesta tablica donosi trajanje građanskog i astronomskog sumraka za geografske širine, koje dolaze u obzir u našoj državi.

Građanski sumrak (večernji) počinje, kada Sunce zađe, a svršava, kada je Sunce 6<sup>o</sup> ispod horizonta; tada se na nebeskom svodu vide prve zvijezde, a za vrijeme sumraka može se još na otvorenom čitati bez umjetne rasvjete. Kod jutarnjeg sumraka ide stvar obratno.

Astronomski sumrak (večernji) počinje, kada Sunce zađe, a svršava, kada je Sunce 18<sup>o</sup> ispod horizonta. Tada se već vide i najslabije zvijezde prostim okom.

4. Sljedeće tablice, sedma za poludnevni luk, osma i deveta za pretvaranje zvjezdanoga vremena u srednje i obratno, već su na dnu stranice objašnjene kako se upotrebljavaju. Deseta tablica za pretvaranje satova, minuta i sekunda u decimalne dijelove dana, i jedanaesta za depresiju horizonta i daljinu vida jasne su po sebi. Isto vrijedi za dvanaestu tablicu mjera za daljinu u astronomiji.

5. Trinaesta tablica pretvaranje razlika prividnih veličina u omjer sjaja temelji se na odnosu  $I_1 : I_2 = (2.512)^{m_2 - m_1}$ .

*Primjer:* Koliko puta je jači sjaj Capelle ( $\alpha$  Auri, br. 3 u tablici najsjajnijih zvijezda) od Spice ( $\alpha$  Virg, br. 11 iste tablice)?

Capella ima prividnu veličinu  $m_1 = 0^m21$  } Razlika veličina je  
Spica ima prividnu veličinu  $m_2 = 1^m21$  }  $m_2 - m_1 = 1^m0$

Tablica sad daje omjer sjaja 2.51, t. j. Capella je 2.5 puta sjajnija od Spice. To se u ovom primjeru odmah vidi iz gornje formule  $I_1 : I_2 = (2.512)^{1.0} = 2.512$ .

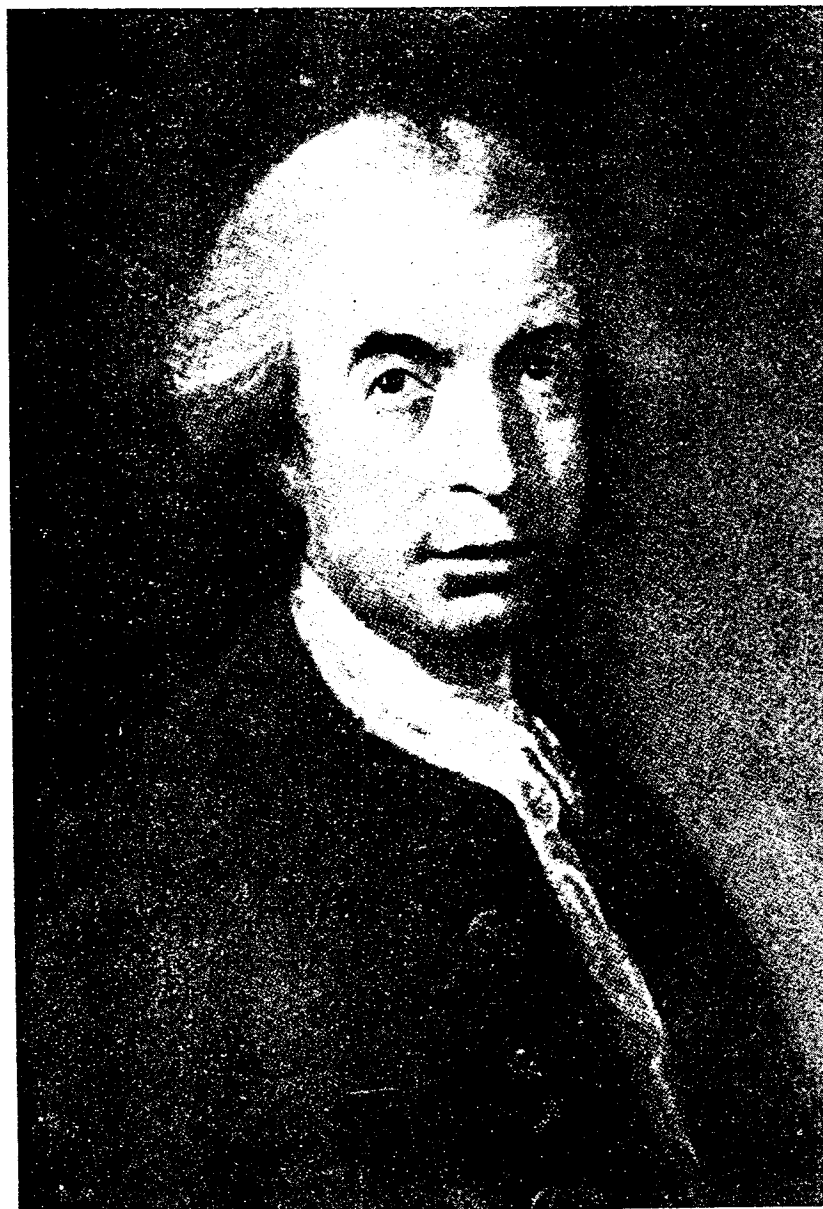
6. Četrnaesta tablica daje pretvaranje prividnih veličina u apsolutne, a temelji se na relaciji  $M = m + 5 + 5 \log \pi$ .

*Primjer:* Kolika je apsolutna veličina Siriusa (br. 1 u tablici najsjajnijih zvijezda), ako mu je prividna veličina  $-1^m58$ , a paralaksa  $\pi = 0''373$ ?  
Po tablici u retku  $0''30$  i stupcu 7 je korekcija  $+2^m84$ , dakle  $M = -1^m58 + 2^m84 = +1^m26 = 1^m3$ .

7. Petnaesta i šesnaesta tablica glavnih spektralnih linija Sunčeva spektra odn. vremenskih zona razumljive su po sebi. U slici vremenskih zona nisu uzeta u obzir odstupanja granica zona radi državnih granica, kao ni one zemlje, koje nisu prihvatile računanje vremena po vremenskim zonama.

8. U posljednjoj (sedamnaestoj) tablici geografskih koordinata nekih mjesta u Jugoslaviji unijeti su važniji gradovi i oblasna sjedišta. Posljednji stupac u toj tablici pokazuje, koliko je mjesno vrijeme do-  
tičnog mjesta ispred (—) ili iza (+) vremena srednje-evropskog meri-  
dijana  $\lambda = 15^\circ$  ist. od Greenwicha, t. j. srednje-evropskog vremena, što  
ga pokazuje naši satovi.

## VI. ČLANCI



*Alexs Bronovick*

*Dr. Željko Marković:*

## RUĐE BOŠKOVIĆ

**Mladost.** Rod Boškovićev potječe starinom iz Hercegovine. Prema obiteljskoj predaji oni su potomci stare plemenite obitelji Pokrajčića ili Podkrajčića; tek jedan od pređa da je uzeo ime Bošković prema očevu imenu Boško. Bilo je doba, kada je Boškoviću bilo mnogo stalo do toga da se utvrdi plemićki značaj njegove obitelji, napose kada je postao službenik francuskog kralja Louisa XV., a i poslije; grbom obitelji Pokrajčića služio se i za pečačenje vojnih pisama.

Otac Boškovićev Nikola, prema jednoj vijesti, bio je najprije u službi Rade Gledevića u Dubrovniku, koji ga je u trgovačkim poslovima poslao u Novi Pazar, gdje je bila znatna dubrovačka trgovačka kolonija, koja je u 17. stoljeću imala i crkvu i svoga kapelana. Otac Nikola postao je ugledan član te kolonije, stekao imetak, no radi nesigurnosti položaja u Novom Pazaru morao je odanle otići. Vrativši se u Dubrovnik oženio se Pavom, kćeri trgovca Bara Bettere. Obitelj Bettera doselila se u Dubrovnik početkom 17. stoljeća iz Bergama u sjevernoj Italiji, ali, kao tolike druge, brzo se nacionalizirala. Otac je dugo bolovao od uzetosti i sedamnaest posljednjih godina nije stavljao noge na tlo, kako jednom zgodom piše Bošković; oca je izgubio Ruđe u desetoj godini. Majka bila je žena sretna temperamenta; doživjela je 103 godine, a svježja je ostala još u dubokoj starosti, pa Boškovićeva sestra Anica u jednom pismu bratu piše o njoj: »...vidi, čuje, dobro spi, dobro ije; sve zna i čuti, ne zaboravlja ništa, nego vele bolje od mene, i zna i pametuje«, a drugom zgodom kaže kako: »uživa zdravlje u tijelu i mir u pameti«.

Naš Ruđe rodio se 18. svibnja 1711. kao predposljednje dijete od njih devetero. Najstarija sestra Mara bila je udata za Ruđera Draghia, druga Marija ušla je u samostan sv. Katarine, brat Božo bio je dugo godina službenik republike dubrovačke, Bartol (Baro) bio je isusovac u Italiji, Ivan dominikanac, Antun umro je još kao dijete, Pero bio je također u službi republike, a umro je mlad, za njime dolazi naš Ruđe, a kao posljednje dijete sestra Anica.

Rodni dom Boškovića bio je trgovački i dosta imućan; imali su dvije kuće, jednu u gradu, drugu ladanjsku na Ilinoj Glavici. No u tom domu vladao je i književni duh; Ruđin djed po majci Baro Bettera štampao je više pjesama na »slovinskome jeziku«, a i tetka Marija Dimitri ostavila je rukopis pjesama. Brat Baro bio je cijenjen latinski pjesnik, koji je pjevao i na materinjem jeziku, vrlo daroviti Pero bio je vješt prevodilac s francuskog i latinskog, koji je i sâm pjevao, a da je sestra Anica imala književnog dara, svjedoče njena pisma »naški« pisana, svježija, slikovita, duhovita.

Ruđe je počeo učiti u o. Nikole Nichei, kapelana crkve sv. Nikole; mnogo godina kasnije piše Anica bratu o smrti bivšega učitelja da ga se sjeti, »er ti je bio meštar. Od njega si bio potpomognut u prvijem naucimá, bez kojijeh ne bi bio mogo doprijeti do take svrhe.« Poslije toga, kao ostala dubrovačka mladež, polazio je Ruđe školu u isusovačkom Kolegiju, obnovljenom poslije velikog potresa u g. 1667., u kome je prema nastavnoj osnovi učio gramatiku, humaniora i retoriku. Taj mu je zavod dao osnov za njegovu potpunu klasičnu obrazovanost i za ono savršeno poznavanje latinskoga jezika, koji je prema svjedočanstvu savremenika govorio tekući i naročito elegantno, u kome su tolikom lakoćom vrcali duhoviti njegovi prigodni stihovi i za odličnost kojega svjedoče njegove rasprave latinski pisane. »Odgojen u pravcu humanističkom«, veli biograf njegov F. Rački, »a zadojen pjesničkim duhom savremenoga Dubrovnikana, kada bi Bošković ostao bio u svojem zavičaju, bio bi se po svoj prilici poput pretežne većine svojih zemljaka zavjerio hrvatskim i latinskim vilam.«

Već u vrijeme školovanja odlikovao se Bošković velikom nadarenošću, a kako je pokazivao sklonosti za duhovni život, bio je određen da stupi u red isusovački; njemu je pripadao četrdeset

i osam godina, sve do raspuštanja u g. 1773. U jesen g. 1725. poslan je u Rim, da u središnjem isusovačkom zavodu Collegium Romanum nastavi nauke. Ondje je prolazio redom sve stadije života i učenja propisane redom, u koji je ušao, da bude zaređen kao zreo čovjek. Dvije je godine prošao u novicijatu, zatim je dvije godine slušao retoriku i poeziju, a tri dalje studirao filozofiju te matematičke i fizičke nauke. Dva su učitelja napose zavelila mladoga Ruđu, Noceti i Borgondio, oba predavači matematike i fizike, koji su se ujedno bavili i latinskom poezijom, pa je napose Noceti bio u tom poznat i izvan granica Italije. No Bošković se kasnije tužio, da za vrijeme nauka nije imao ni pravog vođe ni knjiga; za Nocetia kaže, da je malo znao fizike i matematike i da je time nanio znatnu štetu tim naukama. U vrijeme živoga onog razvoja više analize, koje pada u Boškovićevu vrijeme, osjećao je on, osobito u Parizu, jednom od središta novoga »velikog kalkula«, da ne gospodari u dovoljnoj mjeri novim sredstvima diferencijalnog i integralnog računa. »Ja najprije ćutim«, piše on jednom zgodom, »koliko sam slab u onemu što ovi parvi Geometri ovamo stimaju... u velikomu kalkulu jes toliko od njih do mene, koliko od mene do ovijeh družijeh Jezuvita... to ti e trudan poso' i valja rano početi, ko jezika naučit.«

**Naučni rad u Rimu.** Prema običaju Rimskog kolegija morao je Bošković po završetku studija filozofije, matematike i fizike vršiti učiteljsku službu u nižim zavodima reda, posao dosta mučan za njega, kome je već tada sve nastojanje bilo skrenuto na samostalan studij pitanja matematike i fizike. Osobita njegova nadarenost, žilava energija, kojom je pristupao svakom poslu, uvelike razvijena sposobnost da se intenzivno zadube kroz duge sate u problem, koji ga je upravo zanimao, pa da poslije toga ustane od posla čil i svjež, učinili su, da je uza sve to već od g. 1736. počeo izdavati niz rasprava matematičkog i fizičkog sadržaja, poznate svoje »disertacije«. Bile su to rasprave o pitanjima čiste i primijenjene matematike, fizike, astronomije, geodezije, koje je Bošković izrađivao za godišnje javne sastanke u Rimskom kolegiju i Sjemeništu; te bi teze talentirani učenici tih zavoda javno branili u diskusijama. Prva je bila *O Sunčevim pjegama*; u njoj je

Bošković dao dvije svoje metode za određivanje elemenata vrtnje Sunca oko osi iz triju položaja jedne pjege, od kojih je prva bila grafička, a druga se služila trigonometrijom. U g. 1737. izlaze rasprave *O najnovijem prolazu Merkura ispod Sunca* i *Geometrijska konstrukcija sferne trigonometrije*. Već je prva radnja pobudila pažnju stručnjaka, jer je rješenje tog problema bilo novo. Francuski učenjak De l'Isle piše da o autoru te radnje mora gojiti velike nade; u toj raspravi da se nalazi onaj duh egzaktnosti, koji bi morao vladati u takvim raspravama, ali koji se uvijek ne nalazi. Istu preciznost i oštroumnost da je autor uveo i u teoriju sfernih trokuta. Nada se, da će autorovo ime doskora naći na odličnom mjestu u stručnoj literaturi. Radnja o sfernoj trigonometriji sadržavala je grafičku metodu za rješavanje problema sferne trigonometrije; ona je već pokazivala sklonost Boškovićevu za rješavanje pitanja primijenjene matematike, jer je svrha radnje bila da grafičkim putem rješava trokute, kada nije nužna velika točnost ili nije ni moguća, jer su elementi zadana trokuta dobiveni mjerenjem. Svoje je rezultate odmah primijenio i na probleme sferne astronomije, a tom se metodom služio i u poznatim svojim istraživanjima o određivanju staze kometa iz triju opažanja.

Uz taj rad i nastavničke dužnosti nastavljao je Bošković studij teologije. No pridošao je nov važan moment u njegovu životu. Dosadnji njegov rad našao je već takvo priznanje, da je bivši njegov učitelj Borgondio, kada je morao preuzeti nove funkcije, predao svoj lektorat na Rimskom kolegiju mladome svom učeniku. Da je Bošković imao izraziti dar za jasno izlaganje matematičkih i fizičkih pitanja, pokazuju njegove rasprave, u kojima napose vrlo jasno i pregledno raspravlja o načelnim pitanjima matematike ili fizike, u kojima često nije žalio dugih razmatranja, pa ni ponavljanja, samo da što jasnije rastumači koji pojam ili dokaže neki teorem, služeći se ponajviše zornom geometrijskom metodom. U svojim je predavanjima gledao da istakne jasno i potpuno osnovne crte područja, o kome se radilo, ne tereteći učenike množinom manjih pitanja. Već u predavanjima htio je da potakne učenike na samostalan rad i da u njima razvije dar iznalaženja i kritičnost pogleda. Ali zanos za predmet i dubljina vlastitih misli

znali su ga zanijeti daleko izvan dohvata shvaćanja njegovih slušača. Vrlo je rado radio individualno s nadarenim pojedincima, pa ga ni bolest nije priječila da oko kreveta okuplja mlade svoje prijatelje i da ih vodi po strmijim stazama matematičke spekulacije.



Od daljih disertacija spominjemo iz g. 1738. raspravu *O sjevernoj zori*, u kojoj iznosi mišljenje, da joj postanak treba tražiti u Sunčevoj atmosferi; dovoljno je, da se uzme da ta atmosfera prodire nešto u najviše slojeve zemaljske atmosfere, pa da se ondje zgusne i upali i time izvede pojav polarne svjetlosti. U g. 1739. izdao je radnju *O novoj upotrebi durbina za određivanje nebeskih objekata*, u kojoj je opisan njegov praktičan cirkularni mikrometar, i *O razlozima starih za oblik Zemlje kao kugle*, a g. 1740. objelodanjuje raspravu geometrijskog sadržaja *O kružnicama oskulacije*, u kojoj na zoran način, bez široke upotrebe više matematike, a ipak infinitezimalnim razmatranjima izvodi njihova svojstva, da ih u kasnijim raspravama može primijeniti; iste godine izlazi i disertacija *O gibanju tijela bačena u prostoru bez otpora*. U idućoj godini 1741. izlaze njegova razlaganja *O prirodi i upotrebi veličina beskonačno velikih i malih*; u njima se tumače ti pojmovi na onaj egzaktan način kako se i danas čini, a vrstaju se oni i prema redu veličine; ta je radnja osnov za mnoga njegova istraživanja iz primijenjene matematike. Djelo izdano u istoj godini *O nejednakosti sile teže u različitim dijelovima Zemlje* preludij je važnih Boškovićevih istraživanja iz više geodezije, a u vezi je s određivanjem duljine sekundnog njihala, što ga je izvodio u Rimu.

Godine 1742. izašle su tri rasprave iz astronomije: *O godišnjim aberacijama zvijezda nekretnica*, *O astronomskim opažanjima i dokle seže njihova sigurnost* i *Istraživanje iz opće astronomije*, u kojima kritički razgleda prihvaćena načela astronomije. Obje rasprave iz g. 1743. rade o mehanici; prva je *O gibanju tijela, što ga privlači nepomično središte silama obrnuto razmjernima s kvadratom daljina u prostorima bez otpora*; ta rasprava daje lijepu primjenu infinitezimalnih razmatranja u geometrijskom obliku, a u njoj ispravlja i jedan krivi zaključak velikog matematika Eulera, za koji veli da je izveden »slijepim vodstvom formula«; ovdje već diskutira i svoju tezu, da se mehanički zakon ustrajnosti ne može dokazati ni iz opažanja ni a priori. Druga daje rješenje znamenitog *Mehaničkog problema o čvrstom tijelu najveće privlačne sile*, u kojoj Bošković prvi određuje oblik rotacionog tijela, koje na točku na osi tijela izvodi najveću privlačnu silu.

Uto je Bošković završio studij teologije i g. 1744. bio zaređen. Radi svoga obilnog i originalnog dotadanjeg rada nije mu bila dodijeljena posebna crkvena dužnost, nego je ostavljen kao profesor matematike na Rimskom kolegiju, da se može sasvim posvetiti naučnim istraživanjima. Iste je godine izdao raspravu *Nova metoda za upotrebu opažanja fazâ u Mjesečevim pomrčinama za vježbanje u geometriji i za unapređenje astronomije*. Godina 1745. donijela je njegovu radnju *O živim silama*, kojoj je bio predmet poznato raspravljanje među pristašama Descartesa i Leibniza o t. zv. živoj sili i njenu mjerenju, no kojoj je važnost u tome što se u njoj nalaze prvi izvodi buduće njegove prirodne filozofije, za koje Bošković kaže, da se tiču sastava tijela i prirode dijelova, iz kojih se sastoje, te sila, što među njima djeluju, rezultati »nama bar novi i, kako se nadamo, ni nezdgodni, osobito geometrima, ni neplodni«; iste godine izlazi u *Elementima geometrije* Tacquetovima Boškovićev prikaz sferne trigonometrije i svojstava cikloide i logističke krivulje. Godine 1746. izlaze osim rasprave *O kometima* i bitne crte njegove teorije presjeka stošca, a publicirao je i jednu radnju, koja pokazuje živo njegovo zanimanje za klasičnu starinu, *O staroj vili otkrivenoj na hrptu Tuskuluma*. *O staroj*

*sunčanoj uri i drugim nekim rijetkostima, koje su se našle među njenim ruševinama*, slično kako je pisao g. 1750. o Augustovu obe-lisku. U g. 1747. slijedi radnja *O plimi i osjeci*, u kojoj se dalje izvode Boškovićeve ideje o relativnosti načela ustrajnosti i o mogućnosti shvaćanja Newtonove mehanike i uz pretpostavku da Zemlja miruje, zatim *O Sunčevoj svjetlosti* i *Dokaz jednog teorema u vezi s najvećim i najmanjim kutom duge*, a tiče se jednog teorema Newtonove *Optike*; te je godine izdao i *Metodu potenciranja infinitinoma na bilo koju potenciju*, a k pjesmi C. Nocetia *O dugi i sjevernoj zori* napisao je bilješke. U godinu 1747. pada i događaj važan za Boškovića i njegove; prvi puta poslije odlaska iz Dubrovnika posjetio je rodni grad, obitelj i prijatelje, prvi i posljednji put. Rasprava *O svjetlosti* u g. 1748. sadržaje u svom drugom dijelu već daleko izrađenu teoriju materije, započetu u *Živim silama*. To djelo sadržaje i inače zanimljive poglede i primjedbe Boškovićeve na pravocrtno širenje svjetlosti i svojstva pravca i pripada među najvažnije njegove filozofijsko-kritičke radove. Pažnja, koju su u naučnom svijetu pobudila dosadanja Boškovićeva istraživanja, nalaze izražaja u glavnom pariskom učnom glasilu *Journal des sçavans* od g. 1748., gdje se za njih kaže da »u njima sja toliko genija i iznalaženja kao i znanja u geometriji, astronomiji i fizici«. Velik broj prikaza tih radnja donosi i ugledni naučni časopis u Leipzigu *Acta eruditorum*. G. 1749. donijela je njegov rad *O određivanju staze planeta spomoću katoptrike, ako je dana sila, brzina i smjer gibanja u zadanoj točki*, u kome je izložena nova konstrukcija eliptičke staze planeta pod utjecajem Newtonova zakona, na koju ga je sasvim neočekivano navelo rješenje jednostavnog jednog problema katoptrike u vezi s odbijanjem zraka na sfernom zrcalu. Ta je konstrukcija osnov i za kasnije njegove radove o gibanju planeta, a publicirao je i jednu meteorologijsku raspravu *O ciklonu, koji je opustošio velik dio Rima u noći između 11. i 12. lipnja 1749.*; osim toga izdao je i *Dokaz Eulerove metode rastavljanja racionalne funkcije na djelomične razlomke*. U g. 1751. izdao je radnju *O težištu*, predmet kome se vratio i u svom glavnom djelu *Teorija prirodne filozofije*, a g. 1752. udžbenik *Elementi opće matematike za upotrebu mla-*



deži, koja studira; prvi svezak sadržaje ravnu geometriju, običnu aritmetiku, prostornu geometriju te ravnu i sfernu trigonometriju, a drugi elemente konačne algebre. O *Mjesečevoj atmosferi* i *Opazanja posljednjeg prolaza Merkura ispod Sunca* bile su radnje publicirane u g. 1753.; radnja iz g. 1754. O *zakonu neprekinutosti i njegovim posljedicama, koje se tiču prvih elemenata materije i njihovih sila* iznosi osnov Boškovićeve prirodne filozofije i vrlo je važna. U njoj Bošković razlaže u konačnom obliku davno već ustaljeno svoje shvaćanje pojma neprekinutosti i u slučaju pojedinih veličina, kao i onda, kada veličine stoje u funkcijskoj vezi. Na osnovu neprekinutosti tumači svojstva geometrijskih krivulja, pa napose za hiperbolu pokazuje, da su dvije njene grane dijelovi jedinstvene krivulje, koje prelaze jedna u drugu u točki beskonačno dalekoj, a parabola da je zatvorena krivulja. Zakon neprekinutosti nalazi da je ostvaren i u gibanjima tijela. Napokon iznosi osnove svoje nove prirodne filozofije i dokazuje opravdanost njihovu na osnovu tog zakona, za koji je uvjeren, da je jedan od osnovnih prirodnih zakona. Te je godine izdao i treći svezak svojih *Elementa* posvećen teoriji presjeka stošca, u kome je sadržana i rasprava o *Transformaciji geometrijskih mjesta*. Svojom originalnošću ta je teorija važan doprinos tom starom dijelu geometrije, a odlikuje se posebnom metodom i sustavom izlaganja, sadržava nove poglede na narav presjeka stošca, kao i nove teoreme. Francuski astronom De Lalande, velik štovatelj Boškovićeve, piše o njoj u *Journal des sçavans*: »Genij piščev sja u njoj kao u njegovim najvišim djelima«; dalje govori o piscu da je »dubok geometar, koji opravdava u najmanjima stvarima glas što ga ima odavna, da je jedan od najvećih matematika našega stoljeća«. Ta je teorija svojom originalnošću bila predmet pažnje matematika i kasnije, pa engleski matematik Ch. Taylor u svom udžbeniku (1881.) zove to djelo »majstorsko, premda zanemareno djelo Boškovićevo« i ističe, da je to jasan i zbijen udžbenik, koji ne će biti tako lako nadmašiti u jednostavnosti, dubljini i sugestivnosti. Godina 1755. iznijela je rasprave *O zakonu sila, što postoje u prirodi*, o kome će biti poslije govora, i *O lećama i dioptričkim durbini*, koja otvara dugi niz opsežnih Boškovićevih eksperimen-

mentalnih i teoretskih istraživanja o konstrukciji ahromatičkih durbina, u ono vrijeme novom i važnom problemu, o kome je g. 1767. izdao u Beču još pet rasprava, a nastavile su se u skupnim njegovim raspravama iz zadnjeg decenija stvaranja objavljenima pod naslovom *Djela, koja se tiču optike i astronomije*, izašla u Bassanu g. 1785., dvije godine prije smrti. G. 1755. izašao je i opširan izvještaj o mjerenju meridijana među Rimom i Riminijem, o čemu će opširno biti još govora, kao i važne Boškovićeve bilješke prvoj knjizi djela *O novijoj filozofiji* Dubrovčanina Benedikta Staya, ispjevanog u deset knjiga, u kojima je Bošković izložio obilje svojih originalnih kritičkih misli o osnovnim pitanjima matematike i prirodne filozofije, a nastavljao je taj rad i kasnije. Rasprava *O nejednakostima, što ih međusobno izvode Jupiter i Saturn osobito oko vremena konjunkcije* bila je predložena pariskoj Akademiji nauka na natječaj raspisan o tom predmetu mehanike neba; kako je Akademija dosta dugo nije uzela među svoje publikacije, izdao ju je Bošković sâm g. 1756. U njoj on primjenjuje vrlo vješto svoju infinitezimalnu metodu u vezi s konstrukcijom eliptičke staze planeta, o kojoj je spomenuto prije. Geometrijskom metodom određuje momentanu promjenu perturbacija, a za određivanje iznosa njihova predlaže jednu metodu numeričke kvadrature. Taj način obrađivanja problema mehanike neba upućuje već na onaj put, kojim su Herschel i kasnije Airy gledali zornim učiniti pristup mehanici neba. U vezi sa svojom teorijom o sastavu materije izdao je dalje u g. 1757. razmatranja *O djeljivosti materije i počelima tijela*, a za djelo francuskog astronoma De Lacailla *Elementarna predavanja iz optike* napisao je teoriju svog objektivnog mikrometra. G. 1758. izdano je u Beču glavno Boškovićevo djelo iz prirodne filozofije *Teorija prirodne filozofije svedena na jedan jedini zakon sila, što postoje u prirodi*. Da se vidi raznoličnost predmeta, o kojima je Bošković raspravljao, neka bude navedena i radnja *O zakonu neprekinutosti u muzičkoj skali*, izdana u Milanu 1772., ili važno ispitivanje *O stanicama pčela*.

Svemu tome naučnom radu treba dodati dosta obilno Boškovićevo stvaranje u stihovima. Bio je član vrlo uglednog rimskog

literarnog društva »Arcadia«, u kome su se članovi zvali »pastiri«, članice »nimfe«, predsjednik je imao naslov »čuvar«, a simbol im je bila frula. Svaki je član imao neko klasično ime; naš se Ruđe zvao Numenius Anigreus. Društvo je imalo u svojim redovima i vrlo odličnih ličnosti, pa i okrunjenih glava; sâm Bošković ispjevao je prigodnu pjesmu, kada je u Arcadiji trebalo počastiti poljskoga kralja Stanislava. Takvih prigodnih pjesama sastavio je Bošković više, tako portugalskom kralju Ivanu V., papi Benediktu XIV., carici Mariji Tereziji. U Arcadiji bilo je recitirano i pet njegovih *Pastirskih dijaloga*. Poslije će biti govora o velikom djelu u latinskim stihovima u pet knjiga *O pomrčinama Sunca i Mjeseca*, izdanom u Londonu 1760. i posvećenom londonskom učnom društvu Royal Society, kao i o pjesmi *Pomrčine* u šest pjevanja na francuskom, posvećenom kralju Louisu XVI. i izašlo u Parizu 1779.

**Tehnički radovi Boškovićevi.** Svojim mnogobrojnim radovima, živom djelatnošću stručnom i društvenom bio je Bošković dobro poznat i već visoko cijenjen u Rimu i ostaloj Italiji. Kada je g. 1742. papa Benedikt XIV., sâm učenjak i ljubitelj nauka, htio da riješi pitanje pukotina, što su se pojavile na kupoli bazilike sv. Petra u Rimu, i da ispitivanje toga preda najprije stručnjacima teoretičima, bio je jedan od članova te komisije trojice rimskih profesora matematike i naš Bošković. Na osnovu potankog istraživanja na kupoli i razmatranja o čvrstoći izradili su oni stručno mišljenje, koje je god. 1742. izašlo u štampi, a bilo je i predmet diskusije stručnjaka na širem jednom sastanku u Kvirinalu. Već iduće godine 1743. povjerava papa Boškoviću nov tehnički zadatak, ispitivanje čvrstoće apsida u bazilici sv. Petra, koju je trebalo obnoviti i učvrstiti. Bošković je i o tom pitanju iste godine izdao štampom svoje mišljenje. Benedikt XIV. uopće je visoko štovao našega Ruđu; u jednom pismu iz god. 1756. zove ga »proslavljeni matematik«.

Osım problema čvrstoće bavio se Bošković i pitanjima hidraulike. Kada mu je stoga Vatikan postavio zadatak da prouči staro neriješeno pitanje isušavanja pontinskih močvara, bio je on potpuno spreman za rješenje. Poslije temeljitog studija na opsež-

noj površini močvara, u nezdravoj klimi zapuštenog tog kraja, iznio je svoje mišljenje, objavljeno g. 1764., no sastavljeno već prije, koje je ostalo osnovom za sva dalja poduzeća u tom području. Tokom vremena publicirao je cio niz izvještaja iz praktične hidraulike; tako o štetama, što ih čini Tiber, o prebacivanju plovidbe po Tiberu, o metodi novih nasipa, koji priječe podrovanje rijeka, o regulaciji i drugih rijeka. S istim uspjehom proučavao je i pitanja luka, ispitujući njihove nedostatke i načine, kako da im se doskoči; tako je bilo u Riminiju, tako u Savoni, kamo ga je pozvala Genova. A pozivale su ga na davanje stručnog mišljenja i Luka, pa Parma te mletačka republika, pri čemu je svaki puta izradio opširno stručno mišljenje. Za vrijeme boravka u Beču, o čemu će kasnije biti govora, zatražila je carica Marija Terezija njegovo mišljenje u pitanju dvorske knjižnice. G. 1764. imao je ispitati i čvrstoću kupole na stolnoj crkvi u Milanu, koja se je morala završiti piramidom. A kada je već bio u Parizu, obratio se na nj, zamoljen od odličnih lica, znameniti astronom i prijatelj Boškovićev De Lalande u sličnoj stvari, za koju je držao da bi jedini Bošković mogao dati odluku, naime u ispitivanju nosivosti stupova crkve sv. Genoveve u Parizu pod teretom kupole i u računu tlaka svodova.

**Mjerenje meridijana.** U doba Boškovićevo padaju velike znanstvene ekspedicije u različite dijelove svijeta, koje su mjerenjem stupnjeva zemaljskih meridijana imale odrediti pravi oblik i veličinu Zemlje. Napose su bili važni rezultati dviju francuskih mjerenja, jednoga pod vodstvom Bouguera i Lacondaminea u Peruu, drugo pod Clairautom i Maupertuisom u sjevernim polarnim krajevima; iz njih je izlazilo, da je Zemlja sploštena prema polovima, jer je stupanj meridijana mjeren u Peruu bio kraći od onoga u Laplandiji, što je uostalom bilo u skladu s teorijom Newtona o općoj gravitaciji. Bošković je pomno pratio to pitanje; njegove prijašnje radnje, osobito ona iz g. 1741. *O nejednakosti sile teže*, isticale su ga kao stručnjaka i na tom polju. Znao je, da se taj problem može riješiti samo tako da se izvrši što više mjerenja na različitim mjestima Zemlje. Kada je stoga portugalski kralj Ivan V. tražio u Rimu deset isusovaca za izradu karte Brazilije, javio

se i Bošković za taj posao, ali uz uvjet da mu se dopusti da može ondje izmjeriti i meridijanski stupanj. Dobio je već i dopuštenje generala isusovačkog reda, kada papa Benedikt XIV., potpomognut u svojim naučnim nastojanjima od kardinala Silvija Valenti Gonzage, odluči da zadrži Boškovića u Rimu i da mu u papinoj državi povjeri isti posao, koji je imao izraditi u Braziliji, da izradi naime novu geografsku kartu tog teritorija. I tako je u srpnju g. 1750. došlo do onog »astronomskog putovanja«, poduzeta po nalogu, pod zaštitom i na trošak pape Benedikta XIV., što su ga izveli Bošković i isusovac Ch. Le Maire mjerenjem dvaju meridijanskih stupanja među Rimom i Riminijem. Izvještaj o tom teškom radu, koji je trajao dvije i pol godine, nosi naslov *O naučnoj ekspediciji u papinoj državi sa svrhom da se izmjere stupnjevi meridijana i ispravi geografska mapa*, Rim 1755. U g. 1770. izašao je u Parizu i francuski prijevod od Hugona de Chatelain, proširen i nadopunjen od Boškovića. Od pet knjiga tog djela prva, četvrta i peta potječu od Boškovića, drugu i treću sastavio je Le Maire. Prva sadržaje važan historijski i geodezijski uvod i opis tog vrlo zanimljivog putovanja, »puno raznoličnijeg nego li bi se moglo očekivati od tako kratka puta, i to u zemlji najpoznatijoj na svijetu«. U drugoj iznosi Maire računске operacije izvedene da se odrede duljine meridijanskih stupnjeva iz zajedničkih opažanja, a u trećoj raspravlja o popravcima geografske karte papine države. U četvrtoj knjizi daje Bošković točan i detaljan opis instrumenata, kojima su se služili pri opažanjima i mjerenjima i njihovu upotrebu. »Ulazim u tom pogledu u pojedinosti, koje će se možda činiti duge i dosadne onima, koji poznaju sve te stvari, ali ne će biti, bez koristi za one, koji se posvećuju praktičkoj astronomiji, a tuže se da ne nalaze tu praksu nigdje opisanu. Nadam se, da će pače i oni, koji su izvježbani u umijeću opažanja, u tome naći štogod novo, što im ne će biti krivo.« Najprije se opisuje sve, što se odnosi na astronomska mjerenja i na određivanje duljine nebeskoga luka sadržana među dva skrajnja položaja njihovih mjerenja; zatim se isto tako razlaže sve, što se tiče geodetskih mjerenja, a napose mjerenja osnovaka. Bošković je tom zgodom

pokročio novim putem, jer je prvi uveo pri tom mjerenju poteze na mjerilima urezane na kovnim pločicama, spomoću kojih se mjerenja mogu vršiti mnogo točnije. Uopće su sve operacije bile zamišljene i izvršene velikom pomnjom.

No što tom djelu daje naročitu važnost, to je okolnost da Bošković u njemu s velikom temeljitošću i opširnošću razlaže nove svoje ideje za određivanje pogrešaka instrumenata i mjerenja, a za to određenje donosi i opće teoreme. Boškovićeva je ideja bila, da od početka treba uzeti u obzir samo približnu točnost u građi instrumenata i omeđenu savršenost i vrlo spretna opažanja, pa da treba rezultate mjerenja korigirati s obzirom na te prilike. Stoga najvećom pomnjom ispituje izvor svake moguće pogreške i određuje oblik u kome se javlja, daje upute, kako da se zgodnom upotrebom instrumenata svedu pogreške na što manju mjeru, i određuje i granice, u kojima leže. Napokon primjenjuje svoju teoriju na opažanja, što su ih izvršili. Cijela ta četvrta knjiga, novim osnovnim metodama i detaljnom njihovom primjenom, otvorila je praktičkoj astronomiji i višoj geodeziji novu zemlju i dopustila astronomu i geodetu da prodru do onog mračnog središta, iz koga vreba, uvijek spremna da ih zaskoči, glavna njihova mōra. To je djelo početak novog doba u praktičkoj astronomiji; u njemu je problem pogrešaka instrumenata i mjerenja uhvaćen u korijenu. Tim kritičkim istraživanjima Boškovićevima dana je u teoriji i izvedbi jedina racionalna osnova u tom području praktičke astronomije i geodezije, kako je prešla u svojim bitnim crtama, no drugim putem, i u današnju astronomiju i geodeziju. Što se napose tiče novih putova Boškovićevih u mjerenju osnovaka, jedne kod Rima, druge kod Riminija, njegov se postupak bitno razlikuje od francuskoga i znači važan napredak, kako je rečeno.

