PUBLICATIONS
OF THE
DOMINION OBSERVATORY
OTTAWA, CANADA
Vol. IV, No. 9

ORBITS OF THE SPECTROSCOPIC COMPONENTS OF 20 π CASSIOPEIÆ

BY W. E. HARPER, M.A.

This star ($\alpha = 0^h\ 37^m \cdot 9$, $\delta = +46^\circ\ 29'$) was announced as a spectroscopic binary by Director Frost of the Yerkes Observatory in *Popular Astronomy*, vol. 22, page 12. It is of photographic magnitude 5·2 and type A5 with the spectra of both components showing.

Thirty-four spectrograms of the star have been secured at Ottawa in 1916 and 1917 with the single-prism spectrograph, whose linear dispersion at $\lambda 4325$ is 32·1 Å per millimetre, and from these the orbits of both components have been determined.

The two sets of lines do not differ greatly in intensity, though the lines of what is herein called component I are of slightly better quality for measurement than those of component II. In general, ten or twelve lines were measured for each component. The wave-lengths used in the reduction were those adapted for stars of about similar type, and the elements of the orbit determined from the use of these wave-lengths were given at the Albany meeting of the American Astronomical Society. Since then, in preparing the work for publication, it seemed advisable to revise some of the wave-lengths used, as the algebraic means of their residual velocities were larger than should be expected. When the wave-lengths are so adjusted that the sum of their residuals is zero, no great change may be looked for in the elements resulting from the revised velocities, but these latter should have a somewhat better agreement with the final curve. In the present instance the wave-lengths of the hydrogen lines, the magnesium λ 4481 and some other principal lines were, when revised, all greater than Rowland's or other generally accepted values, and it was decided to lower all values so as to bring these particular ones into conformity with the generally accepted values. This was equivalent to changing the velocity of the system by +3·8 km. per second. This is the only difference of any magnitude, though a few minor changes occur in the other elements principally through dropping all lines used less than five times. The data of the lines are given in the following table which shows the wave-length as revised, how many times the line was measured out of a possible total of 63, the total weight assigned to the line, and the residuals—numerical and algebraic. The latter are taken in the sense, mean velocity of plate minus line-velocity, and refer, of course, to the revised wave-lengths.

LINES IN 20 π CASSIOPEIÆ

Wave-Length	n	Weight	Residual		Wave-Length	n	Weight	Residual	
			Numerical	Algebraic				Numerical	Algebraic
4583·760	8	4½	7·9	−0·1	4260·590	10	3½	12·3	−0·3
4572·257	10	5	12·3	+0·2	4250·551	20	8½	11·4	+1·1
4549·743	44	19¾	10·8	−0·9	4236·032	21	9¼	9·0	+0·5
4534·069	8	4½	10·9	−0·3	4233·394	20	8½	8·4	−1·0
4481·404	50	22¾	11·3	+0·5	4227·211	15	6¼	11·0	−1·0
4415·302	5	2¼	6·9	+1·6	4215·733	9	3¾	7·0	−1·7
4404·780	11	4¼	16·3	+0·4	4202·164	11	4¾	12·6	+0·8
4395·069	7	2¾	7·6	+0·1	4198·677	15	6¾	12·6	−1·1
4351·977	21	8½	11·1	−0·5	4143·731	21	10½	9·5	−0·8
4340·634	47	20¾	11·2	+0·3	4101·898	7	2¼	13·2	+0·8
4325·613	13	5¾	8·6	+0·3	4077·716	13	4¾	11·6	−0·2
4307·974	17	7½	10·3	+1·0	4071·817	8	3¾	13·3	−0·4
4299·748	16	7	12·9	+1·9	4063·666	20	9½	9·8	−1·8
4294·181	10	4½	6·2	+1·2	4045·911	54	25¼	7·6	−0·1
4290·026	25	11½	12·1	0·0	4005·441	22	8	8·2	−0·6
4271·573	41	17¾	9·8	+0·4	3933·681	6	2½	13·9	−0·6

