

Addiert sich die Geschwindigkeit des Lichtes zu derjenigen der Lichtquelle? Dafür sprechende Beweise aus den Phänomenen der „veränderlichen Sterne“.

Von **M. La Rosa** in Palermo.

Mit drei Abbildungen. (Eingegangen am 20. Oktober 1923).

Es ist bekannt, daß die Relativitätstheorie ein wesentliches Postulat zum Angelpunkt hat, das „die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit“, d. h. ihre Unabhängigkeit von den Bewegungsverhältnissen der Lichtquelle und des Beobachters behauptet.

Zwei Jahre nach Erscheinen der ersten Abhandlung Einsteins hatte Ritz¹⁾ gezeigt, daß man denselben von Einstein verfolgten Zweck [Ausdehnung des Relativitätsprinzips von der Mechanik auf alle physikalischen Erscheinungen²⁾] erreichen konnte, indem man auf dem festen Boden der klassischen Mechanik verblieb und nur annahm, daß sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes von einer bewegten Quelle mit der Geschwindigkeit der Lichtquelle, nach der Regel Galileis (ballistische Hypothese) addiert.

Comstock³⁾ und Castelnuovo⁴⁾ dachten an die Möglichkeit, einen entscheidenden Beweis für eine der zwei entgegengesetzten Hypothesen durch geeignete Beobachtungen an den „Doppelsternen“ zu erhalten.

Während aber Comstock selbst zu versuchen begann, seine (unrichtige) Voraussage durch nicht leichte Beobachtungen zu prüfen, gelang es De Sitter⁵⁾ durch wenige Betrachtungen überzeugend darzutun, daß die Beobachtungen an den „Doppelsternen“⁶⁾ und des

¹⁾ Ritz, Ann. chim. phys. 13, 145, 1908.

²⁾ Eine kritische Darstellung des physikalischen Ursprungs der „Relativität“ wird man in einem Aufsatz von mir finden, der demnächst in „Scientia“ erscheinen wird. (Oktober 1923).

³⁾ Phys. Rev. 30, 267, 1910.

⁴⁾ Scientia 9, 71, 1911.

⁵⁾ Phys. ZS. 14, 429, 1913.

⁶⁾ Die erste Entdeckung von Sternenpaaren, die durch analoge Beziehungen wie Sonne und Erde untereinander verbunden sind, nämlich durch gegenseitige Anziehung und von einer Rotationsbewegung in bezug auf das gemeinsame Massenzentrum belebt, geschah durch Herschell, dem es gelang, die von dem einen der beiden Sterne um den anderen beschriebene elliptische Trajektorie zu beobachten und zu zeigen, daß diese elliptische Bewegung in Gemäßheit des zweiten Keplerschen Gesetzes über die Bewegung der Planeten folgt. Diese äußerst wichtige Entdeckung erlaubte die Ausdehnung des Newtonschen Gesetzes

Does the speed of the light add itself to that the source of light? But speaking proofs from the phenomena of the "variable stars".

By **M. La Rosa** in Palermo.

With three illustrations. (received on 20 October 1923).

It is well-known that relativity theory has a substantial postulate to the pivot, which maintains "the constancy of the speed of light", i.e. their independence from movement conditions of the source of light and the observer.

Two years after appearance of the first paper of Einstein Ritz¹⁾ had shown that one pursued the same from Einstein purpose [expansion of the relativity principle of the mechanics on all physical features²⁾] to reach could, by remaining on the firm soil of the classical mechanics and only assuming that the propagation speed of the light of a moved source with the speed of the source of light, according to the rule Galileo (ballistic hypothesis) adds itself.

Comstock³⁾ and Castelnuovo⁴⁾ thought of the possibility of receiving a crucial proof for one of the two opposite hypotheses by suitable observations at the "double stars".

While however Comstock began to try to examine forecast by not easy observations its (incorrect) it succeeded to add De Sitter⁵⁾ by few views convincingly that the observations at the "double" stars⁶⁾ and of the

¹⁾ Ritz, Ann. chim. phys. 13. 145, 1908.

²⁾ one will find a critical representation of the physical origin of the "relativity" in an essay of mine, which will appear shortly in "Scientia". (October 1923).

³⁾ Phys. Rev. 30, 267, 1910.

⁴⁾ Scientia 9, 71, 1911.

