

point down to the lowest temperature of liquid hydrogen. So it will give in microvolt per degree: at $\pm 0^\circ$ C. about 37, at -180° C. about 34, at -220° C. about 28, at -250° C. about 17, and at -255° C. about 14. Also at the temperature of liquid helium high values of e may be expected if they diminish with the temperature in the same way in the system *Au-Co* as in the system *Cu-Fe*. As to the proposed silver-alloy it appears from the diagram of the absolute thermo-electric force (Fig. 2 of Comm. N^o. 217*d*), that it may be expected to give rather small thermo-electric variations of its own and thus lead to a smooth e , T -curve. *Ag* is to be preferred to *Cu* or *Au* as it is easier to get it free from traces of *Fe*, and alloyed *Ag* is to be preferred to the pure metal also for the reason that the thermal conductivity does not increase to unsuitable high values at the lowest temperatures. Of course special measurements are necessary to find the most suitable concentrations and to confirm the expectations as to the usefulness of the thermo-couple also in the liquid helium temperatures.

We are glad to record our thanks to the NOBEL-committee for physics, who supported our researches by a subvention.

Summary.

Thermo-electric forces against a silveralloy-normal were measured down to the temperatures which are obtainable with liquid helium, for *Pt* and for alloys of *Cu* with small quantities of *Fe*.

For the last-mentioned alloys the thermo-electric force per degree near absolute zero is proportional to T . At increasing temperatures e reaches a maximum, after which e decreases. With increasing concentration of *Fe* this maximum is displaced towards higher temperatures.

As a sensitive thermo-element for the temperature range of liquid hydrogen and liquid helium the authors recommend the combination *Au* with about 1 at. % *Co* against *Ag* with about 1 at. % *Au*.

Astronomy. — *Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen.* VI. *R Cygni.* Von A. A. NIJLAND.

(Communicated at the meeting of January 30, 1932.)

Instrumente: *S* und *R*. Die Beobachtungen wurden alle auf *R* reduziert: die Reduktion $R-S$ beträgt $-0^m.34$. Spektrum *Se* (*Harv. Ann.* 79 S. 187).

Gesamtzahl der hier zu besprechenden Beobachtungen 729 (2416826 bis 2426648).

Karte: HAGEN, *Atlas Stell. var. Series III.*

Der Stern *B* kommt mit den Helligkeiten $6^m.48$, $6^m.39$ in *Harv. Ann.* 74 vor. Die Stufenskala bezieht sich auf die Grösse $10^m.0$; der Stufenwert

TABELLE I. Vergleichsterne.

	BD	HAGEN	St.	HA 29	HA 37	HA 98	PD	PD red.	H
C	+ 48.2914	—	72.8	—	^m 6.19	^m 6.19 Mb	^m 6.14 WG+	^m 6.09	^m 6.14
B	49.3059	2	67.8	^m 6.76	—	6.63 G5	6.68 WG	6.59	6.65
A	48.2918	—	63.0	—	7.17	7.26 K2	7.13 G	7.18	7.14
a	49.3033	—	58.0	7.57	—	7.62 K0	—	—	7.66
b	50.2844	3	54.4	7.92	—	7.90 G5	—	—	8.03
c	49.3051	5	47.5	9.01	—	—	—	—	8.73
d	49.3061	10	44.1 ⁵	—	—	—	—	—	9.07
e	49.3065	14	39.6	9.48	—	—	—	—	9.53
f	—	25	37.4	—	—	—	—	—	9.76
g	49.3068	31	32.6	10.22	(10.90)	—	—	—	10.25
h	—	33	29.2	—	—	—	—	—	10.60
j	—	36	26.9	—	—	—	—	—	10.84
k	—	38	21.4	—	—	—	—	—	11.40
l	—	44	20.1	—	—	—	—	—	11.53
m	—	50	17.3	—	—	—	—	—	11.82
x	—	43	17.5	—	11.86	—	—	—	(11.80)
n	—	56	14.6 ⁵	12.04	12.29	—	—	—	12.10
p	—	59	11.0	12.19	12.09	—	—	—	12.47
q	—	64	6.6	(12.16)	12.72	—	—	—	12.92
r	—	73	0.0	—	—	—	—	—	13.59