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ

Plate	Date		Julian Date	Phase	Component I				Component II			
					n	Wt.	Vel.	O–C	*n*	Wt.	Vel.	O–C
	1913											
Yerkes	July	21	2,419,970·872	·837	.....	.....	− 97	+ 1	.....	.....	+147	+23
"	Aug.	1	9,981·834	·015	.....	.....	− 42	+26	.....	.....	+ 90	− 2
"	"	4	9,984·786	1·002	.....	.....	+ 89	− 1	.....	.....	− 41	+23
"	Sept.	10	2,420,021·727	·626	.....	.....	−112	−14	.....	.....	+143	+19
	1916											
7823	Sept.	30	2,421,137·676	·978	7	·22	+103·2	+ 7·2	11	·14	− 73·2	− 2·2
7831	Oct.	1	1,138·733	·070	10	·22	− 55·9	− 5·0	11	·17	+ 72·8	− 2·0
7837	"	2	1,139·669	1·006	7	·20	+ 86·8	− 1·2	9	·15	− 65·6	− 2·6
7843	"	3	1,140·678	·051	8	·16	− 50·6	+ 6·4	8	·14	+ 85·4	+ 4·6
7848	"	4	1,141·571	·944	7	·22	+108·2	+ 4·0	10	·14	− 74·7	+ 5·0
7854	"	5	1,142·652	·061	9	·17	+ 81·5	+ 4·0	9	·19	− 56·5	− 3·0
7857	"	6	1,143·576	·985	9	·17	− 70·2	− 1·2	9	·15	+ 96·7	+ 2·7
7869	"	11	1,148·492	·009	8	·14	+ 78·5	−14·5	6	·10	− 71·9	− 2·8
7870	"	11	1,148·549	·066	10	·18	+ 61·8	−14·6	10	·16	− 60·0	− 8·0
7878	"	18	1,155·577	1·202	17	·36	+ 8·0	.....	.....	.....	.....	.....
7879	"	18	1,155·639	1·264	14	·27	+ 14·7	.....	.....	.....	.....	.....
7889	Nov.	4	1,172·523	·471	15	·25	− 75·0	− 9·6	10	·16	+ 86·6	− 6·2
7902	"	20	1,188·454	·689	7	·14	−119·6	−16·0	7	·13	+123·8	− 5·7
7909	"	21	1,189·522	1·757	15	·30	+128·2	− 1·6	12	·22	− 98·0	+ 8·6
7912	"	21	1,189·730	·001	10	·19	+106·9	+10·9	9	·16	− 74·2	− 2·2
7916	"	22	1,190·541	·812	16	·30	− 98·7	+ 1·9	14	·24	+122·6	− 4·0
7920	"	25	1,193·513	1·820	7	·12	+117·4	− 7·8	4	·06	− 78·5	+22·5
7931	Dec.	14	1,212·548	1·214	21	·51	+ 11·0	.....	.....	.....	.....	.....
	1917											
7976	Jan.	4	1,233·486	·548	9	·20	− 80·5	+ 4·0	7	·17	+121·8	+10·8
7977	"	6	1,235·454	·552	16	·30	− 80·0	+ 5·0	8	·15	+110·0	− 1·4
7978	"	6	1,235·517	·625	13	·25	− 93·5	+ 3·7	14	·23	+132·1	+ 8·5
7981	"	11	1,240·519	1·689	11	·19	+134·7	+ 5·0	12	·21	−112·4	− 5·8
7982	"	11	1,240·580	1·750	14	·26	+131·3	+ 1·3	10	·16	−112·5	− 6·0
8004	"	19	1,248·453	1·767	8	·15	+141·8	+12·2	9	·16	−110·9	− 4·9
8007	"	22	1,251·454	·840	5	·09	− 90·2	+ 7·4	5	·08	+125·9	+ 2·3
8038	Feb.	10	1,270·473	·217	18	·49	+ 15·2	.....	.....	.....	.....	.....
8039	"	10	1,270·521	·265	16	·40	+ 9·1	.....	.....	.....	.....	.....
8069	"	22	1,282·495	·455	10	·22	− 64·5	− 3·5	10	·20	+ 82·9	− 5·1
8234	July	22	1,432·823	1·512	7	·13	+107·1	+ 2·7	4	·06	− 81·4	− 0·4
8239	"	24	1,434·761	1·486	9	·18	+ 97·6	− 0·4	6	·12	− 65·9	+ 9·1
8240	"	24	1,434·829	1·554	8	·16	+121·2	+ 8·0	2	·03	− 98·5	− 7·5
8265	Aug.	10	1,451·715	·763	3	·05	−101·5	+ 2·0	4	·06	+146·5	+16·5
8267	"	11	1,452·683	1·731	10	·15	+132·0	+ 1·6	6	·11	− 90·2	+16·8
8268	"	12	2,421,453·738	·822	7	·14	−102·4	− 2·8	9	·18	+135·3	+10·0

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ

λ	7823		7823		7831		7831		7837		7837		7843	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vet.	Wt.	Vel.	Wt.
4584	.....	....	−100·8	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4549	.....	....	73·5	¼	−58·1	½	+50·1	½	.....	..	.....	....	−53·2	½
4534	.....	....	.....	....	.....	....	57·6	½	.....	....	.....	....	.....	....
4481	.....	....	81·1	¾	.....	....	.....	....	+ 84·0	¼	−67·9	½	.....	....
4351	.....	....	.....	....	73·7	¼	66·0	¼	.....	....	.....	....	.....	....
4340	+ 81·6	½	92·5	½	55·2	½	79·7	¼	.....	....	70·9	½	75·6	½
4307	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	59·8	¼	58·7	¼	62·0	½
4300	113·9	½	88·0	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4290	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	90·4	¼	80·2	¼	71·0	½
4271	59·1	¼	81·6	½	76·4	¼	74·1	½	.....	....	.....	....	61·8	¼
4260	91·1	¼	72·2	½	79·2	½	81·1	½	.....	....	.....	....	.....	....
4250	.....	....	.....	....	.....	....	57·4	¼	.....	....	.....	....	.....	....
4236	107·9	½	.....	....	.....	....	.....	....	68·1	½	.....	....	.....	....
4233	.....	....	59·4	½	.....	....	.....	....	.....	....	79·4	½	46·9	½
4227	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	81·4	¾	.....	....
4215	.....	....	.....	....	58·7	¼	61·4	½	.....	....	.....	....	.....	....
4202	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	22·7	¼
4143	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	85·7	½	69·7	½	.....	....
4077	.....	....	.....	....	45·1	¼	67·9	½	.....	....	.....	....	.....	....
4063	.....	....	81·7	½	55·5	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4045	86·1	¼	90·9	¼	68·0	½	57·0	½	100·6	¼	77·3	½	−53·9	¼
4005	+ 99·5	½	− 80·3	½	−75·8	¼	+66·8	¼	+ 70·8	¼	−66·1	½	.....	....
Weighted mean	+ 94·77		− 81·56		− 64·12		+ 64·88		+ 79·20		− 73·22		− 57·63	
V_o	+ 8·61		+ 8·61		+ 8·22		+ 8·22		+ 7·87		+ 7·87		+ 7·49	
V_d	+ ·06		+ ·06		− ·03		− ·03		+ ·05		+ ·05		+ ·03	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+ 103·2		− 73·2		− 55·9		+ 72·8		+ 86·8		− 65·6		− 50·4	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Continued*