⁵⁾ Phys. ZS. 14, 429, 1913.

⁶⁾ The first discovery by pairs of stars, which are connected by similar relations such as sun and earth among themselves, i.e. by mutual attraction and animated by a rotation regarding the common mass center, was done via Herschell, to which it succeeded to observe and show the other elliptical trajectory described by the one of the two stars around that this elliptical movement in accordance with the second Kepler law over the movement of the planets follows. This extremely important discovery permitted the expansion of Newton's law

Gesetzes ihrer Bewegung den klarsten und stärksten Beweis für die Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Bewegung der Lichtquelle lieferten.

Wenn in der Tat, so sagt ungefähr De Sitter, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes sich mit der Rotationsgeschwindigkeit des Sternes addiert, so würden die in der ersten Quadratur (Stellung *A* von Fig. 1) ausgesandten Lichtstrahlen, die sich angenommen mit der Geschwindigkeit $c - v^1$) in bezug auf den (in *M* stehenden) Beobachter fortpflanzen, sich schließlich überlagern und mit den in der anderen Quadratur ausgesandten, die sich mit der Geschwindigkeit $c + v$ fortpflanzen, verschmelzen, so daß es unmöglich wäre, die verschiedenen Stellungen des Sternes zu unterscheiden und zeitlich zu trennen, und das Gesetz der Bahnbewegung zu erkennen.

Nur ist diese Ausführung De Sitters unvollständig und wirft Fälle, für die die Endfolgerung richtig ist, mit Fällen (ohne Zweifel die Mehrheit) zusammen, auf die die Folgerung selbst durchaus nicht paßt.

Eine vollständigere Analyse dessen, was der Beobachter *M* bei der ballistischen Hypothese sehen müßte, erlaubt uns leicht, den Irrtum in den Folgerungen De Sitters zu erkennen, insofern, als sie uns zeigt, daß Beobachtungen wie diejenigen Herschells über das Bewegungsgesetz von Doppelsternen in weitem Maße und sicher vor jedem Übelstand, der auf Lichtüberlagerung beruht, möglich sind; doch das nicht allein, diese Analyse führt uns auch zu einer deutlichen und einfachen Erklärung — was von höchster Wichtigkeit ist — einer ausgedehnten Gruppe der interessantesten und dunkelsten astronomischen Erscheinungen, indem sie uns lehrt, daß die ballistische Hypothese sich bei der Erklärung der astronomischen Erscheinungen ungleich fruchtbarer an Resultaten erweist und den natürlichen Erscheinungen näher kommt als die Einsteinsche.

Nehmen wir also an, daß sich die Geschwindigkeit des Lichtes zu der es aussendenden in Bewegung befindlichen Lichtquelle addiert.

Stellen wir uns einen Stern *S* vor, der sich um ein Zentrum nach einer der Einfachheit halber als kreisförmig angenommenen

außerhalb unseres Sonnensystems mit dem bekannten Ertrag jener Kenntnisse, die wir über die Sternmassen besitzen.

¹⁾ Es wird hier stillschweigend angenommen, daß die Bahnebene etwas gegen den Visionsradius geneigt und v die Projektion der tangentialen Geschwindigkeit auf die durch die Visionslinie selbst und die in der Bahnebene liegende Normale zu ihr bestimmte Ebene ist.

law of their movement supplied the clearest and strongest proof for the independence of the speed of light from the movement of the source of light.

If indeed, then says approximately De Sitter, who adds itself propagation rate of the light with the rotation speed of the star, then became in the first quadrature (position *A* of Fig. 1) finally overlay sent rays of light, which itself accepted with the speed of $c - v^1$) regarding (in *M* standing) the observer reproduce, and with respect to other quadrature the sent, which with the speed of $c + v$ reproduce themselves, merge, so that it would be impossible, the different positions of the star to differentiate and separate temporally, and the law of the course movement to recognize.

This execution De Sitter is incomplete only and does not throw cases, for which the final consequence is correct, with cases (without doubt the majority) together on those the consequence at all fits.