ist 0^m.102. Die Sterne *h* bis *l* wurden viermal an die Sichtbarkeitsgrenze von *S* angeschlossen; für *k* folgt daraus der allerdings nicht sehr genaue Wert 11^m.60. Der Veränderliche sinkt im Minimum meistens etwa 0^m.2—0^m.4 unter die Helligkeit des Sterns *r* und also bis nahe an die Grenze des Zehnzöllers hinab, und ist dann wegen der Nähe von θ Cygni (4^m.5) ein sehr schwieriges Objekt. Aus 18 Anschlüssen an diese Grenze folgt für *r* die Grösse 13^m.74. Die Grössen 10^m.90 für *g* aus *Harv. Ann.* 37 und 12^m.16 für *q* aus *Harv. Ann.* 29 mussten unberücksichtigt bleiben. Übrigens ist der Anschluss der Stufenskala an die photometrischen Helligkeiten nicht unbefriedigend.

Es liegen 101 Schätzungen der Farbe vor, welche aber für vier Fünftel aus den Jahren 1905—1911 stammen. Aus der Tabelle IIa geht hervor, dass die Farbe sich im Laufe der Jahre 1905 bis 1931 kaum geändert hat.

A. A. NIJLAND: MITTLERE LICHTKURVEN VON LANGPERIODISCHEN VERÄNDERLICHEN. VI. R CYGNI.

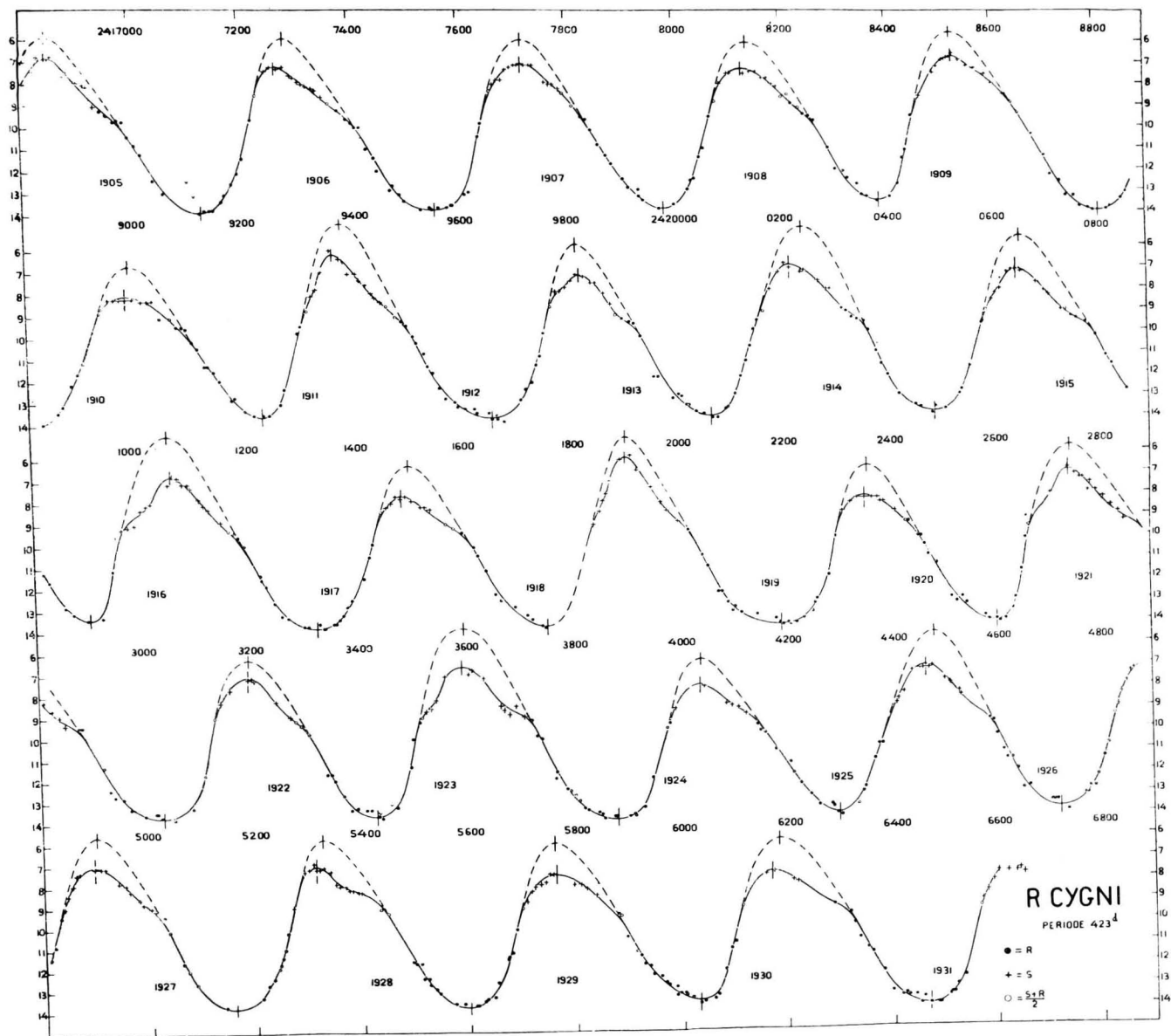


Fig. 1

Wie bei *R Trianguli* ist aber eine Abhängigkeit von der Helligkeit deutlich ausgeprägt: aus der Tabelle IIb ist ersichtlich, dass der Stern in meiner Auffassung bei 7^m.6 die geringste Färbung (4^c.00) gezeigt hat. Das allgemeine Mittel ist 4^c.49.

TABELLEN IIa und IIb. Farbenschätzung.

Zeitraum	<i>m</i>	Farbe	Grösse	<i>m</i>	Farbe
²⁴¹ 6948—7366	18	4.44 ^c	6.76 ^m	13	4.50 ^c
7382—7788	18	4.08	7.11	12	4.29
7795—8255	18	4.58	7.30	13	4.02
