

Shapley¹⁾, fand für die Entfernung des kugelartigen Sternhaufens NGC 7006 von der Sonne $2.2 \cdot 10^5$ Lichtjahre. Unser erstes R ist etwa 130 mal, das zweite etwa 40 mal so groß als diese Shapleysche Entfernung. Es könnten demnach noch weit entferntere Objekte entdeckt werden, die noch immer zu unserer Weltinsel gehören.

Auch die Gesamtzahl der Sterne erscheint bedeutend größer als man bisher angenommen hat. Nach *Kapteyn* und *van Rhijn* wäre bis zur 16. Größe inklusive diese Zahl nahe $1.1 \cdot 10^8$. Es ist aber klar, daß dies nicht die Gesamtzahl aller Sterne darstellt.

5. Ohne auf die Frage speziell der Merkur-Perihelbewegung einzugehen, wollen wir nur bemerken, daß aus der Gesamtwirkung der Weltmasse in den gewöhnlichen Bewegungsgleichungen des Zweikörperproblems ein störendes Zusatzglied resultiert, das eine Perihelbewegung nach sich zieht. Nimmt man z. B. die Bahnebene des Planeten senkrecht zur Verbindungslinie Sonne-Weltmittelpunkt an, so wäre nach unseren früheren Voraussetzungen dieses Zusatzglied $= -\alpha r$, (r = Entfernung Planet-Sonne). Wäre es möglich, solche »kosmische« Perihelbewegung bei den Planeten oder Doppelsternen nachzuweisen, so könnte man Schlüsse auf die Lage des Sonnensystems in unserer Welt, oder auf σ ziehen.

6. Ist die Krümmung des Lichtstrahles eine reelle Erscheinung, so folgt, daß sich sowohl bei Fixsternen als auch bei Planeten eine Art jährliche Refraktion zeigen muß²⁾, und daß auch der *Kimura*-Term mit den hier besprochenen Erscheinungen im Zusammenhange stehen dürfte.

Auch muß man konsequenterweise dem Lichte Trägheit zuschreiben und muß es der Wirkung der Zentrifugalkraft unterliegen. Bei dem vom Rande eines Gestirns ausgehenden Lichte fällt diese letztere Wirkung mit dem gewöhnlichen *Doppler*-Effekt zusammen, gegen die Mitte der Scheibe geht er allmählich in eine Aberrations-Erscheinung über. Es folgt hieraus eine Deformation der scheinbaren Gestirnscheiben ähnlich, wie sie durch Refraktion und Parallaxe verursacht werden. Ferner muß das Licht eine Akzeleration erfahren, wenn es sich einer großen Masse nähert.

7. Wir sehen, daß auch die gewöhnliche *Newtonsche* Gravitationstheorie im gewöhnlichen euklidischen Raume in erster Näherung zu Ergebnissen führt, die mit einzelnen Resultaten der Relativitätstheorie genau übereinstimmen, von anderen sich aber nur sehr wenig unterscheiden. Zu ersteren gehört speziell die Verschiebung der Spektrallinien, von welcher

Budapest, Universität, 30. Juli 1922.

¹⁾ Contrib. fr. the Mount Wilson Observ. No. 156, p. 2. — Annual Report of the director of the Mount Wilson Observ. 1921, p. 265.

²⁾ *Bottlinger*, Die astron. Prüfungsmöglichkeiten der Relativitätstheorie, im Jahrb. für Radioakt. u. Elektronik, Bd. 17, 1920, p. 146–60.

³⁾ Über Äther und Uräther, p. 335; Ann. d. Phys. I. c. p. 600.

⁴⁾ S. *Weyl*, I. c. p. 223.

noch *Lenard* sagt³⁾, daß sie eine Voraussage sei, die bis jetzt ohne die Relativitätstheorie nicht erhältlich sei. Wenn aber Erscheinungen durch verschiedene Theorien in übereinstimmender Weise sich ergeben, so kann ihr experimenteller Nachweis nicht als Beweis für irgend eine dieser Theorien gelten.

Es ist aber ein Unterschied zwischen beiden Theorien, der sich nicht überbrücken läßt. Er folgt aus den Formeln (3) und (5) und besteht darin, daß nach der *Newtonschen* Annahme die Lichtgeschwindigkeit an der Oberfläche einer großen Masse größer ist als in weiterer Entfernung von ihr, und daß nach der Relativitätstheorie die Lichtgeschwindigkeit sich entgegengesetzt verhält⁴⁾, sie ist z. B. für eine Lichtquelle im Meeresniveau kleiner als für eine hohe Bergspitze.