A more complete analysis its that the observer *M* would have to see with the ballistic hypothesis, permits us easily to recognize the mistake in the consequences De Sitters in as much as it shows us that observations are like those Herschells over the movement law of double stars in far measure and surely before each grievance, which is based on light overlay possible; but that alone, this analysis does not lead us also to a clear and simple explanation — which of highest importance it is — an expanded group of the most interesting and darkest astronomical features, by teaching us that those proves ballistically to hypothesis with the explanation of the astronomical features much more fruitfully at results and the natural features more near comes than the Einstein one.

We assume thus that the speed of the light adds itself to that it sending in motion source of light.

We understand ourselves a star *S*, that itself around a center after one for the sake of simplicity as in a circle accepted

outside of our solar system with the well-known yield of that knowledge, which we possess over the star masses.

1) It is tacitly accepted here that the course level is something against the vision radius bent and v the projection of the tangential speed on by the vision line and the normal one lying in the course level to it determined level.

Bahn $A B C$ in der Pfeilrichtung mit der Geschwindigkeit v dreht, und einen Beobachter M , der in der Ebene des Kreises längs der Richtung $D C$ in einem Abstand d von dem Kreiszentrum O steht (d äußerst groß in bezug auf den Kreishalbmesser r). Wenn wir mit t die Abgangszeit der Lichtstrahlen von dem Stern bezeichnen und mit T die Ankunftszeit beim Beobachter und wir als gemeinsamen Ausgangspunkt den Augenblick eines Durchganges des Sternes durch die Stellung A wählen, so finden wir leicht, daß der Beobachter die von einer beliebigen Stellung S ausgesandten Strahlen im Augenblick T empfangen wird, der gegeben wird durch

$$T = t + \frac{d}{c - v \cos \omega t} = t + \frac{a}{1 - b \cos \omega t}, \quad (1)$$

wo $\omega = \frac{2\pi}{\tau_0}$ die Winkelgeschwindigkeit des Sternes, τ_0 die Zeit eines Umlaufes, $a = d/c$, $b = v/c$ ist.

Die periodische Größe, die in T enthalten ist, gewinnt von Fall zu Fall eine sehr verschiedene Bedeutung, je nach den relativen Werten der drei Größen a , b , τ_0 , die im Konkreten sehr weite Grenzen der Veränderlichkeit aufweisen.

Man kennt in der Tat Beispiele von Doppelsternen, bei denen die Umlaufszeit τ_0 gut 400 Jahre beträgt (ι Carinae, γ Leonis), und man kennt viele, bei denen dieselbe Zeit nur einen Tag und sogar weniger beträgt.

Infolgedessen müssen sich auch die Tangentialgeschwindigkeiten v (und damit die Werte von b) als sehr verschieden erweisen. Man kennt Zahlen für sie, die von einem Minimum von 6 bis 8 km/sec (dem Minimum, das durch die spektroskopische Beobachtung erreicht werden kann) bis zu einem nicht genau bestimmten Maximum gehen, das 300 km/sec erreichen zu können scheint (β Aurigae 240 km/sec).

Weite Grenzen der Veränderlichkeit zeigen sich uns auch in den Werten von a , da sich neben Doppelsternen wie α Centauri — der, wie man weiß, den kleinsten Abstand von uns hat ($\frac{d}{c} = \sim 4,5$ Jahre) und Sirius ($\frac{d}{c} = 9$ Jahre), τ Vulpis und δ' Lyrae finden, die fast an der Grenze der Sichtbarkeit mit bloßem Auge stehen (5,5 Größe),

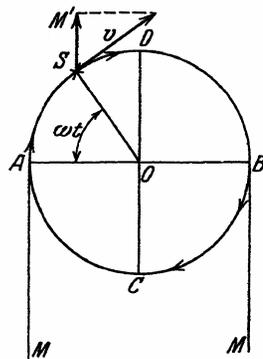


Fig. 1.

course $A B C$ in the direction of arrow with the speed of v turns, and an observer M , which is located in the level of the circle along the direction $D C$ in a distance D from the circle center O (d extremely largely regarding the circle radius r). If we name the time of departure of the rays of light of the star t and with T the arrival time with the observer and we select the instant of a passage of the star as common starting point by the position A , thus we find easily that the observer will receive the jets sent by any position S at the moment T , are given through

$$T = t + \frac{d}{c - v \cos \omega t} = t + \frac{a}{1 - b \cos \omega t}, \quad (1)$$

where $\omega = \frac{2\pi}{\tau_0}$ is the angular speed of the star, τ_0 the time of a circulation,

$$a = d/c, b = v/c.$$

The periodic large one, which is contained in T , wins very different meanings, depending upon the relative values of the three quantities for each individual case a , b , τ_0 , which exhibit very far borders of the variability in the concrete one.