8265—9066	18	4.47	7.67	12	4.00
²⁴² 9301—0760	18	4.75	8.07	13	4.12
1063—5321	11	4.73	8.45	12	4.33
	101	4.51	9.17	13	5.04
			9.87	13	5.65
				101	4.49

Die Figur 1 enthält die Beobachtungen, alle auf *R* reduziert. Die Reihe der Abweichungen (Beobachtung minus Kurve) zeigt 268 Plus-, 256 Minuszeichen, 205 Nullwerte, 266 Zeichenfolgen, 257 Zeichenwechsel. Ein Einfluss des Mondscheines auf die Helligkeitsschätzung ist nicht bemerkbar. Es verteilen sich auf 213 bei Mondschein angestellte Beobachtungen die Abweichungen wie folgt: 78 Plus-, 72 Minuszeichen, 63 Nullwerte.

Die Tabelle III enthält die aus der Kurve abgelesenen Epochen der Minima *m* und der Maxima *M*, nebst der Vergleichung mit den einfachen Elementen:

$$\text{und } 2421769^d + 423^d E \text{ (für die Minima)}$$

$$\text{und } 2421922 + 423 E \text{ (für die Maxima).}$$

Aus den Spalten *B—R* geht hervor, dass die Periode von *R Cygni* für den hier betrachteten Zeitraum in Zunahme begriffen ist. Aus einer graphischen Lösung folgen die Elemente *F*:

$$\text{und } 2421753^d + 423^d E + 0^d.42 E^2 \text{ (für die Minima)}$$

$$\text{und } 2421906 + 423 E + 0.42 E^2 \text{ (für die Maxima).}$$

Obgleich die Berücksichtigung des quadratischen Gliedes die Quadratsummen der Abweichungen, für die Minima und die Maxima zusammen, von 13869 auf 8243 herabdrückt, halte ich die hier angedeutete säkuläre Veränderung der Periode nicht für reell, und ich würde jedenfalls ein

TABELLE III.