Um uns hierüber Rechnung zu geben, schreiben wir die Formel (5)

$$v = v_0 + h^2 m / (v_0 r) = v_0 + \alpha r_0^3 / (v_0 r)$$

wo r_0 wieder der Halbmesser von m , und $r > r_0$ ist. Ist h die Höhe über dem Meeresniveau und $h < r_0$, so haben wir $r = r_0 + h$, und die Lichtgeschwindigkeit $v^{(h)}$ in dieser Höhe

$$v^{(h)} = v_0 + (\alpha r_0^2 / v_0) (1 - h/r_0)$$

aber für $h = 0$

$$v^{(0)} = v_0 + \alpha r_0^2 / v_0$$

also $v^{(0)} > v^{(h)}$.

Aus Formel (3) folgt hingegen auf ähnliche Weise

$$v^{(h)} = c - (\alpha r_0^2 / c) (1 - h/r_0)$$

$$v^{(0)} = c - \alpha r_0^2 / c$$

also $v^{(0)} < v^{(h)}$.

Auf der Erde wäre demnach für eine Lichtquelle im Meeresniveau die Lichtgeschwindigkeit um 3 mm größer als für eine Lichtquelle in 10 km Höhe, wenn die Hypothese *Newtons* oder vielmehr *Poissons* richtig ist. Sie ist hingegen um ebenso viel kleiner, wenn die Annahmen der allgemeinen Relativitätstheorie der Wahrheit entsprechen. Dieser Unterschied ist aber so gering, daß er sich auf der Erdoberfläche kaum wird experimentell nachweisen lassen, wenn es nicht gelingt, für diesen Zweck ein solch empfindliches Vorgehen zu finden, wie es z. B. *Eötös* für den Gradienten der Schwere geschaffen hat.

Es ist schließlich noch zu bemerken, daß unsere sämtlichen Ableitungen ohne irgendwelche Zusatzannahmen einheitlich einem einzigen Prinzip entspringen, was bei den entsprechenden Sätzen der Relativitätstheorie nicht der Fall ist.

J. Wodetsky.

Positionen von 48 Sternen der B.D. Von *L. Okulicz*.

Die vorliegenden Sternpositionen sind bei der Bearbeitung meiner Beobachtungen der »Selected Areas« nach Prof. *Kapteyn* benutzt worden. Da die Sterne sich in einer Deklinationszone befinden, in der man sehr oft Asteroiden- und Kometenbeobachtungen anstellt, und ihre Positionen bisher nur in der B.D. enthalten sind, dürfte ihre Veröffentlichung sowohl für die Beobachter an Refraktoren als auch für die Berechner von definitiven Kometenbahnen von Nutzen

sein. Jeder Stern wurde im Zeitraum 1911 bis 1915 zweimal an benachbarte AG-Sterne am 15-zölligen Refraktor der Pulkowaer Sternwarte angeschlossen: als Epoche ist das Mittel der Beobachtungsjahre 1913.0 gewählt. Die Sterne 30, 31 und 46a sind nur einmal beobachtet, und den Ort des Sterns 21 bestimmte ich aus Messungen einer photographischen Platte, die Herr Dr. *Kostinsky* gütigst zu diesem Zweck aufgenommen hatte. Alle Beobachtungen sind bei roter Feldbeleuchtung und

275-facher Vergrößerung angestellt. Außer 7 Sternen, die bei gehendem Uhrwerk beobachtet wurden, sind alle Beobachtungen bei ruhendem Fernrohr angestellt. Es wurden 18 Durchgänge an 9 Fäden an einem Hippschen Chronographen registriert und 4 Einstellungen in Deklination gemacht; in der Mitte der Beobachtung wurde das Mikrometer um 180° gedreht.

Die Koordinatendifferenzen sind für differentielle Refraktion nach den gewöhnlichen Formeln korrigiert; zur Reduktion auf den Anfang des Beobachtungsjahres und auf 1913.0 wurden die bekannten Besselschen Formeln in der von Herrn H. Andoyer gegebenen Umgestaltung (JO I Nr. 4) benutzt.

Meine Frau hat eine sehr bequeme Tafel der Größen P, P', Q, Q', R und R' nach den Argumenten $g, G+\alpha, h$ und

$H+\alpha$ berechnet, wo g, G, h und H die bekannten Besselschen Reduktionsgrößen sind. Dieselbe Tafel diente mir auch zur Berechnung der differentiellen Präzession.