One knows indeed examples of double stars, with those the rotating time τ_0 well 400 years amounts to (ι Carinae, γ Leonis), and one knows many, with which the same time only one day and even less amounts to.

Consequently also the tangential speeds of v (and thus the values of b) must prove as very different. One knows numbers for it, those of a minimum from 6 to 8 km/seconds (the minimum, which can be achieved by the spectroscopic observation) up to a not exactly a determined maximum go, 300 km/seconds to reach not be able seems (β Aurigae 240 km/seconds).

Width borders of the variability are it shown us also in the values of a , there itself beside double stars like α Centauri — that, as one white, the smallest distance from us has ($\frac{d}{c} = \sim 4.5$ Years) and Sirius ($\frac{d}{c} = 9$ Years), τ Vulpis and δ' Lyrae to find, which stand nearly at the border of the visibility with the naked eye (5.5 size),

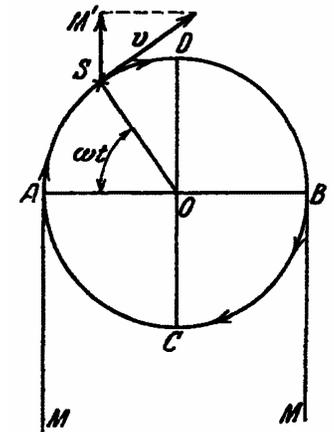


Fig. 1.

bei denen das Verhältnis d/c nahe an 130 Jahre herankommt, um bei den Sternen, die bisher sicher als Doppelsterne bekannt sind, stehenzubleiben.

Wenn wir also eine klare Kenntnis von der Bedeutung erlangen wollen, die die in T enthaltene periodische Größe in den verschiedenen Fällen gewinnen kann, so müssen wir uns auf einen konkreten Boden begeben, indem wir gewisse besondere Fälle erörtern, um uns die verschiedenen Typen von Phänomenen zu konstruieren, die uns bei so bunter Vielfältigkeit der Bedingungen entgegenzutreten können.

Indem wir somit $a = K\tau_0$ setzen, schreiben wir die Gleichung (1) folgendermaßen:

$$T = t + \tau_0 (K + Kb \cos \omega t - Kb^2 \cos^2 \omega t + Kb^3 \cos^3 \omega t - \dots) \quad (1')$$

und bemerken, daß, da b in Wirklichkeit immer sehr klein ist (kaum 10^{-8} erreicht), wenn K nicht sehr groß ist, die Gleichung (1') für die konkreten Zwecke, die wir im Auge haben, auf die drei ersten Glieder allein beschränkt werden und man setzen kann:

$$T = t + K\tau_0 + Kb\tau_0 \cos \omega t. \quad (2)$$

Ja allemal, wo das Produkt Kb z. B. kleiner als 10^{-2} ist, erweist sich der Einfluß selbst des dritten Gliedes, des periodischen, als sehr schwach; denn die gefürchtete Überlagerung von aus verschiedenen Stellungen ausgesandten Lichtstrahlen (d. h. die Gleichheit des T unter in verschiedenen Augenblicken t abgegangenen Strahlen) kann bei um kleine Bogengrade entfernten Stellungen (kleiner z. B. als ein Hundertstel der Länge der Trajektorie) stattfinden. Diese Überlagerung kann einem Beobachter keine praktisch wahrnehmbaren Störungen verursachen, der von Zeit zu Zeit die sukzessiven Stellungen des Gestirns aufzeichnet, und dieser wird demnach die Projektion der Bahn auf die Himmelskugel bestimmen und ohne Hindernisse erkennen können, ob das zweite Keplersche Gesetz auf die beobachtete Bewegung anwendbar ist oder nicht¹⁾.