E	Minima <i>m</i>					Maxima <i>M</i>				
	B	<i>v</i>	R	B-R	B-F	B	<i>v</i>	R	B-R	B-F
-12	—	—	—	—	—	²⁴¹ 6847	^m 6.8	6846	+ 1	-43
-11	²⁴¹ 7129	^m 13.9	7116	+13	-22	7268	7.2	7269	- 1	-36
-10	7558	13.8	7539	+19	- 7	7719	7.1	7692	+27	+ 1
- 9	7981	13.8	7962	+19	+ 1	8129	7.3	8115	+14	- 4
- 8	8385	13.4	8385	0	-11	8527	6.8	8538	-11	-22
- 7	8809	14.0	8808	+ 1	- 4	8984	8.1	8961	+23	+18
- 6	9235	13.7	9231	+ 4	+ 5	9366	6.2	9384	-18	-17
- 5	9657	13.8	9654	+ 3	+ 9	9819	7.3	9807	+12	+18
- 4	²⁴² 0064	13.8	0077	-13	- 4	²⁴² 0213	6.8	0230	-17	- 8
- 3	0485	13.7	0500	-15	- 3	0644	7.1	0653	- 9	+ 3
- 2	0904	13.4	0923	-19	- 5	1058	6.8	1076	-18	- 4
- 1	1328	13.9	1346	-18	- 2	1485	7.7	1499	-14	+ 2
0	1753	13.9	1769	-16	0	1899	6.1	1922	-23	- 7
+ 1	2189	14.0	2192	- 3	+13	2347	8.0	2345	+ 2	+18
+ 2	2600	14.0	2615	-15	- 1	2739	6.9	2768	-29	-15
+ 3	3030	13.8	3038	- 8	+ 4	3196	7.1	3191	+ 5	+17
+ 4	3430	13.7	3461	-31	-22	3592	6.8	3614	-22	-13
+ 5	3879	14.0	3884	- 5	+ 1	4033	7.7	4037	- 4	+ 2
+ 6	4296	13.8	4307	-11	-10	4461	6.9	4460	+ 1	+ 2
+ 7	4719	13.7	4730	-11	-16	4897	7.0	4883	+14	+ 9
+ 8	5159	13.8	5153	+ 6	- 5	5315	7.0	5306	+ 9	- 2
+ 9	5600	13.9	5576	+24	+ 6	5763	7.5	5729	+34	+16
+10	6030	13.6	5999	+31	+ 5	6167	7.5	6152	+15	-11
+11	6467	14.0	6422	+45	+10	—	—	—	—	—
		13.80			± 7		7.12			±12

periodisches Glied vorziehen. PRAGER's Katalog für 1932 gibt den Periodenwert $428^{\text{d}.4}$ und das aus sämtlichen von mir seit d. J. 1905 in den *Astr. Nachr.* mitgeteilten Epochen der Minima und Maxima abgeleitete allgemeine Mittel ist $423^{\text{d}.8}$. Meine Beobachtungen deuten jedenfalls auf

eine viel stärkere Variabilität der Periode als wie es nach den für den Zeitraum 1852—1915 geltenden Angaben der *G. und L.* II S. 210 zu erwarten wäre. Auch bei diesem Stern genügen offenbar die sich nunmehr über 80 Jahre erstreckenden Beobachtungen keineswegs, um das wahre Gesetz des Lichtwechsels an den Tag treten zu lassen.

Die extremen Werte des Lichtwechsels sind :

$$\begin{array}{l} \text{Minimum: } v = 13^{\text{m}}.80 \pm 0^{\text{m}}.32 \\ \text{Maximum: } v = 7.12 \pm 0.98 \end{array} \quad (\text{m.F.})$$

Die Amplitude beträgt somit $6^{\text{m}}.68$.

Es wurde wieder der mittlere Verlauf der Lichtkurve in der Nähe der beiden Hauptphasen durch Ablesung der Helligkeit für je 10^{d} abgeleitet. Die beiden Teilkurven schliessen sich vorzüglich an einander an (s. die Fig. 2) und geben zusammen den Verlauf der mittleren Kurve *B* (Tabelle IV).