λ	7843		7848		7848		7854		7854		7857		7857	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4572	.....	....	.....	....	−123·5	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4549	+75·8	½	+100·4	¼	89·1	½	+69·3	¾	−65·6	¾	.....	....	.....	....
4481	.....	....	87·5	¾	83·0	¾	63·1	½	63·7	½	−94·9	¼	+ 85·3	¼
4415	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	87·2	½
4340	69·6	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	62·1	½	98·8	½
4325	.....	....	.....	....	.....	....	66·5	¼	81·6	½	.....	....	.....	....
4307	75·8	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	94·0	¼	.....	....
4294	80·8	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	69·0	½	84·6	½
4290	.....	....	.....	....	.....	....	78·1	½	63·2	½	87·1	¼	82·3	¼
4271	76·7	¼	.....	....	86·0	½	.....	....	67·3	½	97·7	½	.....	....
4250	71·5	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4236	89·9	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	100·1	½
4233	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	69·7	½	66·1	¼	.....	....
4227	.....	....	98·3	¼	90·2	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4202	.....	....	89·0	¼	.....	....	77·1	½	.....	....	.....	....	.....	....
4198	.....	....	.....	....	101·5	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4143	.....	....	113·0	½	74·8	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4101	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	77·1	¼
4077	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	56·9	½	88·5	¼
4071	.....	....	.....	....	54·4	½	83·5	½	.....	....	.....	....	.....	....
4063	.....	....	.....	....	63·7	½	81·1	½	28·3	½	.....	....	.....	....
4045	+ 84·8	½	114·8	¾	.....	....	81·8	¼	52·3	½	−78·2	¾	+101·3	¼
4005	.....	....	+ 93·1	¼	− 75·9	½	+77·0	½	−74·9	½	.....	....	.....	....
Weighted mean	+ 78·21		+ 101·13		− 81·75		+ 75·01		− 63·03		− 76·48		+ 90·43	
V_a	+ 7·49		+ 7·15		+ 7·15		+ 6·74		+ 6·74		+ 6·38		+ 6·38	
V_d	+ ·03		+ ·18		+ ·18		+ ·06		+ ·06		+ ·14		+ ·14	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+ 85·4		+ 108·2		− 74·7		+ 81·5		− 56·5		− 70·2		+ 96·7	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Continued*

λ	7869		7869		7870		7870		7878		7879		7889	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4584	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	− 1·2	½	+34·9	½	.....	....
4572	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+ 5·8	¾	+11·2	½	.....	....
4549	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+ 6·9	¾	+27·8	½	−69·8	½
4534	.....	....	.....	....	+54·4	½	.....	....	.....	....	.....	....	52·0	¼
4481	+73·4	¼	.....	....	.....	....	.....	....	+18·7	¾	+ 9·2	½	79·0	¼
4404	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+18·0	½	.....	....
4351	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+ 2·9	½	+38·7	½	56·9	¼
4340	68·7	½	−122·7	¼	.....	....	.....	....	+19·5	½	+ 3·0	¼	92·9	¼
4325	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+16·5	¼	.....	....	52·8	¼
4307	.....	....	.....	....	43·2	½	−67·5	¼	+ 5·5	¾	.....	....	.....	....
4294	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	56·9	¼
4290	89·7	¼	67·3	¼	63·5	½	74·9	½	+ 2·0	½	+ 5·2	½	.....	....
4271	82·2	½	72·7	½	.....	....	.....	....	+ 5·5	½	+ 7·4	½	72·3	¼
4260	41·4	¼	74·7	½	.....	....	56·1	¼	.....	....	.....	....	57·4	¼
4250	73·6	½	.....	....	72·1	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4236	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	−16·9	½	.....	....	.....	....
4233	.....	....	68·1	¼	.....	....	61·2	¼	− 1·4	½	+13·0	½	98·0	¼
4227	.....	....	.....	....	.....	....	84·9	¼	+10·6	½	.....	....	73·7	¼
4215	.....	....	.....	....	65·1	½	52·3	¼	.....	....	+ 6·7	¼	.....	....
4202	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+20·4	½	.....	....	.....	....
4198	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+ 0·6	½	.....	....	66·9	½
4143	78·7	½	− 57·9	¼	67·9	¼	57·6	¼	+ 8·8	½	+ 5·4	½	.....	....
4077	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	73·3	¼
4071	.....	....	.....	....	73·3	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4063	.....	....	.....	....	47·5	½	52·5	¼	.....	....	.....	....	.....	....
4045	+79·4	¼	.....	....	48·4	½	53·8	½	+ 7·4	¾	− 7·2	½	71·6	½
4005	.....	....	.....	....	+46·7	¼	−82·6	¼	.....	....	+ 5·5	½	−66·4	¼
Weighted mean	+ 74·13		− 76·30		+ 57·47		− 64·30		+ 6·60		+ 13·35		− 69·58	
V_a	+ 4·46		+ 4·46		+ 4·46		+ 4·46		+ 1·63		+ 1·63		− 5·23	
V_d	+ ·19		+ ·19		+ ·15		+ ·15		+ ·10		+ ·03		+ ·11	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+ 78·5		− 72·0		+ 61·8		− 60·0		+ 8·0		+ 14·7		− 75·0	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Continued*