¹⁾ Für den, der wissen möchte, ob die oben vorausgesetzten Verhältnisse auf diejenigen Sterne anwendbar sind oder nicht, für die die direkte Nachprüfung des Keplerschen Gesetzes erfolgt ist, werde ich einige Beispiele erwähnen. Der am besten bekannte Doppelstern, an dem die besten Beobachtungen über die Gültigkeit des Keplerschen Gesetzes gemacht worden sind, ist der uns am meisten benachbarte Stern α Centauri. Bei ihm haben wir: $a = 1640$ Tage; $\tau_0 = 81,19$ Tage; $v = 24$ km/sec, d. h. $b = 8 \cdot 10^{-5}$ und demnach $Kb = 1,6 \cdot 10^{-3}$. Ein anderer gut studierter Doppelstern, weil sehr nahe, ist Sirius, bei dem wir haben: $a = 9$ Jahre, $\tau_0 = 48,84$ Jahre, d. h. $K = 0,18$; $v = 8$ km/sec und demnach $b = 2,7 \cdot 10^{-5}$; daher $Kb = 5 \cdot 10^{-5}$. Bei α Aurigae $a = 4000$ Tage in runder Zahl; $\tau_0 = 104$, K in runder Zahl 40; $v = 30$ km/sec; $b = 10^{-4}$, $Kb = 4 \cdot 10^{-3}$ usw.

with those the relationship d/c close outer 130 years approaches, in order with the stars, which admit so far reliably as double stars are to stop.

If we want to thus attain a clear knowledge of the importance, which can win the periodic size in the different cases, contained in T , then we must go on a concrete soil, by discussing certain special cases, in order to design us the different types from phenomena to, which can advance toward us with so multicolored variety of the conditions.

By setting thus $a = K\tau_0$, we write the equation (1') as follows:

$$T = t + \tau_0 (K + kb \cos \omega t - Kb^2 \cos^2 \omega t + Kb^3 \cos^3 \omega t - \dots) \quad (1')$$

and notice that, since b is always very small in reality (10^{-3} hardly reached), if K is not very large, the equation (1') for the concrete purposes, which we have in the eye, to which three first members are alone limited and one set can:

$$T = t + K\tau_0 + K\tau_0 \cos \omega t \quad (2)$$

Where the product of Kb is smaller, 10^{-2} for example, the influence of the third member, always proves the periodic, as very weak; because the feared overlay of rays of light sent from different positions (i.e. the equality of the T under jets gone off in different instants t) can take place at positions removed around small degrees of radian measure (e.g., smaller than a hundredth of the length of the trajectory). This overlay cannot cause for an observer practically perceptible disturbances, who notes the gradual positions of the stars occasionally, and this will therefore determine and without obstacles to recognize will be able the projection of the course on the sky ball whether the second Kepler law is applicable to the observed movement or not¹⁾.

¹⁾ For that, which to know would like, whether conditions in front-set above are applicable to those stars or not, for which the direct check of the Kepler law took place will I unite examples to mention. The best well-known double star, at which the best observations were made over the validity of the Kepler law, is us at most neighboring star α Centauri. With him we have: $a = 1,640$ days; $\tau_0 = 81.19$ days; $v = 24$ km/seconds, i.e. $b = 8 \cdot 10^{-5}$ and therefore $Kb = 1.6 \cdot 10^{-3}$. Another well studied double star, because it is very close, is Sirius, with which we have: $a = 9$ years, $\tau_0 = 48.84$ years, i.e. $K = 0.18$; $v = 8$ km/seconds and therefore $b = 2.7 \cdot 10^{-5}$; therefore $Kb = 5 \cdot 10^{-5}$, with α Aurigae $a = 4,000$ days in round number; $\tau_0 = 104$, K in round number of 40; $r = 30$ km/seconds; $b = 10^{-4}$, $Kb = 4 \cdot 10^{-3}$ etc.

Die Wirkungen der Überlagerung werden beträchtlich in den Fällen, in denen das Produkt Kb der Eins nahekommt.