Wie bei *S Ursae Majoris*, bekommt man auch bei *R Cygni* den starken Eindruck, dass der natürliche Verlauf der Aufhellung oft durch einen hemmenden Prozess gestört wird, der das Maximum niedriger erscheinen lässt, als erwartet werden konnte.

Die Störung macht sich besonders im Anfang des Abstiegs bemerkbar (s. die Maxima 2416847, 7268, 9366, 9819, 2420213, 0644, 1485, 3592 und 5315), flächt aber auch mitunter das Maximum ab (2418984, 2422347, 5763, 6167) oder setzt schon vor dem Maximum ein (2421058, 2739, 3592).

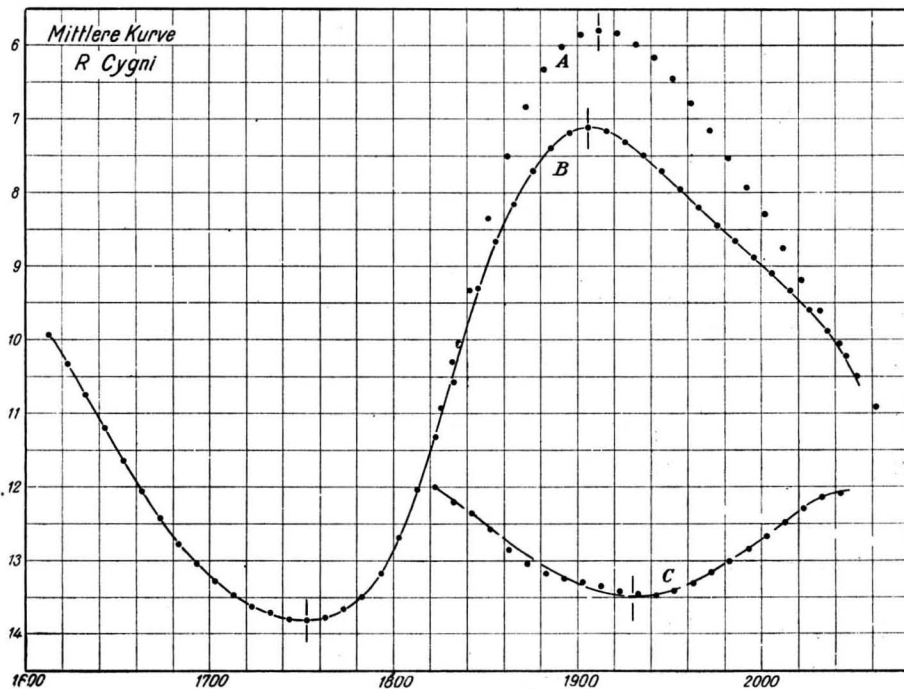


Fig. 2.

TABELLE IV. Die mittlere Kurve.

Phase	ν	Phase	ν	Phase	ν	Phase	ν
-120 ^d	10.75 ^m	0 ^d	30.80 ^m	+120 ^d	7.83 ^m	+240 ^d	8.83 ^m
-110	11.21	+10	13.77	+130	7.48	+250	9.06
-100	11.65	+20	13.67	+140	7.24	+260	9.29
-90	12.06	+30	13.48	+150	7.13	+270	9.53
-80	12.43	+40	13.17	+160	7.13	+280	9.80
-70	12.76	+50	12.68	+170	7.26	+290	10.19
-60	13.04	+60	12.04	+180	7.44	+300	10.62
-50	13.28	+70	11.24	+190	7.67		
-40	13.47	+80	10.39	+200	7.90		
-30	13.62	+90	9.58	+210	8.14		
-20	13.73	+100	8.84	+220	8.37		
-10	13.79	+110	8.28	+230	8.60		