λ	7889		7902		7902		7909		7909		7912		7912	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4549	+ 89·2	½	−143·4	½	+144·7	¾	+162·6	½	−106·4	½	+118·7	½	−55·8	¼
4481	96·3	¼	101·3	¾	129·3	¾	135·2	¼	142·5	¼	106·4	½	56·1	½
4404	.....	....	87·9	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4395	.....	....	114·7	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4351	94·6	¼	.....	....	.....	....	115·3	¼	96·1	¼	133·3	½	49·4	½
4340	89·4	¼	105·1	½	140·3	½	123·9	½	88·4	½	128·5	¼	75·1	¼
4325	109·0	½	113·0	½	132·0	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4300	.....	....	.....	....	.....	....	142·4	½	88·4	½	128·3	½	79·0	¼
4294	100·9	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4290	.....	....	.....	....	.....	....	163·7	½	82·2	½	.....	....	.....	....
4271	.....	....	.....	....	.....	....	154·4	½	58·4	½	.....	....	49·8	¼
4250	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	81·1	½	.....	....	.....	....
4236	.....	....	.....	....	130·2	¼	133·3	½	.....	....	137·7	¼	.....	....
4233	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	77·6	¼	.....	....	90·3	½
4227	106·7	¼	.....	....	119·8	½	141·8	½	.....	....	140·0	½	43·0	½
4202	.....	....	.....	....	.....	....	117·4	½	.....	....	114·2	½	.....	....
4198	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	82·1	½	.....	....	.....	....
4143	.....	....	.....	....	.....	....	114·9	¼	78·5	½	.....	....	.....	....
4101	.....	....	.....	....	.....	....	151·4	½	.....	....	.....	....	.....	....
4077	.....	....	.....	....	.....	....	133·2	½	.....	....	.....	....	.....	....
4063	.....	....	.....	....	.....	....	140·6	½	.....	....	97·6	½	−67·7	¼
4045	93·1	¼	− 94·5	½	+153·2	¼	+146·3	½	− 72·8	¼	+101·8	½	.....	....
4005	+ 72·3	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
Weighted mean	+ 94·40		− 108·05		+ 135·23		+ 140·24		− 85·96		+ 119·22		− 61·94	
V_a	− 5·23		− 11·35		− 11·35		− 11·82		− 11·82		− 11·82		− 11·82	
V_d	+ ·11		+ ·13		+ ·13		+ ·05		+ ·05		− ·18		− ·18	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+ 86·6		− 119·6		+ 123·8		+ 128·2		− 98·0		+ 106·9		− 74·2	

MEASURES OF 20 π CASSIOPELÆ—*Continued*

λ	7916		7916		7920		7920		7976		7976		7977	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4584	− 91·3	½	+155·3	¼									−60·1	½
4572					+148·9	½								
4549	80·0	½	130·4	¼					−67·6	½	+140·4	½	49·9	½
4534													61·0	½
4481	70·9	½	154·5	½			− 41·3	¼	42·1	½	157·0	½	58·5	½
4415											136·0	½		
4404	116·0	¼	116·2	¼					73·6	½			74·3	¼
4395									36·5	½			59·8	¼
4351					106·8	½			64·9	¼	166·9	¼		
4340	50·2	½	139·6	¼			43·1	½	48·7	¾			75·2	½
4325													50·4	½
4307	55·4	¼											44·8	½
4300	93·9	½	126·7	½	104·4	¼	70·8	¼					54·1	½
4294											138·6	¾		
4290	87·9	½	173·1	½										
4271	86·8	½	140·4	¼	145·0	½	−105·4	¼	68·0	¼	131·6	¼	31·1	½
4260									43·8	¼				
4250	94·3	½	141·4	¼									62·3	½
4236			127·8	½	137·5	¼								
4233	87·1	½											43·0	½
4227													84·5	¼
4198	104·1	½												
4101	71·8	¼	144·4	¼										
4077	117·5	¼	116·0	¼									41·2	½
4071			101·7	½	130·8	½								
4045	88·3	½	+124·9	½	+135·0	¼			−67·7	½	+158·5	¼	−83·2	½
4005	− 95·0	½												
Weighted mean	− 86·41		+ 134·98		+ 130·78		− 65·15		− 57·31		+ 144·93		− 56·65	
V_a	− 12·10		− 12·10		− 13·14		− 13·14		− 22·80		− 22·80		− 23·01	
V_d	+ ·03		+ ·03		+ ·05		+ ·05		− ·07		− ·07		− ·02	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	− 98·7		+ 122·6		+ 117·4		− 78·5		− 80·5		+ 121·8		− 80·0	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Continued*