Die Vergleichsterne sind außer für die Sterne 23, 42 und 43 den AG-Katalogen entnommen. Für diese 3 Sterne habe ich folgende Sternverzeichnisse benutzt: Nr. 23. Kü = Veröff. Bonn Nr. 10, 1908. — Nr. 42. Kü (Berl.) = Beob.-Ergeb. Berlin, H. 2, 1887. — Nr. 43. Sj. = *Schjellerup*, *Sjernefortegnelse*. Kjöbenhavn 1864.

Die Präzessionen und V.S. sind mit Hilfe der *Becker*-schen Tafeln und mit Benutzung der *Struve-Peterss*-chen Konstanten berechnet.

Die Sterne, bei denen ein G steht, sind mit gehendem Uhrwerk beobachtet.

Tabelle I.

Nr.	BD-Nr.	BD-Gr.	α 1913.0	Pr.	V.S.	δ 1913.0	Pr.	V.S.	Vergleichstern
1	+14° 17	9 ^m 5	0 ^h 11 ^m 7 ^s 70	+3.0901	+0.0104	+14° 48' 14.7	+20.027	-0.030	Lpz I 23
2	+14 22	9.5	0 13 28.42	+3.0938	+0.0106	+14 50 44.9	+20.016	-0.035	Lpz I 23
3	+14 23	9.2	0 13 37.47	+3.0945	+0.0109	+15 10 57.6	+20.016	-0.035	Lpz I 38
4	+14 24	9.5	0 13 40.38	+3.0940	+0.0106	+14 46 32.7	+20.015	-0.036	BD+14°22 G
5	+14 206	9.1	1 16 31.10	+3.1892	+0.0139	+14 51 35.7	+18.944	-0.161	Lpz I 383
6	+14 207	9.4	1 16 59.81	+3.1910	+0.0140	+14 59 22.7	+18.929	-0.162	Lpz I 359
7	+15 328	9.5	2 16 3.37	+3.2837	+0.0157	+15 44 13.2	+16.620	-0.275	Berl A 653
8	»	»	3.24	»	»	9.1	»	»	Berl A 658
9	+14 384	9.5	2 17 32.83	+3.2719	+0.0153	+14 45 38.3	+16.547	-0.277	Lpz I 729
10	+14 539	9.5	3 10 18.11	+3.3295	+0.0144	+14 34 27.7	+13.527	-0.364	Lpz I 1001
11	+14 544	9.5	3 12 9.55	+3.3381	+0.0145	+14 56 13.5	+13.406	-0.368	Lpz I 983
12	+14 868	9.4	5 12 45.96	+3.4143	+0.0063	+14 37 19.1	+4.103	-0.489	Lpz I 1623
13	+15 785	9.4	5 14 0.00	+3.4267	+0.0063	+15 6 44.2	+3.998	-0.491	Lpz I 1565
14	»	»	0.09	»	»	45.8	»	»	Berl A 1453
15	+14 875	9.5	5 14 30.82	+3.4185	+0.0062	+14 46 14.8	+3.954	-0.490	Lpz I 1607
16	+14 884	9.5	5 16 10.49	+3.4124	+0.0060	+14 30 2.7	+3.811	-0.490	Lpz I 1592
17	»	»	10.43	»	»	1.6	»	»	Lpz I 1606 G
18	+15 1164	9.5	6 16 38.63	+3.4399	+0.0001	+15 23 8.1	-1.455	-0.498	Berl A 2094 G
19	+14 1625	9.3	7 13 39.02	+3.4037	-0.0051	+14 36 50.4	-6.333	-0.468	Lpz I 2828 G
20	+15 1548	9.5	7 17 15.84	+3.4106	-0.0055	+14 59 0.9	-6.632	-0.466	Berl A 2765
21	»	»	15.78	»	»	58 59.1	»	»	Lpz I 2847
22	+15 1557	9.2	7 18 15.60	+3.4130	-0.0056	+15 6 24.8	-6.715	-0.466	Berl A 2764
23	»	»	15.75	»	»	24.9	»	»	Berl A 2765
24	+14 1874	9.5	8 15 17.12	+3.3578	-0.0093	+14 23 11.6	-11.161	-0.402	Lpz I 3359
25	+14 2047	9.5	9 8 59.17	+3.2980	-0.0109	+13 55 37.9	-14.723	-0.320	Lpz I 3700
26	»	»	58.97	»	»	38.2	»	»	Lpz I 3703
27	med.) +14 2053	9.5	9 10 23.11	+3.3012	-0.0111	+14 12 32.7	-14.806	-0.318	Phot.
28	+14 2056	9.5	9 11 14.41	+3.2955	-0.0109	+13 55 11.7	-14.856	-0.316	Lpz I 3700
29	»	»	14.24	»	»	11.7	»	»	Lpz I 3703
30	+15 2328	9.5	11 18 31.78	+3.1389	-0.0088	+15 19 53.3	-19.724	-0.074	Kü 5017
31	+15 2330	9.5	11 20 2.64	+3.1368	-0.0088	+15 23 31.1	-19.747	-0.071	BD+15°2328
32	+15 2331	9.3	11 20 24.42	+3.1343	-0.0084	+14 56 44.6	-19.752	-0.070	Lpz I 4278
33	+14 2388	9.2	11 21 35.83	+3.1298	-0.0080	+14 18 2.1	-19.770	-0.068	Lpz I 4282
34	+15 2430	9.3	12 10 13.91	+3.0568	-0.0055	+15 8 14.1	-20.031	+0.029	Berl A 4642
35	+14 2487	9.5	12 14 57.97	+3.0506	-0.0048	+14 24 43.2	-20.008	+0.036	Lpz I 4550
36	+14 2587	9.5	13 9 52.84	+2.9694	-0.0012	+14 27 59.0	-19.126	+0.138	Lpz I 4825
37	+15 2556	9.3	13 11 22.78	+2.9623	-0.0014	+15 7 16.8	-19.086	+0.141	Berl A 4919
38	+15 2559	9.5	13 11 36.11	+2.9616	-0.0014	+15 11 51.8	-19.080	+0.141	Berl A 4829
39	+14 2594	9.3	13 13 26.33	+2.9656	-0.0009	+14 18 46.0	-19.030	+0.144	Lpz I 4815 G
40	+15 2563	9.1	13 14 55.59	+2.9599	-0.0010	+14 45 38.4	-18.989	+0.147	Lpz I 4844
41	+16 2633	9.5	14 14 0.12	+2.8625	+0.0018	+15 55 19.5	-16.720	+0.238	Berl A 5171
42	+15 2693	9.3	14 14 40.01	+2.8656	+0.0020	+15 38 7.2	-16.688	+0.239	Berl A 5174

