ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 211.

Nr. 5047.

7.

Über den Doppelstern Krueger 60. β GC 11671 $\alpha = 22^h 24^m 26^s$ $\delta = +57^\circ 12'$ (1900).

Von F. Pavel und E. Bernewitz.

Wegen seiner großen Eigenbewegung und Parallaxe, sowie wegen seiner schnellen Bahnbewegung ist der Doppelstern Krueger 60 eines der interessantesten Systeme, die wir kennen. Obwohl seit seiner Entdeckung im Jahre 1890 durch *Burnham* die Bewegung im Positionswinkel über 140° beträgt, ist anscheinend noch kein Versuch einer Bahnbestimmung unternommen worden. Der dritte Stern C, die optische Komponente, eignet sich außerdem besonders gut für eine Bestimmung des Massenverhältnisses, sodaß eine Bearbeitung des vorliegenden Beobachtungsmaterials lohnend erschien.

Weitere Beobachtungen sind in den nächsten Jahren besonders wertvoll, um das Periastron mit größerer Sicherheit festlegen zu können, als es bisher möglich war.

Die nachfolgenden Beobachtungen sind zur Ableitung der Bahn benutzt worden. Sie werden bis zum Jahre 1912 annähernd vollzählig sein, die letzten Jahre können lückenhaft sein, doch sind die Messungen von *Barnard*, der dem System stets große Aufmerksamkeit geschenkt hat¹⁾, bis zum Jahre 1916 vorhanden.

¹⁾ MN 68.629 und MN 76.592.

Epoche	ρ_B	ρ_R	B—R	ϱ_B	ϱ_R	B—R	Beobachter
1890.79	178.8	182.2	—3.4	2.32	2.38	—0.06	β 1
98.45	140.7	142.7	—2.0	3.19	3.22	—0.03	Doolittle 5
1900.74	134.0	133.9	+0.1	3.18	3.30	—0.12	Doolittle 4
00.94	133.1	133.2	—0.1	3.25	3.30	—0.05	Barnard 4
01.37	131.4	131.6	—0.2	3.35	3.32	+0.03	β 4
01.77	130.4	130.2	+0.2	3.31	3.33	—0.02	Barnard 7
02.71	(122.0)	126.7	(—4.7)	(3.49)	3.33	(+0.16)	Lewis 1
02.76	127.0	126.5	+0.5	3.37	3.33	+0.04	Barnard 4
02.78	126.1	126.4	—0.3	2.99	3.33	—0.34	Doolittle 3
02.81	126.5	126.3	+0.2	3.36	3.33	+0.03	β 4
03.46	123.4	123.9	—0.5	3.35	3.33	+0.02	β 7
03.56	123.5	123.5	0.0	3.37	3.33	+0.04	Barnard 15
03.63	123.5	123.3	+0.2	3.39	3.33	+0.06	Doolittle 6
04.58	119.8	119.8	0.0	3.38	3.32	+0.06	Barnard 19
04.60	119.9	119.7	+0.2	3.31	3.32	—0.01	β 3
05.45	116.2	116.5	—0.3	3.26	3.30	—0.04	β 6
05.91	115.3	114.7	+0.6	3.31	3.28	+0.03	Barnard 2
06.00	113.8	114.4	—0.6	3.15	3.28	—0.13	β 4
06.56	112.2	112.2	0.0	3.32	3.26	+0.06	Barnard 7
07.46	108.6	108.7	—0.1	3.26	3.22	+0.04	β 4
07.58	107.2	108.2	—1.0	3.28	3.21	+0.07	Barnard 12
07.97	107.7	106.7	+1.0	2.96	3.19	—0.23	v. Biesbroeck 5, 4
08.37	104.1	105.1	—1.0	3.03	3.17	—0.14	Luplau Janssen 3
08.37	104.4	105.1	—0.7	3.18	3.17	+0.01	Barnard 6
08.70	103.4	103.2	+0.2	3.17	3.15	+0.02	Barnard 6
08.96	101.7	102.7	—1.0	3.05	3.13	—0.08	v. Biesbroeck 3
09.60	99.4	99.9	—0.5	3.06	3.08	—0.02	β 4
09.63	98.8	99.9	—1.1	3.14	3.08	+0.06	Barnard 16
10.71	94.8	95.1	—0.3	3.10	2.99	+0.11	Barnard 21
10.93	94.1	94.1	0.0	3.02	2.98	+0.04	Storey 1
11.49	89.8	91.4	—1.6	2.92	2.93	—0.01	v. Biesbroeck 4
11.70	90.8	90.5	+0.3	2.99	2.92	+0.07	Barnard 10
12.70	85.7	85.5	+0.2	2.87	2.82	+0.05	Barnard 11
12.75	88.6	85.2	+3.4	2.57	2.82	—0.25	Abetti 3
12.78	86.7	85.0	+1.7	3.11	2.82	+0.29	v. Biesbroeck 3
13.55	81.2	81.0	+0.2	2.85	2.74	+0.11	Barnard 8
15.68	69.1	68.5	+0.6	2.54	2.53	+0.01	Barnard 18
16.61	63.2	62.2	+1.0	2.45	2.43	+0.02	Barnard
19.78	35.8	36.9	—1.1	2.14	2.13	+0.01	Pavel 4
19.83	38.9	36.5	+2.4	2.07	2.13	—0.06	Bernewitz 1