λ	7977		7978		7978		7981		7981		7982		7982	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4549	.....	....	−59·4	¼	.....	....	+147·6	¼	−106·9	¼	+194·8	¼	− 86·3	¼
4534	+149·9	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4481	139·4	½	87·7	¾	+159·1	¼	.....	....	55·4	¼	161·0	¼	45·1	¼
4404	152·5	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	168·3	¼	.....	....
4395	.....	....	84·1	¼	143·0	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4351	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	100·3	½	144·2	¼	86·6	½
4340	116·3	½	48·5	½	153·4	½	165·3	½	88·1	½	154·6	½	66·0	¼
4300	.....	....	.....	....	124·5	½	.....	....	.....	....	137·2	¼	90·0	¼
4294	121·6	½	.....	....	145·6	¼	.....	....	.....	....	.....	....	91·0	½
4290	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	127·8	½	.....	....	.....	....
4271	.....	....	72·3	¼	166·2	½	.....	....	112·0	¼	125·9	¼	.....	....
4250	.....	....	69·2	½	181·1	¼	143·4	¼	.....	....	145·4	¼	.....	....
4236	.....	....	.....	....	158·0	¼	166·8	½	.....	....	.....	....	.....	....
4233	.....	....	67·8	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4227	153·9	¼	.....	....	.....	....	160·2	½	78·1	½	.....	....	.....	....
4202	.....	....	.....	....	.....	....	139·4	¼	.....	....	135·0	½	.....	....
4198	104·7	½	47·1	¼	162·8	½	.....	....	49·6	¼	.....	....	70·5	¼
4143	.....	....	.....	....	.....	....	166·4	¼	.....	....	.....	....	.....	....
4101	.....	....	.....	....	146·7	½	.....	....	.....	....	163·7	¼	120·9	¼
4077	.....	....	81·1	½	.....	....	.....	....	91·7	¼	.....	....	.....	....
4071	.....	....	.....	....	.....	....	157·7	½	.....	....	.....	....	.....	....
4063	.....	....	62·5	¼	171·6	¼	156·4	½	.....	....	160·1	1	.....	....
4045	+138·7	½	79·4	¼	159·6	½	172·0	½	84·9	¼	144·2	1	115·0	¼
4005	.....	....	75·7	¼	152·3	¼	.....	....	57·4	¼	180·0	¼	.....	....
3933	.....	....	−62·8	½	+133·0	¼	+149·9	½	− 80·4	½	+176·0	½	− 115·0	¼
Weighted mean	+133·29		− 70·10		+155·48		+158·55		− 88·61		+155·15		− 88·67	
V_a	− 23·01		− 23·01		− 23·01		− 23·43		− 23·43		− 23·43		− 23·43	
V_d	− ·02		− ·09		− ·09		− ·11		− ·11		− ·16		− ·16	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+110·0		− 93·5		+132·1		+134·7		−112·4		+131·3		−112·5	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Continued*

λ	8004		8004		8007		8007		8038		8039		8060	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4572	+156·8	½	− 55·6	¼	.....	....	.....	....	+ 49·9	¾	.....	....	−60·9	½
4549	201·0	¼	106·8	¼	−66·8	¼	+177·0	¼	42·0	¾	+45·5	½	28·2	½
4534	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	66·3	¾
4481	189·4	½	78·8	¼	73·3	¾	.....	....	53·3	¾	18·9	½	.....	....
4404	.....	....	110·7	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4395	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	29·5	½	.....	....
4351	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	34·3	¾	30·4	¾	.....	....
4340	.....	....	.....	....	55·8	½	149·2	½	22·2	¼	28·1	½	.....	....
4325	.....	....	.....	....	93·2	¼	142·0	¼	43·9	¾	33·3	¼	.....	....
4307	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	27·9	½	28·5	¾	43·2	¼
4294	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	53·9	½
4290	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	34·5	½	22·2	½	.....	....
4271	162·4	½	85·8	¼	−53·0	½	138·5	¼	50·1	½	23·0	½	36·3	¾
4250	.....	....	76·5	½	.....	....	.....	....	16·5	½	41·4	¼	.....	....
4236	.....	....	.....	....	.....	....	+143·9	¼	40·4	½	26·8	½	.....	....
4233	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	39·1	½	50·6	½	55·7	½
4215	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	27·8	½	38·2	½	30·3	½
4202	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	41·8	½	.....	....	.....	....
4198	.....	....	72·2	¼	.....	....	.....	....	22·2	¼	.....	....	.....	....
4143	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	31·8	1	37·6	½	21·2	¾
4077	142·5	¼	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4071	149·3	¼	.....	....	.....	....	.....	....	31·5	½	.....	....	.....	....
4063	160·2	½	99·0	¼	.....	....	.....	....	.....	....	26·1	1	.....	....
4045	+164·4	1	− 82·8	¼	.....	....	.....	....	+ 40·2	1	+35·9	1	−52·4	¾
Weighted mean	+ 165·81		− 86·84		− 66·13		+ 149·93		+ 37·72		+ 31·63		− 44·23	
V_a	− 23·72		− 23·72		− 23·70		− 23·70		− 22·11		− 22·11		− 19·83	
V_d	− ·05		− ·05		− ·07		− ·07		− ·14		− ·18		− ·15	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+ 141·8		− 110·9		− 90·2		+ 125·9		+ 15·2		+ 9·1		− 64·5	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Continued*