Nr.	BD-Nr.	BD-Gr.	α 1913.0	Pr.	V. S.	δ 1913.0	Pr.	V. S.	Vergleichstern
36	15° 2699	9 ^m 5	14 ^h 17 ^m 33 ^s 23	+2° 86' 19	+0° 00' 21	+15° 36' 56" 0	-16° 54' 7	+0° 24' 3	Berl A 5174
37	15 2700	9.3	14 18 13.07	+2.8680	+0.0023	+15 7 37.9	-16.514	+0.244	Berl A 5223
38	15 2830	9.5	15 8 32.04	+2.8036	+0.0039	+15 22 16.7	-13.640	+0.306	Berl A 5505
39	14 2849	9.5	15 9 45.51	+2.8011	+0.0039	+15 26 19.0	-13.562	+0.307	Lpz I 5354
40	15 2836	9.3	15 12 18.19	+2.8083	+0.0041	+14 54 2.3	-13.397	+0.310	Berl A 5510
41	14 2855	9.4	15 12 32.44	+2.8215	+0.0042	+14 10 29.6	-13.382	+0.312	Lpz I 5299
42	14 4226	9.3	20 9 51.26	+2.7761	-0.0004	+14 44 45.9	+10.763	+0.377	Kü (Berl) 546
43	14 4560	9.5	21 9 39.57	+2.8372	+0.0004	+14 36 39.0	+14.764	+0.274	Sj 8583
44	14 4759	9.5	22 10 50.76	+2.9094	+0.0030	+14 56 41.5	+17.820	+0.187	Lpz I 8882 G
	"	"	50.84	"	"	41.1	"	"	Lpz I 8890
45	14 4769	9.5	22 14 2.17	+2.9156	+0.0031	+14 47 20.0	+17.946	+0.182	Lpz I 8934
46	14 4770	} austr., sequ.	22 14 43.70	+2.9122	+0.0033	+15 10 35.3	+17.973	+0.181	Lpz I 8902
"	"		43.88	"	"	35.1	"	"	Lpz I 8915
46a	" (bor., praec.)	—	22 14 42.10	+2.9120	+0.0033	+15 11 37.8	+17.972	+0.181	Lpz I 8915
47	15 4792	9.3	23 12 28.15	+2.9962	+0.0071	+15 34 41.0	+19.621	+0.081	Berl A 9491
48	14 4965	9.5	23 13 38.00	+3.0016	+0.0068	+14 52 34.0	+19.642	+0.080	Lpz I 9270 G

Zur Prüfung der Genauigkeit der Resultate wurden die RA- und Dekl.-Differenzen in 5 Gruppen nach den Rektaszensionsunterschieden geteilt und für jeden Stern zwei Differenzen im Sinne: spätere Beobachtung minus frühere gebildet. Darauf berechnete ich für jede Gruppe das arithmetische Mittel der Differenzen nebst ihrer Abweichung von den Einzelwerten. Die 7 Sterne, deren Beobachtung bei gehendem Uhrwerk angestellt wurde, wurden von dieser Untersuchung ausgeschlossen und besonders behandelt.