Es ergab sich auf graphisch-rechnerischem Wege das folgende Elementensystem:

$$\begin{aligned} T &= 1928.13 & i &= 29^\circ 89 \\ \mu &= -7.718 & \omega &= 156.81 \\ a &= 2'' 550 & \Omega &= 139.30 \\ \varphi &= 19.20 & U &= 46.64 \text{ Jahre.} \end{aligned}$$

Die Darstellung der Beobachtungen durch diese Elemente ist in der obigen Tafel in den Spalten B–R gegeben; sie ist durchaus befriedigend, wenn man berücksichtigt, daß die Komponenten die Größen 9.3 und 11.5 haben.

Für die Parallaxe des Systems liegen drei sehr gut übereinstimmende Ergebnisse vor:

$$\begin{aligned} \text{Barnard, Yerkes-Refr.} & \text{visuell} = +0''.249 \pm 0''.011 \\ \text{Schlesinger,} & \text{phot.} = +0''.252 \pm 0''.006 \\ \text{Russell, Cambr. E.} & \text{»} = +0''.258 \pm 0''.013. \end{aligned}$$

Nimmt man die Parallaxe im Mittel zu $+0''.252$ an, so folgt für die halbe große Achse der wahren Bahn der Wert 10.12 astr. Einheiten, und die Massensumme $m_1 + m_2$ ergibt sich zu $0.476 \odot^1$.

1	2	3	4	5	6	7	8
Epoche	(x)	(y)	x	y	x ₁	y ₁	Beobachter
1890.79	-15.01	-22.14	-0.69	+0.49	-2.38	-0.09	1 β
1900.94	-18.52	-31.34	-0.14	-0.59	-2.27	+2.41	4 Barnard
1901.61	-19.01	-31.78	-0.36	-0.49	-2.17	+2.52	4 β , 7 Barnard
1902.79	-19.53	-32.83	-0.39	-0.60	-1.98	+2.68	4 Barnard, 4 β
1903.62	-19.86	-33.64	-0.49	-0.75	-1.82	+2.78	32 Barnard, 8 β
1904.63	-20.44	-34.39	-0.58	-0.68	-1.64	+2.89	27 Barnard, 3 β
1905.99	-21.02	-35.45	-0.62	-0.65	-1.36	+2.98	9 Barnard, 9 β
1907.53	-21.86	-36.79	-0.84	-0.77	-1.02	+3.05	11 Barnard, 4 β
1908.49	-22.38	-37.67	-0.98	-0.86	-0.79	+3.05	14 Barnard
1909.60	-22.92	-38.65	-1.07	-0.96	-0.54	+3.03	17 Barnard, 4 β
1910.71	-23.48	-39.43	-1.20	-0.87	-0.26	+2.98	21 Barnard
1911.69	-23.87	-40.19	-1.20	-0.83	-0.02	+2.92	12 Barnard
1912.71	-24.40	-41.00	-1.31	-0.83	+0.22	+2.81	11 Barnard
1913.55	-24.80	-41.65	-1.38	-0.81	+0.43	+2.70	7 Barnard
1915.73	-25.91	-43.28	-1.61	-0.68	+0.94	+2.34	24 Barnard
1919.83	-27.76	-45.94	-1.80	-0.08	+1.71	+1.26	5 Bernewitz, 1 Pavel