Peta knjiga posvećena je teorijama više geodezije. U jednu se ruku radi o određivanju oblika Zemlje iz teorije ravnoteže tekućina, u drugu iz mjerenja meridijana i duljine sekundnog njihala. U tim teorijama, koje se obično razvijaju upotrebom više analize, Bošković je htio iskušati »snagu geometrije«; »dajem«, kaže on, »samom geometrijom rješenje za više problema, koji se tiču tog predmeta i u kojima bi se činilo da se nikako ne može

proći bez višeg računa.« U prvom poglavlju određuje Bošković oblik, što ga mora imati Zemlja da bude u ravnoteži, bila ona nepomična ili vrtjela se oko osi, ako su samo sile usmjerene zajedničkom središtu. Boškovićeva geometrijska metoda ima za posljedicu neku razvučenost izvoda, ali zornošću svojih postupaka, osobito u određivanju aproksimacija, vrlo pomaže razumijevanju konačnih rezultata i otkriva izvor Boškovićeve sigurnosti u primjenama matematike; uopće on izlazi u tom djelu kao majstor primijenjene matematike. U drugom se poglavlju ispituje, što izlazi za oblik Zemlje isporođivanjem mjerenja stupnjeva meridijana, i to uz pretpostavku da je Zemlja eliptički sferoid, kao i uz pretpostavku da je tako sploštena da se ne udaljuju samo meridijani od kružnog oblika nego i paralele. Iz diskusije mjerenja meridijanskih stupnjeva izvršenih do njegova doba, a koja su vodila do protivrječnih rezultata, kao i iz mjerenja svojih i svoga druga, izvodi Bošković zaključak, da određivanje oblika i veličine Zemlje mjerenjem meridijanskih stupnjeva nije ni izdaleka izvršeno nego da je tek započeto. Osim toga ističe vrlo jasno zahtjev da bitna nadopuna tih mjerenja mora biti istraživanje duljine sekundnog njihala na različitim točkama Zemlje, kako bi se njime ustanovila raspodjela sile teže na površini Zemlje. Bošković predviđa potpuno točno jedini put, koji može da u budućnosti vodi do praktičkog rješenja pitanja o obliku Zemlje kad kaže: »Točno poznavanje prave eliptičnosti Zemlje bit će jednoga dana plod duga rada i velikog broja opažanja i učenih razmišljanja...« i dodaje: »za to ne će biti dovoljno ni međusobno isporođivanje mjerenja meridijana i izohronih njihala, nego će trebati uzeti u obzir i pojave plime i osjeke mora, precesiju ekvinokcija i Mjesečevu paralaksu, što sve ovisi o istom uzroku.« Zaključci, do kojih Bošković dolazi jesu: 1) da je vrlo vjerojatno, da je Zemlja sploštena prema polovima, 2) da za svrhe više geodezije nije bitna neka geometrijski definirana »površina Zemlje« kao elipsoid ili sferoid, nego da je bitna ona površina, koja je u svakoj točki Zemlje okomita na smjer sile teže u toj točki, dakle površina, koju je kasnije u geodeziju uveo Gauss, a prozvana je bila geoid, i da je vrlo sigurno, da je zakrivljenost te površine nepravilna. Da vodi

računa o svim utjecajima, uvodi tako Bošković mjesto geometrijski definiranih meridijana fizičke krivulje dobivene mjerenjem meridijanskih stupnjeva i promjena sile teže; korak osobito važan svojim značenjem u geodeziji. Potpuno jasno ističe još: »Krivulja, što je isijeca iz Zemlje ravnina položena smjerom teže u jednom mjestu i njegovim polom i koja bi u svakoj točki bila okomita na smjer teže, imala bi vrlo nepravilnu zakrivljenost radi nejednakosti, što ih uzrokuje gore i doline i nepravilni razmještaj masa blizu površine Zemlje.« Nepravilnost te krivulje dokazuju mjerenja meridijanskih stupnjeva, premda je njen iznos malen. Dalji su zaključci: 3) da je još vrlo neizvjestan pravi oblik površine, na koju bi se reducirala površina Zemlje, kada bi se uklonile sve nejednakosti gora i dolina i 4) da iznos sploštenosti Zemlje nije dovoljno poznat. Za određivanje oblika Zemlje predlaže Bošković još važnu jednu modifikaciju mjerenja, naime mjerenje duž istog paralelnog kruga, dakle pod istom geografskom širinom, više meridijanskih stupnjeva.

U raspravi *O nejednakosti sile teže na različitim mjestima Zemlje* iznosi Bošković još jednu zanimljivu ideju. Da se izmjeri promjena jakosti teže na što više mjesta na Zemlji, daje on prijedlog da bi se to mjerenje moglo vršiti spomoću centrifugalne ili i elastične sile. On zamišlja aparat, koji bi imao elastično pero spojeno s kotačićima i kazaljka, kao u uri njihalici, i u kome bi se promjena elastične sile pod utjecajem utega obješena o niti očitovala gibanjem kazaljke, pa bi svako uvećanje ili umanjeње težine utega bilo vidljivo. Kada bi se taj aparat smjestio u jednoj prostoriji na brodu, mogla bi se na taj način tokom duge plovidbe svaki dan određivati jakost teže na više mjesta Zemlje.

Osim tih novih, osnovnih i točno definiranih pojmova, što ih je Bošković uveo u višu geodeziju, ima još jedan njegov pokušaj znatno značenje. Kada je iz različitih iznosa za sploštenost Zemlje trebalo izvesti konačnu vrijednost, nije se Bošković zadovoljio time da uzme aritmetičku sredinu dotadanjih rezultata mjerenja, nego je postavio zahtjev, da se u takvim slučajevima kao najzgodnija vrijednost ima uzeti ona, što izlazi na osnovu razmatranja računa vjerojatnosti. To je, što se zna, prvi pokušaj jedne teorije

izravnanja pogrešaka, koja ima danas u svim mjerenjima tako osnovno značenje; samo mjesto običnoga zahtjeva, da zbroj kvadrata pogrešaka bude minimum, postavlja Bošković načelo da zbroj apsolutnih vrijednosti pogrešaka bude minimum. Bošković je opširno opisao svoju metodu u dodatku francuskog izdanja *Astronomskog putovanja*, o kome se naprijed već govorilo, i primijenio je na izravnanje pogrešaka mjerenja pet meridijanskih stupnjeva, a zatim devet. Znameniti francuski astronom Laplace, koji je analitički predočio Boškovićevu metodu, zove je »umnom« i primjenjuje je na trinaest izmjerenih duljina sekundnog njihala na različitim mjestima Zemlje.

Problem oblika Zemlje stalno je zanimao Boškovića. Na njegov nagovor dala je carica Marija Terezija izmjeriti meridijanske stupnjeve u Austriji i Ugarskoj; izveo ih je J. Liesganig. Njegovim poticajem dao je i sardinski kralj Karlo Emanuel III. nalog o. Beccariji za mjerenje meridijana u Pijemontu. Za boravka u Londonu g. 1760. upozorio je Bošković Royal Society na prednost mjerenja meridijana u Sjevernoj Americi i tako je došlo do tog mjerenja u Pennsylvaniji, koje su izveli Masson i Dixon. Iz svega se toga Boškovićeva rada razabira, da nitko do njega nije toliko učinio za napredak više geodezije i da se novim njegovim idejama i metodama zapravo počinje moderna geodezija.

U živoj svojoj fantaziji zamislio je Bošković i zorno predočio metode za određivanje srednje gustoće Zemlje. Jedna se služi okolnošću da na obali morskoj ima mjesta gdje za plime prekrije more velike dijelove obale. Kako se može odrediti ploština tih dijelova i visina vodena sloja, može se izračunati masa vode i na osnovu toga i omjer njene privlačne sile i privlačne sile Zemlje, uz pretpostavku da je srednja gustoća Zemlje jednaka gustoći morske vode. Postavi li se blizu te vodene mase vrlo dugo njihalo i motri otklon njihala za vrijeme plime, pa se nađe da je otklon veći ili manji od onoga kako izlazi računom, moći će se zaključiti da je srednja gustoća Zemlje u istom omjeru manja ili veća od gustoće vode. U drugoj se metodi radi o dolini zabranjenoj branom, u kojoj se sakupljaju vode što se u nju slijevaju s brda; otklonom njihala radi mase sakupljene vode mogla bi se i na taj

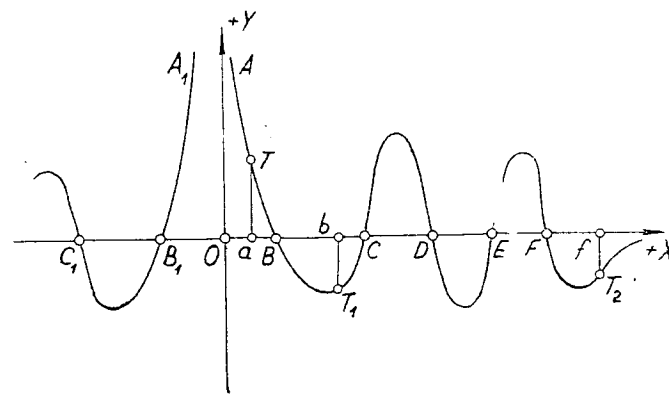
način odrediti gustoća Zemlje. Kako bi se ta voda mogla ispuštati i ponovno sakupljati, nastala bi time naprava, koja bi se mogla zvati *Geometrum*, a po kojoj bi, kaže Bošković, »cijela Zemlja u neku ruku bila obješena kao na neku vagu«.

**Boravak u Beču.** Jedno pitanje pravno-tehničke naravi dovelo je Boškovića u Beč. Između republike Luke i velike vojvodine Toskane nastao je spor, napose zbog nekih voda, koji je imao riješiti austrijski car Franjo I. Luka je zatražila u Vatikanu dopuštenje da je u Beču zastupa Bošković, dok je Toskanu zastupao isusovac Ximenes. Preko Mletaka, Trsta, Ljubljane i Graca stigao je Bošković u Beč 5. travnja 1757., dočekivan putem od isusovaca, kod kojih je skretao, svagdje vrlo srdačno i s mnogo poštovanja. U Beču je doskora ušao u tadanje visoko društvo, u kome je bio dobro primljen, a ušao je i u veze s bečkim učenim krugovima. Ime mu je bilo poznato i u carskom dvoru, pa već znamo, kako se na nj obratila i carica u pitanju dvorske knjižnice. U stvari republike Luke, za koju je bio uvjeren da je pravedna, nije mogao isprva ništa; u pismima iz Beča ističe, kako je radi okoline, koja je okruživala cara, teško da istina dopre do njega. Osim toga bili su upravo tada dvor i vlada zaokupljeni sedmogodišnjim ratom. Tri je puta bio u audijenciji kod cara, jednom u carice Marije Terezije. Ipak je upornošću i spretnošću postigao poslije mnogih teškoća, da su pitanja pravne prirode bila riješena, i to na korist Luke, dok je za političku stranu pitanja Bošković držao da nije njegova stvar i svoju misiju smatrao završenom. Republika Luka ga je ipak zamolila da ostane u Beču, ne bi li se i ostatak spora riješio, a zadovoljna polučeni uspjehom podijelila mu je u svom Velikom vijeću plemstvo. Uza sve svoje poslove i brige, brojne ručke i večere kod bečke aristokracije i stranih poslanika bavio se Bošković u slobodno vrijeme naučnim poslom, napose je čekajući na vrijeme povoljno za povratak u Italiju radio na glavnom svom djelu, u kome je u konačnom obliku izložio opširnu shemu svoje filozofije o prirodi, koja je jednim jedinim zakonom, koji prema Boškoviću vlada u prirodi, imala protumačiti fizičko zbiivanje u izvanjskom svijetu. Prigodom prevođenja tog djela na

francuski, koje nije nikad objavljeno, piše Bošković o njem, da: »sadržaje cio jedan potpun sustav fizike s mnogo predmeta iz mehanike. Naslov mu je smion: Teorija filozofije o prirodi svedena na jedini zakon sila što postoji u prirodi.« To je onaj »novi svijet«, o kome piše iz Beča bratu Baru, na kome tako intenzivno radi da ga dovrši prije odlaska iz Beča, »djelo, koje je postalo stvar mnogo ozbiljnija nego što sam mislio i uvijek sam sve više nailazio na nove vrlo važne stvari.« Bošković ga je u Beču dovršio i ono je izašlo g. 1758. pod latinskim naslovom *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium*.

Djelo je razdijeljeno u tri knjige i dodatke. Prva je knjiga posvećena izlaganju Boškovićeva osnovnog shvaćanja tvari i sila, koje u svijetu djeluju. On uzima, da se svako tijelo u prirodi sastoji iz konačnog broja točaka, koje su jedne od drugih u konačnoj daljini; bile bi to čisto geometrijske točke, bez protezanja i nedjeljive, da među svake dvije od tih točaka ne djeluje sila po zakonu, koji će malo dalje biti predložen, a svaka točka ima i mehaničko svojstvo ustrajnosti. Pri tom se pod silom ne razumijeva neko fizičko djelovanje u daljinu, nego određenje, po kome točke nastoje da se međusobno približe ili udalje. Bošković dobro zna da prvi osnovi njegove teorije nisu očigledni i lako shvatljivi, jer ne izlaze iz predočaba, koje crpemo neposredno iz iskustva, nego treba da se stvore razmišljanjem. Zakon sila predloži Bošković krivuljom u koordinatnom sustavu, u kome se na osi apscisa nanose daljine neke točke  $O$  i druge jedne točke u daljini  $x$  (vidi sliku), a ordinate predložu svojom duljinom iznos odbojne ili privlačne sile, koja među tim točkama djeluje, i to ordinata iznad osi  $X$  predloži odbojnu silu, a ispod osi privlačnu. Tako na točku, koja se nalazi u daljini  $Oa$  od točke  $O$ , djeluje odbojna sila predložena dužinom  $aT$ . Što druga točka bliže dolazi točki  $O$ , odbojna sila postaje sve veća i teži napokon u beskonačnost, tako da se krivulja sila strmo uspinje i preko točke  $A$  teži osi  $+Y$  kao vertikalnoj asimptoti. To teženje u beskonačnost mora prema Boškoviću biti tako jako, da i ploština dijela ravnine sadržana među osi  $+Y$ , dijelom krivulje  $BA$  i dužinom  $OB$  na osi  $X$  bude beskonačno

velika; ta ploština, kako se može pokazati, predloži kvadrat brzine gibanja točke. U točki  $B$  siječe krivulja os  $X$ ; stoga je u daljini  $OB$  sila jednaka nuli. Dalje se krivulja spušta ispod osi  $X$ , a sila prelazi u privlačnu, pa je naprimjer u daljini  $Ob$  privlačna sila predložena ordinatom  $bT_1$ ; ta sila raste do neke najveće vrijednosti, zatim počinje opadati i u točki  $C$  osi  $X$  opet je jednaka nuli. To se izmjenjivanje odbojne i privlačne sile nastavlja dalje,



tako da je tih presjecišta krivulja s osi  $X$  više, ali sve to u daljinama, koje su još vrlo malene. U tim malim daljinama promjene su mnogo veće i jače nego u velikim daljinama, u kojima prevladava privlačna sila; ona se podudara uglavnom sa silom Newtonova zakona privlačenja, koji ravna gibanjima u našem Sunčevu sustavu. U još većim daljinama, kakve su daljine zvijezda nekretnica, mogao bi opet biti bilo koji broj presjecišta krivulje s osi  $X$ .

Za tu krivulju uzima Bošković, da vrlo dobro tumači sva opća mehanička svojstva tijela, pa i većinu posebnih. Kao posljedica zakona sila u okolišu točke  $O$  izlazi, da ni jedan, ma kako mali dijelak tvari ne može biti neprekinuta, konačna čestica; što je naime manja daljina dviju točaka, raste odbojna sila među njima i prijeći da se one skupljaju u bilo kakve veće skupine. Dvije točke Boškovićeve ne dolaze nikada do neposredna dodira. Iz tog

svojstva krivulja silâ izlazi fizičko svojstvo neproničnosti tijela, jer se može pokazati, da približavanjem dviju točaka odbojna sila među njima raste u beskonačnost, ma kojom se brzinom one približavale; za međusobno pronicanje trebala bi dakle beskonačno velika sila, koju Bošković, poput sviju drugih apsolutno beskonačnih veličina, zabacuje. Iz istog razloga ima u tijelu i samo konačan broj točaka. Protezanje tijela izlazi također kao posljedica zakona silâ; među bilo koje dvije točke mora uvijek postojati razmak, jer se ne mogu približiti povolji blizu; stoga točke, koje tvore to tijelo, odijeljene jedne od drugih konačnim razmacima, moraju zauzimati neki prostor. Materija nije dakle za Boškovića drugo nego konačan skup nedjeljivih, neprotegnutih točaka, kojima je pridijeljena ustrajnost, kao i sile, što među njima djeluju po zakonu, koji je predložen spomenutom krivuljom silâ.

Udaljuje li se druga točka od točke  $O$ , rečeno je, da se odbojna sila umanjuje i u točki  $B$  poništava. Ta je točka prva, koja dijeli područja odbojnih sila od privlačnih; Bošković je zove *međa kohezije* (limes cohesionis). Kako je u njoj jačina sile jednaka nuli, to će točke, ako miruju u  $O$  i  $B$ , ostati jedna spram druge i dalje u mirovanju. Umanji li se ta daljina samo malo, djelovat će među točkama odbojna sila i točke će se međusobno udaljiti; uveća li se ta daljina samo malo, javlja se privlačna sila i točke će se gledati približiti, tako da se čini, da se dvije točke, odijeljene među sobom daljinom  $OB$ , opiru promjeni međusobne udaljenosti i u toj je činjenici po Boškoviću izvor kohezije tijela i njegove čvrstoće. Kako su točke, koje sačinjavaju tijelo, jedne od drugih odijeljene, ne može po Boškoviću biti kohezije na drugi način, nego da se čestice nalaze u tim međama kohezije. Bošković i zorno opisuje vladanje točaka u međi kohezije kao vladanje krajeva elastične viljuške; kada se naime njeni krajevi silom približe, nastoje oni radi elastične sile da se vrte u svoj izlazni položaj ravnoteže, da se dakle međusobno udalje, a ako se ti krajevi silom udalje, iz istoga se razloga vraćaju u prvotni položaj. Tih međa kohezije mora biti više, kako se vidi iz primjera voska, koji gnječanjem prima različite stabilne oblike, a isto to traže i drugi fizički pojavi. No prema Boškoviću mora biti i drugih prijelaza

na osi  $X$ , kao kod točke  $C$ , u kojima se točke drukčije vladaju. Umanji li se daljina  $OC$  samo malo, djeluje privlačna sila i točka se još više udaljuje od  $C$  na jednu stranu, a uveća li se daljina  $OC$ , djeluje odbojna sila i točka se udaljuje od  $C$  na drugu stranu dok ne dođe do najbližeg idućeg prijelaza prve vrste i u njemu se tada vlada onako, kako je već opisano. Točke kao  $C$  zove Bošković *međe nekohezije* (limes non cohesionis). Tom krivuljom tumači Bošković u daljem razvoju osnovna mehanička svojstva tijela, kao tekuće stanje i elastičnost i svaki od tih pojava pripisuje jednom dijelu krivulje; isto tako tumači tom krivuljom ono, što zove fermentacijom i konflagracijom, pa emisiju svjetlosti i jednoliko njeno širenje. Bošković ističe, da je i Newton u svojoj *Optici* pomišljao na uvođenje odbojnih i privlačnih sila za tumačenje svojstava materije; no jakost svog shvaćanja vidio je Bošković u tome, da iz jednog jedinog zakona silâ izlaze tako jednostavno osnovna svojstva tijela, kao što je neproničnost, tako da mu za to ne trebaju dva ili tri osnovna principa, o kojima govori Newton, nego jedan jedini, iz koga sve drugo izlazi kao rezultat strogog izvođenja.

Izvor i osnov svoj toj teoriji Boškovićev je *zakon neprekinutosti*, za koji on uzima da vlada svagdje u prirodi, prema kome se ni jedan pojav u njoj ne događa skokom, nego se promjena svake veličine vrši prijelazom svih vrijednosti njenih između početne i konačne. Napose se nijedno gibanje tijela ne saopćava drugom tijelu impulsom, nikada tijelo ne udara u drugo neposrednim materijalnim dodirrom. Promjena se brzine počinje još prije nego površine tijela dolaze u dodir, jer se u vrlo malim daljinama javljaju gore opisane odbojne sile, koje izvode ono, što se čini drugima da izvodi t. zv. neproničnost tvari.

Fantazija Boškovićeva radi smjelo i on izvodi iz osnovnog vladanja svojih sustava točaka, koje su središte silâ, različite zanimljive posljedice. Tako on zamišlja slučaj, da na neke sustave točaka sile drugoga sustava uopće ne mogu djelovati, tako da bi tvar jednog takvog sustava sasvim slobodno prolazila kroz tvar drugoga bez ikakva sudara. Moglo bi biti i sustava vezanih nekim silama s trećim sustavom, a koji nisu vezani među sobom. Moglo

bi dakle biti i to, da ima više materijalnih i osjetljivih svjetova u istom prostoru, koji su tako dispartni, da ni jedan nema s drugim veze niti će ikada jedan što saznati o drugom. Bošković pače govori o mogućnosti druge koje vrste prostora, koji nema nikakvih odnosa s našim, a govori i o četvrtoj dimenziji, do koje se ne može dovinuti geometrija, ali je um ipak stvar. U prvom dijelu svoje rasprave *O svjetlosti* Bošković zamišlja i to, da bi moglo biti bića, kojima ne bi pravac bio najjednostavnija krivulja, nego bi njegovu zadaću imale neke druge krivulje, kojima bi ta bića svojim geometrijskim zorom uviđala svojstva kao mi svojstva pravca, pa kada bi se takve krivulje uzele za osnov geometrije, izašla bi geometrija sasvim različita od naše.

U drugoj knjizi istoga djela najprije se opširno diskutiraju razne okolnosti u vladanju krivulje silâ u vezi s primjenama u različnim granama fizike. Zatim se promatra gibanje sustava od tri i više točaka sastavljanjem sila, što na njih djeluju; pri tome se ističe osobito zanimljivo gibanje točaka, koje se nalaze na konfokalnim elipsama, od kojih su jedne stabilnog, a druge instabilnog karaktera. Dalje uvodi Bošković strogom definicijom pojam težišta, središta oscilacija, opširno raspravlja o srăzu tijela, a tumači i primjene u teoriji tekućina. Treća knjiga sadrŹava primjene u fizici i kemiji. Iz prije navedenih načela izvode se svojstva neproničnosti, protezanja, mase, gustoće, djeljivosti i druga osnovna svojstva, zatim kemijska svojstva, svojstva svjetlosti i zvuka, topline, elektricitete i magnetizma. U dodatku iznosi među drugim i svoje shvaćanje prostora i vremena. To je samo u najglavnijim crtama sadržaj tog vrlo bogatog djela Boškovićeve.

Što se tiče prihvata njegovu u naučnom svijetu, tuŹi se Bošković da je na kontinentu ono bilo poznato uglavnom u redovima isusovaca, od kojih su nekoji već dosta rano počeli izlagati taj sustav u svojim predavanjima. Među njima je Antun Radić, profesor u Budimu, koji je g. 1765. izdao djelo o načelima Boškovićeve filozofije, a za njim se povelu i više drugih. Za nas je zanimljivo, da je taj sustav prihvatio i L. G. Biwald i izložio ga u svom udŹbeniku fizike, a kako se »Kr. zagrebačka Akademija znanosti« u 18. st. služila tim djelom, bili su njeni slušači filozofije upućeni

i u Boškovićeve prirodnu filozofiju, a i u druge njegove pojmove na osnovu drugih isusovačkih udŹbenika, koji su ih iznosili. No i u Njemačkoj je već g. 1759. filozof Moses Mendelsohn najavio Boškovićevo djelo i kritički ga predočio. U Engleskoj dva su odlična prirodoslovca, savremenika Boškovićeve, vrlo rado prihvatila Boškovićeve ideje; bili su to Joseph Priestley i John Robison. Za Priestleya, s kime se Bošković upoznao u Parizu, Bošković je jedan od najodličnijih matematika i prirodoslovaca onog vremena; on se sluŹi Boškovićeve idejama o sastavu tvari kao »najlakšoj metodi za rješavanje sviju teškoća, koje se tiču naravi svjetlosti«, jer se u toj teoriji uzima da materijâ nije nepronična u onom smislu, kako se prije Boškovića uvijek uzimalo. Robison je u Edinburghu g. 1785. izlagao u predavanjima Boškovićeve vidike u prirodnoj filozofiji, koju je označio kao teoriju »nada sve umnu« i »jednu od najčudesnijih produkcija prošloga stoljeća«; on pače tvrdi: »budemo li ikad došli do znanja prave teorije, bit će ona slična teoriji Boškovićevoj u mnogo svojih glavnih crta«. I Faraday je bio pristaša Boškovićeve u razmatranjima kemijskih i fizičkih pojava (1844.); on pristaje uz Boškovićeve teŹnju da se uvodi što manji broj osnovnih pretpostavaka i smatra da Boškovićeve »atomi« kao središta silâ imaju veliku prednost pred drugim shvaćanjima. Pa i u 19. st. prvak teoretske fizike Lord Kelvin češće se vraćao na Boškovićeve ideje, a slično i neki drugi; za posljednji stadij svoje atomske teorije kaže Kelvin »da je naprosto čisti boškovićijanizam«. Poznati stručnjak u teoriji elastičnosti Francuz Saint-Venant (1878.) baveći se sastavom atoma kaže za Boškovića, da je bio čovjek »pozitivan, vidovit i pun zdrava razuma, a može se reći najkonsekventniji newtonovac koji je postojao«. Poznati teoretski fizik i historik mehanike P. Duhem smatra teoriju Boškovićeve kao pun rascvat Newtonove fizike »predočene s toliko strogosti i jasnoće«, u njegovim rukama da je ona primila »oblik čuđenja vrijedan svojim jedinstvom i strogosti«. Filozof E. Cassirer kaže, da je Boškovićeve teorija glavno djelo prirodne filozofije svog vremena, a F. Nietzsche u svom djelu *S onu stranu dobra i zla* stavlja Boškovića uz bok Koperniku, jer su oba svijet riješili varke i pričina, pače veli za teoriju Boško-



vičevu, da je »najveći trijumf nad ćutilima, koji je do sada izvošten na Zemlji«.

Poslije izdavanja tog djela Bošković je mislio, da će se vratiti u Rim iz Beča u studenom 1757., no vratio se tek u proljeće g. 1758. Godina 1758.-59. zanimljiva je za Boškovića u još jednom pogledu; dne 22. prosinca podnosi se carskoj Akademiji znanosti u Petrogradu prijedlog da se, među ostalim, izabere u red akademika: »Ruđer Josip Bošković, isusovac, svećenik, profesor matematike u Rimskom kolegiju Sapientia, vrlo zaslužan u učenoj republici uvelike dotjeranim svojim spisima...«, no smatran je da je »Italus«. Vraćajući se kasnije iz Carigrada preko Poljske htio je Bošković da ode u Petrograd, no bolest ga je u tom spriječila.

**Put u Francusku i Englesku.** Od dolaska u Italiju prije 34 godine bilo je stalno Boškovićevo sjedište u Rimu; odanle je putovao izvršujući različite poslove po Italiji i, kako je rečeno, i u Beču, no uvijek se vraćao u Rim. Ali u godini 1759. dogodila se važna promjena; Bošković je odlučio da ode iz Rima i Italije i uputi se u inozemstvo. Početkom lipnja javlja on u pismu dubrovačkom Senatu među drugim i to, da će krajem lipnja te godine otići iz Rima na dugačak put Italijom, Francuskom, Nizozemskom i Njemačkim carstvom, pozvan da putuje u društvu i na trošak jednoga svog prijatelja, markiza Romagnoli, kome je godio i ugled Boškovićevo i duhovito njegovo društvo, a dobro mu dolazilo i Boškovićevo znanje, premda nesavršeno, francuskog jezika. Bošković je u to vrijeme imao mnogo veza s inozemstvom, kamo je dopro njegov glas; kako se uvijek zanimalo za stanje međunarodne nauke, a osobito astronomije, bila je to prilika da vidi velike zvjezdarnice i nove astronomijske instrumente. Ali odlučni razlozi bili su, čini se, ipak drugi, dublji. Bošković, koji je tako bio vezan sa starim Rimskim kolegijem, na kome je već od g. 1741. predavao i bio kasnije »publicus Matheseos professor« vidio je jasno, da zastarjelu nastavnu osnovu treba izmijeniti i u nju unijeti onaj duh savremene nauke u području matematičkih i fizičkih disciplina, kome je posvetio najbolje svoje snage, koji je bila atmosfera što ju je udisao i za koji je vidio, da se sve više

širi na zapadu i donosi tako obilne plodove. No starješine nisu bile tome nikako sklone, navike su bile jače od poziva vremena, a sam predlagač tih preinaka bio je smatran velikim učenjakom, no ponešto slobodna vladanja, koje stroga predaja njihova reda nije uvijek odobravalala. Bošković je to nerazumijevanje duboko osjetio i više puta piše u ono vrijeme, da je izgubio svaku ljubav »za taj dom«. Pridolazila je i druga teškoća. Počeo je osjećati, da je njegovoj okolini bila zazorna slobodna njegova naučna djelatnost, premda je ona formalno uvijek bila u skladu s bitnim naučanjima crkve, da je napose njegova *Teorija filozofije prirode* nailazila u tom zavodu većinom ili na skeptičko prihvaćanje ili čak na protivljenje; saradnik njegov u mjeranju meridijana isusovac Le Maire izjavio se izrijeком protiv Boškovićevo shvaćanja o sastavu tvari, a poslije, iz Pariza, piše Bošković, da mu se čini da se ondje isusovci boje da im »ne išteti mladost Njutonom«. Zidine starog zavoda bile su preuske za razmah njegovih krila, zadah opstale starine gušio je Boškovića. A napokon pridošle su i zle vijesti, što su stizale iz različitih država o stanju isusovačkog reda. Lom je počeo u Portugalu. Već g. 1757. uklonio je portugalski državnik S. J. Pombal isusovce s dvora, okrivio ih, da su digli bunu u Paragvaju, da su spremali atentat na kralja Alfonsa VI.; dobra su im bila zaplijenjena, škole oduzete i oni istjerani iz Portugala. Slično se dogodilo i u Braziliji, istočnoj Indiji i drugdje, a izgnanici dolazili su u sve većem broju u Rim. Podkraj svibnja 1759. piše Bošković dubrovačkom Senatu, kako se njegov red nalazi u kritičkom položaju, da je tada upravo najveća kriza, a drugom zgodom pače označuje događaje kao »brodolom reda«. Boškovića je osobito ogorčila neodlučnost i slaboća rimske kurije u tom pitanju i mnoga gorka bilješka nalazi se u njegovim tadanjim pismima. Ponuda Romanoglija došla je Boškoviću u pravi čas: »ja Bog Ti zna kad ću se tamo vratit jer, vjeruj mi, dokle je to tako, ti grad (Rim) nije za mene, er nebih mogo živjeti tega videći«, a drugom zgodom piše: »ja ništa većije sad ne žudim, nego uteć u Carigrad, er ufam da ću nač da su Turci bolji nego karstjani.« Za vrijeme njegova odsustva zamjenjivao ga je u Rimskom kolegiju godinu dana brat Baro, a dok je bio u Londonu

postavljen mu je i nasljednik, što se Boškovića donekle teško dojmilo, jer je ipak dugo radio na tom zavodu, a nasljednik je bio imenovan bez savjetovanja s njime.

I tako je Bošković otputovao, doduše dozvolom starješina, ali nepraćen i njihovom sklonošću, koji nikad nisu sa suviše simpatije gledali takvu samostalnost jednoga od njihovih. U Francuskoj je ostao šest mjeseci. Zemlja je bila u financijskoj krizi, no Bošković je često prisustvovao sjajnim primanjima. Njegovo je ime bilo dobro poznato u Parizu i Versaillesu i premda se i u Francuskoj širila atmosfera nesklonosti prema isusovcima, Boškovićevo ime i lični čar bili su ipak jači. Pozivali su ga i njemu u čast priređivali ručke i večere. Upoznao je učenjake kao Clairauta, D'Alemberta, Lalandea, Lacondaminea, Lacaillea, De Lislea, Buffona i s više njih se i sprijateljio; došao je u doticaj sa zastupnicima literature, primali su ga političari, crkveni dostojanstvenici i aristokracija. Napose su ga lijepo primili vojvoda i vojvodkinja de Choiseul, koje je već od prije upoznao iz Rima i Beča, a vojvoda je sada bio ministar vanjskih poslova Louisa XV. Prijaznost su mu iskazali i prijestolonasljednik, kasniji Louis XVI., i kraljica, koji su se srdačno s njime oprostili na odlasku njegovu iz Versaillesa. Posjetio je i grad Marseille, gdje je vidio u luci dubrovačku lađu, koja je prevozila izagnane portugalske isusovce. U Parizu je na želju dubrovačkog Senata morao intervenirati kod francuske vlade u jednoj aferi francuskog konsula u Dubrovniku. Radi položaja isusovačkoga reda bila je ta intervencija za nj dosta nezgodna; tako on jednom zgodom upozoruje Senat, da radi kritičkih okolnosti, u kojima se nalazi njegov red, mnoge oči, neprestano otvorene, motre svaki korak isusovaca. Neugodno mu je bilo i to, da mu prijatelj Romagnoli nije htio ostati u Parizu dok on dovrši poslove Republike, koji su se odugovlačili, nego je otputovao u Bruxelles, gdje su se imali sastati poslije Uskrsa. Vezama u ministarstvu vanjskih poslova, a osobito prijaznošću de Choiseula, riješena je dubrovačka stvar povoljno, ali sâm Bošković našao se u nezgodnom položaju, jer ga Romagnoli nije htio dulje čekati, nego je otputovao u Nizozemsku. Ipak su se nagodili tako, da će ga čekati u Bruxellesu, a zatim

zajedno otputovati u Nizozemsku i Englesku i vratiti se u Italiju preko Njemačke. No čudljivi markiz, koga Bošković jednom zgodom zove »čudak« i »mahnitac«, napustio je Boškovića, koji je učinio već sve pripreme za dalje putovanje u Englesku, dobio dopuštenje iz Rima, oprostio se od poznanika i primio preporučna pisma od ministara. Istina, Bošković piše, da mu je i drago da se je odijelio od čovjeka, za čiji je značaj našao da je vrlo različit od onoga, što je mislio, no ipak se našao u neugodnu položaju da mora sâm snositi troškove za dalji put, na što nije bio spreman, jer ono, što mu je ostavio Romagnoli, nije bilo dovoljno. Živeći štedljivo nadao se »da će se izvući iz afere«, no samo tako, da ono, što bi inače upotrijebio na stvari studija, potrošit će na putne troškove. Radi neprilike, koja mu se desila i za koju je služba domovine bila jedan od glavnih razloga, molio je Bošković dubrovački Senat da ga ubuduće oslobodi od takvih intervencija, jer kraj sveg svoga mara i nastojanja, da služi domovini, nije on uvijek svoj gospodar niti u položaju da ne bi u mnogim zgodama trebao pomoći od drugih. Dubrovački Senat odužio se Boškoviću za učinjene usluge nagradivši ga obilno, tako da je mogao nastaviti put u Englesku. Pošao je preko Lillea i Calaisa ni ne čekajući dozvole generala svog reda, pošto se pridružio španjolskom poslaniku grofu Fuentesu kao lice njegove pratnje; s njegovom obitelji ostao je u Londonu i dalje u dobroj vezi.