λ	8069		8234		8234		8239		8239		8240		8240	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4584	+104·4	¾	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4572	112·3	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4549	102·3	½	.....	....	.....	....	+84·5	½	−120·2	½	.....	....	.....	....
4534	109·7	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4481	.....	....	+ 79·7	½	−137·4	¼	95·3	½	108·5	¼	+ 81·6	¼	−111·5	¼
4415	115·1	½	82·9	¼	.....	....	67·9	½	.....	....	.....	....	.....	....
4404	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	113·9	½	.....	....
4340	.....	....	.....	....	.....	....	75·2	½	89·8	½	88·8	¼	−131·0	¼
4307	129·9	¼	76·2	¼	84·0	¼	.....	....	77·5	½	.....	....	.....	....
4290	88·7	½	.....	....	.....	....	61·7	½	70·9	½	.....	....	.....	....
4271	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	92·0	¾	.....	....
4236	85·3	½	.....	....	.....	....	65·7	½	.....	....	108·5	½	.....	....
4215	98·3	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4202	.....	....	102·2	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
4198	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	113·4	½	.....	....
4143	+ 95·1	¼	61·5	½	.....	....	60·7	½	.....	....	79·7	½	.....	....
4077	.....	....	.....	....	.....	....	84·0	½	.....	....	.....	....	.....	....
4045	.....	....	89·0	½	94·5	¼	+77·8	½	− 75·8	½	+ 98·9	¾	.....	....
4005	.....	....	+104·5	¼	−101·0	½	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....
Weighted mean	+ 103·17		+ 84·30		− 104·22		+ 74·71		− 88·76		+ 98·38		− 121·25	
V_a	− 19·83		+ 22·98		+ 22·98		+ 22·98		+ 22·98		+ 22·98		+ 22·98	
V_d	− ·15		+ ·10		+ ·10		+ ·15		+ ·15		+ ·09		+ ·09	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	+ 82·9		+107·1		− 81·4		+ 97·6		− 65·9		+121·2		− 98·5	

MEASURES OF 20 π CASSIOPEIÆ—*Concluded*

λ	8265		8265		8267		8267		8268		8268		7931	
	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.	Vel.	Wt.
4584	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	+30·5	1
4572	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	24·0	½
4549	−113·2	½	+139·1	½	+127·2	½	.....	....	−147·7	¼	.....	....	24·6	1
4534	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	39·5	1
4481	137·4	¼	124·4	¼	94·0	½	−132·9	½	138·2	½	+105·5	½	24·7	1
4404	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	41·4	½
4395	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	29·5	½
4351	.....	....	.....	....	85·3	½	103·2	¼	.....	....	.....	....	45·2	¾
4340	.....	....	80·6	¼	109·3	¾	103·6	¾	99·4	½	122·4	½	18·7	½
4325	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	32·3	1
4307	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	18·6	1
4300	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	52·1	1
4290	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	45·4	1
4271	.....	....	.....	....	112·9	¾	116·7	¼	117·3	½	90·2	½	26·9	1
4250	.....	....	.....	....	134·9	½	121·3	¼	124·2	½	134·0	½	8·9	1
4236	.....	....	.....	....	111·1	½	.....	....	.....	....	123·1	½	27·3	½
4233	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	129·8	½	.....	....	.....	....
4202	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	114·6	½	.....	....
4198	.....	....	.....	....	.....	....	−100·0	½	.....	....	.....	....	32·7	1
4143	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	.....	....	26·4	1
4063	.....	....	.....	....	97·3	¼	.....	....	.....	....	121·0	½	13·7	½
4045	−129·4	¼	+140·8	¼	107·1	¼	.....	....	−122·2	½	+116·8	½	29·2	1
4005	.....	....	.....	....	+110·7	½	.....	....	.....	....	.....	....	+34·7	1
Weighted mean	− 123·20		+ 124·72		+ 110·30		− 111·84		− 123·84		+ 113·80		+ 30·28	
V_a	+ 21·88		+ 21·88		+ 21·76		+ 21·76		+ 21·63		+ 21·63		− 18·89	
V_d	+ ·15		+ ·15		+ ·18		+ ·18		+ ·12		+ ·12		− ·05	
Curv.	− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28		− ·28	
Radial Velocity	− 101·5		+ 146·5		+ 132·0		− 90·2		− 102·4		+ 135·3		+ 11·0	

A plot of the observations showed the period to be approximately 2 days. Using the four early observations in conjunction with our own, the period was found to be 1·96408 days. The plates were grouped according to phase into 20 normal places, the first 11 representing component I and the last 9 component II.