Führt man $k = m_2/(m_1 + m_2)$ ein, so verhält sich der Größe nach die Bahn des Hauptsterns um den Schwerpunkt zur Bahn des Begleiters um den Hauptstern wie $k:1$. So erhalten die Gleichungen die Form:

$$\begin{aligned} x_0 + \delta\mu(t - t_0) - x_1 \cdot k &= x \\ y_0 + \delta\mu'(t - t_0) - y_1 \cdot k &= y. \end{aligned}$$

Eine gemeinsame Ausgleichung zur Ermittlung der wahrscheinlichsten Werte der 5 Unbekannten ergab:

$$\begin{aligned} x_0 &= -1''.321 & (x_0) &= -21''.326 \\ y_0 &= +0.541 & (y_0) &= -33.459 \end{aligned}$$

Sternwarte Berlin-Babelsberg, 1919 Dezember.

Zur Bestimmung des Massenverhältnisses $m_1:m_2$ sind im folgenden nur die Verbindungen von A mit C herangezogen worden, da die Beobachtungen der weiteren schwachen Sterne sich noch nicht über einen genügend langen Zeitraum erstrecken. Nachstehend sind die Beobachtungen, bereits zu Jahresmitteln zusammengefaßt und wegen Parallaxe verbessert, gegeben. Wegen größerer Abweichungen der mit kleineren Instrumenten arbeitenden Beobachter wurden nur die Messungen von *Burnham*, *Barnard* und unsere eigenen berücksichtigt. Spalte 1 enthält die Epoche, 2 und 3 enthalten die rechtwinkligen Koordinaten x und y von A in bezug auf C; in Spalte 4 und 5 sind diese Koordinaten, mit der vorläufigen Eigenbewegung von $-0''.400$ in x und $-0''.800$ in y auf die Epoche 1905.0 reduziert und von den geeigneten Anfangspunkten $-20''.005$ und $-34''.000$ gezählt, gegeben. Die drei letzten Spalten geben die relativen Koordinaten von B in bezug auf A zu den betreffenden Epochen und die Beobachter.

$$\begin{aligned} \delta\mu &= +0''.0144 & \mu &= -0''.3856 \\ \delta\mu' &= -0.0084 & \mu' &= -0.8084 \text{ oder die Eigenbewegung} \\ & & \sigma &= 0.896 \text{ in der Richtung } \chi = 244^\circ 5. \end{aligned}$$

$$k = 0.454.$$

Damit ergibt sich $m_1:m_2 = 1.20:1.00$ und mit der oben gefundenen Gesamtmasse:

$$m_2 = 0.216 \odot \quad m_1 = 0.260 \odot.$$

Der Begleiter B gehört zu den absolut schwächsten bekannten Sternen; in einer Entfernung, die der Parallaxe $0''.1$ entspricht, würde er 2 Größenklassen schwächer sein, also etwa die Größe 13^m5 besitzen.

F. Pavel, E. Bernewitz.

¹⁾ In AJ 767 gibt neuerdings noch Prof. A. Mitchell nach photographischen Aufnahmen am Leander McCormick Observatory aus den Jahren 1916–1918 die folgenden Werte für die Parallaxe der drei Sterne: A $\pi = 0''.267$, B $\pi = 0''.265$, C $\pi = 0''.001$. Red.

Masse- und Dichteverhältnis bei Doppelsternveränderlichen. Von H. Vogt.

In den Sitzungsber. d. Heidelb. Akad. d. Wissensch., Jahrg. 1919, 9. Abh. habe ich auf einige Gesetzmäßigkeiten bei Doppelsternveränderlichen hingewiesen. Die wichtigsten

sind folgende: Ordnet man die Doppelsternveränderlichen nach ihrem Spektrum und teilt jede Spektralklasse noch einmal in zwei Unterabteilungen, deren erste die Sterne enthält,