Die mittlere Kurve ist von dieser Störung in analoger Weise beeinflusst worden, wie es s.Z. bei *S Ursae Majoris* gefunden wurde, mit diesem Unterschiede, dass die Kurve dort beim Aufstieg etwas gerader gestreckt wurde, hier aber, wo die Störung später auftritt, beim Abstieg. Beide Sterne haben das Spektrum Se. Ich habe, wie bei *S Ursae Majoris*, auch jetzt die Arbeitshypothese aufgestellt, dass *sämtliche* Maxima einer Störung unterliegen, und den ungestörten Verlauf so zu ziehen mich bemüht, dass die ungestörte Kurve der wirklich beobachteten sowohl im Auf- wie auch im Abstieg gut anschmiegt. Das konnte immer zwanglos geschehen. Natürlich ist eine gewisse Willkür nicht zu vermeiden, und es bleibt auch hier namentlich die Höhe der neuen Kurve etwas unsicher; die Epochen der „ungestörten“ Maxima können aber als ziemlich gut verbürgt gelten. Die Tabelle V enthält eine Zusammenstellung dieser ungestörten Maxima nebst einer Vergleichung mit den Elementen

und $R: 2421928^d + 423^d E$
 $F: 2421912 + 423 E + 0^d.42 E^2.$

Das grösste Licht wird jetzt im Mittel $5^m.79 \pm 0^m.113$ (m.F.).

Auch die mittlere Kurve *A* des ungestörten Maximums schliesst sich der Kurve des Minimums wieder gut an (Fig. 2). Für die Schiefe der ungestörten Kurve findet man

$$\frac{M - m}{P} = 0^m.38.$$

TABELLE V. Ungestörte Maxima.

<i>E</i>	<i>B</i>	<i>v</i>	<i>R</i>	<i>B-R</i>	<i>B-F</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>v</i>	<i>R</i>	<i>B-R</i>	<i>B-F</i>
-12	²⁴¹ 6847	^m 5.9	6852	- 5	-49	0	²⁴² 1901	^m 5.2	1928	-27	-11
-11	7284	6.0	7275	+ 9	-26	+ 1	2354	6.6	2351	+ 3	+19
-10	7720	6.0	7698	+22	- 4	+ 2	2743	5.8	2774	-31	-17
- 9	8139	6.1	8121	+18	0	+ 3	3197	6.3	3197	0	+12
- 8	8524	5.6	8544	-20	-31	+ 4	3596	5.0	620	-24	-15
- 7	8990	6.7	8967	+23	+18	+ 5	4035	6.5	4043	- 8	- 2
- 6	9382	4.8	9390	- 8	- 7	+ 6	4477	5.4	4466	+11	+12
- 5	9814	5.8	9813	+ 1	+ 7	+ 7	4903	5.6	4889	+14	+ 9
- 4	²⁴² 0237	5.1	0236	+ 1	+10	+ 8	5327	5.8	5312	+15	+ 4
- 3	0652	5.6	0659	- 7	+ 5	+ 9	5759	6.0	5735	+24	+ 6
- 2	1053	4.9	1082	-29	-15	+10	6180	6.0	6158	+22	- 4
- 1	1498	6.4	1505	- 7	+ 9			5.79			+13

Schliesslich wurde die Differenzkurve $C = A - B$ gebildet, welche sich nahezu symmetrisch gestaltet. Mit ganz geringfügigen Abänderungen des jeweiligen ungestörten Verlaufs wäre die Differenzkurve völlig symmetrisch ausgefallen: s. die gestrichelte Kurve. Die Verfinsternung, deren Minimum, zu 1^m.46, auf 2421930 fällt, 18^d nach dem (ungestörten) Maximum, beraubt den Stern von 74 % seines Lichtes.

Zusammenfassung.

Aus 729 in den Jahren 1904 bis 1931 (2416826 bis 2426648) angestellten Beobachtungen von *R Cygni* sind die folgenden Elemente des Lichtwechsels abgeleitet worden:

$$\begin{array}{l}
 \text{Minimum: } 2421753^{\text{d}} \\
 \text{Maximum: } 2421906
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \end{array} \right\} + 423^{\text{d}} E + 0^{\text{d}} 42 E^2; \quad \begin{array}{l} v = 13^{\text{m}}.80 \\ v = 7 .12 \end{array}$$

Amplitude = 6 .68

Der Stern scheint bei der Aufhellung eine Verdunkelung von 1^m.46 zu erfahren, deren Minimum auf 2421930 fällt.

Utrecht, Januar 1932.