NORMAL PLACES

	Mean Phase	Mean Velocity	Weight	O–C Preliminary	O–C Final	Eq.-Eph.
1	·004	+ 94·9	·33	− 4·4	− 0·1	+ ·1
2	·063	+ 74·9	·73	− 5·9	− 2·5	+ ·1
3	·237	+ 12·4	·89	− 2·4	− 2·2	+ ·2
4	·463	− 70·9	·47	− 4·4	− 7·0	− ·1
5	·590	− 90·1	·89	+ 5·0	+ 2·4	·0
6	·815	− 98·5	·58	+ 3·4	+ 1·6	− ·1
7	·977	− 71·1	·81	+ 1·0	− 0·2	− ·1
8	1·231	+ 10·9	1·14	− 1·8	− 2·1	·0
9	1·495	+101·6	·31	− 1·3	+ 1·2	·0
10	1·627	+128·5	·35	− 0·9	+ 3·5	+ ·1
11	1·764	+130·0	·72	− 5·0	+ 0·5	+ ·1
12	·004	− 73·3	·26	+ 0·7	− 2·1	− ·1
13	·063	− 55·9	·66	− 0·6	− 2·5	− ·1
14	·463	+ 84·5	·36	− 9·2	− 5·4	·0
15	·599	+123·1	·68	− 0·9	+ 2·7	− ·1
16	·814	+129·7	·56	+ 0·3	+ 3·0	− ·1
17	·979	+ 98·5	·58	− 0·3	+ 1·9	− ·1
18	1·495	− 71·1	·18	+ 6·6	+ 5·6	·0
19	1·672	−110·7	·24	− 2·0	− 5·0	+ ·2
20	1·758	− 98·1	·55	+12·3	+ 8·4	− ·1

The preliminary values of the elements used were,

P = 1·96408 days
e = ·02
ω_1 = 45°
ω_2 = 225°
γ = +13·10 km.
K_1 = 121 km.
K_2 = 122·42 km.
T = J. D. 2,419,970·035

Using these values and making the substitutions,

$x = \delta\gamma$
$y_1 = \delta K_1$
$y_2 = \delta K_2$
$z = 100 \cdot \delta e$
$u = 100 \cdot \delta\omega$
$v = [2 \cdot 50528]\ \delta T$

observation equations connecting the elements were built up in the usual way and a least-squares solution effected. It was later found necessary to consider T fixed, owing to the small value of e which made the coefficients of ω and T practically the same.

OBSERVATION EQUATIONS 20 π CASSIOPEIÆ

	Weight	x	y_1	y_2	z	u	$-n$
1	·33	1·000	+ ·712	.....	+ ·846	− ·883	− 4·4=0
2	·73	1·000	+ ·559	.....	+ ·430	−1·032	− 5·9=0
3	·89	1·000	+ ·014	.....	− ·869	−1·227	− 2·4=0
4	·47	1·000	− ·658	.....	− ·934	− ·914	− 4·4=0
5	·89	1·000	− ·894	.....	− ·090	− ·523	+ 5·0=0
6	·58	1·000	− ·950	.....	+1·171	+ ·306	+ 3·4=0
7	·81	1·000	− ·704	.....	+ ·882	+ ·825	+ 1·0=0
8	1·14	1·000	− ·003	.....	− ·816	+1·193	− 1·8=0
9	·31	1·000	+ ·742	.....	− ·805	+ ·813	− 1·3=0
10	·35	1·000	+ ·964	.....	+ ·152	+ ·373	− 0·9=0
11	·72	1·000	+1·007	.....	+1·036	− ·162	− 5·0=0
12	·26	1·000	.....	− ·712	− ·856	+ ·894	+ 0·7=0
13	·66	1·000	.....	− ·559	− ·435	+1·044	− 0·6=0
14	·36	1·000	.....	+ ·658	+ ·945	+ ·924	− 9·2=0
15	·68	1·000	.....	+ ·906	+ ·018	+ ·496	− 0·9=0
16	·56	1·000	.....	+ ·950	−1·184	− ·308	+ 0·3=0
17	·58	1·000	.....	+ ·700	− ·883	− ·840	− 0·3=0
18	·18	1·000	.....	− ·742	+ ·814	− ·823	+ 6·6=0
19	·24	1·000	.....	− ·998	− ·499	− ·203	− 2·0=0
20	·55	1·000	.....	−1·009	−1·023	+ ·141	+12·3=0

NORMAL EQUATIONS

$$
\begin{aligned}
11{\cdot}290x - {\cdot}288y_1 + {\cdot}307y_2 - 1{\cdot}556z + {\cdot}258u + 5{\cdot}752 &= 0\\
3{\cdot}453y_1 \ldots\ldots\ldots + {\cdot}190z - {\cdot}394u + 12{\cdot}743 &= 0\\
2{\cdot}738y_2 + {\cdot}145z - {\cdot}451u + 9{\cdot}835 &= 0\\
7{\cdot}253z + {\cdot}490u + 7{\cdot}331 &= 0\\
7{\cdot}505u - 3{\cdot}387 &= 0
\end{aligned}
$$