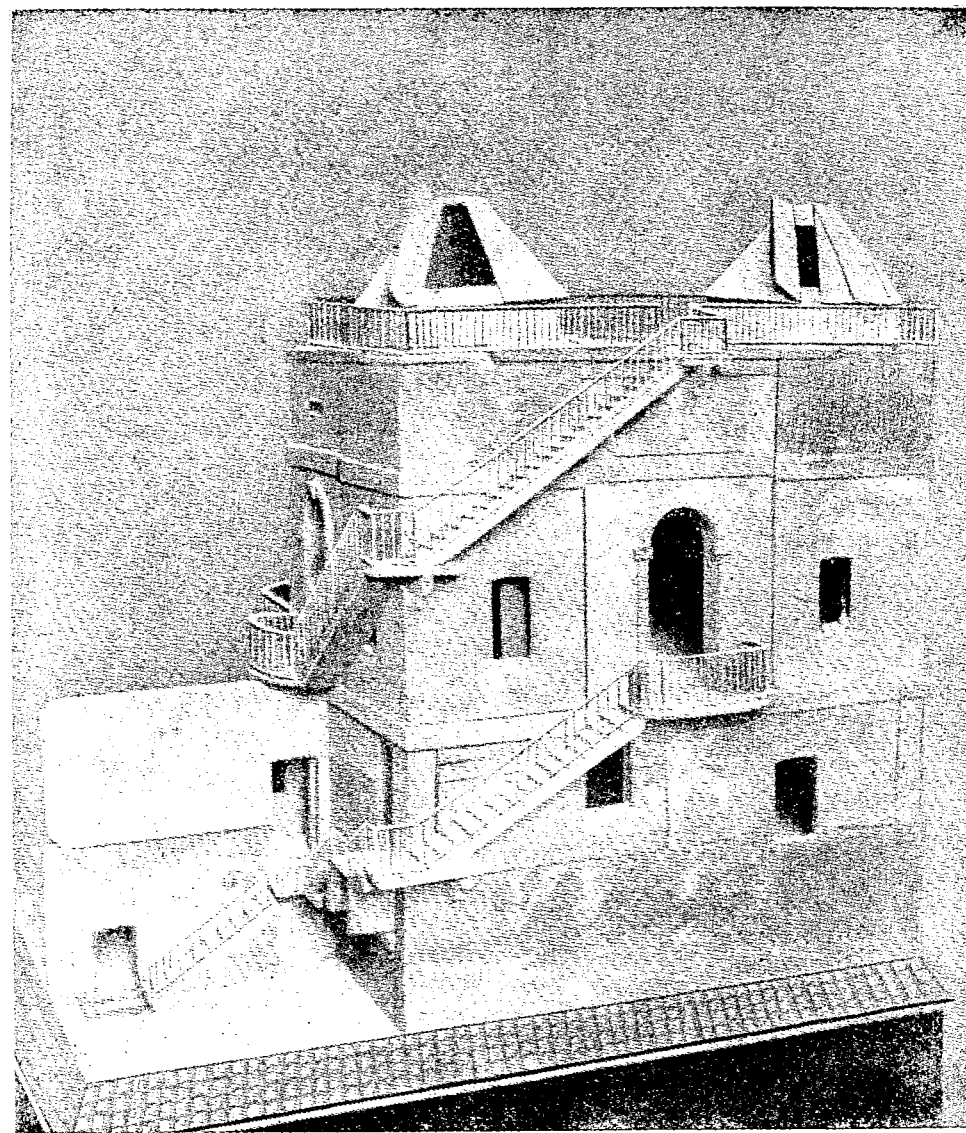
U Londonu je Bošković bio dočekan vrlo dobro i svagdje priman širokogrudno i prijateljski. Drugovao je s većinom odličnih predstavnika engleske nauke, pa knjige i umjetnosti, kao i s dostojanstvenicima anglikanske crkve. Sastao se i s Benjaminom Franklinom, koji mu je pokazivao svoje električne pokuse. S ruskim poslanikom Golycinom raspravljao je o srodstvu slavenskih jezika. Bio je u Greenwichu, Oxfordu i Cambridgeu. Već 12. lipnja 1760. predložili su ga poznati astronomi J. Bradley i N. Maskelyne za člana londonskog učenog društva Royal Society; u predlogu se ističe, da je prema njihovu ličnu znanju Bošković za to mjesto dobro kvalificiran svojim znanjem u astronomiji i drugim dijelovima prirodne filozofije i da će biti koristan član društva. Dne 15. siječnja 1761. izabran je tada članom. Sestra Anica, koja je

uvijek s toliko simpatija pratila uspjehe bratove u inozemstvu, piše mu: »To je veliko čudo, ja promišljam sama sobom, da Inglezi toliko tebe katolika i jezuita čute, da te obiraju između svijeh njihovijeh.« Da se oduži tom društvu, posveti mu Bošković djelo u pet knjiga *O pomrčinama Sunca i Mjeseca*, kome početak seže još u g. 1735., kada je iznosilo samo tristo stihova; u elegantnim latinskim stihovima raspravlja se u njemu o astronomijskim i matematičkim pitanjima. Djelo je našlo živo priznanje, pa je doživjelo još dva izdanja, g. 1761. u Mlecima i g. 1767. u Londonu. Ipak Boškovićev put u London nije ostao sasvim bez sjene; intrige su se plele oko njega, pa se u Parizu govorkalo da je išao u London po nalogu svoga reda da čini neprilike Francuskoj. Kako je Bošković publicirao radnju na engleskom *O prolazu Venere ispred Sunca*, odlučila je Royal Society da ga pošlje u Carigrad, kako bi motrio taj prolaz u lipnju 1761. Bošković je prijedlog prihvatio, no kako se putem zadržao u Nizozemskoj, posjetio Nancy i njegovu Akademiju te pozdravio Stanislava Leszczińskoga, stigao je u Mletke tek u rujnu te godine, tako da je za motrenje bilo prekasno. I kasnije g. 1767. trebao je Bošković na poziv istog društva poći s engleskom ekspedicijom u Sjevernu Ameriku da motri taj prolaz, no i do toga nije došlo, kao što nije došlo ni do puta u Kaliforniju, kamo je imao poći g. 1769. Bošković se ipak ukrcao u Mlecima za Carigrad na lađu, kojom je novi mletački poslanik putovao. Putem se iskrcao kod otoka Teneda na azijsku obalu i obašao ruševine Troje, gdje je mjerio zemljište i zapisivao natpise. Kako je imao preporučna pisma iz Londona, primio ga je u Carigradu lijepo engleski poslanik Porter. No ondje je obolio najprije od opasne groznice, zatim od nogu, tako da je ostao u Carigradu sedam mjeseci. Tu mu je pomogao i francuski poslanik de Vergennes, koji ga je primio u svoju palaču i udobnije smjestio. Kao rekonvalescent preveo je na talijanski pjesmu sestre Anice *Razgovor pastirski varhu porođenja Gospodinova*, posvećenu »pridragoj braći ocima Baru i Ruđeru Bošković od družbe Jezusove«. Anica je bila sretna, da je slavni njezin brat to učinio; »govoriš, da ono obraćaš bez dicionara italijanskoga; čudo je, da to činiš bez naškoga.«

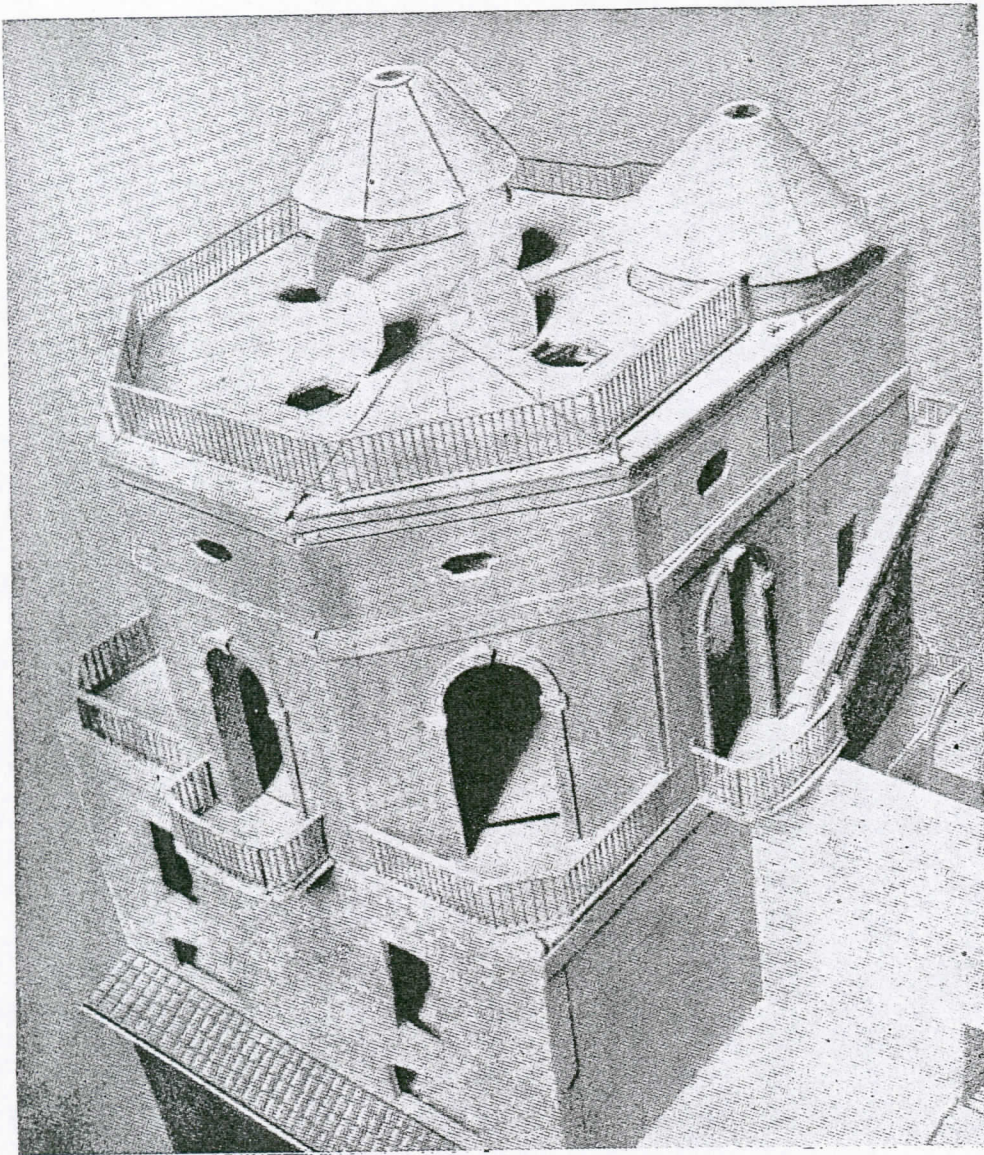
Iz Carigrada se Bošković uputio 24. svibnja 1762. u društvu engleskog poslanika Portera, njegove obitelji i nekih pratioca kroz Bugarsku, Moldaviju u Poljsku, odakle je htio da ode do Petrograda. Na poljskoj granici dočekaio ih je izaslanik grofova Poniatowskih. Kako se Boškoviću bolest nogu još pogoršala, odijeli se on od svojih suputnika i ode u Varšavu, gdje je bio osobito dobro primljen u obitelji Poniatowskih, a napose se sprijateljio sa Stanislavom Augustom, kasnijim poljskim kraljem. Radi slaba zdravlja morao je napustiti put u Petrograd, pa se uputio preko Krakova, Šleske i Austrije u Italiju. Na tom putu iz Carigrada Bošković je mnogo vidio, za mnogo se stvari zanimao i sve to bilježio. Njegova motrenja ljudi i krajeva zabilježena su u njegovu *Dnevniku o putu od Carigrada u Poljsku opata R. J. Boškovića s izvještajem o ruševinama Troje*, izašla u Bassanu 1784. Prolazeći Bugarskom navodi razgovor s jednim seoskim svećenikom, pa dodaje: »jezik te zemlje narječje je slovinskog jezika, a jer je taj također moj prirodni jezik dubrovački, mogli su me oni razumjeti, a i ja nešto od onoga, što su govorili«. Dnevnik opisuje put samo do poljske granice u Moldaviji. Radi svoje važnosti, preveden je taj putopis odmah na francuski, premda rdavo, a prema ovom izdanju i na njemački. No definitivni tekst dao je tek Bošković svojim izdanjem. Na povratku se zadržao radi bolesti u Bresciji, tako da je stigao u Rim tek u studenom g. 1763.

**Poziv u Paviju. Zvezdarnica u Breri.** G. 1763. izabrao je Senat ticinskog sveučilišta u Paviju Boškovića za profesora matematike, kao jednoga od onih, koji je imao tom starom sveučilištu dati nov sjaj. U izvještaju o izboru kaže se za Boškovića da se može usporediti s najvećim profesorima davnine. U dekretu se ističe »oštar njegov um i čudesna sposobnost rasuđivanja i shvaćanja i osobita sreća u otkrivanju sakrivenih tajna prirode, te velika oštroumnost razlaganja«, a i njegovo veliko iskustvo i znanje u teškim i skupim javnim radovima; to je i bio glavni razlog da je pozvan u Paviju. Boškoviću je taj poziv došao neočekivano, no prihvatio ga je. Drago mu je bilo, da je bio izabran spontanom aklamacijom, »koja je bez primjera«, kako je pisao. **Prihvatom** tog poziva završava se jedna epoha u Boškovićevu životu, u kojoj

je on, uživajući velik opći ugled i štovanje, u miru stvarao u Rimu svoja djela. U proljeće g. 1764. nastanio se u Paviji i počeo predavanja. No još poslije Nove godine 1764. otišao je u područje pontinskih močvara, da prouči pitanje njihova osušenja, o čemu je već bilo govora. U travnju ode u Milan i napokon u Paviju. Nastupno predavanje držao je pred velikim brojem profesora i slušača, no kada je tom prigodom počeo izlagati mnogo svojih novih rezultata iz područja praktičke optike, shvatilo se to krivo; počela se javljati nenavist u kolega, najprije skrovito, zatim sve jasnije, koja je pomalo kvarila veselje Boškoviću i ispunjala ga nemirom. No Bošković se posvetio novom zvanju s onom osobitom savješnošću, kojoj je bio navikao u svakoj zgodi. Sastavio je program predavanja, koji svjedoči o realnom njegovu gledanju na probleme više nastave i uzimanju u obzir stvarnih prilika. Svrha nastave u Paviji bila je da odgoji stručnjake za državnu službu i ujedno da podiže kulturu duha. Kako je broj sati za njegova predavanja bio odmjeran, predlaže on u svojoj osnovi da se u predavanjima točno izvode i dokazuju samo osnovni teoremi, ostali da se navode bez dokaza, a slušači da se upućuju na literaturu. Kao važno pomagalo traži udžbenike za matematiku, zabacuje diktiranje radi gubitka vremena i pogrešaka u tekstu. Što se tiče ispita, predlaže Bošković godišnje ispite. Predviđa nagrade za slušače, koji su riješili koji problem ili izradili najbolju radnju o zadanom problemu. Za nemarne ili nesposobne slušače traži da se uklone s visoke škole. Za više dijelove matematike, koji se ne mogu u pojedinostima izraditi kod predavanja, spremat će se slušači vlastitim studijem, pri čemu će im nastavnici ići na ruku. Osobitu važnost pridaje Bošković radu slušača s jednostavnijim instrumentima astronomskim i geodetskim; zato i traži za matematičke nauke i mali opservatorij. Prodaju udžbenika trebalo bi organizirati u samoj visokoj školi. Sveučilište bi moralo imati i svoj naučni časopis, koji bi donosio radove profesora, a posvećen bi bio samo originalnim radnjama; bio bi to poticaj za nastavnike a i osnov za izmjenu publikacija i izgradnju knjižnice. U vezi s nastavom ističe Bošković i to, da ljudi od glasa, koji bi morali zauzimati stolice na sveučilištu, imaju preveliko značenje za pojedine izvanredne



*Boškovićeva osnova za zvjezdarnicu u Breri*



Reprodukcije Boškovićeve osnove za zvjezdarnicu u Breri izrađene su prema slikama u *Pubblicazioni del R. Osservatorio astronomico di Milano—Merate, Nuova serie No 2. 1938.*, u kojima je preštampan i rad G. V. Schiaparellija iz knj. 190. »Rada« Jugoslavske akademije u Zagrebu.

poslove i za izrađivanje naučnih radova, kao i za konsultaciju kao stručnjaci, a da budu opterećeni obukom početnika.

Iz Pavije bi Bošković odlazio u Milan da sudjeluje u radu na novoj zvjezdarnici, o čemu će biti govora opširnije. Da se uzmogne još više posvetiti naučnom radu i napretku novoga zavoda, osnuje grof Firmian, austrijski guverner Milana i veliki štovatelj Boškovićev, na dvorskim (palatinskim) školama u Milanu za Boškovića stolicu za optiku i astronomiju, s time da radi i dalje na zvjezdarnici u Breri. Bošković je prihvatio novo mjesto, samo je zatražio da mu bude pridijeljen kao pomoćnik u zvjezdarnici mladi isusovac F. Puccinelli. G. 1770. preseli se Bošković u Milan.

**Rad u Breri.** Ljetnje praznike prve godine svog profesurata u Paviji g. 1764. proveo je Bošković u Breri kraj Milana, gdje su isusovci imali veliku palaču. Tom zgodom zapitao ga je rektor kolegija F. Pallavicini za savjet o osnivanju nove zvjezdarnice. Već od g. 1760. počela su se baviti dva isusovca astronomijom, ali kako nisu imali iskustva i vodstva, pozvan je u Breru g. 1762. isusovac L. Lagrange, dugogodišnji astronom na zvjezdarnici u Marseilleu. Uz čedna sredstva organizirao je Lagrange astronomski i meteorološki rad u Breri. Kako je rektor želio, da se u njihovu kolegiju razvije astronomija u većoj mjeri, povjerio je Boškoviću posao oko osnivanja zvjezdarnice, koji je u prostranoj palači našao zgodno mjesto. Kako je Bošković bio i vrlo vješt inženjer, izradio je u potankosti nacрте za novu zvjezdarnicu uzevši u obzir posebne zahtjeve za stabilnost astronomijskih instrumenata. Njegovu su osnovu odobrili i vojvoda od Modene, guverner Lombardije, i grof Firmian. Sredstva za zvjezdarnicu dao je isusovački kolegij, a i pojedini isusovci, među njima najviše sâm Bošković. Iz Pavije je često dolazio u Breru da nadgleda rad, jer je tu zvjezdarnicu, za koju je htio da ima najsavršenije i najveće instrumente onoga doba, smatrao kao svoju, za koju je žrtvovao mnogo ličnog truda, vremena i novca. Ali krajem g. 1765. maknut je rektor Pallavicini, a došao I. Venini, kome nije bilo stalo do tako velikih osnova u astronomiji. Gradnja je tada već bila dovršena, instrumenti već kupljeni ili naručeni. Svojim razmještajem sjećala

je ta zvjezdarnica donekle na zvjezdarnicu u Greenwichu, koju je Bošković pregledao za boravka u Londonu. Francuski astronom Lalande pisao je g. 1776. u *Journal des sçavans*: »Svi su dijelovi tog opservatorija raspodijeljeni s toliko inteligencije i umnosti, da će djelo, koje bude sadržavalo njegov opis, biti samo od velike koristi astronomima. Nije do sada bilo zvjezdarnice građene s toliko umijeća, jer arhitekti nisu astronomi, a astronomi arhitekti.« Uz više drugih manjih instrumenata isticao se kao glavni instrument zvjezdarnice veliki sekstant, koji je izradio najbolji majstor u Parizu Canivet s objektivnim mikrometrom, a vrlo je vrijedan bio i Shortov durbin.

Za Boškovića se u toj zvjezdarnici otvaralo opsežno polje rada na području praktičke astronomije. U vremenu od 1766.—1772. sustavno je primjenjivao nove svoje metode za verifikaciju i rektifikaciju astronomijskih instrumenata. »Kušao sam da predložim«, piše on, »metodu, kojom bi astronom mogao u svojoj zvjezdarnici sâm vidjeti sve i upoznati snagu svojih instrumenata... To je isto kao poznavanje narječja, što se govori u mjestu u koje je netko došao; ako taj narječja ne zna, ne će ništa razumjeti od onoga, što čuje, dok ga ne nauči. Tako ne zna ni astronom ništa sigurno od onoga što vidi, ako ne sazna da naprimjer kvadrant pokazuje očima 50<sup>o</sup> kada je uistinu 50<sup>o</sup> 0' 10". Ako je verifikacija izvršena, vrijedit će instrument, koji ima vrlo pogrešnu razdiobu, jednako kao najbolji, u kome uvijek preostaju sitne pogreške.« »Našao sam mnoge činjenice i mnoge metode«, piše Bošković drugom jednom zgodom, »sve nove i moje i sve uređene, da se mogu upotrebiti u ovoj zvjezdarnici i u drugima... i mogu se pohvaliti, da sam u ove dvije godine novim pronalascima ja sâm doprinjeo napretku praktičke astronomije više negoli itko drugi u Evropi, a ne bi bilo suviše smiono dodati: više negoli svi drugi astronomi zajedno.« Time je Bošković postavio osnov nove praktičke astronomije, koji je tek početkom 19. st. radovima Gaussa i Bessela bio opće prihvaćen od astronoma. Bošković je htio o tome napisati i djelo, ali izašla su ta njegova istraživanja i metode tek dijelom u IV. svesku njegovih *Djela što se tiču optike i astronomije* (Bassano 1785.). Sâm je tako istražio razdiobu na rubu sekstanta, dao kon-

struirati i poseban instrument za isporođivanje diobenih točaka; duge sate stajao bi na nogama, i to, veli Bošković, skrivilo je da se pogoršala njegova bolest nogu. Sastavio je napatke za istraživanje pogrešaka i drugih instrumenata. Bošković je već tada naglašavao, da je za ta istraživanja bolje upotrebiti astronomska opažanja nego mehaničke operacije; tako je našao teoriju da iz triju opažanja zvijezda nekretnica vrlo različitih deklinacija može odrediti izvor triju glavnih pogrešaka pasažnog instrumenta. Da ispita, da li rub velikoga zidnog kvadranta leži točno u jednoj ravnini, istražio je instrument, još prije nego je postavljen, u horizontalnoj ravnini metodom, koju G. V. Schiaparelli, kasniji ravnatelj te zvjezdarnice, zove »umnóm«, a koja je bila neka vrsta nivelacije poput one kojom se služe geodeti. U potankosti i vrlo pomnjivo ulazio je u trag različitim tehničkim nedostacima i nesavršenostima svojih instrumenata i izračunavao iznos pogrešaka što otale izlaze, a smještio ih tako da one dođu do što manjeg izražaja. Prema Schiaparelliu, iz čije studije o Boškoviću vadimo ove podatke\*, jedno od najljepših iznašaća Boškovićevih u tom smislu njegov je mikrometrički klin, kojim se Bošković obilno služio, a koji je tek kasnije ušao u praksu mjerenja, napose geodetskih.

Na zvjezdarnici u Breri htio je Bošković da izvede i originalan jedan pokus. Radilo se o durbinu, čija bi cijev bila ispunjena među okularom i objektivom vodom mjesto zrakom, a spomoću koje se moralo određivanjem aberacije zvijezda odlučiti među teorijom emisije i undulacije svjetlosti. Durbin ispunjen vodom zajedno s drugim ispunjenim zrakom morao se smjestiti na isti zenitni sektor i tada na oba odrediti zenitne daljine zgodno odabranih zvijezda u meridijanu. Razlike zenitnih daljina tako određene na dva načina trebale su prema Boškoviću potvrditi teoriju emisije. O tom je poslao jedan dopis i Akademiji u Parizu. No do izvedbe toga pokusa nije došlo, premda je Bošković još i mnogo kasnije iz Francuske tražio da se pokus izvede, a bila je odlučena i kon-

\* Ta je studija izašla u 190. knjizi »Rada« Jugoslavenske akademije g. 1912. pod naslovom G. V. Schiaparelli, *Sull' attività del Bošković quale astronomo in Milano.*

strukcija jednog zenitnog sektora s dva durbina; no protivljenjem napose Frisia, profesora matematike u Milanu, a koji i inače nije bio sklon Boškoviću, nije se taj pokus izveo na štetu razvoja optičkih teorija. Pokus je izveden tek g. 1871/72. u Greenwichu, a izveo ga je G. B. Airy s negativnim rezultatom.

U programu, koji je Bošković izradio za rad u zvjezdarnici, nalazi se i zahtjev za točno novo određivanje **astronomske refrakcije**, fundamentalno određivanje pozicija zvijezda nekretnica prvoga do trećega reda, a možda i četvrtoga, kao i aberacije i nutacije. Da se usavrši teorija Sunca, tražio je da se sva nanovo ispita na osnovu novih, najpomnijih motrenja ekvinokcija, solsticija, vežući ih na položaje zvijezda nekretnica, odakle bi konačno izlazio i priklon ekliptike, kao i zakon njegovih promjena, te drugih elemenata važnih za mehaniku neba. Bošković je imao u vidu i sustavno motrenje Sunčevih pjega i određivanje vremena jedne vrtnje Sunca oko svoje osi, kao i sustavno motrenje elemenata Mjeseca, planeta, a osobito Jupitera i Saturna, koji izvode dosta jake međusobne smetnje. Pažnju je trebalo posvetiti i kometima, za koje je Boškovićeva teorija davala način da se u relativno kratkom vremenu odredi približna staza gibanja iz triju opažanja njihovih položaja. G. V. Schiaparelli u svojoj studiji o Boškoviću ističe, na kako je grandiozan i potpun način Bošković shvatio zadaću nove zvjezdarnice, i kaže, da je sigurno, da je ona mogla biti jedna od prvih ili možda i prva, bar na kontinentu, da je Bošković mogao provesti sve svoje ideje. Ali novost Boškovićevih ideja, zanesenost njegova za perspektive, što su je one otvarale u praktičkoj astronomiji, naišla je u zvjezdarnici na protivljenje. Većina isusovaca smatrala je Lagrangea, astronoma stare tradicije, ravnateljem zvjezdarnice, dok se Bošković sâm držao idejnim i materijalnim njenim začetnikom i gledao na nju kao na svoju tvorevinu. Različni zahtjevi Boškovićevi, njegova otvorenost, a kadšto i žestina, isticanje zasluga oko osnivanja nove zvjezdarnice doprinjeli su samo daljem produbljenu spora, a k tome su pridošli i veliki troškovi, što su ih tražile Boškovićeve ideje, napose nabava novog zenitnog sektora i velikog altazimuta, do koga je Boškoviću bilo mnogo stalo.

Kad je bio imenovan profesorom optike i astronomije u Milanu, dobio je u dužnost i dalji rad na zvjezdarnici. Vjerna pomoćnika i prijatelja našao je u mladom F. Puccinelliu, koji je došao na poziv Boškovićev iz Rima, kako je već rečeno; njega je napose upućivao u svoje metode i on ih je imao malo pomalo provoditi. No zajednička uprava s Lagrangeom postajala je sve teža, pa su se napokon uprava i rad u zvjezdarnici morali podijeliti na njih dvojicu. Bečki dvor zanimao se preko kneza Kaunitza, carskog ministra, i grofa Firmiana za rad u zvjezdarnici, pa kada nije bilo objavljenih rezultata o tom radu, prigovori on tome i još nekim drugim stvarima podkraj g. 1771. Bošković je na taj prigovor odgovorio stvarnim memorandumom, u kome je opširno opisao postanak zvjezdarnice, tadanje njeno stanje i osnove rada u budućnosti, a iznio je i vrlo opsežan svoj rad u zvjezdarnici, premda je prekoračio već šezdesetu godinu života i uz to i predavao. Kaunitz se izrazio dobro o predloženoj osnovi za dalji rad, no brerski su isusovci tu osnovu odbijali. Dvor je popustio tim protivnim nastojanjima i riješio Boškovića »skrbi i brige za zvjezdarnicu«. Bilo je to 15. VIII. 1772. Bošković je odgovorio Kaunitzu dosta oštro i izjavio da se ne će vratiti ni u Milan dok ne dobije punu zadovoljštinu. Tokom cijelog toga žalosnog svršetka njegova djelovanja na zvjezdarnici tužio se Bošković na spletke, što su se protiv njega plele u Beču, gdje se govorkalo, kako on nikad nije kod kuće, kako se vraća kasno noću, da nosi sa sobom ključeve zvjezdarnice pa ga treba tražiti po gradu hoće li se pokazati zvjezdarnica kome strancu. Povrijeđen otišao je u Mletke i ondje pratio dalji razvoj stvari. Kaunitz i Firmian išli su Boškoviću na ruku i predložili mu da se vrati na zvjezdarnicu uz neke povlastice. Ali Bošković je ostao kod zahtjeva da njemu pripada vrhovna uprava, bar u jednom dijelu zvjezdarnice, i da mu se da kao pomoćnik Puccinelli. Početkom g. 1773. zahvalio se na profesuri u Milanu, a dvor je prihvatio ostavku; 27. II. 1773. javio je Firmian rektoru da je Bošković riješen službe. Bošković je sve to teško podnosio, pa je neuspjeh u Breri ostao u njemu kao ljuta rana. On je istina pisao Firmianu da mu je zahvalan, što mu je isposlovao otpust iz službe, jer da je to bila prijeka potreba

za njegov mir, kad nije mogao dobiti na zvjezdarnici mjesto kako je želio, no u sebi je imao gorak osjećaj, da je više od devet godina, koje su mogle biti najplodnije u njegovu životu, žrtvovao u poslu, na kome nije mogao više dalje da radi. Osim toga propale su time njegove tihe nade, da će se moći smiriti na jednom mjestu, koje mu je tako odgovaralo, i u mirnu radu završiti svoje dane. Napose je bio ogorčen na Lagrangea, Frisia i Luina, a ipak ovaj u pismu grofu Firmianu piše: »Lagrange je vrstan opažatelj, on je dobar da u miru sređuje sitne stvari, a ne da iznalazi i vodi velike... to je baš obratno nego u Boškovića. On bi samom svojom prisutnošću, samom osnovom Dvora u ruci, promijenio cio prizor. Mi predavači, koji ovako kako smo bez aktivne i ovlaštene glave sa strane dvora, ne možemo nikad ništa, a mogli bismo sve, kad bismo bili zajedno s njim, kome se tako divimo kao sva Evropa i volimo ga kako zaslužuje njegov značaj. Izrazujemo mu najiskreniju našu zahvalnost na velikoj njegovoj svesrdnosti, kojom nam je svima pomagao, i na neumornosti, kojom nas je vodio u zajedničkim naucima. Što znam, njemu dugujem, a i drugi govore i osjećaju isto.« A sâm Lagrange piše g. 1773.: »Ja nemam ni pronicavi duh ni visoki um velikoga tog čovjeka.« U drugu ruku, Venini, rektor isusovačkog kolegija u Breri, piše grofu Firmianu 29. IX. 1772., da nadzor nad zvjezdarnicom ne bi trebalo dati Boškoviću; pri tom se poziva na sud cijeloga kolegija, »koji imajući za tog oca najveće poštovanje i najviše poštovanje s obzirom na sposobnost i znanje, ne smatra ga ipak takvim da bi bio na čelu zvjezdarnice i upravljao astronomskom praksom, jer za upravu zvjezdarnice nema on ni vremena s obzirom na način života ni prakse radi nedostataka iskustva ni strpljivosti radi živahnosti temperamenta ni dara saopćavanja, poučavanja i sporazumijevanja, radi visine svog uma i živosti fantazije.«

Tako se svršila bolno za Boškovića duga jedna epizoda njegova života. Kada je g. 1776. otišao Lagrange sa zvjezdarnice u Breri, a uprava prešla na Boškovićeve bivše učenike Cesarisa i Reggia, počeo je Bošković opet dopisivati s Brerom; on bi iz Pariza javljao novosti iz astronomije, a oni bi njega izvještavali o radu zvjezdarnice. No uspomena na ono, što je doživio u Breri,

ostavila je ipak u njemu još dugo gorčinu. Kada ga je g. 1782. pozvao nasljednik Firmiana grof Wileczek, također veliki Boškovićev štovatelj, da se vraćajući u Italiju iz Francuske svrati u Milan, odgovorio mu je Bošković s mnogo učtivosti, ali je istaknuo, da ne može u Milan radi »žalosne uspomene na sve ono, što mu se ondje dogodilo.« »Spletkom spremljenom i vođenom dugim i zlobnim izvrtanjem protjeran sam iz svake vrhovne uprave u poslu, u koji sam toliko truda uložio, toliko od moga potrošio, ... za koji sam imao posebnu ljubav, koji je bio već jedan od najboljih u Evropi svoje vrste ... Bio sam mu (t. j. Kaunitzu) opisan kao otpornik, tvrdoglavac i to tako, da nije smatrao da mi isto odgovori na jedno moje pismo ponizno i puno poštovanja, u kome sam mu sve razlagao i tražio njegovu pomoć.« Poslije tolikog truda i troška da nije dobio ni mirovinu, i to u doba ukinuća isusovačkog reda, kada je mogao tu mirovinu dobiti iz milanskog kolegija, kome je tada pripadao. Tek pošto se rasčisti pitanje kleveta protiv njega, moći će doći u Milan »čista obraza«.

**Boravak u Francuskoj.** U mletačkoj republici ostao je Bošković do 28. VIII. 1773.; pomišljao je da ode u Dubrovnik, pohodi majku i svoje i ondje nade napokon mir, da se nesmetano posveti izradi svojih novih radova. Mogao je otići i u Pizu, odakle je dobio poziv za profesora optike. No u to ga zadesi nov težak udarac, ukinuće isusovačkog reda ljeti g. 1773. To ga je ponukalo da promijeni odluku i da ne ode u Dubrovnik i vidi majku; pomišljao je da ode u Poljsku, gdje je bio tako prijazno primljen na povratku iz Carigrada. No nije ni do toga došlo, jer su ga prijatelji u Francuskoj, vidjevši njegov položaj, a poznavajući velike njegove zasluge, nagovorili da se nastani u Parizu. I tako se Bošković u društvu kompozitora i muzikologa J. B. La Bordea, komornika francuskog kralja, uputi u Pariz. Ondje je imao već od prvog svog boravka dosta prijatelja velikog utjecaja, između kojih je bio grof de Vergennes i osobito vojvoda D'Aiguillon, ministar vanjskih poslova Louisa XV., te ministar mornarice. »Pri mom dolasku izkazali su mi vojvoda D'Aiguillon i taj ministar »molte finezze« i navaljivali na me da se stalno nastanim ovdje ... Poslije različitih pregovora



i mijenjanja zaključilo se, da će mi doznačiti 8.000 livra godišnje, od kojih će 4.000 plaćati Odjel za vanjske poslove, a drugih četiri Odjel mornarice, u kojoj ću imati mjesto Direktora optike za mornaricu, stvoreno upravo za mene. Ujedno su htjeli da budem pripušten u Akademiju, a obećavali su mi i crkvene beneficije, no za oba ta predmeta morao sam uzeti francusko državljanstvo, koje me stajalo više od 1500 tih livra«. Kasnije će se vidjeti, kako je to izlaženje ususret ličnosti utjecajnih na dvoru Louisa XV. bilo uzrokom mnogih neprilika za Boškovića. Kao ravnatelj optike imao je jedinu zadaću, kako piše, da se napose posveti izgrađivanju tog dijela matematike i da usavrši teoriju i olakša praksu osobito ahromatičkih durbina, koje treba mornarica za svoje opažače i brodove; dok mu je dekret vanjskih poslova podjeljivao beriva, da se uzmogne sav predati bez rastresanja višim razmišljanjima i živom svom maru za napredak nauke. Taj zahtjev »bez rastresanja« imao je za posljedicu, da mu je ministar mornarice izričito zabranio interveniranje u stvarima dubrovačke republike kod francuske vlade.

Od francuskih učenjaka svojih struka bio je Bošković vrlo dobro pažen od Lalandea, Lacondaminea, Messiera i Méchaina te Clairauta i Condorceta. Svi su oni poznavali već odavno Boškovićeve radove i osobito ga štovali i voljeli. Napose je prijateljevao s Lalandeom. Kada je ovaj g. 1765. putovao Italijom, Bošković mu je išao na ruku u svakom pogledu, a Lalande mu se oduživao. Zauzeo se kod Choiseula da Bošković dobije propusnicu, kada je g. 1769. morao u Pariz radi liječenja nogu. On je zastupao Boškovićeve interese u pariskoj Akademiji nauka i čitao u njoj radnje, koje je Bošković slao kao član dopisnik te Akademije; znameniti matematik i filozof D'Alembert piše kasnije, kada je bio u sporu s Boškovićem, za Lalandea da intrigira s Boškovićem. Lalande traži od Boškovića prinose za poznato svoje djelo »Astronomija«, »koje će imati jedan dio svoje savršenosti od Vas«, a o dokazima Boškovićevima piše: »Vi ste vrijedan udivljenja u kratkoći i eleganciji Vaših dokaza«; napose je Lalande opširno preuzeo Boškovićevu teoriju refrakcije; moli ga da u pogledu dodataka njegovoj

»Astronomiji« učini sve što može »kao moj učitelj i prijatelj, jer vrlo trebam Vaše savjete u tom predmetu«. Lalande prati Boškovićeve rad oko verifikacije instrumenata i ističe važnost toga posla, »koji je tako nuždan kao i dobro vršenje opažanja«. Lalande je objavljivao Boškovićeve radnje francuskoj učenoj javnosti, a kušao je posredovati i u sporu među Boškovićem i D'Alembertom. S Messierom i Méchainom mnogo je Bošković raspravljao o stazama kometa, pa je njihova opažanja i rezultate slao u Breru Cesarisu, kako je učinio i g. 1781., kad je otkriven planet Uran, za koji je došao do uvjerenja da je planet, a ne komet, kako se isprva mislilo. Da mu odredi stazu, riješio je problem određivanja eliptičke staze nebeskog tijela iz četiri opažanja. Na osnovu Boškovićeve metode i njegovih uputa izračunao je Méchain prve dobre eliptičke elemente Uranove staze. Na kometu, što ga je otkrio Messier, potvrđena je ispravnost Boškovićeve postupka za određivanje staze kometa. Na ruku mu ide i Lacondamine, koji ga upućuje na svoje prijatelje, ako dođe u Paris, a njega ne bude ondje, nuđa mu stan u svojoj kući, kad je u Parizu; on se brine i za štampanje francuskog prijevoda djela o mjerenju papine države i javlja mu novosti iz nauke i politike. S Clairautom bio je Bošković intiman; on ga izvješćuje o svojim radovima, posređuje kod štampanja Boškovićevih članaka u Parizu i živo prati Boškovićeve rad. Veseli se njegovim pismima, svidaju mu se osobito pisma francuski pisana, »pa i vaše pogreške u francuskom, jer su me više sjetile vremena, kada smo zajedno živjeli«. On mu u šali piše »o boškovićskom jeziku«; »u Vašim je rukama to jezik vrlo bogat, jer daje više misli nego riječi«. U Parizu je Bošković radio na optici i teoretskoj astronomiji, kako će se još poslije vidjeti. Ondje je g. 1779. izašlo i novo izdanje njegove pjesme u šest pjevanja *Pomrčine*, posvećeno iz zahvalnosti za iskazane usluge francuskom kralju Louisu XVI. Prevodilac de Barruel daje ovu opću karakteristiku tog djela, da je to »Newton u ustima Vergilija«, ili »prava fizika, a nada sve astronomija, ukrašena svim čarima poezije«.

Smrt Louisa XV. g. 1774. i očekivane promjene u vladi uznemirile su Boškovića. Briga da stekne neku sigurnost za stare dane

potakla ga je da zatraži od dubrovačkog Senata da mu osigura penziju kao bivšem isusovcu, kao što su učinile druge države; on je sada, istina, opskrbljen, »ali znate dobro, kako su Dvorovi promjenljivi. Promjena vladara ili ministarstva može lako pokvariti sve, osim cijelog broja neprijatelja, što ih imam iz nenavisti i duha nacionalnosti protiv stranaca. Nadam se uvijek, da ću na kraju naći pravi svoj mir u domovini i da ću u njoj proći mirno svoju starost...«. Obratio se i grofu Firmianu s molbom da bi austrijski dvor odredio da mu se doznači mirovina iz sredstava isusovačkog kolegija u Breri, kako su je dobili i svi drugi članovi reda nakon njegova ukinuća, a izgubio je penziju, na koju bi imao pravo, da nije prešao u Milan; no dobio nije ništa.

Premda su novi državnici, koji su izašli na vlast dolaskom na prijestolje Louisa XVI., bili prijatelji enciklopedista i protivnici isusovaca, lični je ugled Boškovićev učinio da nije imao neprilika; zadržao je svoje mjesto, a, kako će se vidjeti dalje, išla mu je vlada na ruku u velikoj mjeri.

Ipak nije sve išlo ravnim putem. Već kod postavljanja za ravnatelja optike javljale su se teškoće. Kada je primio dekret ministra vanjskih poslova, kušali su protivnici da osujete njegovo imenovanje u Ministarstvu mornarice, no uz pomoć prijatelja nadao se da će mu uspjeti »utišati buru«; neuspje li, doći će da svrši svoje dane u domovini. Za to se utočište nada, da mu uvijek ostaje. »Premda sam postao Francuz i već imam plaću njegova najkršćanskijeg Veličanstva i određen sam za njegova službenika, imat ću uvijek u vidu svoju prvu prirodnu domovinu«. U ožujku g. 1774. dobio je napokon dekret kao ravnatelj optike za mornaricu. Uzrok nesklonosti nekih odličnih lica francuske nauke prema Boškoviću bio je u jednu ruku, da on kao stranac, a k tomu i bivši isusovac, dobiva dobro plaćeno državno zaposlenje stvoreno samo za nj, a da je želja visokih ličnosti i da uđe u Akademiju nauka. »Mnogi su već bili«, piše Bošković g. 1774., »moji neprijatelji puni nenavisti radi dobrote, što su mi je iskazali ministri, i nezadovoljni zbog blagodati, koje su mi bile određene u višem iznosu no što su ga primali njihovi prvaci u književnim poslovima.« Protivnici su ga proglasili intriganom i bacili se na njega kleve-

tama, a stvar je za Boškovića bila još zamršenija, jer je u isto vrijeme morao po nalogu dubrovačkog Senata izgladiti na francuskom dvoru vrlo neugodnu aferu s francuskim konzulom u Dubrovniku.