Dabei ergab sich, daß die Differenzen: Summe der positiven Abweichungen vom Mittel—Summe der negativen in keiner Gruppe gleich Null waren. Nach einer Ausgleichung wurde der mittlere Fehler eines $\Delta\alpha$ resp. $\Delta\delta$ berechnet. Die dabei erhaltenen Resultate sind in der nachstehenden Tabelle II gegeben. Die für die zwei letzten Gruppen erhaltenen Werte sind, der geringen Anzahl der Differenzen wegen, sehr unsicher und deshalb in Klammern eingeschlossen.

Tabelle II.

Gruppe	$\Delta\alpha$	Σ pos. Abw.— Σ neg. Abw.	m. F.	Zahl d. Diff.
I	$\pm 0^m - 2^m$	-0° 22 - 2° 1	$\pm 0^s 05, \pm 0^s 7$	19
II	$\pm 2 - 4$	-0.02 + 0.1	$\pm 0.05, \pm 0.3$	10
III	$\pm 4 - 6$	-0.33 + 0.6	$\pm 0.05, \pm 0.4$	9
IV	$\pm 6 - 8$	+0.17 - 0.6	$[\pm 0.06, \pm 0.9]$	4
V	$\pm 8 - 10$	+0.07 + 1.2	$[\pm 0.01, \pm 0.4]$	3

Die Untersuchung der Differenzen für die sieben mit G bezeichneten Sterne ergab: Summe der positiven Abweichungen—Summe der negativen:

$$+0^s 12, -6^s 0.$$

Nach einer Ausgleichung erhält man den Wert des mittleren Fehlers eines $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$:

$$\pm 0^s 03, \pm 0^s 8.$$

Die Ursache dieses beträchtlichen Fehlers ließ sich wegen der geringen Zahl von Beobachtungen nicht näher untersuchen. Wahrscheinlich liegt sie in Erschütterungen, die durch die Bewegung des Repsold'schen Uhrwerks hervorgerufen werden und eine genaue Bisezierung der Sternbilder unmöglich machen.

Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich auch am Moskauer 15-zölligen Refraktor, wo sie sich bei photographischen Aufnahmen sehr störend bemerkbar macht.

Alle zur Bestimmung der Sternpositionen erforderlichen Rechnungen sind teils von Fr. *I. Lehmann-Balanowsky*, hauptsächlich aber von Fr. *M. Rens*, Rechnerinnen an der hiesigen Sternwarte, kontrolliert.

Pulkowo, 1922 Juli.

L. Okulicz.

Über den veränderlichen Stern S Comae Berenices. Von *S. Beljawsky*.

Eine bedeutende Anzahl von Aufnahmen des Sternhaufens Coma Ber., die sich in Simeis angesammelt hat, bewog mich eine Untersuchung des Lichtwechsels des Sterns S Comae vorzunehmen. Nach der Ausmessung von 76 Platten zwischen 1911 Febr. 25 und 1914 Juni 10 darf als erwiesen gelten, daß die Lichtschwankung ununterbrochen und von kurzer Periode ist. Näheres Studium ließ eine provisorische Formel: $\text{Max.} = 2419952.686 + 0^d 586596 \cdot E$ (m. Z. Gr.) aufstellen, mit deren Hilfe alle Helligkeitsbestimmungen in eine mittlere Lichtkurve vereinigt wurden. Von den Aufnahmen in der Nähe des größten Lichtes wurden mittels der Licht-

kurve 13 Maxima abgeleitet; ihre Genauigkeit war aber recht gering, da sie auf Grund von 2 bis 4 Helligkeitsmessungen bestimmt wurden. Deswegen schien es mir von Interesse, die obige Formel durch visuelle Beobachtungen nachzuprüfen. 36 visuelle Stufenschätzungen zwischen 1919 Aug. 17 und 1922 Juni 13 lieferten 5 Maxima, welche zusammen mit den photographischen die Formel II: $\text{Max.} = 2419952.683 + 0^d 5865885 \cdot E$ ergeben haben. Nach einer wiederholten Reduktion aller Beobachtungen mittels der letzten Formel sind folgende Maxima und eine mittlere photographische Lichtkurve ermittelt worden.