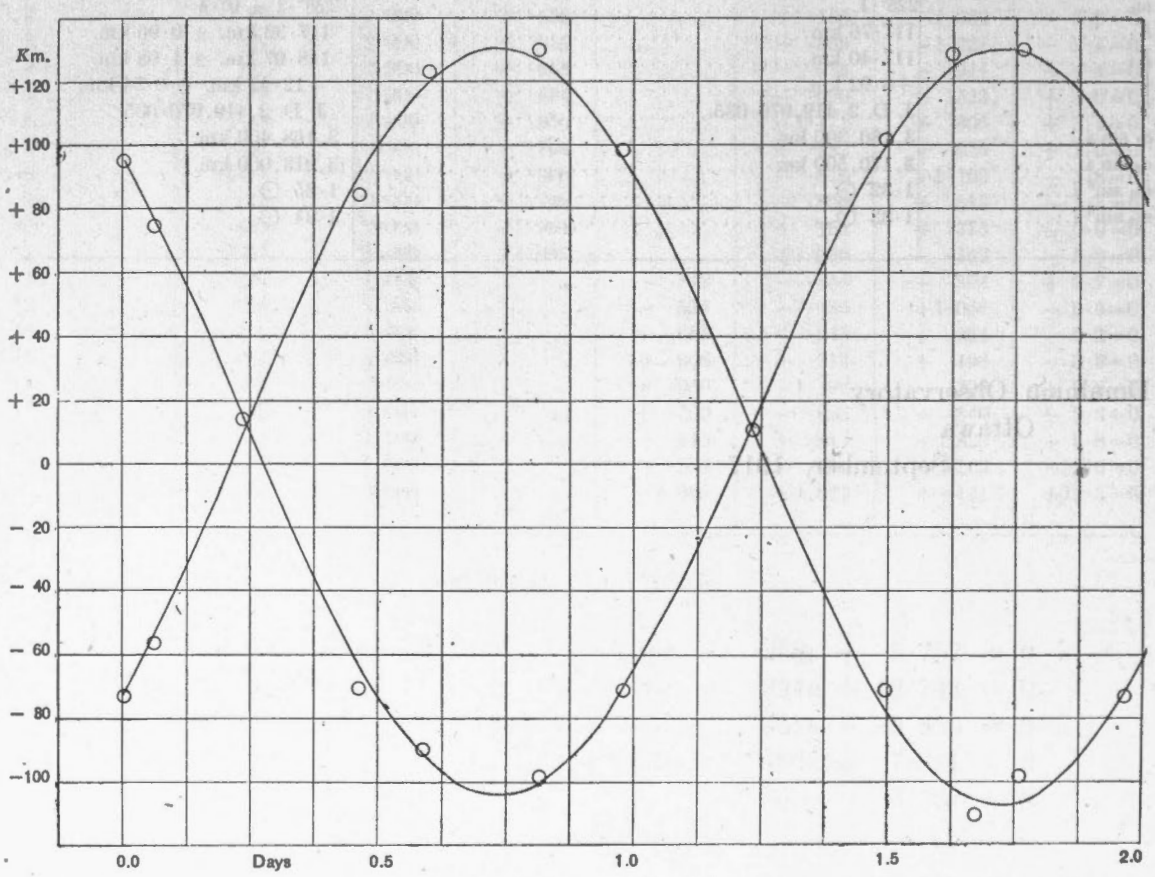
From these equations resulted the corrections,

$$
\begin{aligned}
\delta\gamma &= -0{\cdot}68 \text{ km.}\\
\delta K_1 &= -3{\cdot}68 \text{ km.}\\
\delta K_2 &= -3{\cdot}45 \text{ km.}\\
\delta e &= -0{\cdot}010\\
\delta\omega &= +0^\circ{\cdot}08
\end{aligned}
$$

The value of Σpvv for the normal places was reduced from 218·3 to 116·7. The accompanying graph represents the final elements and the observations as grouped. The probable error for a plate for component II is $\pm 5{\cdot}0$ km. per sec., and for component I is $\pm 4{\cdot}7$ km. per sec. The table below gives the elements from the unrevised and revised wave-lengths. The latter values supersede the others and are considered final. The probable errors are attached.

Element	Values from Unrevised Wave-Lengths	Final Values
P	1·96408 days	1·96408 days
e	·009	·010 ± ·007
ω_1	45°·1	45°·1 ± 0°·4
ω_2	225°·1	225°·1 ± 0°·4
K_1	117·76 km.	117·32 km. ± 0·96 km.
K_2	117·40 km.	118·97 km. ± 1·08 km.
γ	+8·92 km.	+12·42 km. ± 0·54 km.
T	J. D. 2,419,970·035	J. D. 2,419,970·035
$a_1 \sin i$	3,180,300 km.	3,168,400 km.
$a_2 \sin i$	3,170,500 km.	3,213,000 km.
$m_1 \sin^3 i$	1·32 ⊙	1·35 ⊙
$m_2 \sin^3 i$	1·33 ⊙	1·34 ⊙

Dominion Observatory
Ottawa
September, 1917



Radial Velocity Curves of 20 π Cassiopeiæ