Kako je Bošković po svojoj naravi bio vrlo društven, a radi umnosti i duhovitosti bio u društvima i rado priman, proširio se skoro prvotni broj njegovih poznanika, štovatelja i štovateljica. U toku razgovora razvijao bi Bošković pred njima i svoje teorije i iznosio svoje iznalaske, a kako glas leti i leteći raste, nisu protivnici primali izjave njegove uvijek upravo u onom obliku, u kome su bile izrečene. »Imamo ovdje«, piše D'Alembert velikom matematiku Lagrangeu g. 1773., »jezuitu Boškovića, koji govoreći ne prestano gospodama na dvoru o krasnim stvarima, što ih je izveo, a za koje nas obojica ne znamo, postigao je da je dobio 8000 livra plaće i još čeka više, da uzmogne imati, kako kaže, kočiju, bez koje da ne može biti. Povrh toga postavlja zahtjev da silom uđe u Akademiju i da bude smjesta primljen, premda nema praznih mjesta; na to će trebati pripaziti. Vi i on vrlo ste očevidan dokaz za ono, što ste mi rekli pred neko vrijeme, da su zahtjevi u obratnom razmjeru sa zaslugom«. Ipak nešto kasnije piše Lagrange D'Alembertu za Boškovića »... sigurno je, da nije nedostojan da pripada Vašoj Akademiji, koje svi članovi nisu D'Alemberti, ali postao bi takvim, kada bi zahtijevao da u nju uđe na nepravilan način.« I S. Laplace, slavni pisac velike *Mehanike neba*, napadao je neke Boškovićeve radove iz teoretske astronomije, napose njegove rasprave o određivanju staze kometa iz triju opažanja. Bošković je držao, da je njima postigao velik uspjeh u izračunavanju te staze time, što je mjesto gibanja kometa po krivulji uveo kao približnost gibanje kometa po pravcu, a isto je učinio i za gibanje Zemlje u njenoj stazi i time uveo ujednostavnjenje, koje je istina samo približno, no prema Boškoviću dovoljno za potrebe astronomske prakse, dok je Laplace osporavao ispravnost toga približnog rješenja. Gauss i Olbers, koji su se kasnije bavili istim problemom, mnogo povoljnije sude o tom Boškovićevu radu. Ipak je za Boškovićevu teoriju izravnjanja pogrešaka opažanja Laplace rekao da je umna i njome se služio, kako je rečeno.

D'Alembert, jedan od glavnih enciklopedista i uman matematik, napose se okomio na Boškovića. Za prvoga boravka u Parizu Bošković i on lijepo su raspravljali kao ljudi od nauke. No privilegiji, što ih je Bošković dobio od vlade, osjetljivost učenjaka, a možda i zloba okoline, otrovali su atmosferu. Neprijatelji Boškovićevi raznosili su krive glasine, tako da Bošković širi o D'Alembertu vijest da je poludio. Lalande je kušao posredovati i nakon jednog pomirljivog članka Boškovićeve o D'Alembertu javlja mu, da mu se čini da ovaj nije više onako nesklon Boškoviću. Drugom zgodom, kada je trebalo ispitati negativan sud D'Alembertov o jednom pitanju u Boškovićevoj raspravi, piše Lalande: »Ne vidim nikoga u Akademiji tko bi si htio dati truda da ispita ima li D'Alembert krivo i koji bi se usudio to izreći, ako li to nade. Trebat će dakle pustiti strance da sude.« Ipak D'Alembert priznaje Boškoviću zasluge i vodi računa o njegovim radovima.

Mnogo je jada Bošković doživio sa svoja dva otkrića, konstrukcijom tako zvanog objektivnog mikrometra i određivanjem staze kometa iz triju opažanja. Bošković se bavio dugo vremena pitanjem mikrometra, pa je našao napose zgodan jedan tip, za koji je držao da je nov. Ali u isto vrijeme radio je na tom i francuski fizik Rochon. Premda su se obje konstrukcije razlikovale, predbacivali su Rochonovi prijatelji u Akademiji Boškoviću da je to izum Rochonov, a on da je tek nešto dodao; bilo je dosta uzbune, pao je pače i prijedlog da se ministar mornarice umoli da oduzme Boškoviću blagodati kralja. Ali i za Boškovića su se zauzeli prijatelji, pa ga je ministar mornarice u odgovoru na njegovo pismo umirio. No Akademija je bila na strani Rochonovoj i priznala mu prvenstvo; u tim prilikama svjetovao je Lalande Boškoviću da se odrekne prioriteta. Bošković je poslao o tome jednu radnju i londonskoj Royal Society, no i ondje nije bio bolje sreće, jer je prvenstvo za izum tog mikrometra tražio astronom Maskelyne. Pošto se cijela ta afera završila, piše Bošković mirno: »Nadam se, da poslije toliko djela, što sam ih dao javnosti u dugom nizu godina, i tolikog broja drugih, što ih sada spremam, ne će me sumnjčiti da bih htio da se kitim otkrićima drugih«.

Drugu je nepriliku imao sa svojom teorijom određivanja staze kometa, o kojoj je bilo govora. Rasprava, koju je predao o tom predmetu pariskoj Akademiji, bila je predočena na sjednici na način, na koji se Bošković oštro tuži; napose mu je krivo, da se ta njegova metoda dovodi u vezu s metodom astronoma Bouguera i da se tvrdi kako se u primjenama našlo da vodi do krivih rezultata. Nastala je polemika, koja se dosta dugo vukla bez pozitivnog i konačnog rezultata za Boškovića.

Inače Boškovićevo zdravlje nije bilo dobro u Parizu. Tužio se da mu pariski zrak škodi; uhvatile bi ga groznice, koje bi se vraćale, i stoga je veći dio godine boravio na ladanju kod prijatelja. Radio je uza sve to mnogo dovršujući svoje rasprave iz optike i astronomije. U svibnju g. 1782. dobio je dopust od francuskog kralja na dvije godine da ode u Italiju »radi svojih ličnih poslova«; radilo se o tome da ondje spremi za štampu svoje rukopise iz područja optike i astronomije izradene u Francuskoj. Svi su Boškovićevi prijatelji dugo očekivali te njegove radnje. Za štampanje je najprije mislio na Sienu, zatim na Pesciju, gdje se zadržao kod svog bivšeg učenika Puccinellia, koji mu je ponudio pomoć kod pregledavanja radova i kontrole računa. Ondje je ostao pola godine, posljednje vrijeme prikovan uz krevet od uloga. Kako je za štampu dobio najpovoljnije uvjete od poznate izdavačke kuće braće Remondinia u Bassanu, pošao je iduće godine u svibnju onamo i ostao dvije i pol godine baveći se oko izdavanja svojih *Opera pertinentia ad opticam et astronomiam*, koja su napokon izašla u pet svezaka g. 1785. Da dovrši taj posao, radio je Bošković vrlo intenzivno, pa i više od deset sati dnevno; tek u kolovozu g. 1784. povukao se na odmor na ladanje »poslije rada od pet mjeseci do kraja iskorištenih«. Djelo je bilo posvećeno francuskom kralju Louisu XVI. Kako se posao oko izdavanja tih *Djela* zavukao, produžila je francuska vlada g. 1784. Boškoviću dopust na dalje dvije godine, koji je želio da ostane u Italiji htijući među drugim da dovrši i znamenite svoje bilješke djelu Stayevu. Kako je za to trebao biblioteku u Breri, htio je da se ondje i nastani. Posredovanjem kneza Kaunitza dobio je i dalje produljenje dopusta sačuvavši beriva francuske vlade, do svibnja

1788.: »to će pribaviti našem učenjaku«, piše grof Vergennes iz Versaillesa u ožujku 1786., »mirnoću duha potrebnu da se preda svojim radovima u milanskoj provinciji, a da ne prekine dopisivanja s Akademijom nauka«. Razlog zašto se Kaunitz za to zanimao, bio je da je namjesničkoj vladi u Milanu bilo mnogo stalo do toga da Bošković ostane u Lombardiji i vodi poslove oko izrađivanja nove geografske karte. Pošto je dovršio štampanje svojih *Djela* i pohodio Rim, Sienu, Firenzu, stigao je krajem listopada u Milan, gdje je pola godine bio gost grofa Trotta, dok nije g. 1786. zauzimanjem kneza Kaunitza dobio stan u Breri.

Bošković nije sasvim napustio misao da se vrati u Francusku, jer krajem srpnja 1786., piše »i kad se vratim u Francu...«; ali on i njegovi zaštitnici gledali su ipak, da se dopust produži. No Bošković toga nije više trebao. G. 1786. piše kući: »...moja se svrha približava; imam 76 godišta, ćutim slabos. Zbogom.« Osobito intenzivan duševni napor kroz toliko godina, bdijenje provedeno u radu ili u društvu, uzbudljiva njegova narav, brige za budućnost, pa njegova putovanja, koja nisu bila u ono vrijeme laka, polako su potkapala njegovo zdravlje. Već i prije gledali su prijatelji pomalo s nemirom raznolične napore, kojima je bio podvrgnut. Tako mu u veljači g. 1764. piše Clairaut iz Pariza povodom vijesti o njegovu radu oko isušavanja pontinskih močvara: »Vi preuzimate dakle poslove svake vrste; zaklinjem Vas da dobro pazite da ne prevršite mjeru i ne pokvarite zdravlje, dragocjeno za matematike. Bojim se osobito zraka u tim močvarama.« A g. 1767. piše mu Lacondamine »...štedite zdravlje, časni moj oče; kraj sve Vaše mladosti vidim da Vas napadaju već bolesti i da osjećate sve umore Vaših putovanja. Ponavljam Vam to vrlo iskreno, da bi nauka, literatura i sva Evropa izgubila u vama veoma mnogo«. Malo pomalo trošila se otpornost organizma tako intenzivno iskorištavanog i Bošković je počeo osjećati »umor u glavi«. U pismu sestri Anici na odlasku iz Pariza u lipnju 1782. kaže: »Vidjet ćeš da ja nisam dobar koliko bi se htjelo.« Ipak u pismima iz g. 1783. i 1784. iz Bassana navodi da je zdrav, »za sve da trudim u velike«. No napor, koji je pri tome podnio, sigurno nije išao u korist starcu od 73 godine. U kolovozu g. 1786. piše sestri: »I ja sam

zdrav u svemu ostalomu izvan glave, koja je oslabila, da ne mogu s njom činit ni u dugo ni kako bi se htjelo i kako sam prije činio.« Počeli su se javljati znaci tragičnog svršetka. Za njega, koji je tako volio razgovor u društvu, u čemu je bio majstor, bila je teška konstatacija i žalosna opomena da je počeo nejasnije govoriti, jer mu se jezik zapletao. Zatim je sve teže osjećao neku rastresenost i teškoću koncentracije. Pogrešaka u pismima radio je i u mladosti »po mom običaju«, kako piše jednom g. 1745.; napose se tuži kasnije na teškoće u numeričkim računima. Što se uopće tiče tih računa, ističe Bošković u memorandumu Kaunitzu g. 1772., da za to treba sasvim osobitih prirodnih dispozicija, a povrhu svega manje živa imaginacija nego je njegova i manje plodna idejama, a osim toga glava, koja nije toliko izmorena dugim i dubokim razmišljanjima. U mladim danima da je mnogo računao, a sada samo još s velikim gubitkom vremena, jer da svaki čas griješi u računu, pa mora nekoliko puta račun ponavljati. U posljednje vrijeme osjeća da mu glava slabi, da ne može ni prepisati dvadeset redaka ne načinivši stvarnih pogrešaka. Ne usuđuje se izdati ni najmanju stvar, ako je koji prijatelj ne pregleda i ne iznese pogreške, koje počinja u izvođenju. »Vidim nažalost, gdje mi se leteći približava vrijeme, u kome ću otupjevši potpuno doći do stanja, u koje obično dolazi geometar, »koji se sav upiljio u jednu stvar«, da govorim s pjesnikom« (Danteom).

U Breri, gdje je mislio u miru raditi, počeli su se javljati prvi znaci duševne bolesti. Očitovao se neki »nesklad u fantaziji i drugim intelektualnim sposobnostima« i već se stalo sumnjati, da će taj sjajni um matematički i filozofski pasti u ludilo. Prijatelji su se uznemirili, pozvani su liječnici, koji su našli da je Boškovićovo stanje kritično. Po njihovu savjetu proboravio je u isusovačkom kolegiju u Monzi kraj Milana dva mjeseca, kako bi se promjenom boravišta razvedrio i oporavio. Kad se uza sve to stanje pogoršalo, održan je po želji Kaunitza i nalogu grofa Wilczeka liječnički konsilij. U izvještaju od 15. XI. 1786. ističe se najprije melankolija, kojoj je Bošković naginjao, a koja je bila i svojstvo članova njegove obitelji, jer mu je brat Baro od istoga stanja uvelike trpio. Ističu se oznake njegova karaktera, kao izvanredna uzbuđenost i

živost u velikom stupnju, koji su činili da je neprestano bio govorljiv, razdražljiv, nemiran zbog svoje budućnosti i izvanredno osjetljiv na slavu i svaku moralnu neugodnost. Slaba je zdravlja bio već odavna, a liječiti se nije htio, jer da nije dostojno čovjeka, koji nauča i bavi se dokaznom naukom, da se ravna prema nauci, kojoj je osnov nagađanje. Mučila ga je misao na reputaciju i priklanjanje se onima, koji su imali o njemu dobro mišljenje, a ražestio bi se i na sam spomen onih, pa bili već i mrtvi, koji nisu izdizali njegovih zasluga. Prema tom izvještaju u posljednje je vrijeme samoljublje i cijepjenje vlastite doktrine prelazilo već granice razbora i bilo predigra budućeg ludila. Hvatala ga tjeskoba, da će pasti u nestašicu i materijalnu bijedu, a zatim bi dolazilo doba velike darežljivosti. Do nesnosnosti mučile su ga i progonile utvare, da u njegovim spisima ima pogrešaka, koje će mu uništiti dobar glas. Napadaji malodušnosti, utvare i strah tako su ga jednog dana svladale, da bi bio počinio samoubojstvo, da mu tajnik nije na vrijeme oteo bodež iz ruku uz vlastitu opasnost.

Poslije konsilija premješten je jadni Bošković u kuću kirurga Bossia. Ondje je živio sa svojim pomoćnikom tajnikom Luigi Tomagninijem. Teški napadaji bjesnila, u kome je udarao sve oko sebe rukama i nogama, izmjenjivali bi se sa stanjem duboke potištenosti; tada bi veliki filozof znao zaplakati od tjeskobe videći svoje stanje. Ipak se nije dugo mučio, jer je 13. veljače 1787. u jedanaest sati prije podne umro od komplikacija u plućima. Sahranjen je u crkvi S. Maria Podone u Milanu. Tajnik i drug njegov kroz dvanaest godina Tomagnini\* obavijestio je dubrovački Senat pismom od 17. II. 1787. »da je domovina izgubila najvećega čovjeka Evrope, za koju je uvijek sačuvao neizrecivu odanost, jednaku onoj, što ju je domovina sačuvala za njega«. Veliko je vijeće dubrovačko raspravljalo, kako da počasti uspomenu na Boškovića. Predlog da se na državni trošak postavi njegovo poprsje u velikoj dvorani kneževa dvora nije bio prihvaćen; zaključena je bila samo svečana komemoracija. Dne 21. V. 1787. držane su zadušnice u stolnoj crkvi dubrovačkoj u prisutnosti kneza,

\* Često se nalazi i Tamagnini.

Senata i svega, što je bilo odlično u Dubrovniku. Spomen-govor držao je znameniti latinista Brno Zamanja, prijatelj Boškovićev. U stolnoj crkvi postavljena je i spomen ploča, u kojoj je opisan i tok života Boškovićeve i navedene glavne njegove radnje. Riječi posljednjeg dijela natpisa na ploči Bošković je sigurno u punoj mjeri zaslužio, jer je uistinu bio »građanin u najvećoj mjeri zaslužan za republiku«. Isusovci u Breri nisu poduzeli ništa da održe uspomenu na zasluge Boškovićeve. Tek g. 1831. podignut je nastojanjem učenika i prijatelja njegova astronoma Cesarisa u vezi s ostalim kolegama u atriju brerske zvjezdarnice spomenik Boškoviću, »koji mu je već davno bio dugovan«. A član poznate milanske obitelji Boromeo-Giberti postavio je u svojoj palači spomenik Boškoviću »u svrhu čašćenja vrline«. Dobar Boškovićev prijatelj Lalande napisao mu je spomen u pariskim listovima; kasnije jednom piše onjemu: »Govorili što mu drago matematičari, koji ga nisu voljeli, bio je to genijalan čovjek. Duh iznalaženja, koji se nalazi u njegovim djelima, dovoljan je da ga se postavi i iznad mnogih, kojima je integralni račun pronio glas. Njemu je uspelo da dokaže bez tog računa pogrešku jednog od naših najvećih računara, a to je bila možda jedna od stvari, koja mu je najviše škodila«.

**Bošković kao čovjek.** Lalande u članku o Boškoviću u *Journal des sçavans* kaže za nj: »Otac Bošković bio je visoka stasa; imao je plemenit izraz lica, uslužan karakter i lako se prilagođivao slabostima velikih, s kojima je općio. Ali bio je ponešto živ i uzbuđljiv, bar mu je ton bio prema tome, pa i sa svojim prijateljima. To je jedini nedostatak, što mu je bio poznat, ali je on bio nadoknađen svim onim svojstvima, koja čine velika čovjeka.« Te negativne crte njegove naravi ističe i izvještaj liječničkog konsilija, koji navodi, kako je rečeno, izvanrednu njegovu uzbuđljivost i živost, koji su imali za posljedicu neprestanu razgovorljivost i razdraženost, a kako je ta strana njegove naravi djelovala na ljude, koji mu nisu bili prijatelji, svjedoče riječi o Paciaudiu grofu de Cailuisu, koji je označio Boškovića kao »dovoljno čuvenog matematika, a najvećeg vizionara ovog svijeta i čovjeka, koji govori za desetoricu, koji brblja, dosaduje, ubija cio svijet

stalnim svojim govorenjem i beskorisnim razmatranjem.« Grof Firmian, za koga znamo, kako je išao Boškoviću na ruku za vrijeme boravka njegova u Lombardiji, svodi neke Boškovićeve karakteristike na podrjetlo njegovo; piše naime o njemu: »Što bi se kod drugoga držalo da je zanesenost, u njega će biti dalmatinska ćud, koja po svojoj prirodi ne zavija stvari u birane fraze«.

U kasnije vrijeme trpio je dosta od brige za budućnost i osobite osjetljivosti za dobar glas, koje su ga pratile, osobito od raspuštanja isusovačkog reda, i u zadnje vrijeme primile bolestan oblik; a i literarna osjetljivost zadala mu je dosta mučnih časova. Uopće je bio sklon pesimizmu. Kada je u Carigradu prošao tešku krizu groznice i uviđao da će ozdraviti, opisuje, kako mu je mučna bila pomisao, da mora opet nastaviti dalji život. Drugom zgodom piše, da isporedi li se sve zlo i sve neugodnosti, što ih čovjek ima u životu, s dobrim i ugodnim, na koje je naišao, ono prvo daleko preteže. A znamo već, kakav je težak oblik primila ta crta njegove naravi u posljednje žalosne dane njegova života.

No u drugu ruku, naš Ruđe mora da je bio čovjek velike lične privlačivosti; bio je veoma društven i zabavan. U društvu bi improvizirao elegantne latinske stihove kakvu čovjeku visoka položaja, prijatelju ili kojoj gospodi. »Uostalom« piše Lalande, »nije im on drukčije ni udvarao, jer je u svemu bio uzorne strogosti.« Imao je odanih prijatelja, o kojima je češće pisao sestri Anici; napose se čini, da je knjezinja Melzi imala prema njemu osjećaje iskrene odanosti. Njegov srdačan očinski odnos prema mladoj dvadesetogodišnjoj Ireni Bromfield, kćeri akademika, u čijoj je kući u Londonu mnogo općio, dolazi do izražaja u njezinim pismima, »djevojčice Bromfield«, kako je zove pišući o njoj sestri Anici; rana njena smrt od tuberkuloze završila je to dopisivanje. Uživao bi, kada bi bio pozvan na ladanjske posjede velikih svojih prijatelja, da u miru, šetnjama i lakim zabavama nađe olakšicu u svom vrlo živom intelektualnom radu. Navečer bi znao prijateljima tumačiti nebeske pojave i upućivati ih u motrenja na durbinu. Društvo je uvijek tražio, pa kada mu sestra Anica piše, da ona ide na večeru »sama na salatu«, odgovara joj brat: »Ja ne bih ... veoma bih veće dobrovoljno s njima živio (t. j. s nećakom i nećakinjom) nego

sam; i kad se vratim u Franču, držim da ću iskat skladnu kuću i staviti se na pension za imat družbe«.

Premda je Bošković rano otišao iz rodnog kraja i jednom se samo na neko vrijeme u nj vratio, ostao je vezan čvrstim vezama sa svojom porodicom i svojim gradom. Kako je mnogo pisao talijanski, smatrali su ga mnogi Talijanom; tako naprimjer kaže D'Alembert u jednoj polemici za nj da je »talijanski geometar, kome je ime poznato u matematici«, na što je Bošković dao odgovoriti u trećem licu: »Primjetit ćemo na prvom mjestu, da je naš autor Dalmatinac i iz Dubrovnika, a ne Talijan.«

Za republiku dubrovačku vršio je različite, često i vrlo delikatne misije, napose za boravka u Parizu. Uvijek je sve obavio najvećom pomnjom, ne štedeći sebe ni u kom pogledu. Poznavajući svijet oko sebe i pozadinu važnih događaja, kojima je bio svjedok, mogao je najbolje suditi o izgledima svake akcije na uspjeh i o najboljim putevima da se dođe do cilja. Stoga uza sve izraze poštovanja prema dubrovačkom Senatu češće predlaže »njihovim ekscelencijama« što bi po njegovu mišljenju bilo u danom slučaju najzgodnije. Iz neposrednog doticaja s događajima stekao je veliko iskustvo i progledao političko zbivanje svog vremena. Može stoga pisati bratu Baru iz Beča: »Ne možeš vjerovati kako idu posli od svijeta svud. Koliko je ludijeh čeljadi, među onijem istijem koji se cijenu parvi politici. Sad poznam malahno svijet i ostajem.«

Svojim rodnim gradom Dubrovnikom uvijek se ponosio. U pjesmi *O pomrčinama Sunca i Mjeseca* pjeva hvalu Dubrovniku u latinskim distisima: »Ali zbog neprestane slobode, velikih umova i drevnog plemstva, kao i bogatstva po cijelom svijetu jednako slavljen, mili moj rođeni kraj Dubrovnik, može se hvaliti ponositim djedovima i predima«. Drugom zgodom ističe, kako okruženi barbarstvom i crnim neznanjem, ipak su se u Dubrovniku bavili naukama i lijepom knjigom, bilo na latinskom, bilo na slovinskom jeziku, »koji je jezik moje zemlje«; ističe Getaldića, koji je stekao slavu kao matematik u doba, kada se malo njih njome bavilo, Stjepana Grandija vrlo elegantnog latinskog pjesnika i benediktinca

Bandurija, zatim Benu Staya, brata njegova Kristofa te Radu Kunića. Navodi, kako u narodnom jeziku imaju dva odlična epa, Osmanidu i Kristijadu, a od mnoštva drugih pjesama osobito ističe pjesme benediktinskog opata Giorgia (Đorđića), a spominje i književne radove braće Pere i Bara i sestre Anice.

Osobito je bdio nad pomorskim interesima Dubrovnika, jer je znao da mu je pomorstvo život. I stoga, kada je izbio dubrovačko-ruski sukob radi neke povrede pravila plovidbe u ratno vrijeme i kada je dubrovački izaslanik u Petrogradu Ranjina uzalud kušao da spor riješi i odkloni od Dubrovnika eventualno bombardiranje s mora, obratio se Bošković na poljskog kralja Stanislava Poniatowskog, u čijoj je obitelji na putu Poljskom bio vrlo srdačno primljen. U tom patetičnom pismu osobito jasno izlazi sva duboka privrženost svome gradu; u njemu ističe, da je to gradić od 7000 duša, ako ih i toliko ima, od prirode smješten među grebenima jednog kutića svijeta, koji nije nikad imao redovitih četa. »Ono je moja domovina; ondje imam svoje, a među njima majku još živu i svjež u dobi od 98 godina«, koja je zaprepaštena i puna strave da umre pod ruševinama krova smrskana od bombe. »Kakve li kobne slike za mene. Pa sama plovidba obustavljena, koja oduzima glavni izvor za uzdržavanje tolikih mojih rodaka i prijatelja, kolike osjećaje ne bude li u meni!« Bošković je mnogo doprinjeo i da je sklopljen trgovački ugovor s Francuskom. Savjesno se brinuo da troškovi, što ih je činio, kada je zastupao republiku, budu što manji; tako se jednom zgodom ispričava Senatu, zašto je bio primoran da uzme u Parizu kočiju prigodom jedne diplomatske intervencije, a nije išao pješke.

Svoj rođeni dubrovački govor sačuvao je čist; svjedoče to brojni dijelovi i cijela pisma pisana »naški«, napose sestri Anici. Ona, koja iz svoje dubrovačke samoće s osobitom nježnosti prati brata kroz sve faze njegova boravljenja u velikom svijetu, piše mu 23. III. 1772. zahvaljujući na primljenom pismu: »Pokli je pravo najprije zahvalit ti na lijepoj knjižici (pismu) tvojoj, s kojom si me na odgovor od moje počastio, na koje pismo naški ja se sve većma arajdavam (veselim), kako sputno, lijepo i razborito govoriš i u malahnoj knjižici s malo riječi dosta razlikijeh stvari

stavljaš i izgovaraš, što ja ne umijem. Ali za to ti si veliki naučitelj, a ja nijesam ni mali učenik.« A g. 1784., dakle u 73. godini, u pismu sestri čak piše, kako bi se zapravo prema njemu morale u njihovu narječju zvati moći neke »blaženice« i predlaže ime »ostalilište« (relikvije). U istom pismu dodaje i ovo: »Ne znam, kako sam i ovo izreko malo naški, a malo talijanski, er sam se veće zaboravio od našega jezika iza šeset godišta, da sam odtamo izišo i vratio se samo jedan put za četre ili peset danâ.«

Redu, u koji je ušao, ostao je vjeran; mnogo je trpio radi nasilja učinjenih njegovim suredovnicima i mnoga ogorčena primjedba na račun rimske kurije prati raspuštanje njegova reda. Ipak je živa njegova narav često teško osjećala stegu, pa naprimjer za prvog boravka u Parizu ne stanuje u isusovačkom domu. U stvarima svoje vjere nije poznavao kompromisa. Kada je engleski fizik J. Priestley, inače Boškovićev prijatelj, upotrebio njegove izvode iz prirodne filozofije za potkrepu svog filozofijskog shvaćanja protivnog Boškovićevu, prosvjeduje Bošković žestokim izrazima protiv toga; na kraju pisma ga moli, da mu oprostí upotrebijene izraze, ali »nema dovoljno jakih«, kaže on, »kada se radi da se zaštiti moja vjera i moja čast. Amicus usque ad aras« (prijatelj, no samo do oltara).

Bošković je bio čovjek velike radne sposobnosti. Za mladih dana, radeći cio dan vrlo živo, znao bi izaći iz sobe svjež i dobre volje. Još u dobi od 72 godine piše iz Bassana, da radi na izdanju svojih djela više od deset sati dnevno, a da nastavlja i u noć. Dopisivanje mu je uzimalo mnogo vremena; jednom zgodom piše, da je godišnje poslao bar četrismo pisama, većinom o naučnim stvarima, od kojih su mnoga bila vrlo opširna, kao čitave rasprave.

Jedna od oznaka njegova talenta bila je vrlo razvijena intuicija i vrlo živa moć predočivanja. »Ja poznajem sebe samoga, moja imaginacija je živa, a da nije takva, ne bih bio ni onaj geometar ni onaj pjesnik, za kojeg sam bar smatran«. Stoga neprestano i s tolikom vještinom upotrebljava zorna geometrijska razmatranja, gdje bi brže mogao doći do cilja analitičkim razvojem; on kritizira analitičko »slijepo vodstvo formula« i pouzdanje u račun umjesto u zdrav kritički sud. Stvarao je, kako veli »po

svom običaju u zamahu (d'impeto), inače mi ne uspijeva«, kao ljudi improvizatori dok ih drži zanos. Prvi stadij rada oko svoje *Teorije prirodne filozofije* kaže da je bio kao neka »plima otkrića«, da je pisan u nekom »zanosu pisanja«. Živost fantazije bila je u njega spojena s velikom kritičnosti i strogom logičnosti. Mnogo je mjesta u njegovim djelima posvećeno raspravljanju o osnovnim pojmovima i kritičkom njihovom ispitivanju. Njegovo shvaćanje beskonačno maloga i velikoga svojom jasnoćom i preciznošću kao da pripada u 19. st., a slično vrijedi i za pojam neprekinutosti, u koliko je mogao točno o njemu govoriti bez formula. Jasno je ugledao narav znamenitoga petog Euklidova postulata o paralelama, da je naime samostalna tvrdnja, nužna za izgradnju Euklidove geometrije, koja se ne da izvesti iz drugih pretpostavaka. Tudega mišljenja ne prihvaća, ma potjecalo ono i od najvišeg autoriteta, ne ogledavši ga sa svih strana; teorije svoga vremena ispitivao je s obzirom na sigurnost podloge i ispravnost zaključaka. S energijom odbija neke klasične dotadanje načine filozofijskog zaključivanja, napose takozvana načela dovoljnog razloga i svrsnih uzroka; za prvo kaže, da je »pogubno« i »ni od kakve koristi da se njime bilo što odredi, a još manje dokaže«, a za drugo, da je »izvor uvijek sumnjiv.« Jednom zgodom piše: »...Svako doba ima neke svoje predrasude, pa i u filozofijskim pitanjima, uz koje se običava pristajati iz čiste neke navike, bez ikakva dovoljno valjana razloga, koji bi uvjerenjem do toga doveo, nego samo iz neke prividnosti razloga i radi autoriteta drugih, koji se u ono vrijeme u filozofiji osobito ističu«; takva je predrasuda bila naprimjer ona neka pravilnost i jednostavnost u prirodi, na koju su se mnogi pozivali, a za koju kaže, »da je dosta često zarazila filozofiju«. Ta se crta njegova intelekta ističe osobito u kritici osnovnih pretpostavaka Newtonove mehanike, dakle pojma apsolutnog prostora i vremena i zakona ustrajnosti. Newtonova *Matematička načela prirodne filozofije* stavila su kao jedan od osnova mehanike pojam apsolutnog prostora, beskonačnog, nepomičnog, uvijek jednakog samom sebi, bez odnosa spram bilo čega izvan njega, isto kao i apsolutnog vremena, koje teče jednoliko, ne odnoseći se ni našto izvan njega, i izrekla načelo ustrajnosti

gibanja u vezi s tim prostorom i vremenom. Za Boškovića su to tvorevine filozofije, koje ne padaju pod udar našeg iskustva o vanjskom svijetu. Oštro kritizira dva poznata Newtonova pokusa\*, kojima bi se imalo očitovati gibanje spram apsolutnog prostora, i dokazuje, da su u samim svojim osnovima takvi, da se njima to ne može ustanoviti. Boškoviću je »nada sve očividno« to, da mi ne ćemo nikad ni kojim načinom moći raspoznati apsolutno gibanje od relativnoga, i to uporno i s velikom jasnoćom uvijek ističe. K tome pridolazi važna Boškovićeva konstatacija, da se u svim tim i sličnim razmatranjima nužno još nešto pretpostavlja, a to je da načelo ustrajnosti vrijedi u apsolutnom smislu, t. j. da u tom apsolutnom prostoru materijalna točka mora mirovati ili gibati se jednoliko po pravcu, dok je neki vanjski uzrok ne izvede iz tog stanja. On zabacuje razloge a priori velikog Eulera za načelo ustrajnosti, jer se osnivaju na načelu dovoljnog razloga te apsolutnog prostora i vremena. Osim toga ističe i to, da je mirovanje ili jednoliko gibanje po pravcu s konstantnom nekom brzinom samo jedno iz beskonačno mnogo beskonačno mnogih stanja, koja odgovaraju gibanjima po bilo kakvim krivuljama s bilo kakvom neprekinutom promjenom gibanja. Zabacuje razloge, koji se pozivaju na jednostavnost pravca i njegovo svojstvo da je najkraća spojnica dviju točaka, jer jedni i drugi izlaze iz načela svrsnih uzroka, o kome ne će da čuje; pravac nije jednostavniji od bilo koje druge krivulje, već i za to, jer se na oba kraja proteže u beskonačnost. Bića, koja bi onako bila srasla sa svojstvima neke krivulje, kao naš obični geometrijski zor s pravcem, smatrala bi jamačno te krivulje kao najjednostavnije.

A što Bošković osobito ističe, činjenica je, da bi mehanički pojavi bili savim isti u jednom svijetu, u kome bismo bili zatvoreni i mi i sva tijela, koja su u njemu, kao u kakvoj kugli, a koji bi se gibao kao cjelina bilo kako, dok tijela ne bi imala ustrajnost s obzirom na apsolutni prostor, nego relativnu prema tome zatvorenom svijetu, t. j. prema tom prostoru bi tijela ili mirovala ili se

\* Vidi *M. Born, Einsteinova teorija relativnosti*, str. 53. Izdalo Hrv. prirodoslovno društvo, Zagreb 1948.



u njemu jednoliko gibala po pravcu. Nitko u tom svijetu ne bi mogao nikada bilo kojim pokusom ili zaključivanjem iznaći, da li se taj svijet giba, i ako se giba, kakvo je to gibanje, jer bi se svi mehanički pojavi događali nepromijenjeno. Treba poći daleko prema svršetku 19. stoljeća i početku 20., da se nađe tako jednostavno i strogo formulirana relativnost gibanja, pa su poznati fizik E. Mach, a napose veliki francuski matematik H. Poincaré morali nanovo provesti kritiku apsolutnog gibanja, kako bi mogao napokon Einstein zakoračiti u sasvim nov fizički svijet. Kad bi se još ušlo u Boškovićeve analizu prostora i vremena i originalno njegovo shvaćanje tih pojmova, razabralo bi se, da bi on s lakoćom ušao u onu fizičku tvorevinu, koju je formulirala moderna teorija relativnosti.

Kad je Bošković iznio svoje shvaćanje relativnosti gibanja g. 1746. u raspravi *O kometima* i ponovio ga g. 1747. u raspravi *O plimi i osjeci mora*, bilo je ono njemu podloga i za to, da dovede u sklad rezultate Newtonove fizike s naučanjima crkve o mirovanju Zemlje, koje je još tada bilo službeno njeno stanovište. No i kasnije, kada je skinuta s Indeksa zabranjenih knjiga Kopernikova teorija o gibanju Zemlje, Bošković je ostao jednako uvjereni relativista, i ne samo u mehanici, nego i u shvaćanju geometrije, u kojoj se, kako znamo, dovinuo do toga da može biti geometrija različitih od starodrevne geometrije Euklidove, koja nije prema tome neka apsolutna tvorevina, nego stoji do toga, od kojih se ishodišnih točaka polazi.

Na kraju smo našeg izlaganja života i rada Ruđe Boškovića. U širokim potezima iznijeli smo njegov život, naveli glavne njegove radove, a ne sve. Iscrpiti taj bogat život, iznaći bezbroj niti, koje su ga spajale s većinom glavnih lica međunarodne nauke, književnosti, javnog i privatnog života njegova vremena, nije još danas moguće. I nakon vrlo iscrpivih studija V. Varićaka i B. Truhelke trebat će još mnogo rada na izvorima, da se po mogućnosti prozre širina i dubina naravi našega Ruđa i sav njegov rad. Ali glavne crte njegova bića ipak su utvrđene. Bio je intelekt neobično oštar, kritičan, logičan, dalekovidan, velike živosti fantazije i raznoličnosti zanimanja, intuitivac, a ne analitik. Najblista-

vije svoje misli razvio je u kritičkom istraživanju osnovnih pojmova svojih nauka, a u tom se osobito izdiže stroga, deduktivna izgradnja fizičke zgrade u smislu ideja Newtonovih. Kako god se stanovište zauzelo s fizičke strane spram te suptilne konstrukcije, ona privlači čistoćom svoje logičnosti i kristalnom prozirnošću svojih izvoda. U samoj višoj analizi postavio je svijesno i konsekvantno prema čisto analitičkim tendencijama njenim kao posebnu važnu problematiku izgrađivanje primijenjene matematike posebnim metodama, koje je većinom sâm izradio. A sila pokretnica svih njegovih težnja, njegova stvaranja, koja prožima svu njegovu bit, uvijek je svježja, neprekinuta, zanosna želja njegova za usavršavanjem nauke, za širenjem njezinih rezultata, za upućivanjem mladih na nove putove istraživanja. Iz onog kutića među grebenima našeg Jadrana zasnuo je velik um, zasnuo i ugasio se. Nitko i danas pristupa djelu njegovu s ozbiljnom namjerom, da u nj proдре, naići će na mnogi odsjev Boškovićeve uma jednako važan sada kao i u njegovo vrijeme.

*Bakrorez Boškovićev iz mladih dana na str. 141. potječe od talijanskog slikara i bakroreza Pinellija, a vlasništvo je obitelji-pok. Dr. Milana Rešetara.*

*Portret, poprsje Boškovićevo, rađen je g. 1760. u Londonu, valjda od engleskog slikara Pinea; danas je vlasništvo franjevačkog samostana u Dubrovniku. Na glavi ima vlasulju, a obučen je u svjetovnjačko ruho s kravatom i manšetama.*

*Slike i podaci izvađeni su iz članka Dr. F. Kesterčaneka: Ruder Josip Bošković u portretima i spomenicima; Vrela i prinosi. 12. Sarajevo 1941.*

*Prof. Nikolaj Abakumov:*

## ASTRONOMSKO-GEODETSKI RADOVI RUĐERA BOŠKOVIĆA

Svakome je geodetu ime Ruđera Boškovića dobro poznato, jer se ono spominje u udžbenicima više geodezije gotovo čitavog svijeta nekoliko puta i to kao ime izvrsnog stručnjaka, novatora u oblasti geodezije i pozicione astronomije. Ovaj moj referat osnovan je na temelju jednog zajedničkog rada Ruđera Boškovića i Le Mairea (oboje su pripadali redu isusovaca). Ovaj rad nosi naslov: »Astronomsko i geografsko putovanje po crkvenoj državi«, a štampan je u Rimu na latinskom jeziku 1755. godine. Ali već 1770. godine preveden je na francuski jezik.

To je velik rad. On ima 500 stranica, a podijeljen je na 5 knjiga. Bošković je autor prve, četvrte i pete knjige; Le Maire druge i treće.

XVIII. vijek bio je zlatni vijek za geodeziju i to na prvom mjestu u Francuskoj. Nakon Newtonovih i Huygensovih teoretskih ispitivanja oblika Zemlje francuski su akademici odlučili prokontrolirati ove teorije stvarnim mjerenjima. 1735—41. godine oni su izvršili mjerenje meridijanskog stupnja u Peru blizu ekvatora, a 1736—37. u Laplandu, dakle blizu pola. Maupertuis i Clairaut, koji su izvršili mjerenje meridijanskog stupnja u Laplandu, objavili su već 1738. godine rezultate svojih mjerenja. Bilo je nedvojbeno dokazano, da je Zemlja sploštena na polovima. Akademici, koji su radili u Peru objelodanili su rezultate svog rada tek 1751. godine. Ali naučenjake je već interesiralo pitanje zakona, po kojem se mijenjaju linearne duljine stupnjeva od pola do ekvatora,

t. j. oblik krivulje meridijana. Za ovu svrhu trebalo je načiniti što veći broj mjerenja meridijanskih stupnjeva u različitim geografskim širinama.

Na osnovi referata svoga ministra kardinala Valentija, papa Benedikt XIV. odlučio je godine 1750. izvršiti mjerenje meridijanskog stupnja u svojoj državi, koja se u to doba prostirala po širini gotovo 4 stupnja, a u isto vrijeme reambulirati geografsku kartu papinske države.

Ovaj opsežni rad po prijedlogu Kardinala Valenti papa povjerala poznatim u to doba naučenjacima Ruđeru Boškoviću i Le Maireu. Ali Le Maire igra ulogu Boškovićeve asistenta. Rukovodilac i duša čitavog ovog golemog rada bio je sam Bošković. On je potpuno sazeo za ovaj rad. Još prije, godine 1738., 1741. i 1742. on je napisao tri rasprave, u kojima raspravlja baš pitanje oblika Zemlje. Prve dvije rasprave proučavaju oblik Zemlje na osnovi gravimetrijskih mjerenja, treća na temelju astronomskih opažanja. Dakle Bošković proučava pitanje otklona težišnice i traži uzrok ovome otklonu. On upozorava naučni svijet, da ovaj uzrok treba tražiti uglavnom u nepravilnoj razdiobi gustoće Zemljine kore. Principi, koje je postavio Ruđer Bošković potpuno su ispravni. U sadašnje vrijeme proučavanje oblika Zemlje vrši se baš na osnovi ovih principa. Potpuno je razumljivo zašto je papa Benedikt XIV. izabrao Ruđera Boškovića za izvršavanje mjerenja meridijanskog stupnja u crkvenoj državi.

Kako sam rekao, Bošković je napisao samo 3 knjige. Dvije knjige je napisao Le Maire. Le Maireove knjige zauzimaju svega 59 strana od 500. To je u stvari referat o izvršenim radovima — mjerenju meridijanskog stupnja i reambulaciji karte. Računski posao izvršio je Le Maire. Bošković ga je samo nekoliko puta prekontrolirao.

U *prvoj knjizi* Bošković tumači, šta treba načiniti u svrhu određivanja oblika Zemlje i daje veoma detaljan opis putovanja. U *četvrtoj* on daje detaljni opis konstrukcije, rektifikacije i praktične upotrebe instrumenata, koji su služili za astronomska i geodetska mjerenja. Navodim mišljenje prevodioca francuskog izda-

nja: »Ova knjiga je gotovo jedini rad, koji imao iz praktične astronomije. Ona daje nekoliko novih otkrića za usavršavanje astronomskih instrumenata. Između drugih pronalazaka: izvršni mikrometar, pribor za upoređivanje mjera i t. d.« *Peta knjiga* govori o obliku Zemlje, izvedenom iz teorije ravnoteže i iz mjerenja meridijanskih stupnjeva. Ponovno spominjem mišljenje prevodioca: »Potrebno je pročitati ovu knjigu, da bi osjetili svu njezinu zaslugu«. Upozoravam, da je to mišljenje Francuza u dobu zlatnog vijeka za geodeziju u Francuskoj.

Sa svoje strane ja bih preporučio da pročitaju čitav Boškovićev rad i oni, koji ne znaju podrobnije što je geodezija, da bi to naučili, a u isto vrijeme i geodeti, kako bi upoznali, kako se moraju izvršavati ozbiljni geodetski radovi. Priznajem, da me je iznenadio način Boškovićevega rada, njegovo planiranje i metodika, a u isto vrijeme način pisanja knjiga. On kao da intimno razgovara sa svojim čitaocima, povjerava im svoje doživljaje, brige, neprimlik. U sadašnje vrijeme mi geodeti vrlo često se žalimo na zapostavljanje naše struke. Zamislite moje iznenađenje, kad sam pročitao u Boškovića ovakovu rečenicu: »Moguće je uopće reći, da se u čitavoj crkvenoj državi ništa ne nalazi toliko zapostavljeno, kao geografija« (pod geografijom on razumijeva geodeziju).

Mjerenja se meridijanskih stupnjeva sastoje iz dva zasebna dijela. Treba izabrati na jednom meridijanu dvije točke i izmjeriti linearnu udaljenost između ovih točaka — to je geodetski dio rada. Pomoću astronomskih opažanja treba odrediti kutni razmak istih točaka — to je astronomski dio rada.

Svoj su rad Bošković i Le Maire otpočeli 1750. u srpnju, a završili 1753. godine u rujnu. Rad je objelodanjen 1755. Dakle je čitav rad t. j. i mjerenje meridijanskog stupnja i reambulacija karte bio načinjen za 5 godina. Ako uzmemo u obzir, da su čitav rad u glavnom izvršila njih dvojica, ovaj rok ne treba smatrati odviše velikim.

Prva je Boškovićevega briga bila izbor instrumenata za astronomska i geodetska mjerenja. On je bio u tačine upoznat sa konstrukcijom instrumenata, koje su upotrebili Francuzi za svoja

mjerenja meridijanskih stupnjeva. Uglavnom je Bošković odlučio upotrebiti iste instrumente, ali potpuno ih je rekonstruirao i usavršio. Po njegovim nacrtima svećenik, amater-mehaničar Rufo iz Verone konstruirao je za astronomska opažanja jedan zidni zenitni sektor. Suština konstrukcije sektora sastoji se u slijedećem: O jedan se zid ili drveni stup, pomoću specijalnih konsola objesi gvozdeno ravnalo oko 3 metra duljine, 5,4 centimetara širine i 1,1 centimetara debljine; na donjem se kraju ovo ravnalo proširuje u poprečnu ploču duljine oko 4 decimetra, širine 8,1 centimetara i iste debljine. Dakle ovo ravnalo ima oblik zaokrenutog velikog slova T. Na poprečnoj se ploči nalazi pokretna pločica od mjedi sa podjelom, svega 72 crte, od 2 pariske linije t. j. 4,5 mm. Ova pločica zamjenjuje sektor francuskih instrumenata. Bošković nije mjerio kutove, nego njihove tangense. Bošković govori, da je on za svoj instrument zadržao naziv sektor samo iz tog razloga, što su astronomi njegova doba navikli na ovaj naziv. Pločicu pokreće jedan mikrometarski vijak u relativno uskim granicama od po prilici 3 centimetra. Vrijednost jednog okreta vijka bila je oko 0,9 mm. A kako je bubanj mikrometarskog vijka podijeljen na 180 parsu, moguće je pomoću ovog mikrometra registrirati pomicanje ploče za 5 mikrona. S obzirom na duljinu radiusa sektora od 3 metra to će odgovarati  $\frac{1}{3}$  lučne sekunde. Dakle je Bošković stvorio naš novi mikrometar. Na kraju gvozdene ravnale pričvršćen je durbin sa žarišnom daljinom od gotovo 3 metra. U žarišnoj ravnini objektiva ovog durbina zategnute su dvije tanke srebrne žice, jedna vertikalno, druga horizontalno. A na strani pokretne pločice na specijalno udešenoj igli visio je obični visak paralelno sa optičkom osovinom durbina. Kada su se ravnalo, a time i optička osovina durbina nalazile u strogo vertikalnom položaju, nit viska prolazila je kroz nultu, srednju, podjelu pokretne pločice. Ravnina se ravnala morala nalaziti u ravnini meridijana. Pomoću jednog grubog vijka i viska moguće je ravnalo, a time i optičku osovinu durbina, namjestiti na određenu zenitnu daljinu ne više od 5,5 stupnjeva na jednu i drugu stranu od zenita. Kada se zvijezda pojavi u vidnom polju i dođe

na vertikalnu nit treba horizontalnu nit pomoću mikrometra namjestiti na ovu zvijezdu. Ako zabilježimo momenat po satu, možemo odrediti korekciju sata. Broj cijelih podjela pokretne pločice na kojoj se nalazi nit viska dobit ćemo sa ploče a razlomak sa bubnja mikrometra, pa je poslije lako preći na lučne jedinice. Ja sam samo sumarno naveo konstrukciju i upotrebu Boškovićeve sektora. Sam Bošković daje detaljni opis konstrukcije ovog instrumenta i metodike rada, izvora pogrešaka i načina uklanjanja ili barem smanjivanja ovih pogrešaka. Dalje daje savjete kako se sektor treba namještati u ravnini meridijana i t. d. i to na 81 stranici. Prije konstrukcije svog instrumenta Bošković je postavio uvjet za dobivanje točnosti mjerenja zenitnih daljina zvijezda na 1". Da li je bila ostvarena ova točnost vidjet ćemo iz postignutih rezultata. Bile su iskorištene dvije zvijezde  $\alpha$  Cygni (Deneb) (1,2) i  $\mu$  Ursae Majoris (3,2). Uzet ćemo rezultate opažanja u *Rimu*

$\alpha$  Cygni

1752 ožujak 4	$Z = 2^{\circ} 30' 17,5''$	+ 0,1
5	17,6	0,0
6	18,5	- 0,9
7	17,0	+ 0,6
14	16,7	+ 0,9
15	18,1	- 0,5
<hr/>		
Srednjak	17,6	

točnost jednog opažanja  $\pm 0,7''$ , a aritmetička sredina  $\pm 0,3''$ .

To su dobri rezultati. U nekim slučajevima i u sadašnje vrijeme možemo se zadovoljiti ovom točnošću.

Za mjerenje horizontalnih i vertikalnih kutova (potonjih pomoću viska) služio je veliki kvadrant na tronogu sa radiusom oko 1 metra, podijeljen po 10'. Kvadrant je imao dva durbina, jedan nepokretan na jednom kraju kvadranta, to je sadašnji kontrolni durbin, a drugi pokretan. Obadva sa mikrometrima. Točnost je mjerenja bila 5". Opis konstrukcije ovog instrumenta, metodika rada, ispitivanje uzroka i način eliminiranja ili barem smanjivanje

svakovrsnih pogrešaka i t. d. zauzimaju u Boškovićevoj četvrtoj knjizi novih 80 strana. On raspravlja pitanje o takozvanoj horizontalnoj refrakciji, o povećavanju težine oštih kutova i t. d., a to su aktualna pitanja, koja i sada interesiraju geodete.

Za reambalaciju karte Bošković i Le Maire odlučili su iskoristiti mali kvadrant s radiusom oko 3 decimetra, kojim se postizavala točnost od 1' što je potpuno dovoljno za ovu svrhu. Upotrebljavali su i geodetski stol.

Za mjerenje baze Bošković je konstruirao svoj bazisni aparat, koji se sastojao iz tri dugačke pravokutne (7,5/5 cm) motke, svaka duljine od 6 metara (27 rimskih pedalja), izradene iz komada starog jarbola. Duljina ovih motaka bila je označena finim točkama na malim pločicama iz mjedi pričvršćenim na motku. Svaka je motka bila podijeljena na tri jednaka dijela istim pločicama sa točkama, dakle na 9 pedalja, t. j. oko 2 metra. Osim motaka bile su izradene iz gvožđa dvije pravokutne motke svaka 9 pedalja (dakle 2 metra) duljine. Duljine ovih motki naznačene su isto točkama. Jedna od ovih motaka bila je normalna mjera i imala nepokretne točke. Druga je služila za upoređivanje normalne mjere sa drvenim motkama, t. j. bila je takozvani komparator. On je imao jednu pokretnu točku, koju je pokretao mikrometerski vijak. Dakle i ovdje je Bošković izvršio jednu bitnu promjenu. On je zamijenio kontaktne bazisne pribore, priborima sa crtama, odnosno točkama. Motke su namještali na tronoge sa stolovima, koji su imali spravu za podizanje i spuštanje ovih stolova. Dakle svaku motku moguće je dovesti u horizontalni položaj pomoću običnih libela. Razmak između točaka susjednih motaka, koje nisu dodirivale jedna drugu, mjerili su pomoću šestara i razmjernika (transverzalnog). Za slučaj, kada teren ne dozvoljava da se motke namjeste u jednom te istom horizontu, motka se namjesti u drugom horizontu, a razmak se mjeri pomoću viska, čija nit tangira krajeve susjednih motaka. Da bi uzeli u obzir rastezanje gvoždenih motaka, iskorišćen je Réaumurov termometar.

Da bi svoja mjerenja meridijanskog stupnja uskladili s francuskim mjerenjima, Bošković se pobrinuo za drugu normalnu

mjeru. On je naručio u Francuskoj kod M. de Mairana jedno gvozdeno ravnalo, na kojem je bio naznačen također pomoću točaka jedan toaz (oko 2 metra), točno jednak peruanskom toazu, koji se smatra normalnom mjerom u Francuskoj. A osim toga nabavio je jednu gvozdenu francusku stopu ( $\frac{1}{2}$  toaza). Ovdje treba spomenuti, da se za isporođivanje svojih normalnih mjera sa francuskima Bošković već služio i mikroskopom.

Planirajući budući svoj rad u svim detaljima, naručivši potrebne instrumente, Bošković i Le Maire su u listopadu 1750 godine otišli na rekognosciranje terena. Izabrali su mjesto za dvije baze, jednu blizu Rima na Apijevoj cesti, drugu blizu Riminija na obali Jadranskog mora. Svaka je baza iznosila oko 12 km, pri čemu je Riminska bila izlomljena. Te dvije baze zatvarale su kut  $9^{\circ} 7' 45''$ . Kao južna točka služila je kupola Sv. Petra u Rimu. Na meridijan ove točke bile su reducirane sve ostale točke. Sjeverna točka se nalazila blizu ušća rijeke Ausa. Ove dvije točke bile su vezane triangulacijom od 8 trokutova. Veličina baze od 12 km dozvolila je da se pređe od njih na osnovnu stranu malim brojem trokutova. Na jugu blizu Rima svega dva. A na sjeveru samo jedan. Minimalna strana triangulacije iznosila je 22790 metara, maksimalna 68276 metara. S geodetske točke gledišta triangulacija je bila odlična. Treba ovdje spomenuti, sa kakvom je obazrivošću bilo provedeno rekognosciranje terena pri izboru točaka triangulacije.

Bošković je mislio na sve. Planirao je signale, pomislio je na to, kakvom bojom treba obojiti ove signale u zavisnosti od pozadine, na koju se projektirao signal na teren ili na nebo.

Azimut nekih strana bio je određen opažanjem Sunca pri njegovom izlasku ili zalasku.

Nakon sračunavanja dobivena je duljina jednog stupnja za srednju širinu  $43^{\circ}$  od 56979 toaza t. j. 111,054 metara. Isti stupanj sračunat pomoću Besselovih elemenata, koji su usvojeni u Jugoslaviji, iznosi 111,080 metara, dakle razlika svega 26 metara.

Nadam se, da se iz ovog mog dosta sažetog referata ipak može stvoriti zaključak o ogromnoj vrijednosti Boškovićeve ge-

nijalnog rada. Sada se svakovrsne strane knjige prevode na hrvatski jezik. Mislim, da bi bilo od velike koristi, kad bi bio preveden i Boškovićev rad: »Astronomsko i geografsko putovanje po Crkvenoj državi«.

Doduše u njoj se opisuju već zastarjeli instrumenti, ali, ponavljam, planiranje, metodika rada, metodika ispitivanja svakovrsnih pogrešaka su takove, da mogu biti od velike koristi i sadašnjim geodetima.

Ovaj prijevod bio bi prekrasnim spomenikom velikom čovjeku, kojim se Hrvati mogu s punim pravom ponositi.

Dr. Danilo Blanuša:

## TEORIJA RELATIVNOSTI

Malo je koji preobražaj u osnovnim koncepcijama fizike pobudio tako široko zanimanje kao u svoje vrijeme Einsteinova teorija relativnosti. Oko te teorije razvile su se u stručnim i nestručnim krugovima opsežne diskusije, bilo je žestokih protivnika i oduševljenih pristaša, i napisano je o tim pitanjima bezbroj rasprava i knjiga. Razvoj fizike u protekloj polovici ovoga stoljeća pokazao je osnovnu važnost i golemi doseg te teorije. Ipak, u našoj literaturi ima o tome razmjerno malo, pa stoga možda nije suvišno, da na ovome mjestu pokušamo dati letimičan pregled ili, bolje reći, isječak glavnih ideja te teorije.

Teorija relativnosti je izgrađena u dvije etape. Prva je t. zv. specijalna teorija relativnosti, koja se osniva na Einsteinovoj radnji od god. 1905.<sup>1</sup>, a druga je etapa opća teorija relativnosti, koja uključuje novu teoriju gravitacije i datira od god. 1916.<sup>2</sup> Pozabavit ćemo se najprije prvim, jednostavnijim dijelom te teorije i nastojat ćemo pri tome ne samo opisivati opće njezine ideje, nego i izvesti neke osnovne relacije, kojima su matematičkom preciznošću formulirane tvrdnje i rezultati te teorije. Kod toga ćemo se služiti samo onim matematičkim sredstvima, koja se izlažu u srednjoj školi.

### 1. Specijalna teorija relativnosti

U ovom dijelu ne ćemo govoriti o pojavama, kojima je uzrok opća gravitacija ili međusobno privlačenje bilo kojih dviju masa. Zamišljat ćemo, da te gravitacije nema, da nema dakle ni sile

teže na Zemlji. O takvim će pitanjima biti riječ u općoj teoriji relativnosti.

Klasičnoj mehanici dao je definitivni oblik Isaac Newton<sup>3</sup>. On pri tom uvodi pojam t. zv. »apsolutnog prostora«. Njegov prvi zakon kaže, da u tom prostoru svaka čestica ili miruje ili se giba jednoliko po pravcu, ako na nju ne djeluju nikakve sile. To je t. zv. zakon tromosti ili ustrajnosti ili inercije.

Da se taj zakon matematički izrazi, uvodimo prostorni koordinatni sustav, koji miruje u »apsolutnom prostoru«.

U analitičkoj geometriji određujemo položaj neke točke pomoću koordinatnog sustava, koji se sastoji od dva međusobno okomita pravca, osi  $X$  i  $Y$ . Položaj točke je onda određen njezinim koordinatama  $x$ ,  $y$ , gdje je  $x$  udaljenost točke od osi  $Y$ , a  $y$  udaljenost od osi  $X$ . Isto tako možemo u prostoru odabrati kao koordinatni sustav tri međusobno okomita pravca kroz jednu točku (ishodište), koji se zovu os  $X$ , os  $Y$  i os  $Z$ . Položaj neke točke u prostoru je onda određen njezinim koordinatama  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , gdje je  $x$  udaljenost točke od ravnine, koju tvore osi  $Y$  i  $Z$ ,  $y$  je udaljenost od ravnine  $XZ$ , a  $z$  udaljenost od ravnine  $XY$ .

Tvrđnja, da se neka čestica giba jednoliko i po pravcu, izražena je onda matematički time, da su njezine koordinate  $x$ ,  $y$ ,  $z$  linearne funkcije vremena  $t$  (Newton ga zove »apsolutno vrijeme«), t. j. koordinate  $x$ ,  $y$ ,  $z$  povezane su s vremenom  $t$  sa tri linearne jednadžbe.

Promatramo li sada neki drugi prostorni koordinatni sustav, koji se spram prvoga giba nekom brzinom jednoliko i po pravcu (bez rotacije), lako se može izračunati, da će koordinate čestice u tom drugom sustavu opet biti linearne funkcije vremena. I ovdje vrijedi dakle zakon inercije, i zato sve takve sustave zovemo inercijalnim sustavima. U takvim sustavima vrijede i ostali Newtonovi zakoni mehanike, tako da se mehaničkim opažanjima uopće ne može ustanoviti, koji od njih miruje u »apsolutnom prostoru«. (Ali se može ustanoviti rotacija, pomoću centrifugalnih sila, t. j. u sustavu, koji rotira, ne vrijedi zakon inercije, on nije inercijalan sustav.) Kažemo stoga, da u klasičnoj mehanici vrijedi »princip

relativnosti« s obzirom na sve inercijalne sustave, t. j. zakoni mehanike su u njima jednaki. Ti se sustavi jedan spram drugoga gibaju jednoliko i po pravcu. Takvo se gibanje zove »jednolika translacija«. Među inercijalnim sustavima nije se dakle mehaničkim sredstvima mogao naći neki osobiti, privilegirani sustav, koji bi bio istaknut među svim ostalim, i za koji bismo onda imali razloga smatrati, da miruje u »apsolutnom prostoru«, ili, drugim riječima, da »apsolutno miruje«.

U klasičnoj elektrodinamici, t. j. u teoriji elektromagnetizma, kako se bila razvila do potkraj prošloga stoljeća, stvar je bila drukčija. Ovdje je bilo razloga očekivati, da postoji jedan takav koordinatni sustav, u kojemu vrijede zakoni elektrodinamike, dok u sustavima, koji se spram njega gibaju, ne vrijede u istom, jednostavnom obliku. Najlakše je to shvatiti na primjeru širenja svjetlosti, koja je uključena u područje elektrodinamike, otkad se znalo, da su to elektromagnetski valovi. Ako se u nekom koordinatnom sustavu  $S$  širi svjetlost u smjeru pozitivne osi  $X$  brzinom  $c$ , onda ćemo očekivati, da će brzina svjetlosti mjerena u sustavu  $S'$ , koji se giba brzinom  $v$  u istom smjeru, biti samo  $c-v$ . Sustav  $S'$  giba se u istom smjeru kao svjetlost, koja je brža, pa ga prestizava, ali spram njega nema više punu brzinu, već samo razliku tih dviju brzina. Isto tako bi svjetlost, koja se širi u smjeru negativne osi  $X$  brzinom  $c$ , morala u sustavu  $S'$  imati brzinu  $c+v$ . To bi se moralo dati ustanoviti optičkim pokusima.

U toj klasičnoj teoriji elektromagnetizma tumačili su se elektromagnetski valovi, pa i svjetlost, kao titranje nekog vrlo finog medija, etera. Za taj eter bi se onda moglo pretpostaviti, da »apsolutno miruje«, i time bi »apsolutni prostor« bio u neku ruku fizički realiziran.

Od pokusa, koji su izvršeni, da se odredi taj privilegirani koordinatni sustav, u kojemu miruje eter, najpoznatiji je Michelsonov pokus (1881), koji je mnogo puta ponovljen sve točnijim aparatima, a učinjeno je još i mnogo drugih optičkih i elektromagnetskih pokusa. (Potanje o Michelsonovu pokusu v. pod 4, str. 68, 137—140, 239.) Kod toga je kao sustav, koji se giba, upo-

trebljena sama Zemlja. Znamo, da se Zemlja okreće oko Sunca, pa kad bi u nekom trenutku slučajno mirovala prema eteru, sigurno to ne bi činila pola godine kasnije, kada na svojoj stazi oko Sunca ima protivnu brzinu spram koordinatnog sustava Sunca, koji je vrlo približno inercijalan sustav, što se zaključuje iz astronomskih opažanja.

No ti su pokusi dali negativan rezultat, t. j. nije se mogao ustanoviti nikakav učinak, po kojemu bi se odredio taj privilegirani sustav, u kojemu miruje eter.

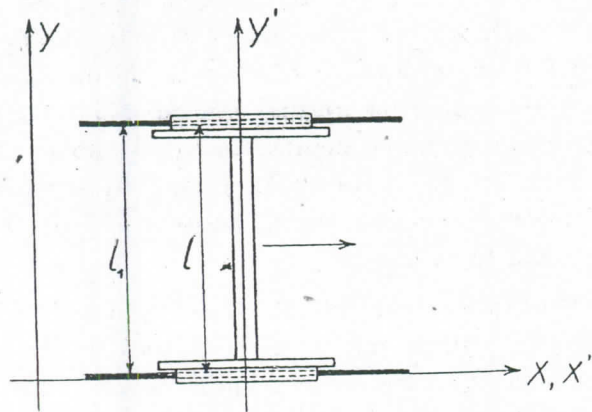
Kod optičkih pokusa bi se još mogla pojaviti sumnja, da li je svejedno, kako se giba izvor svjetlosti, koji se upotrebljava, i nije li brzina izaslane svjetlosti zavisna od brzine izvora. Ovo su pitanje potanko raspravili de Sitter<sup>5</sup> i Zurhellen<sup>6</sup>, na osnovu astronomskih opažanja dvostrukih zvijezda. Pod dvostrukim zvijezdama razumijevamo dvije po masi podjednake zvijezde, koje obilaze jedna oko druge. Ako zamislimo, da se u nekom trenutku jedna od njih približava, a druga od nas odlazi, i ako bi brzine izaslane svjetlosti zavisile od toga gibanja, svjetlost jedne zvijezde došla bi brže do nas, i mi bismo tu zvijezdu vidjeli ranije na dotičnom mjestu, a svjetlost bi druge zvijezde zakasnila, i mi bismo je kasnije vidjeli na njezinu mjestu. Na temelju toga bi se morale pokazati prividne nepravilnosti u njihovom gibanju. No takvih nepravilnosti po opažanjima nema, i može se stoga vrlo velikom točnošću tvrditi, da brzina izaslane svjetlosti ne zavisi od gibanja izvora te svjetlosti.

Negativni rezultat spomenutih pokusa značio je, da su i za elektromagnetske pojave zakoni u svim inercijalnim sustavima isti. Einstein je te rezultate sažeo u »princip relativnosti«, koji je time protegnut i na elektromagnetske pojave, i u »princip konstantnosti brzine svjetlosti«, koji kaže, da je brzina u svim inercijalnim sustavima ista. (Ta brzina, kako je poznato, iznosi vrlo približno 300 000 km/sek.) No tim postavkom došli smo zapravo u naoko bezizlazni položaj, jer smo vidjeli, da bi brzina svjetlosti u sustavu  $S'$ , koji se giba brzinom  $v$  prema sustavu  $S$ , morala

iznositi  $c-v$ , ako iznosi  $c$  u sustavu  $S$ . Einstein je našao izlaz smionom pretpostavkom, da možda promatrači različitih sustava različito prosuđuju duljinu istoga predmeta i različito prosuđuju vremensko trajanje nekoga zbivanja.

Pokušat ćemo to pitanje potanje raspraviti.

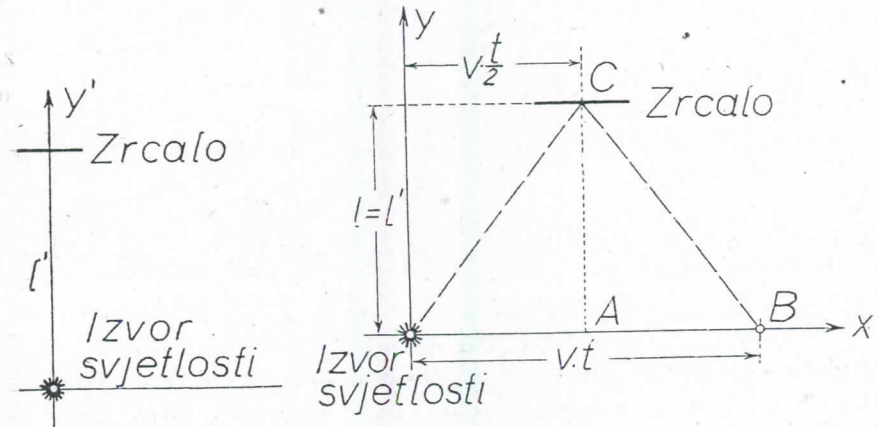
Koordinate bilo koje točke u sustavu  $S$  označit ćemo sa  $x, y, z$ , a vrijeme, koje u nekom trenutku pokazuje sat, koji miruje u tom sustavu na tom mjestu, neka je  $t$ . Isto tako se koordinate neke točke u sustavu  $S'$  zovu  $x', y', z'$ , a vrijeme, koje pokazuje sat, koji miruje u tom sustavu  $S'$  (koji se dakle giba prema sustavu  $S$ ) neka je  $t'$ . U nekom trenutku neka se pokrivaju koordinatne osi tih sustava, i sat jednog i drugog sustava, koji se nalaze u ishodištu sustava, neka su naravnani na vrijeme  $t = t' = 0$ . To znači, da promatrači u ishodištu (jedan miruje u sustavu  $S$ , drugi u  $S'$ ) broje vrijeme od trenutka, kad su se ishodišta pokrivala. Sustav  $S'$  se giba brzinom  $v$  u smjeru pozitivne osi  $X$  sustava  $S$ , t. j. ishodište sustava  $S'$  klizi po osi  $X$  sustava  $S$ .



Sl. 1.

Zamislamo neku dužinu  $l$  u sustavu  $S'$ , koja je postavljena od ishodišta uzduž osi  $Y'$ , dakle okomito na smjer gibanja, i koja miruje u sustavu  $S'$ . Da li će promatrači u sustavu  $S$  tu dužinu drukčije prosuđivati? Recimo, da se radi o razmaku kotača nekog

vagona, koji miruje u sustavu  $S'$ , a vozi se brzinom  $v$  po tračnicama, koje miruju u sustavu  $S$  i paralelne su s osi  $X$ . (V. sl. 1.) Razmak tih tračnica, mjereno u sustavu  $S'$  neka je  $l_1$ . Jasno je, da razmak tračnica mora biti jednak razmaku kotača, dakle  $l = l_1$ .



Sl. 2.

Sl. 3.

I u sustavu  $S$  su razmaci izmjereni, i iznose  $l$  odnosno  $l_1$  i opet moraju biti jednaki, t. j.  $l = l_1$ . Kad bi, recimo, razmak kotača, koji se gibaju prema  $S$ , mjereno u sustavu njihova mirovanja  $S'$  dao više nego mjereno u  $S$ , bilo bi  $l' > l$ . No onda bi i razmak tračnica, koje se gibaju prema  $S'$ , mjereno u sustavu njihova mirovanja  $S$  morao po principu relativnosti (po kojem su sustavi ravnopravni) biti veći od toga razmaka mjenenog u  $S'$ . Bilo bi dakle  $l_1 > l_1$ . No iz  $l' > l$  izlazi zbog  $l = l_1$  i  $l' = l_1$ , da bi bilo  $l_1 > l_1$ , a time smo dobili protivrječenje. Slično bismo protivrječenje dobili iz pretpostavke, da je dužina izmjerena u sustavu mirovanja kraća nego u drugom sustavu, prema kojemu se dužina giba. Možemo dakle tvrditi, da se dužine, koje su okomite na smjer gibanja, u oba sustava prosuđuju jednako.

Uzmimo sada, da se u ishodištu sustava  $S'$  (sl. 2) nalazi izvor svjetlosti, koji u trenutku  $t' = 0$  izaslanje bljesak u smjeru pozitivne osi  $Y'$ . Taj se bljesak reflektira na zrcalo, koje se nalazi na osi  $Y'$  i vraća u ishodište. Ako je udaljenost zrcala od isho-



dišta  $l'$  (mjereno u  $S'$ ), onda je ukupno prevaljeni put svjetlosti  $2l'$ , dakle je vrijeme putovanja put kroz brzinu, t. j.

$$t' = \frac{2l'}{c}, \quad (1)$$

jer je brzina svjetlosti uvijek  $c$ .

Kako taj proces izgleda u sustavu  $S$ ? U momentu  $t' = 0$  ishodišta su se pokrivala, bljesak je dakle izaslan i iz ishodišta sustava  $S$ . Vrijeme cijeloga procesa je  $t$ , i ne znamo još, koliko je, jer možda nije jednako  $t'$ . No svakako je za prvu polovicu puta,

t. j. do zrcala, prošla polovica vremena, dakle  $\frac{t}{2}$ , i u tom je času zrcalo, koje putuje brzinom  $v$ , odmaklo za iznos  $v \cdot \frac{t}{2}$  (v. sl. 3).

Svjetlost je dakle putovala po kosom pravcu. Kad se bljesak vratio u ishodište, proteklo je čitavo vrijeme, dakle je to ishodište odmaklo za  $v \cdot t$ , i bljesak se reflektirao u tu točku. Udaljenost  $l$  zrcala od osi  $X$  okomita je na smjer gibanja, dakle je po prijašnjem razlaganju  $l = l'$ . Sada možemo izračunati put svjetlosti od ishodišta do zrcala kao hipotenuzu pravokutnog trokuta i

dobivamo  $\sqrt{l'^2 + \frac{v^2 t^2}{4}}$ , dakle za cijeli put  $2 \sqrt{l'^2 + \frac{v^2 t^2}{4}}$ .

Brzina svjetlosti je  $c$ , dakle trajanje putovanja

$$t = \frac{2 \sqrt{l'^2 + \frac{v^2 t^2}{4}}}{c}. \quad (2)$$

Kvadriramo li ovu jednadžbu i izračunamo  $t$ , izlazi

$$t = \frac{2l'}{\sqrt{c^2 - v^2}}. \quad (3)$$

Podijelimo li  $t'$  prema (1) sa  $t$  prema (3), izlazi

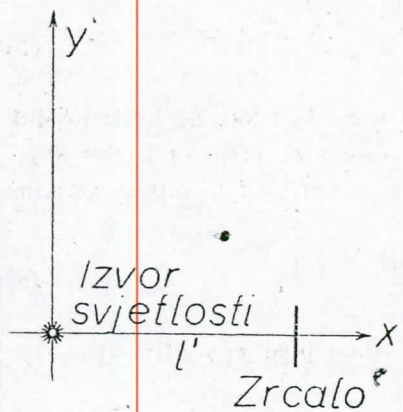
$$\frac{t'}{t} = \frac{\sqrt{c^2 - v^2}}{c} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (4)$$

Budući da pod korijenom stoji veličina manja od jedan, i sam korijen je manji od jedan, dakle

$$t' < t.$$

To znači, da je sat, koji je u ishodištu sustava  $S'$ , pokazao manje nego sat sustava  $S$ , s kojima smo ga isporučili, i koji se nalazi na osi  $X$  na mjestu, kamo se vratio bljesak. Sa sustava  $S$  sudeći proteklo je dulje vrijeme, nego što misli promatrač sustava  $S'$  prema svome satu. Satovi sustava  $S'$  idu dakle polaganije. Ovaj se rezultat zove »dilatacija vremena«.

Moglo bi se prigovoriti, da bi onda po principu relativnosti i promatrači sustava  $S'$  morali tvrditi, da satovi sustava  $S$  idu polaganije. To je i točno, no u tome nema protivrječja. Naime, prva tvrdnja znači, da jedan te isti sat sustava  $S'$  zaostaje za satovima sustava  $S$ , koje susreće na putu, dok druga tvrdnja znači, da jedan te isti sat sustava  $S$  zaostaje za satovima sustava  $S'$ , koje susreće. Jedno i drugo je točno i nije u protivrječju, a u vezi je s relativiranjem pojma istodobnosti, o kojem će još biti riječ.



Sl. 4.

Još se jedan drugi prigovor u svoje vrijeme postavio. Ako sat sustava  $S'$  otputuje za izvjesnu dužinu i zatim se vrati, čitavo je vrijeme išao polaganije i na koncu mora zaostati za satom, koji je ostao na mjestu. Po principu relativnosti — veli taj prigovor — morao bi isto tako sat sustava  $S$  zaostati za onim drugim satom. No pogreška je kod toga ta, da onaj sat, koji je putovao, nije uvijek bio u istom inercijalnom

sustavu, jer ga je trebalo zaustaviti i ubrzati u protivnom smjeru, da dobije brzinu vraćanja. Pri tom je on dakle neko vrijeme bio u ubranom sustavu i nije ravnopravan sa satom, koji je mirovao u sustavu  $S$ . U općoj teoriji relativnosti, gdje se istražuju pojave

i u ubrzanim sustavima, ovo se pitanje razjašnjava i vidi se, da sat, koji je putovao, zaista mora zaostati. No u to ovdje ne možemo pobliže ulaziti.

Učinimo sada jedan drugi pokus. Opet ćemo iz ishodišta sustava  $S'$  u trenutku  $t' = 0$  izaslati blijesak, ali u smjeru osi  $X'$ , koji će se reflektirati na zrcalu u udaljenosti  $l'$  (v. sl. 4). Opet je vrijeme putovanja

$$t' = \frac{2l'}{c} \quad (5)$$

Kako to izgleda u sustavu  $S$ ? Udaljenost zrcala je  $l$ , za koju ne znamo, da li je jednaka  $l'$ , jer je ta dužina postavljena u smjer gibanja. Svakako zrcalo putuje brzinom  $v$ . Kad ga blijesak stigne, prošlo je neko vrijeme  $t_1$ , a zrcalo je odmaklo za  $vt_1$ . Ukupni put svjetlosti do zrcala je dakle  $l + vt_1$ , dakle je

$$t_1 = \frac{l + vt_1}{c} \quad (6)$$

gdje je opet  $c$  brzina svjetlosti, koja je uvijek ista. Iz te jednadžbe izlazi

$$t_1 = \frac{l}{c - v} \quad (7)$$

Za povratak treba svjetlost neko vrijeme  $t_2$ , i kad se vrati u ishodište sustava  $S'$ , ovo je ukupno odmaklo za  $v(t_1 + t_2)$ . Put svjetlosti na povratku je dakle  $l + vt_1 - v(t_1 + t_2)$ , dakle vrijeme povratka

$$t_2 = \frac{l + vt_1 - v(t_1 + t_2)}{c} \quad (8)$$

Uvrstimo li iz (7) vrijednost za  $t_1$ , izlazi poslije sređivanja

$$t_2 = \frac{l}{c + v} \quad (9)$$

Ukupno vrijeme  $t$  cijeloga procesa je dakle

$$t = t_1 + t_2 = \frac{l}{c - v} + \frac{l}{c + v} = \frac{2cl}{c^2 - v^2} = \frac{2l}{c(1 - \frac{v^2}{c^2})} \quad (10)$$

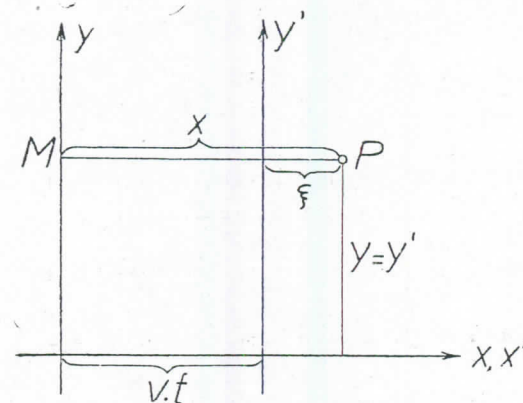
No znamo otprije, da za vremena  $t$  i  $t'$  vrijedi relacija (4). Uvrstimo li u nju (5) i (10), izlazi

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{t'(1 - \frac{v^2}{c^2})}{l} \quad (11)$$

ili, ako podijelimo sa  $1 - \frac{v^2}{c^2}$ ,

$$\frac{t'}{l} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (12)$$

Vidimo ovdje, da je  $l < l'$ , t. j. promatrači sustava  $S$  prosuduju tu duljinu sustava  $S'$  kraćom, ona se za njih stegnula. To se zove »Lorentzova kontrakcija«, jer je već H. A. Lorentz<sup>7</sup> (a neovisno i Fitzgerald) postavio hipotezu te kontrakcije, da objasni negativni rezultat Michelsonova pokusa, koji je u stvari neka kombinacija ovih dvaju zamišljenih pokusa, što smo ih raspravili.



Sl. 5.

Na temelju tih rezultata pokušat ćemo naći relacije, koje vrijede između prostornih i vremenskih koordinata  $x, y, z, t$  i  $x', y', z', t'$  u naša dva sustava za bilo koji trenutačni događaj, koji se zbija u nekoj točki.

Sjetivši se, da  $y$  i  $z$  znače udaljenosti od ravnina  $XZ$  i  $XY$ , pa su stoga okomite na osi  $X$ , koju uzimamo za smjer gibanja, nalazimo

$$y' = y, \quad z' = z. \quad (13)$$

Promatrajmo sada neku točku  $P$  u sustavu  $S$  s koordinatama  $x, y, z$  u trenutku  $t$  (v. sl. 5; u slici se vide samo koordinate  $x, y$ , koordinata  $z$  bi bila okomita na ravnini slike). Ishodište sustava  $S'$  udaljeno je u tom trenutku od ishodišta sustava  $S$  za iznos  $vt$ . Iz slike se vidi, da je

$$\xi = x - vt, \quad (14)$$

gdje je  $\xi$  udaljenost te točke od osi  $Y'$ , kako je prosuđujemo u sustavu  $S$ . No ta je udaljenost u smjeru gibanja, pa će stoga njezin iznos  $x'$  mjereno u sustavu  $S'$  prema (12) biti

$$x' = \frac{\xi}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (15)$$

što uvršteno u jednadžbu (14) daje

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (16)$$

Time je određena koordinata  $x'$ . Nešto je teže odrediti vremensku koordinatu  $t'$ . Vratimo se za to najprije na sl. 3. Kad je bilo proteklo vrijeme  $\frac{t}{2}$  od izašiljanja blijeska, ovaj je dospio do zrcala. U sustavu  $S'$  je bilo proteklo vrijeme  $\frac{t'}{2}$  i stoga u tom trenutku sat u točki  $C$  mora pokazati to vrijeme  $\frac{t'}{2}$ . No u sustavu  $S$  gledajući, cijela je os  $Y'$  dospjela u položaj  $AC$ , prevalila je dakle polovicu puta, pa sat u točki  $A$  (t. j. u ishodištu sustava  $S'$ ) mora pokazati polovicu vremena  $t'$ , koje pokazuje, kad stigne u točku  $B$ . Mora dakle i taj sat pokazati vrijeme  $\frac{t'}{2}$ . Vidi se iz

toga, da u trenutku  $\frac{t}{2}$ , prosuđivanom po satovima sustava  $S$ , satovi na različitim mjestima osi  $Y'$  pokazuju isto vrijeme. To dakako tako i ostaje, jer svi satovi jednog sustava idu jednako brzo. Pogledajmo sada sl. 5. U trenutku  $t = 0$  mjereno u sustavu  $S$ , os  $Y$  i os  $Y'$  su se pokrivala, i točka  $P$ , koju zamišljamo fiksiranu u sustavu  $S'$ , imala je koordinatu  $x = \xi$ , mjereno u sustavu  $S$ . U točki  $M$  na osi  $Y$  u tom trenutku i sat sustava  $S'$  pokazuje  $t' = 0$ , jer se  $Y$ -osi pokrivaju, i sat sustava  $S'$  pokazuje isto, što i sat u ishodištu. Izašaljemo li iz te točke  $M$  blijesak prema točki  $P$ , on će je stići poslije vremena

$$t_1 = \frac{\xi}{c - v}, \quad (17)$$

[Isporedi jedn. (7).] U sustavu  $S'$  je blijesak prevalio put

$$x'_1 = \frac{\xi}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

da stigne u tu točku i trebao je za to vrijeme

$$t'_1 = \frac{\xi}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (18)$$

To dakle pokazuje sat točke  $P$  u tom trenutku. Točka  $P$  se sada dalje giba do položaja u sl. 5, i u sustavu  $S$  protekne vrijeme  $t - t_1$ , dakle sat točke  $P$  prema jedn. (4) napreduje za  $(t - t_1)$ .

$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ . On će dakle konačno pokazati

$$\begin{aligned} t' &= t'_1 + (t - t_1) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\xi}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + (t - t_1) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \\ &= \frac{\xi}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + \left(t - \frac{\xi}{c - v}\right) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \end{aligned} \quad (19)$$

Uvrstimo li za  $\xi$  vrijednost prema (14), izlazi

$$t' = \frac{x - vt}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + \left(t - \frac{x - vt}{c - v}\right) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

ili sređeno

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (20)$$

Time smo našli tražene relacije. Sastavimo ih još jednom:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (21)$$

Ove se jednadžbe zovu Lorentzova transformacija, jer ih je već Lorentz dobio (1904.) iz nekih elektrodinamičkih razmatranja, a postavio ih je i Poincaré. No oni ih nisu s fizičkog gledišta tumačili kao Einstein. Njegova je zasluga duboka analiza pojma prostora i vremena, kojom su te jednadžbe dobile svoj puni fizički smisao, i time je tek problem bio razjašnjen.

Riješimo li te jednadžbe po veličinama  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$ , izlazi

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (22)$$

Vidimo ovdje zadovoljen princip relativnosti, jer prijelaz sa sustava  $S$  na sustav  $S'$  daje iste jednadžbe kao obrnuti prijelaz, samo što brzina  $v$  ima drugi predznak. Ovo zbog toga, što se sustav  $S'$  prema sustavu  $S$  giba u smjeru pozitivne osi  $X$ , dok se sustav  $S$  prema sustavu  $S'$  giba u smjeru negativne osi  $X'$ .

Izvest ćemo još iz tih jednadžbi neke zaključke.

Uzmimo, da u momentu  $t = t' = 0$  iz zajedničkog ishodišta izbacimo neko tane u smjeru osi  $X$ . Njegova brzina, mjerena u

sustavu  $S'$ , neka je  $v_1$ . Pitamo, kakvu će brzinu izmjeriti opažači u sustavu  $S$ . Brzina je put kroz vrijeme, dakle

$$v_1 = \frac{x'}{t'}, \quad (23)$$

ako je poslije vremena  $t'$  tane na osi  $X'$  odmaklo za  $x'$ . U sustavu  $S$  će analogno brzina  $V$  biti

$$V = \frac{x}{t}. \quad (24)$$

Uvrštenje izraza iz jedn. (22) u jedn. (24) daje

$$V = \frac{x' + vt'}{t' + \frac{vx'}{c^2}} = \frac{\frac{x'}{t'} + v}{1 + \frac{x'}{t'} \frac{v}{c^2}}, \quad (25)$$

ili zbog (23)

$$V = \frac{v + v_1}{1 + \frac{vv_1}{c^2}}. \quad (26)$$

Ovo je Einsteinov teorem zbrajanja brzina, dok bi po klasičnoj mehanici dakako vrijedilo

$$V = v + v_1. \quad (27)$$

Uzmimo napose, da smo iz ishodišta izaslali bljesak svjetlosti, da je dakle  $v_1 = c$ . Dobivamo

$$V = \frac{v + c}{1 - \frac{vc}{c^2}} = \frac{v + c}{c(c + v)} = c. \quad (28)$$

Zaista je dakle brzina svjetlosti u oba sustava ista.

Promotrimo sada, što pokazuju satovi sustava  $S'$  u točkama  $x = 0$  i  $x = l$  (nalazimo se na osi  $X$ ) u trenutku  $t = 0$  (t. j. kada satovi sustava  $S$  pokazuju vrijeme nula). Iz (21) vidimo, da je u prvom slučaju  $t' = 0$ , a u drugom

$$t' = - \frac{lv}{c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Satovi sustava  $S'$  dakle ne pokazuju isto. To znači, da su ta dva trenutka na dva različita mjesta istodobna u sustavu  $S$ , ali nisu istodobna u sustavu  $S'$ . Time je dakle relativiran pojam istodobnosti, i više nema mjesta Newtonovu »apsolutnom vremenu«, koje »teče jednoliko po sebi i po svojoj prirodi i bez odnosa spram bilo čega izvanjega«. Da »apsolutnom prostoru« ne odgovara ništa realna, izlazi već iz samog principa relativnosti, a s njime je bila odbačena i hipoteza o postojanju etera. Danas smatramo elektromagnetske valove periodičkim promjenama elektromagnetskog polja, koje ispunjava sav prostor i ima svoju punu fizičku realnost. Ne pretpostavljamo više, da se radi o titranju nekih čestica etera.

Još ćemo malo potanje razmotriti pitanje, kako je moguće, da opažači sustava  $S$  tvrde, da satovi sustava  $S'$  idu polaganije od njihovih, dok opažači sustava  $S'$  tvrde obrnuto. U tu svrhu pretpostavimo, da sustav  $S'$  ima golemu brzinu

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} c \cdot 0,866 c = 259\,800 \text{ km/sek.}$$

Dobivamo, da je

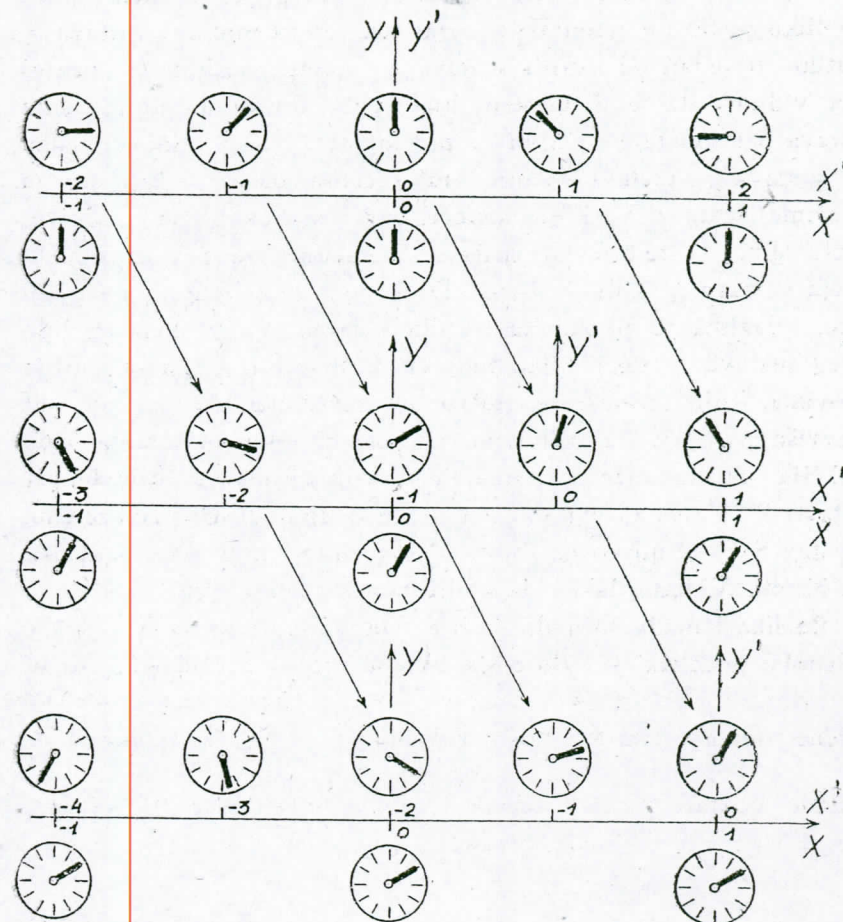
$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2}$$

Prema formuli (4) tvrdit će dakle opažači sustava  $S$ , da satovi sustava  $S'$  idu dvaput polaganije. Razmjestimo u sustavu  $S$  satove u udaljenostima takvim, da treba 10 minuta (ili 600 sekunda), dok neki sat sustava  $S'$  stigne od jednog sata sustava  $S$  do drugoga. Taj razmak treba dakle da bude

$$l = vt = \frac{\sqrt{3}}{2} c \cdot 600 = 155\,880\,000 \text{ km.}$$

Ovaj razmak uzmimo kao jedinicu duljine u sl. 6. I satovi u sustavu  $S'$  neka su ovako razmješteni. Sada ćemo prikazati situaciju sa stajališta sustava  $S$  u trenutku  $t = 0$ . Prikazujemo dakle sve ono, što je u sustavu  $S$  istodobno u taj čas. Zbog Lorentzove kontrakcije bit će prema (12) razmaci u sustavu  $S'$  stegnuti na polovicu, pa se prikazuju prema sl. 6 gore. (Zapravo bi se i sami satovi sustava  $S'$  prikazivali splošteni, ali to radi jasnoće nije tako

nacrtano.) Satovi sustava  $S$  dakako svi pokazuju nula sati, a da nađemo, što pokazuju satovi sustava  $S'$ , treba samo u Lorentzovu jednadžbu za  $t'$  uvrstiti  $t = 0$  i zatim redom  $x = -l, -\frac{l}{2}, 0, \frac{l}{2}, l$ , gdje je  $l$  vrijednost, koju smo prije označili. Izlazi u sekundama



Sl. 6.

po redu 900, 450, 0, -450, -900, ili u minutama 15, 7.5, 0, -7.5, -15, kako pokazuju satovi u slici. (Ucrtan je položaj kazaljke za

minute.) Srednji dio slike pokazuje trenutak  $t = 300$  sek (ili 5 minuta) u sustavu  $S$ . Satovi sustava  $S'$  su se pomakli za  $\frac{l}{2}$ , a uznapredovali su (vremenski) za 2.5 minuta, jer idu dvaput polaganije. Ucertana vremena se mogu dobiti i iz jednadžbe za  $t'$ , ako stavimo  $t = 300$ , a za  $x$  iste vrijednosti kao prije. Konačno donji dio slike pokazuje trenutak  $t = 600$  sek (ili 10 minuta) sustava  $S$ . Pratimo li jedan od satova sustava  $S'$ , recimo srednji na gornjoj slici, vidimo, da je u donjem dijelu slike došao do idućeg sata sustava  $S$  i zaostaje za njim za pet minuta. No pratimo li jedan sat sustava  $S$ , recimo srednji, vidjet ćemo, da i on zaostaje za satovima sustava  $S'$ , koje susreće. Prvi susret je na srednjem dijelu slike, i srednji sat sustava  $S$  zaostaje za pet minuta za satom sustava  $S'$ , koji je susreo. Drugi je susret na donjem dijelu slike, i razlika je 10 minuta. Vidimo dakle, da promatrači bilo kojeg sustava, prateći jedan tudi sat i isporučujući ga sa svojim satovima, koje on susreće, dolaze do zaključka, da taj tudi sat sve više zaostaje za njihovim satovima. Slika bi dakako bila drukčija, da smo nacrtali situacije, u kojima je sve istodobno u sustavu  $S'$ . Tu bi satovi sustava  $S$  bili dvaput gušće raspoređeni, i sustav  $S$  bi se micao na lijevo. No rezultati kod susreta satova bili bi isti. Vidimo dakle, da ovdje nema protivrječja.

Razlika između formula teorije relativnosti i formula klasične mehanike praktički je vrlo mala, ako se radi o brzinama, koje su

malene prema brzini svjetlosti. Faktor  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ , koji ulazi u te formule, postaje gotovo jednak jedan, a Lorentzove transformacije (21) prelaze u transformacije

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t,$$

koje vrijede u klasičnoj mehanici, a zovemo ih obično »Galilejevima transformacijama«.

Sve što smo dosad raspravili, ticalo se gibanja, dakle onoga dijela mehanike, koji se zove kinematika. Dinamika, u kojoj pro-

matramo djelovanje sila, također se mora preobraziti u okviru zasada teorije relativnosti. Ovdje međutim možemo samo nabrojiti neke najvažnije rezultate.

Jedan je rezultat, da masa nekog tijela zavisi od brzine po formuli

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (29)$$

gdje je  $m_0$  masa tijela u mirovanju. Iz nje se vidi, da masa postaje sve veća, kad brzina raste i postala bi neizmerna, kad bi tijelo doseglo brzinu svjetlosti. Zbog toga je nemoguće tijelo ubrzati do brzine svjetlosti, jer bi za to trebala neizmerna energija.

Drugi je važni rezultat, da svaka masa  $m$  sadržava energiju  $E$  po formuli

$$E = mc^2. \quad (30)$$

Ta je relacija prvi puta otkrila, da se u atomima kriju goleme količine energije, a kasniji razvoj je pokazao, da se ta atomska energija može i iskoristiti u praktične svrhe.

## II. Opća teorija relativnosti

Spomenuli smo, da se doduše ne može odlučiti između pojedinih inercijalnih sustava, koji su svi ravnopravni, ali se može ustanoviti rotacija spram takvih sustava na temelju pojava centrifugalnih sila. Sustavi, koji rotiraju, nisu dakle uključeni u princip relativnosti, kako smo ga dosad formulirali. No odakle pojava centrifugalnih sila? Zar odatle, što ti sustavi rotiraju spram »apsolutnog prostora«? Ta taj pojam smo već odbacili. Pomisao je blizu, da su centrifugalne sile uzrokovane rotacijom spram sveukupnih svemirskih tjelesa. No u klasičnoj mehanici se o tome ništa ne veli, i nema u njoj zakona, po kojemu bi na pr. unutar velike mase, koja rotira, nastale centrifugalne sile. A to bi moralo biti, ako tjelesa unutar te (šuplje) mase ne sudjeluju u rotaciji. Jer sa stajališta koordinatnog sustava, koji rotira skupa s tom ve-

likom masom, ta tjelesa rotiraju prema toj masi, kao što, recimo, zvrk rotira spram svemirskih masa. Ovakva bi dakle masa svojom rotacijom morala na ta tjelesa djelovati silama poput centrifugalnih; možda vrlo malenim, jer se ona ne može isporučiti s golemim svemirskim masama. No konsekvantna fizička teorija, u kojoj se negira apsolutni prostor, morala bi zahtijevati takva djelovanja.

Zaista je Einstein protegnuo princip relativnosti na sve moguće koordinatne sustave, ne samo na takve, koji rotiraju, nego i na bilo kako ubrzane, pa čak i na krivočrtne. Pri tom ga je vodila ideja, da su centrifugalne sile vrlo slične silama gravitacije, napose da imaju isto osnovno svojstvo proporcionalnosti sile s masom tijela, na koje sila djeluje. Teorija mora stoga uključivati i pojave same gravitacije.

Veza između inercijalnih sustava i sustava, u kojima postoji polje gravitacije, izlazi iz t. zv. principa ekvivalencije. Zamislimo dizalo, kojemu je puklo uže i zatajila kočnica, tako da slobodno pada. Predmeti u njemu padaju skupa s njim istom brzinom, jer znamo, da sva tjelesa padaju jednako brzo. (Pretpostavljamo pri tome, da nema otpora uzduha.) Ti predmeti dakle miruju spram dizala. Ako koji predmet u tom dizalu bacimo u bilo kojem smjeru, on će se spram dizala gibati jednoliko, i po pravcu, kako se može lako izračunati. Koordinatni sustav vezan s tim dizalom je dakle inercijalni sustav, u kojemu ne djeluje sila teža.

Zamislimo u drugu ruku, da se to dizalo nalazi negdje daleko od velikih svemirskih masa, gdje praktički nema sila gravitacije, i da ga jednoliko ubrzavamo, recimo, raketnim pogonom. Zakoni mehanike nas uče, da će se onda u tom dizalu mehanički pojaviti dešavati tako, kao da to dizalo miruje u nekom polju gravitacije, recimo na Zemlji. Možemo dakle ukloniti gravitaciju, ako upotrebimo koordinatni sustav, koji slobodno pada, a stvoriti je umjetno u sustavu, koji je prikladno ubrzan.

Istina, u sustavu, koji slobodno pada, gravitacija je uklonjena samo u razmjerno malom dijelu prostora, gdje se još ne očituje,

da smjerovi sile teže u različitim točkama nisu paralelni, nego se sastaju u središtu Zemlje. Einstein je stoga taj princip ekvivalencije između ubrzanih sustava i sustava u polju gravitacije primijenio samo na »neizmjereno male« dijelove prostora i vremena. No on ga je pri tom protegnuo na sve fizičke pojave, ne samo na mehaničke. Što to znači, odmah je jasno, ako uočimo, da u ubrzanom sustavu zraka svjetlosti ne opisuje pravac, nego neku krivulju. To se dakle mora dogoditi i u sustavu, koji miruje u polju gravitacije, t. j. zraka svjetlosti se u polju gravitacije zakrivljuje.

U inercijalnom sustavu, koji u polju gravitacije slobodno pada (i upotrebljiv je samo u blizoj okolici dotične točke) mora dakako vrijediti specijalna teorija relativnosti.

Na temelju ovih principa, t. j. na temelju principa relativnosti protegnutog na sve koordinatne sustave i principa ekvivalencije protegnutog na sve fizičke pojave, Einstein je uspio sagraditi »opću teoriju relativnosti«, koja uključuje pojave gravitacije i pojave centrifugalnih sila, tretirajući ih kao posve istovrsne.

Da taj pothvat nije bio lagan, ilustrirat ćemo na jednom primjeru.

Zamislimo neki vrtuljak i promatrajmo njegov kružni opseg. Neka su po tom opsegu pravilno i dosta nagusto rasporedene točke. Spoje li se susjedne točke, dobiva se poligon s mnogo stranica. Opseg toga poligona bit će to bliži opsegu kružnice, što je broj njegovih stranica veći. Promatrač, koji sjedi u sredini vrtuljka, ali se ne okreće s njim, kazat će za svaku stranicu poligona, da je on vidi skraćenu, jer se ta stranica giba u smjeru svoje vlastite duljine, pa stoga mora doći do Lorentzove kontrakcije. Zbroj svih tih skraćenih stranica je dakako jednak opsegu kruga (s po volji velikom točnošću, ako je dovoljan broj stranica), t. j.  $2R\pi$ , gdje je  $R$  polumjer vrtuljka. No za promatrača, koji se okreće s vrtuljkom, te su stranice na miru, on ih dakle vidi u punoj njihovoj duljini, dakle je za njega opseg veći nego  $2R\pi$ . (Polumjer je okomit na smjer gibanja, pa ga oba promatrača prosuđuju jednako.) No to znači, da u koordinatnom sustavu, koji se okreće s vrtuljkom, više ne vrijede zakoni naše euklidske geometrije,

koju učimo u srednjoj školi. Mora da vrijedi neka drukčija geometrija, u kojoj je opseg kruga veći od  $2R\pi$ .

Vidi se iz ovoga, da je provedba opće teorije relativnosti zahtijevala odstupanje od euklidske geometrije, i Einstein je morao posegnuti za t. zv. općom Riemannovom geometrijom, da postigne svoj cilj.

Kao što smo vidjeli, geometrijski zakoni su u uskoj vezi s rotacijom sustava, u kojemu se, kako znamo, pojavljuju centrifugalne sile. Ne ćemo se stoga previše čuditi, da se u općoj teoriji relativnosti i sama gravitaciona polja prikazuju kao izraz izvjesnih geometrijskih svojstava prostora. Gravitacija je dakle u toj teoriji »geometrizirana«.

Točnije ulaženje u opću teoriju relativnosti zahtijeva komplicirana sredstva više matematike i prelazi okvir ovoga članka. No raspraviti ćemo neke njezine rezultate.

Spomenuli smo, da bi se u nutrašnjosti velike mase, koja rotira, morale pojaviti centrifugalne sile. Zaista je H. Thirring<sup>8</sup> uspio izračunati, da teorija zahtijeva postojanje tih sila, i odredio je, kolike moraju biti. Nažalost su te sile tako malene, da dosad nije bilo moguće eksperimentalno potvrditi njihovo postojanje.

No ima drugih rezultata, koji se mogu isporediti s opažanjima. Već smo rekli, da se zrake svjetlosti u polju gravitacije moraju zakriviti. Uspjelo je opažanjima potvrditi otklon zraka svjetlosti, koje prolaze tik kraj Sunca. Zbog velikog sjaja Sunca taj se učinak može mjeriti samo kod totalne pomrčine Sunca.

Jedan se drugi rezultat odnosi na zakretanje staze planeta Merkura. Prema klasičnoj (Newtonovoj) teoriji gravitacije morala bi se eliptična staza, po kojoj Merkur obilazi Sunce, zbog utjecaja drugih planeta zakrenuti za nekih 527 lučnih sekunda u stoljeću. No stvarno se prema astronomskim opažanjima zakrene za 570 lučnih sekunda, a razlika od 43 lučne sekunde upravo je onaj dodatni iznos zakretanja, koji zahtijeva teorija relativnosti.

Treći je efekt, da po toj teoriji spektralne linije svjetlosti, koja dolazi od zvijezda s jakim poljem gravitacije, moraju biti

nešto pomaknute prema crvenom kraju spektra. Ovo je potvrđeno opažanjima nekih dvostrukih zvijezda, a donekle i opažanjima svjetlosti sa Sunca. (Potanje o tome vidi <sup>4</sup> dodatak.)

Kako rekosmo, u općoj teoriji relativnosti polje gravitacije je »geometrizirano«. No nije geometrizirano elektromagnetsko polje. Da se dobije sasvim jedinstvena teorija fizičkog zbivanja, trebalo bi postići, da i elektromagnetsko polje bude izraz geometrijskih svojstava prostora, i to je cilj t. zv. »ujedinjenih teorija polja«, koje su pokušavali sagraditi razni učenjaci, kao Weyl, Eddington i niz drugih. I sam Einstein je to pokušao u više navrata. No sve te ujedinjene teorije, premda matematički skladne, s fizičkog stajališta nisu mnogo dale, pa se ni za koju od njih ne može smatrati, da savim zadovoljava. Po najnovijim vijestima Einstein je nedavno postavio novu takvu teoriju, koja je, po tim vijestima, vrlo savršena. Dotična rasprava još nije došla do nas, pa ne možemo suditi o njezinoj vrijednosti.

U kozmološke probleme, koji se postavljaju u vezi s teorijom relativnosti, ne možemo ulaziti u okviru ovoga članka. (Vidi o tome <sup>4</sup> dodatak.)

Zaključno bismo htjeli istaći, da je specijalna teorija relativnosti poslužila kao siguran vodič u razvoju modernih fizičkih saznanja, koja su sadržana u t. zv. kvantnoj fizici. Bez nje se današnja fizika više ne da zamisliti. No nije još do danas došlo do potpune sinteze između kvantne fizike i opće teorije relativnosti. Tu ima niz problema, koji će se riješiti tek u budućnosti.

#### Citirana literatura

<sup>1</sup> A. Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper. Ann. d. Phys. 17 (1905), str. 891.

<sup>2</sup> A. Einstein, Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. Ann. d. Phys. 49 (1916), str. 769.

<sup>3</sup> Isaac Newton, Philosophiae naturalis principia mathematica. 1687.

<sup>4</sup> M. Born, Einsteinova teorija relativnosti. Preveo D. Blanuša. Zagreb 1948.

<sup>5</sup> W. de Sitter, Phys. Ztschr. 14 (1913), str. 429 i 1267.

<sup>6</sup> W. Zurhellen, Astr. Nachr. 198 (1914), str. 1.

<sup>7</sup> H. A. Lorentz, De relative beweging van de aarde en dem aether. Amst. Versl. 1 (1892), str. 74.

<sup>8</sup> H. Thirring, Phys. Ztschr. 19 (1918), str. 33; 22 (1921), str. 29.



*Dr. Tomislav Pinter:*

## LENJIN I FIZIKA NA POČETKU XX. STOLJEĆA

U knjizi »Materijalizam i empiriokriticizam« (V. I. Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, Kritičke primjedbe o jednoj reakcionarnoj filozofiji, izdanje »Kultura«, 1948), koju je napisao 1908. i u »Filozofskim svescima« prikazao je Lenjin u prvom redu teoriju spoznaje dijalektičkog materijalizma. Time je on nastavio i usavršio rad koji su počeli Marx i Engels. Engels je u »Anti-Dühringu« i u »Dijalektici prirode« razvio u vezi sa rezultatima prirodnih nauka osnovne principe marksističke materijalističke dijalektike. Lenjinov rad znači nesumnjivo proširenje i produbljivanje Engelsovog rada na bazi novih velikih otkrića do kojih je fizika došla koncem XIX. i početkom XX. vijeka.

U ovom prikazu mi ćemo se samo površno dotaknuti gnosoloških pitanja, t. j. pitanja teorije spoznaje, jer ćemo svu pažnju obratiti problemu t. zv. krize u fizici, koja je započela koncem XIX. i početkom XX. vijeka. Naročito ćemo istaći ulogu, koju su Lenjinove knjige »Materijalizam i empiriokriticizam« i »Filozofske sveske« imale za objašnjenje osnovnih problema suvremene fizike. Razmotrit ćemo kakav je Lenjinov prikaz stanja u kojem se nalazila fizika 1908. godine, kakvo je Lenjinovo prilaženje problemima fizike i kako ih on rješava na bazi dijalektičkog materijalizma.

Kako je već rečeno, vrijeme u kojem je Lenjin pisao o spoznajno-teoretskim problemima fizike znači za fiziku pravi prelom, početak jedne potpuno nove ere ne samo u metodološkom pogledu, već i s obzirom na shvaćanje općih principa na kojima počiva fizika kao prirodna nauka. Vrlo je lijepo okarakterizirao

stanje fizike početkom XX. vijeka, dakle u vrijeme kad je Lenjin napisao svoju knjigu, predsjednik Akademije nauka SSSR S. I. Vavilov (S. I. Vavilov, Lenjin i suvremena fizika, Novo pokoljenje, 1948, str. 6). Vavilov ističe, da je od davnine — od Demokrita i Epikura, preko Arhimeda, Galileja, Descartesa, Newtona, Faradaya, Maxwella, Helmholtza do Hertza, Kelvina i Rayleigha vladala težnja da se stvori mehanička slika svijeta t. j. da se prirodne pojave smatraju kao rezultat kretanja elementarnih nepromjenljivih masa, koje se kreću u Euklidovom prostoru. U mehaničkoj slici svijeta svijet se sastoji od dva razdvojena elementa, Euklidovog prostora i masa u pokretu. Newton je masama dao »sile«, a Hertz je sile zamijenio u svojoj mehanici »vezama« među masama. Tu vezu ostvaruje eter kao prenosnik svjetla, gravitacije i elektromagnetizma. Vavilov naročito ističe da se dinamika Newtona ne protivi mehaničkom stajalištu. Newton je dao novu teoretsku metodu proučavanja t. zv. metodu principa, koja je dugo vladala u fizici i utjecala na razvoj fizike.

Stanje se naglo mijenja, ističe dalje Vavilov, razvitkom termodinamike. Drugi stavak termodinamike unosi u sliku svijeta Newtonove mehanike pojam ireverzibilnih, nepovratnih procesa, koji je stran mehanici. »Termodinamičko« osnovno stajalište u fizici dovodi do energetizma, koji želi cijelu fiziku svesti na pojave u vezi sa energijom i njenim pretvaranjem u različite oblike. Taj je smjer u fizici zastupao fizikalni kemičar Wilhelm Ostwald, koji je pokušao dati i jednu idealističku »naturfilozofiju« na bazi energetizma.

Sumnje koje su se pojavile u mehanističku sliku svijeta i s time u vezi kriza, koja se zbog toga počela nazrijevati u fizici, bila je otklonjena uglavnom radovima statističara, naročito Boltzmannova, koji je primjenom statističke metode i uvođenjem pojma vjerojatnosti omogućio interpretaciju osnovnih procesa iz područja termodinamike na mehaničkoj bazi, na bazi mehaničke teorije topline.

Iz drugog područja unešeni su u fiziku elementi, koji su trajno i sa stajališta principa klasične fizike nepopravljivo doveli do krize

u fizici. Prema Vavilovu možemo i ovdje sasna ukratko označiti tri glavna udarca, koje je primila klasična fizika. Jedno je Michelsonov pokus kojim se je željelo utvrditi apsolutnu brzinu kretanja zemlje prema eteru. Taj je pokus, kako je poznato, pokazao da je brzina kojom se širi svjetlost konstantna, da je ona jednaka i u smjeru gibanja zemlje i u protivnom smjeru. Drugi udarac zadala je slici svijeta klasične fizike teorija kvanta, koja postulira prekidan, diskontinuirani, kvantni karakter emisije ili apsorpcije svjetla jednog sistema linearnih oscilatora.

Mehanicizam nije mogao da odgovori ni na čitav splet pitanja koja su se pred nauku postavljala otkrićem komplicirane građe atoma i njihovog radioaktivnog raspadanja jednako kao što je i elektron i njegovo gibanje za klasičnu fiziku predstavljao nerješivi problem. Teorija relativnosti sa svojim postulatom o promjeni mase sa brzinom, na pr. o promjeni mase elektrona sa njegovom brzinom, najdublje je potresla mehaničke predodžbe dotadanje fizike. Matematičar H. Poincare kaže: »Pred nama su ruševine starih principa fizike, opći slom principa«.

Takovo stanje u fizici god. 1908. nejednako se je odrazilo u nazorima i pogledima fizičara i filozofa. Dok je jedan dio građanskih fizičara proklamirao slom materijalizma, njegovo definitivno uklanjanje iz domene fizike, dotle je znatan broj fizičara zadržao osnovni materijalistički stav i nesvijesno došao vrlo blizu postavkama dijalektičkog materijalizma. U »Materijalizmu i empiriokriticizmu« Lenjin navodi opširno govor fizičara A. W. Rückera koji je održao u Glasgouu 1901. Suštinu njegovog govora izlaže Lenjin ovako:

»Teorija fizike predočuje snimak (sve točniji i točniji) objektivne realnosti. Svijet je materija u kretanju, koju mi sve dublje spoznajemo. Netočnosti Rückerove filozofije proizlaze iz neobavezne obrane »mehaničke« (zašto ne elektromagnetske?) teorije kretanja etera i iz nerazumijevanja odnosa između relativne i apsolutne istine. Tom fizičaru nedostaje samo poznavanje dijalektičkog materijalizma (ako se, naravno, ne uzmu u obzir one vrlo važne životne okolnosti, koje nagone engleske profesore da sebe nazivaju »agnostičarima«). (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 274.)

U taj potres, u tu pometnju među fizičarima i filozofima unio je Lenjin red i jasnoću svojom interpretacijom osnovnih problema fizike i spoznajne teorije. Kolika je pometnja bila ne samo među građanskim fizičarima i filozofima, nego i među onima koji su sebe smatrali i nazivali marksistima, razabire se iz čitavog citiranog Lenjinovog djela. On je u njemu podvrgao najoštrijoj kritici ruske »marksiste« mahiste i njihove učitelje Macha i Avenariusu. Možda je preuzak izraz kritika za ono što je Lenjin učinio. Pravilnije bi bilo kazati, da je Lenjin pokazao klasni, partijski karakter tih pogleda i shvaćanja, on je istakao njihovu društvenu uslovljenost. Zaista je teško u čitavoj historiji filozofije naići na temeljitije, obrazloženije, fundiranije razotkrivanje, razgoličavanje jedne reakcionarne filozofije i njenih pravih klasnih korjena.

U ovom članku nas zanima u prvom redu, kako je Lenjin služeći se savršeno metodom dijalektičkog materijalizma prikazao pravo lice »krize« suvremene fizike i kako je jasno odredio put njenog razvoja.

Da bi se to bolje razumjelo iznijet ćemo ovdje najvažnije postavke Machove subjektivističke filozofije. Osnovno idealističko Machovo stanovište može se najbolje prikazati ovim citatima iz njegovih djela:

»Ne stvaraju tijela osjete, već kompleksi elemenata (kompleksi osjeta) izgrađuju tijela. Ako se fizičaru čine tijela kao nešto što zaista postoji, a elementi naprotiv kao nestalna prolazna prividnost, to se on ne obazire na to, da su šva »tijela« samo misaoni simboli (Gedankensymbole) za komplekse elemenata (komplekse osjeta).« (E. Mach, Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen IV, izdanje, Jena, 1903., str. 23.)

»Tako se sastoje opažanja i predodžbe, volja, osjećaji, ukratko čitav unutarnji i vanjski svijet iz analoga broja istovrsnih elemenata u čas slabijoj, čas čvršćoj vezi. Ove elemente zovemo obično osjeti.« (Mach, Erkenntnis und Irrtum, Vorrede.)

»Problemi su u bitnosti odstranjeni, prvo i najvažnije prilagođenje izvršeno, ako elemente (u gore spomenutom smislu) smatramo kao elemente svijeta (Weltelemente). (Mach, Anal. d. Empf., str. 24.)

Na bazi takvog idealističkog Machovog shvaćanja postavili su sljedbenici Macha najrazličnijih pravaca i niansa, tvrdnju, da je »materija iščezla«. U tu svrhu najizdašniji su izrabili i rezultate

fizike, na pr. pojavu prirodnog radioaktiviteta, spoznaju da se kod radioaktivnog raspadanja stvara struja elektrona i postulat Einsteinove specijalne teorije relativnosti o promjeni mase sa brzinom. Tako na pr. L. Houllevigue kaže: »Atom se dematerijalizira, materija iščezava« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 255).

Lenjin se naročito obara na ruskog mahistu Valentinova, koji tvrdi, da ti rezultati fizike znače, da se naučno objašnjenje svijeta ne može solidno zasnovati samo na materijalizmu. Ovdje Lenjin ističe, da iščezavanje materije o kome se govori na bazi rezultata moderne fizike, nema nikakve veze s gnoseološkim razlikovanjem materijalizma od idealizma. Lenjin ističe, da se materijalizam i idealizam razlikuju po onome što smatraju izvorom naše spoznaje i kako se spoznaja odnosi prema fizičkom svijetu. Naprotiv se pitanje o strukturi materije u atomima i elektronima tiče samo fizičkog svijeta.

»Kad fizičari kažu: »materija iščezava«, oni hoće time kazati da su prirodne nauke dosad sva svoja ispitivanja fizičkog svijeta svodile na tri posljednja pojma — na materiju, elektricitet i eter. A sad ostaju samo dva posljednja pojma, jer se materija može svesti na elektricitet, atom se može objasniti kao nešto nalik na beskrajno mali sunčani sistem u kome se oko pozitivnog elektrona kreću negativni elektroni s određenom (i kao što smo vidjeli — s neizmerno velikom) brzinom. Umjesto desetaka elemenata, fizički svijet se, prema tome, može svesti na dva ili na tri elementa (budući da pozitivni i negativni elektroni predočuju »dviije bitno različite materije«, kako veli fizičar Pellat. — Rey, l. c. p. 294—295). Prirodne nauke vode, dakle, »jedinstvu materije« (ibid.) i to je stvarni sadržaj onih riječi o iščezavanju materije, o zamjenjivanju materije elektricitetom i t. d. što mnoge tako zbunjuje. »Materija iščezava« — to znači da iščezava ona granica do koje smo mi dosad poznavali materiju, znači da naše znanje ide dublje; iščezavaju svojstva materije koja su nam izgledala apsolutna, nepromjenljiva, prvobitna (neprobajnost, inercija, masa i sl.) i koja se sad pokazuju kao relativna, svojstvena samo izvjesnim stanjima materije. Jer jedino »svojstvo« materije za čije je priznavanje vezan filozofski materijalizam jest svojstvo da bude objektivna realnost, da postoji izvan naše svijesti.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 257, 258.)

Lenjin naročito ističe, da se pogreška mahizma kao i mahističke nove fizike sastoji u ignoriranju osnova filozofskog materijalizma i što ne razlikuje između materijalizma metafizičkog i materijalizma dijalektičkog.

»Priznavanje ma kakvih nepromjenjivih elemenata, nepromjenjive suštine stvari i t. d. nije materijalizam, nego metafizički, t. j. antidijalektički materijalizam.« (Lenjin, ibid. str. 258.) »Da bi se pitanje postavilo s jedino ispravnog t. j. dijalektičko-materijalističkog gledišta, treba pitati: postoje li elektroni, eter i tako dalje izvan ljudske svijesti kao objektivna realnost ili ne postoje.« (Lenjin, ibid. str. 258.)

I na to pitanje i na pitanje o postojanju prirode prije čovjeka i prije organske materije, odgovaraju prirodoslovci pozitivno.

»I time se pitanje rješava u korist materijalizma, jer pojam materije, kao što smo već govorili, gnoseološki ne označava ništa drugo do objektivnu realnost, koja postoji nezavisno od ljudske svijesti i koja se u njoj odražava.« (Lenjin, ibid. str. 258.)

Na tom mjestu Lenjin dalje iznosi, da dijalektički materijalizam upravo utvrđuje približni, relativni karakter svake naučne postavke o strukturi materije i o njenim svojstvima.

»Nova fizika je skrenula u idealizam poglavito i upravo zbog toga što fizičari nisu poznavali dijalektiku... Poričući nepromjenljivost dotada poznatih elemenata i svojstava materije, oni su se srozali i na poricanje materije, t. j. objektivne realnosti fizičkog svijeta. Poričući apsolutni karakter najvažnijih i osnovnih zakona, oni su se srozali na poricanje svake objektivne zakonitosti u prirodi, na proglašavanje prirodnog zakona za puku uvjetnost, za »ograničavanje očekivanja«, za »logičku nužnost« i t. d. Utvrđujući približni relativni karakter naših znanja, oni su se srozali na poricanje objekta nezavisnog od spoznaje koji se približno točno, relativno pravilno odražava u toj spoznaji.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 259.)

Lenjin citira Engelsovo gledište, da je nepromjenjivo samo jedno: odražavanje u ljudskoj svijesti (kad ljudska svijest postoji), vanjskog svijeta koji postoji i razvija se nezavisno od nje.

»Nikakva druga »nepromjenljivost«, nikakva druga »suština«, nikakvo »apsolutna supstancija« u onom smislu u kome je profesorska filozofija u svojoj dokolici ocrtała te pojmove — za Marksa i Engelsa ne postoje. »Suština« stvari ili »supstancija« također su relativne; one izražavaju samo produbljivanje ljudske spoznaje objekata i ako jučer to produbljivanje nije išlo dalje od atoma, a danas ne ide dalje od elektrona i etera, onda dijalektički materijalizam baš utvrđuje privremeni relativni približni karakter svih odsječaka u spoznavanju prirode putem ljudske nauke koja ide naprijed. Elektron je isto tako neiscrpan kao i atom, priroda je beskonačna, ali ona beskonačno postoji i baš po tome jedino kategoričnom, jedino bezuvjetnom priznanju njenog postojanja izvan svijesti i osjeta čovjekovih, dijalektički materijalizam se i razlikuje od relativističkog agnosticizma i idealizma.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 259—260.)

U posebnom poglavlju svoje knjige Lenjin razraduje Engelsonovu postavku, da se »kretanje ne može zamisliti bez materije«. U vezi s time prikazuje Lenjin dosljednog idealistu koji stoji na gledištu, da je čitav svijet moj osjet ili moja predodžba. Lenjin ističe, da idealist i ne pomišlja da poriče, da je svijet kretanje, naime kretanje mojih misli, predočaba, osjeta. Pitanje o tome šta se kreće idealist odbacuje i smatra besmislenim: vrši se promjena mojih osjeta, nestaju i pojavljuju se predodžbe i ništa više. Izvan mene nema ničega. »Kreće se« i gotovo. »Ekonomičnije« mišljenje teško je i zamisliti.

»Osnovna razlika između materijalista i pristalica idealističke filozofije sastoji se u tome što materijalist smatra osjet, opažaj, predodžbu i uopće čovjekovu svijest za sliku objektivne realnosti. Svijet je kretanje te objektivne realnosti koja se odražava u našoj svijesti. Kretanju predočaba, opažaja i t. d. odgovara kretanje materije izvan mene. Pojam materije ne izražava ništa drugo do objektivnu realnost koja nam je dana u osjetu. Zato odvajanje kretanja od materije znači isto što i odvajanje mišljenja od objektivne realnosti, odvajanje mojih osjeta od vanjskog svijeta, t. j. prelaz na stranu idealizma.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokritičizam, str. 264.)

Lenjin podvlači, da je pokušaj da se kretanje zamišlja bez materije identičan s pokušajem da se misao odvoji od materije, a to je upravo filozofski idealizam. I dok metafizički t. j. anti-dijalektički materijalist može pretpostaviti postojanje materije (makar i privremeno, do »prvog podstreka« i t. d.) bez kretanja, dijalektički materijalist smatra da je kretanje nerazdvojno svojstvo materije.

Rezimirajući kaže Lenjin, da su razorivost atoma, njegova neiscrpnost, promjenljivost svih oblika materije i njenog kretanja, uvijek bile oslonac dijalektičkog materijalizma.

Lenjin naročito opširno govori o knjizi francuskog fizičara Abela Rey-a »Teorija fizike kod suvremenih fizičara« (Abel Rey: »La théorie de la physique chez les physiciens contemporains«, Paris, F. Alcan, 1907.), koga zove pomiriteljem. Rey je pokušao u svojoj knjizi da ujedini sve škole suvremene fizike (pa tako i pozitivizam) protiv fideizma. To međutim nije moguće, jer se ne može osporiti skretanje škole Mach-Poincare-Pearson idealizmu

(t. j. profinjenom fideizmu). Objektivnost fizike kod Reya nije ništa drugo nego »stidljivo« formuliranje materijalizma. Lenjin ističe, da će materijalistički osnovni duh fizike kao i svih suvremenih prirodnih nauka, pobijediti sve i svakakve krize, ali jedino ako se metafizički materijalizam bezuvjetno zamijeni dijalektičkim materijalizmom.

Vrijedno je još spomenuti kako Lenjin tumači vrlo važne pojmove u fizici: iskustvo, uzročnost i nužnost u prirodi, prostor i vrijeme, slobodu i nužnost.

Za vrlo važni fizikalni pojam iskustvo kaže Lenjin da se iza te riječi

»može nesumnjivo skrivati i materijalistička i idealistička linija u filozofiji, a isto tako Humeova i Kantova, ali ni određivanje iskustva kao predmeta ispitivanja ni njegovo određivanje kao sredstva spoznaje ne rješava još ništa u tom pogledu.«

Avenariusov učenik Carstanjen kaže naime, da iskustvo nije sredstvo spoznaje, nego samo predmet ispitivanja. Lenjin dalje navodi da je iz historije filozofije poznato da je tumačenje pojma iskustvo razdvajalo klasične materijaliste i idealiste. Idealistička filozofija zaodjeva svoju reakcionarnost u ruho deklamacije o iskustvu. Tako na pr. W. Jerusalem kaže: »priznavanje božanskog prabića ne protivrječi nikakvom iskustvu.«

Već je Feuerbach sa materijalističkog stanovišta zahvatio problem kauzaliteta i nužnosti u prirodi i vrlo jasno razložio osnovno teističko stanovište.

»Teizam iz slučajnosti reda, svršishodnosti i zakonitosti u prirodi izričito izvodi zaključak o njihovom proizvoljnom porijeklu, o tome da postoji biće koje se razlikuje od prirode i koje u prirodu, samu po sebi (an sich) kaotičnu (dissolute) i ravnodušnu prema svakoj određenosti, unosi red, svršishodnost i zakonitost. Razum teista... je razum koji stoji u protivurječnosti s prirodom, koji apsolutno nema ni smisla ni razumijevanja za suštinu prirode. Razum teista razdvaja prirodu na dva bića — jedno materijalno i drugo formalno ili duhovno.« (Werke, VII. Band, 1903., S. 518–520.) (Lenjin, Materijal. i empiriokrit., str. 147.)

Kao primjer idealističkog rješenja tog pitanja navodi Lenjin Machovu rečenicu: »Izuzevši logičke nužnosti nikakva druga, na pr. fizička nužnost ne postoji«. To je primjer idealističkog shvaćanja.

Po materijalističkom shvaćanju, po shvaćanju dijalektičkog materijalizma spoznavanje neprekidnutog i međusobno najuže povezanog lanca uzroka i posljedica odražava objektivnu zakonitost koja postoji u svijetu, koji spoznajemo. U tom i jest osnovno pitanje ističe Lenjin da li je naše spoznavanje uzročnih veza objektivna zakonitost u prirodi ili su to svojstva našeg uma, njegova sposobnost da spozna izvjesne apriorne istine i t. d. To je ono što jednom za uvijek razdvaja materijaliste Feuerbacha, Marksa i Engelsa od agnostičara (jumovaca) Avenariususa i Macha.

Važno pitanje prostora i vremena i njegove objektivne realnosti obrazlaže Lenjin detaljno i navodi, da priznavajući postojanje objektivne realnosti t. j. materije u kretanju nezavisno od naše svijesti, materijalizam neminovno mora priznavati i objektivnu realnost vremena i prostora. Time se on razlikuje od kantijanstva, koje u tom pitanju stoji na strani idealizma i smatra vrijeme i prostor ne objektivnom realnošću, nego formama ljudskog promatranja. Isto tako kao što tijela ili stvari nisu jednostavne pojave, nisu kompleksi osjeta, nego dijelovi objektivne realnosti, koja djeluje na naša osjetila, tako i prostor i vrijeme nisu jednostavne forme pojava, nego objektivno realne forme bića.

»U svijetu nema ničeg drugog osim materije u kretanju, a materija se ne može kretati drugačije, nego u prostoru i vremenu. Ljudske predodžbe o prostoru i vremenu jesu relativne, ali se iz tih relativnih predodžbi formira apsolutna istina; razvijajući se te relativne predodžbe idu linijom apsolutne istine, približavaju se njoj. Promjenljivost ljudskih predodžbi o prostoru i vremenu isto tako malo pobija objektivnu realnost i jednog i drugog, kao što promjenljivost naučnih znanja o strukturi i obliku kretanja materije ne pobija objektivnu realnost svijeta.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 148—149.)

»Nije moguće dosljedno zastupati filozofsko gledište, koje bi imalo neprijateljski stav prema svakom fideizmu i svakom idealizmu, ako se odlučno i određeno ne prizna, da naši pojmovi vremena i prostora, koji se razvijaju, odražavaju objektivno vrijeme i objektivno realni prostor, da se oni i ovdje kao i uopće približavaju objektivnoj istini.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 169—170.)

Slično kaže Engels, da su prostor i vrijeme osnovne forme svakog bića i da je biće izvan vremena isto tako najveća besmislica kao i biće izvan prostora.

Lenjin polemizira sa ruskim mahistom Bogdanovom po kojemu izlazi, da se iskustvu ljudi i njihovoj spoznajnoj sposobnosti prilagođavaju razne forme prostora i vremena.

»U stvari je upravo obrnuto. Naše iskustvo i naša spoznaja sve više se prilagođavaju objektivnom prostoru i vremenu odražavajući ih sve pravilnije i dublje.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 131.)

Sam Lenjin nije se osvrnuo na Einsteinovu specijalnu teoriju relativnosti, koju je Einstein u »Analima fizike« objavio 1905. Relativnost vremena i prostora, kako ga postulira Einsteinova teorija relativnosti, ni u koliko se ne protivi citiranim Lenjinovim postavkama o prostoru i vremenu, jer relativnost prostora i vremena ne znači, da prostor i vrijeme objektivno ne egzistiraju i da se zbivanja u objektivnom svijetu, da se kretanje materije ne odigrava u vremenu i prostoru. Kao što bi bilo neispravno tvrditi, da Einsteinova teorija relativnosti predstavlja idealističko shvaćanje, isto je tako neispravno misliti da dijalektički materijalizam sa svojim priznanjem objektivne egzistencije prostora i vremena zahtijeva da prostor i vrijeme imaju apsolutni karakter. Relativnost prostora i vremena isto je tako nesumnjiva i objektivno dana kao što je nesumnjiva i objektivna primarna njihova egzistencija bez obzira na čovjeka.

Lenjin posvećuje nekoliko stranica i pitanju slobode i nužnosti, tom pitanju koje je mnogo zanimalo i mnoge istaknute fizičare na pr. Plancka, Schrödingera i Bohra. Lenjin citira Engelsa:

»Hegel je prvi pravilno izložio odnos slobode i nužnosti. Sloboda je za njega spoznaja nužnosti. Nužnost je slijepa samo ukoliko nije shvaćena. Sloboda se ne sastoji u fiktivnoj nezavisnosti od prirodnih zakona, nego u spoznaji tih zakona i u danoj na taj način mogućnosti da te zakone planski primoravamo da djeluju u određene svrhe. To važi kako za zakone vanjske prirode, tako i za zakone koji upravljaju tjelesnim i duhovnim postojanjem samog čovjeka — dvije klase zakona koje možemo odvojiti jednu od druge u najboljem slučaju u predodžbi, ali nikako u stvarnosti. Sloboda volje, prema tome, ne znači ništa drugo nego sposobnost da donosimo odluke na osnovu poznavanja stvari. Dakle, ukoliko je čovjekov sud o određenom pitanju slobodniji, utoliko će s većom nužnošću biti određen sadržaj tog suda... Sloboda se, dakle, sastoji u vlasti nad samim sobom i nad vanjskom prirodom, u vlasti zasnovanoj na spoznaji prirodnih nužnosti (Naturnotwendigkeiten).« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 181—182.)

Lenjin rezimira Engelsovo shvaćanje o slobodi volje i nužnosti u prirodi i navodi, da je po Engelsovu shvaćanju nužnost u prirodi primarna, a da su volja i svijest čovjeka sekundarne. Engels isto tako ne sumnja u postojanje slijepa nužnosti. Mi govorimo o slijepoj nužnosti i mislimo time da postoji nužnost koju čovjek još nije spoznao. Mi tu nužnost ne poznamo, ali znamo da ona postoji.

»Kod Engelsa čitava živa ljudska praksa probija sebi put u samu teoriju spoznaje dajući objektivni kriterij istine: dok ne poznamo zakon prirode, on postoji i djeluje mimo i izvan naše svijesti, čini nas robovima »slijepa nužnosti«. Čim upoznamo taj zakon koji djeluje (kako je to hiljadu puta ponovio Marx) nezavisno od naše volje i od naše spoznaje — mi smo gospodari prirode. Gospodarenje nad prirodom, koje se ispoljava u praksi čovječanstva, rezultat je objektivno-točnog odražavanja pojave i procesa prirode u ljudskoj glavi, ono je dokaz da je to odražavanje (u granicama onoga što nam praksa pokazuje) objektivna, apsolutna, vječna istina.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokrit., str. 183—184.)

Sumarno možemo kazati, da kantovsko-mahistička formula glasi: »Čovjek daje zakone prirodi« i to je formula fideizma dok materijalisti uzimaju da je priroda primarna, a duh je sekundarna tvorevina prirode.

Jedna od osnovnih postavki pozitivističke filozofije Macha i Avenariususa je t. zv. »princip ekonomije mišljenja«, »princip najmanjeg utroška snaga«. Kao zahtjev tog principa izvodi se zaključak, da je shvaćanje osjeta kao posljednjih elemenata, koji izgrađuju stvari najekonomičnije. Takva tvrdnja svakako dovodi do subjektivnog idealizma. Naprotiv tome ističe Lenjin da je ljudsko mišljenje onda »ekonomično« kad pravilno odražava objektivnu istinu, a kao kriterij te pravilnosti služi praksa, eksperiment, industrija.

U posebnoj poglavlju svoje knjige Lenjin se bavi pitanjem suštine i značenje »fizičkog« idealizma. Lenjin pokazuje da postoje dva teoretska uzroka, koji su fizičare odveli u idealizam. Prvi je uzrok u odlučnom zahvatu matematike i matematičkog načina mišljenja u fiziku. Matematika je postala u fizici sama sebi cilj. Lenjin citira mišljenje Reya o tom pitanju i nalazi, da Rey-eva konstatacija, da se invazijom matematičkog duha u metode fizičkih su-

dova i u shvaćanje fizike objašnjava neuvjerenost, kolebanje misli u pogledu objektivnosti fizike. Lenjin kaže »Kolebanje misli u pitanju objektivnosti fizike, u tome je suština pomodnog fizičkog idealizma«. Lenjin citira dalje Rey-a koji navodi, da se kriza fizike sastoji u tome što je duh matematike osvojio fiziku. Teorijska fizika postala je matematička fizika. Onda je otpočeo period formalne fizike, koja je postala čisto matematička — matematička fizika ne kao grana fizike, nego kao grana matematike. Tako se objašnjava, kaže Lenjin, da za mnoge suvremene fizičare materija iščezava, ostaju samo jednačbe. Idealist Cohen želi uvesti više matematiku u škole da bi se gimnazijalci proželi idealističkim duhom koji potiskuje naša materijalistička epoha.

»U najvećoj mjeri je karakteristično to kako se davljenik hvata i za slamku, kakvim rafiniranim sredstvima pokušavaju predstavnici obrazovane buržoazije da umjetno sačuvaju ili pronadu mjestašce za fideizam, koji se u širokim slojevima narodnih masa rađa zbog neznanja, utučenosti i besmislenog barbarstva kapitalističkih protivurječnosti.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 306.)

Kao drugi uzrok idealizma suvremenih fizičara navodi Lenjin princip relativnosti, relativnosti našeg znanja, koji pri nepoznavanju dijalektike neminovno vodi idealizmu. Pozitivisti sa Machom zaključuju da se sve istine stare fizike, a među njima i one koje su smatrane kao neosporne i nepokolebive pokazuju kao relativne istine. Iz toga potpuno krivo zaključuju pozitivisti da nema nikakve objektivne istine koja ne bi zavisila od čovječanstva, od ljudske svijesti. Lenjin podvlači da tako ne rasuđuje samo sav mahizam, nego i sav »fizički« idealizam uopće. Takove nepravilne zaključke može iz relativizma izvući samo onaj tko ne pozna osnovne postavke materijalističke dijalektike, koja teorijski pravilno postavlja pitanje o relativizmu i zato mora nepoznavanje te dijalektike neminovno odvesti od relativizma filozofskom idealizmu.

Dijalektički materijalizam tvrdi:

»da se iz sume relativnih istina u njihovom razvitku stvara apsolutna istina — da relativne istine predstavljaju relativno točne odraze

objekta koji ne zavisi od čovječanstva — da ti odrazi postaju sve točniji — da u svakoj naučnoj istini bez obzira na njenu relativnost postoji element apsolutne istine.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 307.)

To, da tako kažemo »pomodno« obaranje materijalizma u čuo vrijeme ima se jednim dijelom svesti na činjenicu da mehanički materijalizam zaista nije bio u stanju da shvati relativnost svih naučnih teorija. Preuveličavanje mehaničkog gledišta uz nepoznavanje dijalektike izazvalo je utisak da se relativnost naučnih istina protivi materijalističkom stanovištu. Lenjin citira francuskog fizičara Duhema koji kaže da je svaki fizički zakon privremen i relativan zato što je približan.

»Ubi se čovjek probijajući otvorena vrata! — misli marksist čitajući duga rasuđivanja o toj temi. U tome i jest nesreća Duhema, Stalloa, Macha, Poincarca što oni ne vide vrata koja je otvorio dijalektički materijalizam. Oni ne umiju pravilno formulirati relativizam i srozavaju se od njega u idealizam.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 308.)

Rezimirajući kaže Lenjin:

»Jednom rječju, današnji »fizički« idealizam isto kao i jučerašnji »fiziološki« idealizam znači samo to da se jedna škola prirodnjaka u jednoj grani prirodnih nauka srozala u reakcionarnu filozofiju, pošto nije umjela da se direktno i odmah uzdigne od metafizičkog materijalizma do dijalektičkog materijalizma. Taj korak čini i učinit će suvremena fizika, ali ona korača k jedino točnoj metodi i k jedino točnoj filozofiji prirodnih nauka ne direktno, nego u cikcak, ne svjesno, nego stihijski, ne videći jasno svoj »konačni cilj«, nego približavajući mu se pipajući, kolebajući se, kadikad čak okrenutih leđa. Suvremena fizika leži u porođajnim mukama. Ona rađa dijelektički materijalizam. Porođaj je bolan. Pred živog i za život sposobnog bića, on neizbježno daje i neke mrtve proizvode, svakojake otpatke koji treba da budu bačeni u pomijaru. Među te otpatke spada čitav fizički idealizam, sva empiriokritička filozofija zajedno s empiriosimbolizmom, empiriomonizmom i t. d. i t. d.« (Lenjin, Materijalizam i empiriokriticizam, str. 310—311).

Lenjinova uspješna borba protiv »fizičkog« idealizma s jedne strane i razvoj najnovije fizike s druge strane učinili su da je potpuno uzdrmana pozicija pozitivizma u najrazličnijim njegovim formama i među građanskim fizičarima. Centar pažnje današnje fizike jesu da tako kažemo reakcija elementarnih čestica; tih posljednjih dijelova materije. Suvremena fizika postulira stvaranje,

sintezu i pozitrona i negatrona (elektrona), ona uči da se iz neutrona stvaraju protoni i elektroni, da se u sukobu sa atomima plinova u najvišim dijelovima atmosfere stvaraju mezoni, koji se nakon srednjeg trajanja života od jedne stotisućinke sekunde raspadaju, i kod toga stvaraju i elektron. Ti rezultati fizike očigledno dokazuju da izvan nas i neovisno o nama teku jezgrene reakcije, čiji produkti utječu na naše aparate i tako postaju dostupne fizičkim mjerenjima. Moderna fizika danas mora priznati da su se te jezgrene reakcije vršile davno prije nego se je pojavila svijest kao svojstvo visoko organizirane materije. Današnja fizika isto tako mora priznati da će se te reakcije vršiti i davno iza uništenja posljednje žive stanice na našem planetu. Ne govori to samo fizika nego je važnije da to moraju priznati i fizičari pa se može slobodno reći da nema poznatijeg fizičara koji bi bio sljedbenik Macha u tom smislu da tvrdi kao i Mach da se egzistencija atoma ne da dokazati, i da zato proučavanje atoma ne pripada u područje fizike.

Lenjin na nekoliko mjesta ističe da su prirodoslovci, specijalno fizičari, nesvjesni materijalisti i da u području svoje nauke i ne mogu ništa drugo biti. Razvoj suvremene fizike doprinjeo je tome da fizičari postaju u većini i svjesni materijalisti. Ne smijemo zaboraviti, da u zemljama gdje je ostvaren socijalizam naročito u Sovjetskom Savezu, gdje su fizičari imali prilike, da dobro upoznaju dijalektički materijalizam iz Lenjinove knjige, praktički više nema idealističkih fizičara. No u zemljama zapada, u kapitalističkim zemljama, veliki broj istaknutih naprednih fizičara stoji svjesno na materijalističkom stajalištu. Kod nabiranja najistaknutijih naprednih suvremenih fizičara materijalista moramo u prvom redu spomenuti bračni par Joliot-Curie sa svojim radnim krugom, zatim u Engleskoj Blacketta, Bernala i niz drugih istaknutih naučnih radnika. Naprednih prirodoslovaca materijalista ima i u Americi, ali bi u toj zemlji prirodoslovcima, koji se nalaze u državnoj službi, naročito onima koji rade u području iskorištenja atomske energije mogla biti sudbonosna svaka izjava iz koje bi se moglo vidjeti da imaju napredna shvaćanja.

Iz toga ne bismo smjeli zaključiti, da među suvremenim fizičarima nema idealista, pozitivista i fideista. Dovoljno je spomenuti samo prominentne fizičare Edingtona, Bohra, Schrödingera, Heisenberga, Plancka i Jordana, koji svi stoje na pozicijama idealizma i agnosticizma. Njima doduše ne pada na pamet da slijede Macha u njegovom pohodu protiv egzistencije atoma i protiv svake atomske i molekularne hipoteze, ali oni agnostički tvrde da je »bitnost stvari nespoznatljiva«, a svi idealisti kod odbacivanja bitnosti misle na materiju.

»Statička zakonitost moderne fizike potakla je mnoge mračnjake na idealističke spekulacije. Eddington i Jeans izveli su odatle slobodu volje, Compton je išao još i dalje i u svojoj knjizi »Oslobodi čovjeka« izveo je opstanak boga.« (Supek, *Od antičke filozofije do moderne nauke o atomima*, Zagreb 1946., str. 314.).

Naročito je zanimljivo i poučno promotriti put kojim je išao znameniti njemački fizičar, osnivač kvantne teorije, Max Planck. On je u mnogim svojim predavanjima konsekventno pobijao Macha tvrdeći da je egzistencija vanjskog svijeta, koji egzistira prije nas, prije pojave svijesti na zemlji i koji će egzistirati i poslije nas, fizikalno dokazana istina, istina koja se fizičari direktno naturava elementarnom snagom, u prvom redu preko općih univerzalnih konstanta: brzine svjetlosti  $c$  i Planckove konstante  $h$ . Planckovo je dakle ishodno stajalište materijalističko, ali uza sve to Planck nije materijalista, već je kao partijski čovjek iz situacije koju je zapravo sam stvorio, našao izlaz u fideizmu. On na nekoliko mjesta fideistički govori o religiji, o iracionalnom u fizičarima, o svemoćnom nespoznatljivom umu koji bdi nad divnom zakonitošću u svijetu. Tako Max Planck u predavanju »Religija i prirodna znanost«, koje je održao u maju 1937 u Baltikumu govori kako se pokret bezbožnika širi među mladeži. To je zato, kaže Planck, jer mladež ne može da vjeruje u čuda koja naučavaju različite religije. Radi toga se među tom mladeži širi pokret bezbožnika, koji se ruga svakoj pobožnoj vjeri u neku višu moć nad ljudima. Po Planckovim riječima pokret bezbožnika izrabljuje rezultate prirodnih nauka i pomoću tog saveza

»u uvijek bržem tempu širi svoje razorno djelovanje nad narodima svijeta u svim njihovim slojevima. Ne trebam ni spominjati, da sa njegovom pobjedom ne bi propala samo najvrijednija blaga naše kulture, nego što je još gore i izgledi na bolju budućnost.« (Max Planck, *Religion und Naturwissenschaft*, Leipzig 1938., str. 7.).

U istom predavanju kaže Planck, da egzaktna prirodna nauka uči da nad ljudima vlada određena zakonitost, koja je neovisna o egzistenciji misaonog čovječanstva, ali za koju moramo kazati da odgovara svrsishodnom djelovanju. Ta zakonitost dakle »predstavlja umni poredak u svijetu, kojemu su podvrgnuti i priroda i čovječanstvo i čija je prava bit za nas nespoznatljiva i, koja će takva i ostati.« (Planck, *Religion und Naturwissenschaft*, str. 27.) Prirodoslovac polazeći od osjeta kao onoga što mu je primarno čiano, želi da se induktivno približi bogu i njegovom poretku u svijetu kao najvišem nedostižnom cilju.

Po tim riječima Maxa Plancka jasno razabiremo situaciju koja je nastala razvitkom suvremene fizike. Taj je razvitak toliko potkrijepio osnovno materijalističko stanovište, da buržoaskim fizičarima kao klasnim partijskim ljudima nije bilo moguće svoj idealizam zadržati unutar domene fizike, već su bili primorani da napuste domenu egzaktno prirodne nauke i da se kao u posljednju tvrđavu »strateški« povuku u fideizam, u priznanje najvišega uma, kojemu je podvrgnuta priroda. Da se kod Maxa Plancka zaista radi o partijsnosti, dokaz je i jedno mjesto iz njegovog predavanja »Zakon kauzaliteta i sloboda volje«, koje je održao 1923. godine. Pri koncu tog predavanja citira Planck riječi Sv. Pavla:

»Onima koji ljube Boga, sve stvari moraju služiti na dobro (Denen die Gott lieben, müssen alle Dinge zum Besten dienen).

Planck nastavlja:

»Kome uspije da se uzdigne do toga nazora na život, toga treba zaista smatrati sretnim.«

To je stara pjesma, koja se ponavlja počevši od priče za djecu do stroge egzaktno prirodne nauke. Ne trebaš se brinuti za svjetske stvari, za održanje gologa života, ne trebaš se boriti protiv izrabljivača.



a za bolji život, jer šta će ti to sve, kad je sreća u djubavi prema bogu.

U fideizam kao posljednje zaklonište idealizma sklonuli su se neki buržoaski fizičari iza kako su im razoreni »svjetski elementi«, osjeti kao posljednje opeke koje izgrađuju svijet fizičkog idealizma. Marksisti, dijalektički materijalisti mogu biti zadovoljni, jer su razorili i uništili jednu poziciju idealizma unutar domene fizike i istjerali idealiste onamo kamo i spadaju, u fideizam ili po Lenjinovim riječima u »profinjenu popovštinu«.

Čitava nova fizika služi danas osnovnim postavkama dijalektičkog materijalizma kao kriterij prakse, čitava fizika dokazuje i potvrđuje dijalektički materijalizam kao jedino ispravnu metodu egzaktnih prirodnih nauka. Da je došlo do te situacije, da dijalektički materijalizam pobjeđuje u domeni fizike, u velikoj mjeri imamo zahvaliti Vladimiru Iliču Lenjinu, cjelovitom čovjeku — borcu na svim linijama.

*Dr. Branimir Marković:*

## MJERENJE I MJERE

Svakodnevni život prisiljava nas, da jednu veličinu uspoređujemo s istovrsnom. Put do mog ureda kraći je idem li ulicom A, nego idem li ulicom B; teža je ova vreća puna brašna, nego ona puna oraha; manje ću vremena izgubiti idem li do prijatelja tramvajem, nego kad idem pješice. To uspoređivanje istovrsnih veličina dovodi nužno do mjerenja. Mi mjerimo dužine, težinu, vrijeme i t. d. Što zapravo znači mjeriti? Kad mjerimo, određujemo koliko puta se odgovarajuća jedinica nalazi u dotičnoj veličini koju mjerimo. Ako smo izmjerili, recimo, neku dužinu i ona imade 32 m, to znači, da se jedinica za dužinu — štap dug 1 m — može po toj dužini nanijeti 32 puta. Ako je neki predmet težak 15 kg, znači, da je njegova težina 15 puta veća od jedinice za težinu — utega teškog 1 kg.

Potreba za uspoređivanjem istovrsnih veličina, potreba je čovjeka pojedinca, dok potreba mjerenja, odnosno jedinica za mjerenje, proizlazi nužno i neminovno iz međusobnog odnosa čovjeka i čovjeka, odnosno jedne skupine ljudi i druge skupine ljudi. Produkti rada jednog čovjeka mjenjaju se s produktima rada drugog čovjeka. Ako se želi, da ta razmjena produkata rada bude pravedna, moramo mjeriti. Za 1 m istkane tkanine dobije tkalac 0,5 kg pšenice od seljaka. Postavivši takav odnos između rada tkalca i produkta rada seljaka, znat će uvijek tkalac koliko će pšenice primiti od seljaka za predanu mu tkaninu, odnosno znat će seljak koliko će tkanine dobiti od tkalca za predanu mu pšenicu. Ta prvotna primitivna razmjena produkata rada jednog ča-

vjeka s produktima rada drugog čovjeka i bila je poticaj, da se uvede mjerenje i jedinice za to mjerenje. Jasno je, da se u to doba razvoja čovječanstva javljaju jedinice za one veličine, koje kod takve razmjene produkata rada dolaze. To su jedinice za dužinu, težinu, vrijeme, odnosno površinu i volumen.



Sl. 1. Kip viteza Orlanda u Dubrovniku

Kod starih Grka, koji imaju razvijenu trgovinu, postoji već savršeniji sistem jedinica. Veće jedinice grade se iz manjih, mno-

što da se uzme za jedinicu? Najprirodnije je, da se te jedinice uzmu takve, koje su čovjeku uvijek pri ruci. Zato prve jedinice za dužinu su dužine pojedinih dijelova ljudskog tijela. Po imenu dijela tijela nosi ime i dotična jedinica. Već kod starih Sumerana i Babilonaca nalazimo jedinice za dužinu: prst, pedanj, lakat, stopa, korak. Jedinice s takvim nazivima sačuvale su se i do danas u nekim zemljama (Anglo-saksonskim), a i naš narod često mjeri na pednje i korake. No svi pednji, lakti i koraci nisu jednaki, pa se vremenom nastojalo normirati te jedinice. Obično se u trgovačkim gradovima sagradio kip nekog čovjeka i dimenzije tog kipa bile su jedinice za dužinu. I u našem Dubrovniku postoji kip viteza Orlanda. Lakat tog kipa (dug je 51 cm) bila je jedinica za dužinu.

Na sličan način nastale su i jedinice za težinu. Sumerani i Babilonci imaju jedinicu za težinu: zrno, uteg i t. d., a jedinica za površinu je voćnjak: Uglavnom veće jedinice grade iz manjih tako, da manju množe sa 6 ili  $3 \cdot 6 = 18$ .

žeci manju s 10, 100 ili s 6, 60, 600, ali to nije konzekventno provedeno.

Neke najvažnije stare grčke jedinice:

Jedinica za dužinu: palac = 1,85 do 2 cm, stopa = 27 do 33 cm, lakat = 48 cm, *plethron* (100 stopa) = 2,7 do 3,3 m, stadij (600 stopa) = 165 do 210 m.

Jedinice za volumen:

a) za tekućine i krute tvari: *kyathos* (žlica) = 0,046 l, *katyle* (časića) = 0,274 l;

b) samo za tekućine: *hus* (vrč) = 3,283 l, *metret* = 39,39 l;

c) samo za krute tvari: *choenix* (jednodnevni obrok žita) = 1,094 l, *hekteus* (šestak) = 1,64 l, *medimnos* (vagan) = 51,84 l.

Jedinice za težinu: obol (štapčić) = 0,72 g, dragma (rukovet) = 4,32 g, mina = 432 g, talent (60 mina) = 25,92 kg.

Rimljani imajući veliku državu, uredili su na cijelom svom teritoriju jedan sistem jedinica. Uglavnom su preuzeli jedinice od starih Grka. Jedinice Rimljana malo se razlikuju i po imenu i po veličini od onih kod starih Grka.

Neke najvažnije stare rimske jedinice:

Jedinice za dužinu: palac = 1,8 cm, dlan = 7 cm, stopa = 29 cm, lakat = 44 cm, dvostruki korak = 1,47 m, milja (1000 koraka) = 1478 m.

Jedinice za površinu: jutro ( $240 \times 120$  stopa) = 0,24 ha.

Jedinice za volumen: iste su kao i kod starih Grka. Nova je jedinica za mjerenje žita *madius* = 8,75 l i *medimnos* (6 *madiusa* — *vagan*) = 52,5 l i jedinica za mjerenje tekućine *amfora* = 26 l.

Jedinice za težinu: 1 libra = 327,45 g, 1 unca ( $\frac{1}{2}$  libre), 1 *scellig* ( $\frac{1}{4}$  unce), *scripul* ( $\frac{1}{6}$  *scelliqua*), 1 obol ( $\frac{1}{2}$  *scripula*), 1 silig ( $\frac{1}{3}$  obola).

Takve jedinice za dužinu, volumen i težinu s malim promjenama u nazivima, ali znatnim u vrijednostima, upotrebljavale su se sve do nedavne prošlosti.

No mjerenje nije samo posao trgovaca. Mjerenje je također i baza svih eksperimentalnih nauka, osobito fizike. Fizikalni, prirodni, zakon je zapravo kvantitativna veza između pojedinih fizikalnih većina. Otkriće takvog zakona, a i njegovo provjeravanje, odnosno primjena, usko je vezano s mjerenjem fizikalnih veličina. Sigurno, da zahtjevi koji se sad postavljaju na mjerenje — čim veća točnost i raznolikost veličina koje se mjere — nisu isti kao način mjerenja u trgovačke svrhe. S druge pak strane, nastala je

potreba, da jedinica za istu fizikalnu veličinu bude kod svih naroda ista, kako bi se olakšao rad u naučnom istraživanju i u praktičkoj primjeni tog rada. Potreba za takvim reformiranjem jedinica, koje bi bile pogodne za naučne svrhe, a služile bi dobro i ostalim potrebama, javlja se na početku XVII. vijeka. Ta potreba javlja se naime onda, kad je fizika pokročila snažnim koracima naprijed. U to vrijeme Galilej i Newton u svojim djelima postavljaju naučne temelje mehanike i optike.

Kad izabiremo jedinice za fizikalne veličine, nameću se dva pitanja:

1.) Treba li se za svaku fizikalnu veličinu izabrati proizvoljna jedinica, ili postoje neke osnovne jedinice za neke izvjesne fizikalne veličine iz kojih se mogu izvesti onda sve druge jedinice?

2.) Ako postoje osnovne jedinice iz kojih se daju izvesti jedinice za druge fizikalne veličine, koliko tih osnovnih jedinica ima i kako će biti najzgodnije da ih izaberemo?

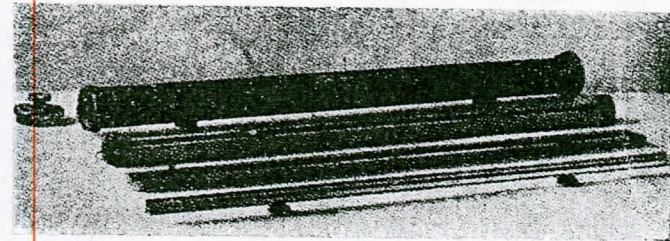
Može se pokazati, da se sve fizikalne veličine, koje dolaze u mehanici, mogu izvesti iz tri osnovne jedinice. Svejedno je za koje tri mehaničke veličine definiramo jedinicu, pa onda pomoću tih triju definiranih jedinica izvedemo jedinice za sve ostale veličine, koje dolaze u mehanici. Zgodno je, da za osnovne jedinice uzmemo jedinice za one veličine, koje su po svojoj definiciji jednostavne, a što je još i važnije, da se i te jedinice prema danoj definiciji mogu i realizirati. Realizirati jednu jedinicu je kud i kamo teže nego je definirati.

Zgodno je, da se kao osnovne jedinice uzmu jedinica za dužinu, masu i vrijeme. Katkad je zgodnije — osobito u praktičke svrhe, da se za osnovne jedinice uzmu jedinice za dužinu, težinu i vrijeme.

Prema tome kolike jedinice izaberemo za te tri osnovne veličine (dužinu, masu odnosno težinu i vrijeme), dobivamo razne mjerne sisteme. Svaki od tih mjernih sistema je jednako valjan i uvijek možemo, bilo koju fizikalnu veličinu izmjerenu jedinicama jednog mjernog sistema, preračunati u jedinice nekog drugog mjer-

nog sistema. Koji ćemo mjerni sistem kada upotrijebiti, ovisi o tome što mjerimo i u koju svrhu nam služi to mjerenje.

Koliku ćemo uzeti jedinicu za dužinu, masu, vrijeme odnosno težinu? Potpuno je svejedno kolika se uzme veličina pojedine jedinice, ali ipak je težnja, da u izboru veličine tih osnovnih jedinica bude neke logike, t. j. da se veličine tih osnovnih jedinica uzmu takve, da ima nekog obrazloženja, zašto smo uzeli baš tako veliku jedinicu, a ne drugačiju. U tom pogledu bilo je različitih prijedloga. Francuska akademija znanosti 1791. donijela je zaključak kako da se izaberu te osnovne jedinice. Po tom zaključku načinjeni su realni uzorci osnovnih jedinica, koji su onda uz neke neznatne promjene bili prihvaćeni, i od ostalih naroda. Međunarodni kongres za mjere i utege 1889. god. prihvatio je te jedinice — metarske — kao međunarodne osnovne jedinice.



Sl. 2. Uzorni metar

Jedinica za dužinu je metar. Taj metar trebao je biti desetmilijunti dio kvadranta meridijana, t. j. desetmilijunti dio dijela meridijana od pola do ekvatora. Mjerenje meridijana izvršeno je između Dunkerquea i Barcelone. Na temelju tog mjerenja učinjen je tako zvani arhivski metar (mètre des Archives) iz platine. On je 1799. postao službena jedinica za dužinu u Francuskoj. Nova mjerenja meridijana pokazala su, da taj arhivski metar nije desetmilijunti dio kvadranta meridijana. Taj metar je kojih 0,2 mm prekratak prema danoj definiciji. Svako novo mjerenje meridijana donášalo bi sve nove korekcije metra. Zbog toga se odustalo od prvotne definicije metra. Prema zaključku Prve glavne međunarodne konferencije za utege i mjere (1889.) načinjen je štap od

potreba, da jedinica za istu fizikalnu veličinu bude kod svih naroda ista, kako bi se olakšao rad u naučnom istraživanju i u praktičkoj primjeni tog rada. Potreba za takvim reformiranjem jedinica, koje bi bile pogodne za naučne svrhe, a služile bi dobro i ostalim potrebama, javlja se na početku XVII. vijeka. Ta potreba javlja se naime onda, kad je fizika pokročila snažnim koracima naprijed. U to vrijeme Galilej i Newton u svojim djelima postavljaju naučne temelje mehanike i optike.

Kad izabiremo jedinice za fizikalne veličine, nameću se dva pitanja:

1.) Treba li se za svaku fizikalnu veličinu izabrati proizvoljna jedinica, ili postoje neke osnovne jedinice za neke izvjesne fizikalne veličine iz kojih se mogu izvesti onda sve druge jedinice?

2.) Ako postoje osnovne jedinice iz kojih se daju izvesti jedinice za druge fizikalne veličine, koliko tih osnovnih jedinica ima i kako će biti najzgodnije da ih izaberemo?

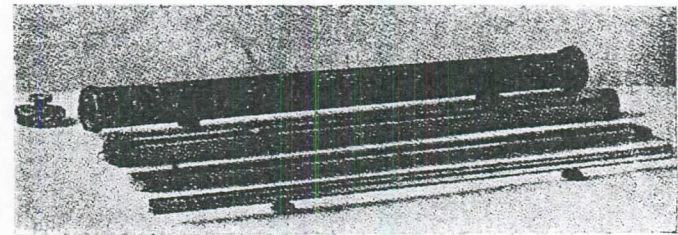
Može se pokazati, da se sve fizikalne veličine, koje dolaze u mehanici, mogu izvesti iz tri osnovne jedinice. Svejedno je za koje tri mehaničke veličine definiramo jedinicu, pa onda pomoću tih triju definiranih jedinica izvedemo jedinice za sve ostale veličine, koje dolaze u mehanici. Zgodno je, da za osnovne jedinice uzmemo jedinice za one veličine, koje su po svojoj definiciji jednostavne, a što je još i važnije, da se i te jedinice prema danoj definiciji mogu i realizirati. Realizirati jednu jedinicu je kud i kamo teže nego je definirati.

Zgodno je, da se kao osnovne jedinice uzmu jedinica za dužinu, masu i vrijeme. Katkad je zgodnije — osobito u praktičke svrhe, da se za osnovne jedinice uzmu jedinice za dužinu, težinu i vrijeme.

Prema tome kolike jedinice izaberemo za te tri osnovne veličine (dužinu, masu odnosno težinu i vrijeme), dobivamo razne mjerne sisteme. Svaki od tih mjernih sistema je jednako valjan i uvijek možemo, bilo koju fizikalnu veličinu izmjerenu jedinicama jednog mjernog sistema, preračunati u jedinice nekog drugog mjer-

nog sistema. Koji ćemo mjerni sistem kada upotrijebiti, ovisi o tome što mjerimo i u koju svrhu nam služi to mjerenje.

Koliku ćemo uzeti jedinicu za dužinu, masu, vrijeme odnosno težinu? Potpuno je svejedno kolika se uzme veličina pojedine jedinice, ali ipak je težnja, da u izboru veličine tih osnovnih jedinica bude neke logike, t. j. da se veličine tih osnovnih jedinica uzmu takve, da ima nekog obrazloženja, zašto smo uzeli baš tako veliku jedinicu, a ne drugačiju. U tom pogledu bilo je različitih prijedloga. Francuska akademija znanosti 1791. donijela je zaključak kako da se izaberu te osnovne jedinice. Po tom zaključku načinjeni su realni uzorci osnovnih jedinica, koji su onda uz neke neznatne promjene bili prihvaćeni, i od ostalih naroda. Međunarodni kongres za mjere i utege 1889. god. prihvatio je te jedinice — metarske — kao međunarodne osnovne jedinice.



Sl. 2. Uzorni metar

*Jedinica za dužinu je metar.* Taj metar trebao je biti desetmilijunti dio kvadranta meridijana, t. j. desetmilijunti dio dijela meridijana od pola do ekvatora. Mjerenje meridijana izvršeno je između Dunkerquea i Barcelone. Na temelju tog mjerenja učinjen je tako zvani arhivski metar (*mètre des Archives*) iz platine. On je 1799. postao službena jedinica za dužinu u Francuskoj. Nova mjerenja meridijana pokazala su, da taj arhivski metar nije desetmilijunti dio kvadranta meridijana. Taj metar je kojih 0,2 mm prekratak prema danoj definiciji. Svako novo mjerenje meridijana donášalo bi sve nove korekcije metra. Zbog toga se odustalo od prvotne definicije metra. Prema zaključku Prve glavne međunarodne konferencije za utege i mjere (1889.) načinjen je štap od

slitine: 90% platine i 10% iridija, kojeg presjek ima oblik slova X. Na tom štapu razmak između dva zarezaja je po definiciji dug 1 m. Taj metar nazvan je uzorni metar (mètre prototype). Prema tome definicija metra glasi danas (korigirana je 1927.) ovako: Jedinica za dužinu — jedan metar — je dužina od jednog do drugog znaka na uzornom metru koji se čuva u Uredu za utege i mjere u Sèvresu. No nije svejedno u kakvim se prilikama nalazi taj uzorni metar. Zato se još uz gornju definiciju dodaje: uzorni metar znači jedinicu za dužinu jedan metar, ako je na temperaturi 0° C, pod tlakom normalne atmosfere i ako je položen horizontalno na dva valjčića, čiji su promjeri 1 cm, a oni stoje simetrično 571 mm udaljeni jedan od drugoga. Gornja ograničenja se moraju reći, jer toplinski linearni koeficijent rastezanja materijala od kojeg je načinjen uzorni metar je 0,0086 mm po m za 1° C. Kad bi se taj metar nalazio u zrakopraznom prostoru bio bi duži za 0,0002 mm. Kad bi ga postavili vertikalno skratio bi se za 0,0006 mm.

Pomišljalo se da bi se za uzornu jedinicu za dužinu uzelo nešto drugo, a ne uzorni metar u Sèvresu. Michelson i Benoit predložili su 1892. da se kao uzorna jedinica za dužinu uzme dužina vala svjetlosti i to baš veoma tanke crvene spektralne linije kadmija. Ta svjetlost ima dužinu vala  $\lambda = 0,64384696$  tisućinke milimetra ili 1 m sadrži 1553164,12 dužina vala te svjetlosti u suhom zraku kod 15° C i normalnog tlaka. 1948. godine odustalo se od prelaza na novu definiciju uzornog metra, jer su pronađeni novi elementi, koji bi bolje odgovarali nego kadmijum. Spektralne linije tih elemenata su mnogo finije. To su izotopi kriptona (<sup>84</sup>Kr i <sup>86</sup>Kr), odnosno izotop žive (<sup>198</sup>Hg). Spektralne linije tih elemenata su gotovo savršeno monokromatske.

Ostale jedinice za dužinu, koje se često upotrebljavaju u osobitim slučajevima su:

Morska milja = 1852 m (srednja dužina minute geografske širine).

Kvadrant = 10<sup>7</sup> m (približno dužina kvadranta meridijana).

Astronomska jedinica (nebeski metar) =  $149,5 \cdot 10^6$  km (srednja udaljenost od Zemlje do Sunca).

Godina svjetlosti =  $946 \cdot 10^{10}$  km (put koji prevali svjetlost u jednoj godini).

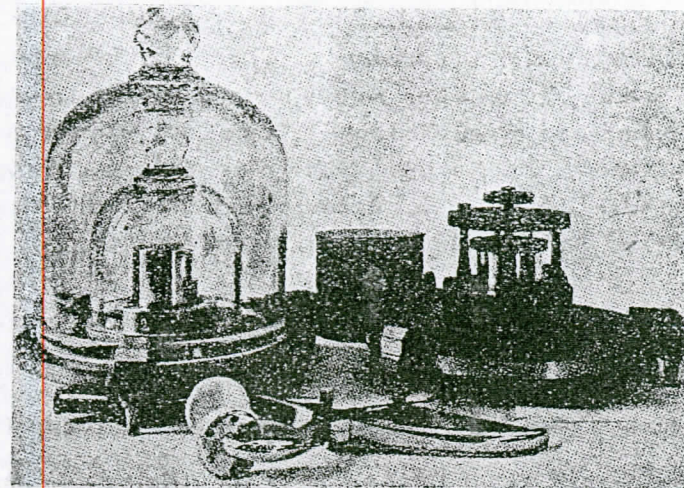
Parsek (paralaksa-sekunda) =  $3084 \cdot 10^{10}$  km (udaljenost iz koje se vidi polumjer ekliptike Zemlje pod kutom od 1 sekunde).

U spektrografiji upotrebljavaju se ove jedinice:

1 Å (angstrom)  $10^{-7}$  mm

1 X (X jedinica)  $10^{-10}$  mm

Jedinica za masu je kilogram. Taj kilogram trebao je prema definiciji biti jednak masi čiste vode od 4° C, koja zaprema volumen 1 dm<sup>3</sup>. Prema toj definiciji načinjen je arhivski kilogram (kilogramme des Archives). No taj kilogram ima masu kojih 28 mg veću nego što odgovara danoj definiciji kilograma. Prema za-



Sl. 3. Uzorni kilogram

ključku Prve glavne međunarodne konferencije za utege i mjere načinjen je uzorni kilogram (kilogramme prototype) od slitine: 90% platine i 10% iridijuma u obliku valjka. Njegova masa je gotova ista kao i masa arhivskog kilograma. Prema zaključku te konfe-

rencije jedinica je za masu uzorni kilogram, koji se čuva u Uredu za utege i mjere u Ševresu.

Kao jedinica za masu upotrebljava se još i karat, za mjerenje mase dragog kamenja. 1 karat je 205,5 mg (karat je  $\frac{1}{144}$  unce od 29,592 g).\*)

*Jedinica za vrijeme je sekunda.* Sekunda je  $24 \times 60 \times 60 = 86400$  dio srednjeg sunčanog dana, t. j. 86164,100 dio zvjezdanog dana. Zvjezdani dan je vrijeme između dva prolaza proljetne točke kroz meridijan. Proljetna točka je sjecište ekliptike i nebeskog ekvatora i to ona, kod koje Sunce prelazi ekvator od juga na sjever. Tako definirani zvjezdani dan je za 0,009 sekunda kraći nego što traje rotacija Zemlje oko njezine osi obzirom na neku zvijezdu stajačicu.

Eto, tako su izabrane tri osnovne jedinice: jedinica za dužinu — metar, jedinica za masu — kilogram i jedinica za vrijeme — sekunda. Pomoću ovih osnovnih jedinica možemo izraziti svaku fizikalnu veličinu koja nam dolazi u mehanici, a dodavajući nove osnovne jedinice za pojedina područja fizike uz ove, imamo određenu jedinicu za svaku fizikalnu veličinu. Do jedinice za neku fizikalnu veličinu dolazimo iz definicije te fizikalne veličine, odnosno točnije rečeno iz definicijske jednadžbe dotične veličine na pr.: brzina kod jednolikog gibanja je put kroz vrijeme

$$v = \frac{s}{t}$$

s (put) mjerimo u metrima, t (vrijeme) mjerimo u sekundama, izlazi, da je jedinica za v (brzinu) metar kroz sekundu (m/s ili  $m \cdot s^{-1}$ ).

Uzmemo li osnovne jedinice: metar (M), kilogram (K) i sekundu (S), dobivamo sistem mjera M.K.S. U nauci se najčešće upotrebljava sistem mjera C.G.S., gdje su osnovne jedinice: za

\*) Taj karat ne smijemo zamjeniti s jedinicom karat za čistoću zlata u nekoj slitini. Jedan karat je jedna dvadesetičetvrtina čistog zlata na čitavu masu slitine. (18 karata znači da u čitavoj slitini ima 18/24 čistog zlata).

dužinu 1 cm, za masu 1 g, za vrijeme 1 s. Tako zvani zakonski sistem je M.T.S., gdje je jedinica za dužinu 1 m, jedinica za masu 1 tona, a jedinica za vrijeme 1 s. Često se u praktičke svrhe upotrebljava sistem M.Kp.S., gdje su osnovne jedinice: za dužinu 1 m, za težinu 1 kp (kilopond), za vrijeme 1 s. 1 kp je sila kojom Zemlja vuče masu 1 kg u Parizu.

Spomenut ćemo još jedinice za neke veličine u mehanici i to u C.G.S. i M.K.S. sistemu.

U C.G.S. sistemu jedinica za silu je 1 *din*. To je stalna sila koja daje masi od jednog grama povećanje brzine za jedan centimetar na sekundu svake sekunde. U M.K.S. sistemu jedinice za silu je 1 *njtn*. To je stalna sila, koja masi od jednog kilograma povećava brzinu za jedan metar na sekundu svake sekunde. Ta jedinica je  $10^5$  puta veća od jedinice 1 din, jer mjesto mase 1 gram imamo sada  $10^3$  puta veću masu 1 kilogram, a mjesto povećanja brzine 1 centimetar na sekundu svake sekunde je sada povećanje brzine  $10^2$  puta veće. Naime povećanje brzine je 1 metar ( $10^2$  centimetara) na sekundu svake sekunde.

Jedinica za radnju (a to je i jedinica za energiju) u C.G.S. sistemu je 1 *erg*. 1 erg je radnja, kad sila od 1 dina djeluje na putu 1 centimetra. U M.K.S. sistemu jedinica za radnju je 1 *džul*. To je radnja kad sila od 1 njutna djeluje na putu od 1 metra. Ta jedinica je  $10^7$  puta veća od 1 erga, jer je sila tu  $10^5$  puta veća (1 njutn je  $10^5$  dina), a put je  $10^2$  puta veći (1 m je  $10^2$  cm).

Jedinica za snagu u C.G.S. sistemu je 1 *erg u sekundi*, naime, ako se radnja od 1 erga izvrši u 1 sekundi. U M.K.S. sistemu jedinica za snagu 1 *vat*. To je radnja od 1 džula u 1 sekundi. Budući je 1 džul  $10^7$  erga to je i 1 vat =  $10^7$  erga u sekundi.

U kalorici moramo proširiti sistem osnovnih jedinica. Moramo uvesti jedinicu za množinu topline i za stepen topline (temperaturu).

U C.G.S. sistemu je *jedinica za množinu topline jedna gram kalorija*. To je ona množina topline, koja je potrebna, da se vodi mase 1 grama povisi temperatura od  $14,5^\circ\text{C}$  do  $15,5^\circ\text{C}$ , ako je tlak zraka normalna atmosfera. U M.T.S. sistemu je jedinica za

množinu topline *1 termija*. To je ona množina topline, koja je potrebna, da se za jedan stupanj povisi temperatura masi od 1 tone tijela, koje ima specifičnu toplinu jednaku specifičnoj toplini vode od  $15^{\circ}\text{C}$ , a nalazi se pod tlakom normalne atmosfere.

Od interesa je spomenuti, da je na IX. internacionalnoj konferenciji za utege i mjere 1948. odlučeno, da se kao jedinica za množinu topline uvede džul umjesto kalorije odnosno termije. Prema tome bi mehanički ekvivalent topline bila numerička vrijednost za specifičnu toplinu vode.

*Temperatura* je definirana na temelju Carnotovog kružnog procesa. Na taj način definirana temperatura zove se termodinamička temperatura. Odnos termodinamičkih temperatura  $\theta_1 : \theta_2$  jednak je odnosu množina toplina  $Q_1 : Q_2$ , gdje je  $Q_1$  množina topline koju topliji rezervoar kod Carnotovog kružnog procesa daje, a  $Q_2$  množina topline koju hladniji rezervoar prima. Tako definirana termodinamička temperatura identična je s apsolutnom temperaturom, definiranom prema jednadžbi za idealni plin

$$pv = RT$$

Pomoću promjene tlaka plina uz konstantan volumen plina, kad plinu mijenjamo temperaturu, može se i realizirati apsolutna skala temperature. Točku leda (talište leda kod normalnog tlaka) definiramo kao  $0^{\circ}\text{C}$ , a točku pare (vrelisšte vode kod normalnog tlaka) definiramo kao  $100^{\circ}\text{C}$ . Jednu stotinku povišenja temperature od  $0^{\circ}\text{C}$  do  $100^{\circ}\text{C}$ , definiranu pomoću plinske jednadžbe, odnosno pomoću Carnotovog kružnog procesa, zovemo 1 centizimalni stupanj ( $1^{\circ}\text{C}$ ). Da bi se mogla lakše realizirati termodinamička skala temperature, prihvaćena je internacionalna skala temperature (1927.). Određeno je 6 osnovnih temperatura pomoću plinskog termometra. Tih 6 osnovnih temperatura jesu, ako je tlak normalna atmosfera:

1) Temperatura ravnoteže između tekućeg i plinovitog kisika (vrelisšte kisika)  $-182,970^{\circ}\text{C}$

2) Temperatura ravnoteže između leda i vode (ledište vode)  $0,000^{\circ}\text{C}$

3) Temperatura ravnoteže između vode i njezinih para (vrelisšte vode)  $100,000^{\circ}\text{C}$

4) Temperatura ravnoteže između tekućeg i plinovitog sumpora (vrelisšte sumpora)  $444,600^{\circ}\text{C}$

5) Temperatura ravnoteže između krutog i tekućeg srebra (talište srebra)  $960,8^{\circ}\text{C}$

6) Temperatura ravnoteže između krutog i tekućeg zlata (talište zlata)  $1063,0^{\circ}\text{C}$

Utvrđeno je i to, kako će se između ovih osnovnih temperatura interpolirati ostale temperature.

U optici definiramo ove jedinice:

*Jedinica za jakost izvora svjetlosti je jedna nova svijeća (candela)*. Nova svijeća je  $\frac{1}{60}$  jakosti izvora svjetlosti, kojom sja  $1\text{ cm}^2$  površine crnog tijela u smjeru okomitom na tu površinu, kad crno tijelo ima temperaturu platine koja se skrućuje ( $1774^{\circ}\text{C}$ ). Uz tu jedinicu za jakost izvora svjetlosti upotrebljavaju se još i jedinice za jakost izvora: jedna međunarodna svijeća i jedna Hefnerova svijeća, koje su definirane specijalnim svjetiljkama.

1 nova svijeća = 1,09 Hefnerovih svijeća = 0,98 međunarodnih svijeća.

1 Hefnerova svijeća = 0,90 međunarodnih svijeća.

*Jedinica za tok svjetlosti je 1 lumen*. Ako se u središtu kugle, čiji je polumjer 1 metar nalazi izvor svjetlosti, koji sja na sve strane jakošću 1 nove svijeće, onda kroz  $1\text{ m}^2$  površine te kugle prolazi tok svjetlosti 1 lumen.

*Jedinica za rasvjetu je lux*. Ako na površinu padaju zrake svjetlosti okomito od izvora svjetlosti, koji ima jakost 1 nova svijeća, a ta površina je 1 m udaljena od izvora svjetlosti, onda je rasvjeta na toj površini 1 lux.

U elektriciteti možemo jedinice izvesti proširivši sistem jedinica iz mehanike. Naime uz tri osnovne jedinice za dužinu, masu i vrijeme, moramo dodati u elektriciteti još jednu osnovnu jedinicu. Uzmemo li za dielektričnu konstantu zrakopraznog pro-

stora ( $\epsilon_0$ ) vrijednost 1, dobivamo tako zvani elektrostatski sistem električnih jedinica (C. G. S. E. S.). Taj sistem proizlazi zapravo iz definicije jedinice za množinu elektricitete. Iz Coulombovog zakona za silu privlačenja dviju množina elektriciteta, definiramo jedinicu za množinu elektriciteta. Kažemo, da je jedinica za množinu elektriciteta u C. G. S. E. S. ona množina elektriciteta, koja na isto takvu u udaljenosti 1 cm djeluje silom 1 din u zrakopraznom prostoru. Iz Coulombovog zakona, koji glasi

$$f = \epsilon \frac{e_1 \cdot e_2}{r^2}$$

izlazi, da uz gornju definiciju vrijednost dielektrične konstante  $\epsilon$  za žrakoprazan prostor je 1.

Uzmemo li pak, da je permeabilnost zrakopraznog prostora ( $\mu_0$ ) jednaka jedinici, dobivamo takozvani elektromagnetski sistem jedinica (C. G. S. E. M.). Iz Coulombovog zakona za privlačenje dviju množina magnetizma

$$f = \mu \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

definiramo jedinicu za množinu magnetizma. Kažemo: jedinica za množinu magnetizma je ona množina magnetizma koja na isto takvu u udaljenosti 1 cm u zrakopraznom prostoru djeluje silom 1 din. Vidimo, da smo tu za permeabilnost  $\mu$  u zrakopraznom prostoru uzeli vrijednost 1.

Za potrebe prakse uvedene su jedinice, koje svojim veličinama odgovaraju praktičnim svrhama, t. j. da nisu ni prevelike ni premalene. Taj sistem jedinica dobivamo iz sistema jedinica C. G. S. E. M., množeći jedinice sistema C. G. S. E. M. s raznim potencijama broja 10.

Dat ćemo definicije za jedinice praktičnog sistema nekih veličina koje dolaze u elektriciteti. Te definicije su predložene od Interacionalnog komiteta za mjere i utege 1948.

Jedan *amper* je jaka struja, ako ta struja, kad teče kroz dva paralelna vodiča, koji su udaljeni jedan od drugoga 1 m, a nalaze

se u zrakopraznom prostoru, izaziva privlačenje (odnosno odbijanje) tih dvaju vodiča i to silom od  $2 \cdot 10^{-7}$  njutna po svakom metru vodiča.

Jedan *kulon* je jedinica za množinu elektriciteta. Jedan kulon je ona množina elektriciteta, koja proteče vodičem u 1 sekundi, ako tim vodičem teče stalna struja jakosti 1 amper.

Jedan *volt* je jedinica za razliku električnog potencijala t. j. za napon. Napon od 1 volta vlada između dvije točke na vodiču kojim teče stalna struja jaka 1 amper a proizvedena snaga tom električnom strujom je 1 vat.

Jedan *om* je jedinica za otpor. Vodič imade otpor jedan om, ako između njegovih krajeva je razlika potencijala 1 volt i ta razlika potencijala proizvodi u tom vodiču struju jaku 1 amper.

Jedan *farad* je jedinica za kapacitet. Kondenzator imade kapacitet 1 farad, ako se uz množinu elektriciteta 1 kulon kondenzatoru poveća napon za 1 volt.

Jedan *henri* je jedinica za samoindukciju. Uzvojnica ima samoindukciju 1 henri, ako se na njezinim krajevima inducira elektromotorna sila od 1 volta, kad električna struja, koja tom uzvojnicom teče se mijenja jednoliko i to tako, da se svake sekunde jakost struje poveća za 1 amper.

U priloženoj tabeli dan je odnos električnih jedinica u sva tri sistema:

Veličina	Praktične jedinice	Vrijednost u C. G. S. E. M.	Vrijednost u C. G. S. E. S.
jakost struje	amper	$10^{-1}$	$3 \cdot 10^9$
množina elektricitete	kulon	$10^{-1}$	$3 \cdot 10^9$
napon	volt	$10^8$	$3^{-1} \cdot 10^{-2}$
otpor	om	$10^9$	$9^{-1} \cdot 10^{11}$
kapacitet	farad	$10^{-9}$	$9 \cdot 10^{11}$
samoindukcija	henri	$10^9$	$9^{-1} \cdot 10^{11}$
snaga	vat	$10^7$	$10^7$
energija	džaul	$10^7$	$10^7$



Gornje jedinice vezane su ovim relacijama

$$1 \text{ amper} = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ om}} = \frac{1 \text{ kulon}}{1 \text{ sek}}$$

$$1 \text{ kulon} = 1 \text{ farad} \cdot 1 \text{ volt} \qquad 1 \text{ henri} = \frac{1 \text{ volt} \cdot 1 \text{ sek}}{1 \text{ amper}}$$

Iz tih relacija vidi se, da je dovoljno odrediti dvije jedinice, pa da se znadu veličine ostalih jedinica. Da bi se učinile električne jedinice pristupačnije za realno mjerenje, jer je određivanje apsolutnih jedinica težak posao, Međunarodno konferencija za električne jedinice u Londonu 1908., definirala je etalone za om i amper. Ti etaloni nazvani su internacionalne jedinice.

Jedan internacionalni om je otpor kojega ima stupac žive kod 0° C dug 106,300 cm, a masa te žive je 14,4521 g.

Jedan internacionalni amper je jaka struja, kad iz vodene rastopine srebrnog nitrata izluči 0,00111800 g srebra u jednoj sekundi.

Definiravši tako te dvije internacionalne jedinice, mogu se onda iz gornjih relacija naći veličine ostalih internacionalnih jedinica.

Apsolutnim mjerenjima oma i ampera ustanovljeno je raznim načinima, da je:

$$1 \text{ internacionalni om} = 1,00049 \text{ apsolutna oma}$$

$$1 \text{ „ amper} = 0,99985 \text{ „ ampera}$$

Odatle slijedi da je:

$$1 \text{ internacionalni volt} = 1,00034 \text{ apsolutna volta}$$

$$1 \text{ „ farad} = 0,99951 \text{ „ farada}$$

$$1 \text{ „ henri} = 1,00049 \text{ „ henrija}$$

$$1 \text{ „ vat} = 1,00019 \text{ „ vata}$$

I. I. 1948. prestale su vrijediti internacionalne jedinice. Zamjenjene su C. G. S. E. M. jedinicama, odnosno praktičkim apsolutnim jedinicama.

U elektriciteti ima još niz sistema jedinica. Evo nekih: Heaviside-Lorentzov sistem jedinica sagrađen je tako, da se u tom sistemu definira jedinica za množinu elektricitete kao ona množina elektricitete, koja na isto takvu u udaljenosti 1 cm u zrakopraznom prostoru djeluje silom od  $1/4 \pi$  dina. Giorgijev ili M. K. S. Q. sistem definiran je tako, da izlazi permeabilnost zrakopraznog prostora  $\mu_0 = 10^{-7}$ , odnosno dielektrična konstanta zrakopraznog prostora  $\epsilon_0 = 9^{-1} \cdot 10^{-9}$ . Neki američki pisci upotrebljavaju M. K. S. C. (kulon) sistem, definirajući kulon, bilo kao apsolutni kulon, bilo kao internacionalni.

*Tabele odnosa nekih fizikalnih veličina, mjerenih u raznim sistemima jedinica.*

### Mehanika

*Jedinice za dužinu:*

M. T. S. sistem	metar	m	
C. G. S. „	centimetar	cm	0,01 m
	kvadrant		$10^7$ m
	Angström	Å	$10^{-10}$ m
	X jedinica	X	$10^{-13}$ m
	morska milja		1852 m
Ostale jedinice za dužinu	engleska milja		1853 m
	geografska milja		5556 m
	vrsta		1624 m
	crvena linija kadmija		$0,64384696 \mu$
	parsek		$30,84 \cdot 10^{12}$ km
	god. svjetlosti		$0,307 \text{ parseka} = 9,461 \cdot 10^{12}$ km

*Jedinice za površinu:*

M. T. S. sistem	kvadratni metar	m <sup>2</sup>	
C. G. S. „	kvadratni centimetar	cm <sup>2</sup>	0,001 m <sup>2</sup>

*Jedinice za volumen:*

M. T. S. sistem	kubični metar	m <sup>3</sup>	
C. G. S. „	kubični centimetar	cm <sup>3</sup>	$10^{-6}$ m <sup>3</sup>

*Jedinice za masu:*

M. T. S. sistem	tona	t	
M. K. S. „	kilogram	kg	$10^{-3}$ tone
C. G. S. „	gram	g	$10^{-6}$ tone

*Jedinice za vrijeme:*

M. T. S., M. K. S. i			
C. G. S. sistem	sekunda	s	1/86400 srednjeg sunčanog dana
Ostale jedinice	građanska godina		365,2422 srednja sunčana dana
	siderična godina		365,2564 srednja sunčana dana

*Jedinice za brzinu:*

M. T. S. i M. K. S. sistem	metar na sekundu	m/s	3600 m/h
C. G. S. sistem	centimetar na sek.	cm/s	36 m/h

*Jedinice za akceleraciju:*

M. T. S. i M. K. S. sistem		m/s <sup>2</sup>	
C. G. S. „	gal	cm/s <sup>2</sup>	
Normalna akceleracija			
sile teže	gravitacija	g	980,629 gala

*Jedinice za silu:*

M. T. S. sistem	sten	sn	$1 t \times 100$ gala
M. K. S. „	(njutn)		$1 kg \times 100$ gala
C. G. S. „	din		$1 g \times 1 gal = 10^{-8}$ sn $= 10^{-5}$ njutna
M. Kp. S. „	kilogram sile (kilopond)	kp	980,000 dina

*Jedinice za radnju:*

M. T. S. sistem	kilodžul	kJ	$1 sn \times 1 m.$
M. K. S. „	džul	J	$10^{-3}$ kJ
C. G. S. „	erg		$10^{-7}$ J

*Jedinice za snagu:*

M. T. S. sistem	kilovat	kW	1 kJ/s
M. K. S. „	vat	W	$10^{-3}$ kW
C. G. S. „	erg/sekunda		$10^{-7}$ W
	konjska snaga	KS	0,735 kW

*Jedinice za tlak:*

M. T. S. sistem	pieza pz	$1 sn/m^2$
C. G. S. „	bari (mikrobar)	$10^{-3}$ pz = 1 din/cm <sup>2</sup> kp/cm <sup>2</sup> = 760 mm Hg
Ostale jedinice	tor	1 mm Hg
	normalna atmosfera	0,01013 pz = 1,033

**Kalorika**

*Jedinice za temperaturu:*

Celsijusov stupac	°C	
Reaumurov stupanj	°R	
Fahrenheitov stupanj	°F	
Kelvinov stupanj	°K	$T^{\circ}K = 273,16^{\circ}C + t^{\circ}C$

*Jedinice za množinu topline:*

M. T. S. sistem	termija	th	
M. K. S. „	kilogram kalorija	keal	$10^{-3}$ th
C. G. S. „	mala kalorija	cal	$10^{-8}$ keal

**Optika**

*Jedinice za jakost izvora svijetlosti:*

Nova svijeća	candela	cd	
Međunarodna svijeća			1,02 cd
Hefnerova svijeća			0,91 cd

*Jedinica za tok svijetlosti:*

Novi lumen		lm
------------	--	----

*Jedinice za rasvjetu:*

Novi lux	1x	
Novi phot		10000 lux

*Jedinica za jakost leće:*

Dioptrija	ø	leća ima jakost 1ø, ako joj žarišna daljina ima 1 m.
-----------	---	--

**Elektriciteta**

Jedinice iz elektriciteta navedene su prije.

U anglosaksonskim zemljama upotrebljavaju se još veoma često u nauci, a u praksi gotovo isključivo, specijalne jedinice koje nisu temeljene na metarskom sistemu. Dajemo tabelu najvažnijih britanskih jedinica:

Britanska jedinica	Metarska jedinica
<i>Dužina:</i>	
1 inch	2,5400 cm
1 foot	30,48 cm
1 yard	0,9144 m
1 mile	1,6093 km
<i>Površina:</i>	
1 sq. foot	6,4516 cm <sup>2</sup>
1 sq. inch	929,03 cm <sup>2</sup>
<i>Volumen:</i>	
1 cubic inch	16,387 cm <sup>3</sup>
1 cubic foot	28,317 l
1 pint	0,5682 l
1 gallon	4,5460 l
1 bushel	36,3680 l
<i>Masa:</i>	
1 grain (gr.)	64,80 mg
1 ounce (oz. Av.)	28,350 g
1 pound (lb. Av.)	0,45359 kg
1 ton (t)	1016 kg

Britanska jedinica

Metarska jedinica

*Brzina:*

1 mile/hour	51,477 cm/s = 1,8532 km/h
1 knout (uzao)	44,7 cm/s = 1,609 km/h

*Sila:*

1 poundal	13,825 dina
-----------	-------------

*Tlak:*

1 lb./sq. inch	68,943 din/cm <sup>2</sup>
1 lb./sq. ft.	478,78 din/cm <sup>2</sup>
1 ton/sq. inch	1,544 · 10 <sup>8</sup> din/cm <sup>2</sup>

*Kadnja:*

1 ft. lb.	1,356 džula
-----------	-------------

*Snaga:*

1 horse-power (HP)	0,746 kW
--------------------	----------

*Množina topline:*

1 B. Th. Unit	252,00 cal
---------------	------------

Napominjemo, da britanske jedinice nisu potpunoma jednake s istoimenim jedinicama, koje se upotrebljavaju u Sjedinjenim državama Sjeverne Amerike (U. S. A.).

Tako na primjer:

1 U. S. inch = 1,000003 imperial (britanski) inch

1 U. S. gallon = 0,8327 imperial (britanski) gallona.

*Tabela nekih važnijih fizikalnih konstanta*

Gravitaciona konstanta	$G = 6,659 \pm 0,006 \text{ din} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-2}$
Gravitacija (na 45° geog. širine)	$g = 980,629 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$
Apsolutna nula	$T_0 = -273,15 \pm 0,01^\circ \text{ C}$
Volumen mola kod 0° C i 760 mm Hg	$V_0 = 22415,1 \pm 0,08 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
Piinska konstanta	$R = 8,3145 \pm 0,0002 \cdot 10^7 \text{ erg} \cdot \text{step}^{-1} = 1,987 \text{ cal} \cdot \text{step}^{-1}$
Avogadrov broj	$n = 2,6868 \cdot 10^{19}$
Loschmidtov broj	$L = 6,0226 \cdot 10^{23}$
Boltzmanova konstanta	$k = 1,3806 \pm 0,0005 \cdot 10^{-16} \text{ erg} \cdot \text{step}^{-1}$
Brzina svjetlosti u vakuumu	$c = 2,99774 \pm 0,00011 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h = 6,622 \pm 0,005 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$
Stefanova konstanta	$\sigma = 5,70 \pm 0,02 \cdot 10^{-5} \text{ erg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{step}^{-4}$
Wienova konstanta	$\lambda_m T = 0,2893 \text{ cm} \cdot \text{step}$
Naboj elektrona	$e = 4,8023 \pm 0,001 \cdot 10^{-10} \text{ C. G. S. E. S.}$
Specifični naboj elektrona	$c/m = 5,2727 \pm 0,001 \cdot 10^{17} \text{ C. G. S. E. S. g}^{-1}$
Masa elektrona	$m = 9,1078 \cdot 10^{-28} \text{ g}$
Faradayev broj	$F = 9648,0 \pm 1,0 \text{ C. G. S. E. M.} = 2,8922 \pm 0,0003 \cdot 10^{11} \text{ C. G. S. E. S.}$
Masa protona	$M_p = 1,6725 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
Omjer mase protona i mase elektrona	$M_p/m = 1836$
Specifični naboj protona	$\frac{e}{M_p} = 2,8712 \cdot 10^{14} \text{ C.G.S.E.S. g}^{-1}$
Klasični radius elektrona	$r_0 = 2,82 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$
Rydbergova konstanta	$R_\infty = 1,09737,303 \text{ cm}^{-1}$
Konstanta fine strukture	$1/a = 1/136,95$

## S A D R Ź A J

UVODNA RIJEČ	5
I. UVOD	7
Geografske koordinate zvjezdarnica u Zagrebu	8
Astronomski znaci i pokrate	8
Podaci o godini 1950.	9
II. EFEMERIDE SUNČEVA SUSTAVA	11
Efemeride Sunca, Mjeseca i planeta	12
Elementi za fizička opažanja Sunca	36
Pomrčine Sunca i Mjeseca u 1950.	38
Pojave kod četiriju velikih Jupiterovih satelita 1950.	39
Položaji četiriju velikih Jupiterovih satelita 1950.	40
Zvjezdano nebo i pojave po mjesecima	42
III. TUMAČ EFEMERIDAMA	55
Glavni pojmovi sferne astronomije	56
Sunčev sustav	73
Elementi staza Sunčeva sustava	75
Podaci o velikim planetima	76
Sateliti velikih planeta	77
Astronomske konstante i podaci	79
Elementi staza periodičkih kometa	82
Glavni rojevi metcora	84
Tumač efemeridama	85
IV. ZVIJEZDE	91
Popis zvijezda	92
Najbliže zvijezde	94
Petnaest najsajnijih zvijezda	96
Zvijezde sa najvećim vlastitim gibanjem	97
Zvijezde sa najvećim radijalnim gibanjem	98
Petnaest najsajnijih dvojnih zvijezda	99
Ekliptične promjenljive zvijezde	100
Minima Algola 1950.	101
Sajnije kratkoperiodične promjenljive zvijezde	102
Sajnije dugoperiodične promjenljive zvijezde	103
Sajnije nepravilne promjenljive zvijezde	104
Srednja mjesta osnovnih zvijezda za 1950.	105
Konstante za redukciju 1950.	109
Tumač tablicama o zvijezdama	110

V. POMOĆNE TABLICE . . . . .	113
Normalna refrakcija . . . . .	114
Korekcije normalnih refrakcija . . . . .	115
Precesija u deklinaciji . . . . .	116
Precesija u rektascenziji . . . . .	117
Trajanje građanskog sumraka . . . . .	118
Trajanje astronomskog sumraka . . . . .	118
Poludnevni luk . . . . .	119
Pretvaranje zvjezdanog vremena u srednje vrijeme . . . . .	120
Pretvaranje srednjeg vremena u zvjezdano vrijeme . . . . .	121
Pretvaranje satova, minuta i sekunda u decimalne dijelove dana . . . . .	122
Depresija horizonta i daljina vida . . . . .	126
Mjere za daljinu u astronomiji . . . . .	127
Pretvaranje razlika prividnih veličina u omjer sjaja . . . . .	128
Pretvaranje prividnih veličina u apsolutne . . . . .	128
Glavne spektralne linije Sunčeva spektra . . . . .	129
Vremenske zone (sa slikom) . . . . .	130
Geografske koordinate . . . . .	132
Tumač pomoćnim tablicama . . . . .	133
VI. ČLANCI . . . . .	135
Dr. Željko Marković: Ruđe Bošković . . . . .	137
Ing. Nikolaj Abakumov: Astronomsko-geodetski radovi Rudera Boškovića . . . . .	192
Dr. Danilo Blanuša: Teorija relativnosti . . . . .	200
Dr. Tomislav Pinter: Lenjin i fizika na početku XX. stoljeća . . . . .	222
Dr. Branimir Marković: Mjerenje i mjere . . . . .	239

Cijena 88 dinara.

Za članove Hrvatskog prirodoslovnog društva  
cijena 75 dinara.