Auch zur Untersuchung dieser Fälle können wir uns praktisch der einfacheren Formel (2) bedienen, denn, da Kb nahezu gleich 1 ist, wird die Größe des dritten Gliedes von derselben Ordnung wie τ_0 sein (d. h., daß Überlagerung von Strahlen eintritt, die in mit der Periode vergleichbaren Zeitabständen und deshalb von untereinander

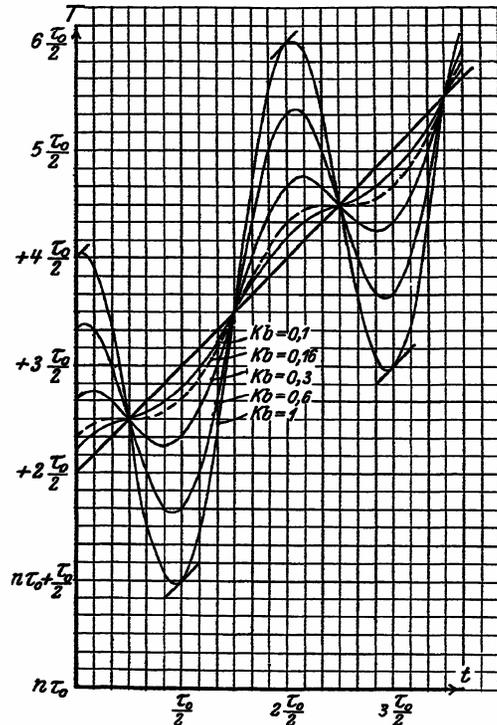


Fig. 2.

sehr weit entfernten Punkten der Trajektorie ausgesandt werden), während die des vierten Gliedes¹⁾ wegen der Kleinheit von b von

¹⁾ Beispielsweise können wir $v = 60$ km/sec annehmen, was dem Durchschnittswert der an den bisher bekannten Doppelsternen gemessenen v sehr nahe kommt; d. h. $b = 2 \cdot 10^{-4}$. Kommt das Produkt Kb der 1 nahe, so besagt dies, daß K von der Ordnung $0,5 \cdot 10^{-4}$ ist, und die Formel (1') gibt bei Annahme von $K = 0,5 \cdot 10^{-4}$:

$$T = t + \tau_0 (0,5 \cdot 10^4 + \cos \omega t - 2 \cdot 10^{-4} \cos^2 \omega t + \dots),$$

The effects of the overlay become considerable in the cases, in which the product Kb approximates that unity.

Also to the investigation of these cases we can avail ourselves practically of the simpler formula (2), because, since Kb is almost alike to 1, the size of the third member of the same order as τ_0 will be (i.e. that overlay of jets occurs, in time intervals and therefore of among themselves, comparable with the period

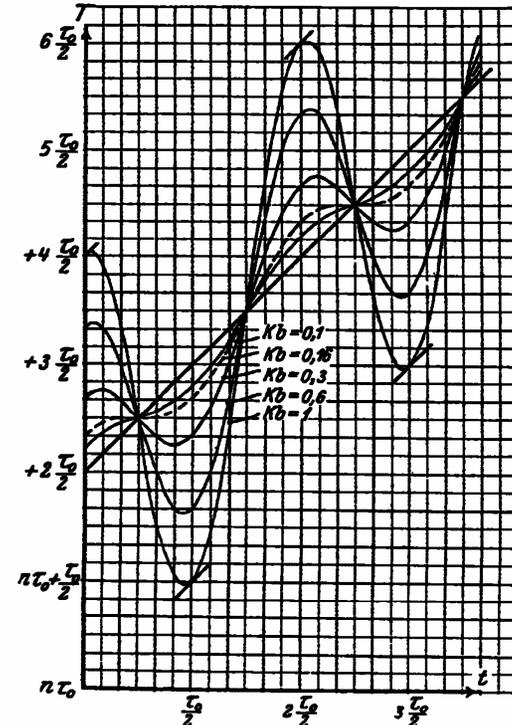


Fig. 2.

points of the trajectory removed very far to be sent), while those of the fourth member¹⁾ because of the smallness of b of

¹⁾ For example, we can accept $v = 60$ km/seconds, what comes the average value of the v very close measured to that well-known double stars; i.e. $b = 2 \cdot 10^{-4}$. If the product approximates Kb of the 1, then this means that K of the order is $0,5 \cdot 10^{-4}$, and the formula (1') gives with acceptance of $K = 0,5 \cdot 10^{-4}$:

$$T = t + \tau_0 (0,5 \cdot 10^4 + \cos \omega t - 2 \cdot 10^{-1} \cos^2 \omega t + \dots),$$

einer viel kleineren Größenordnung sein wird (d. h., daß diese sekundäre Wirkung der Überlagerung auf Strahlen, die von ganz wenig entfernten Stellungen längs der Trajektorie ausgesandt werden, beschränkt und deshalb wenig beachtenswert ist).

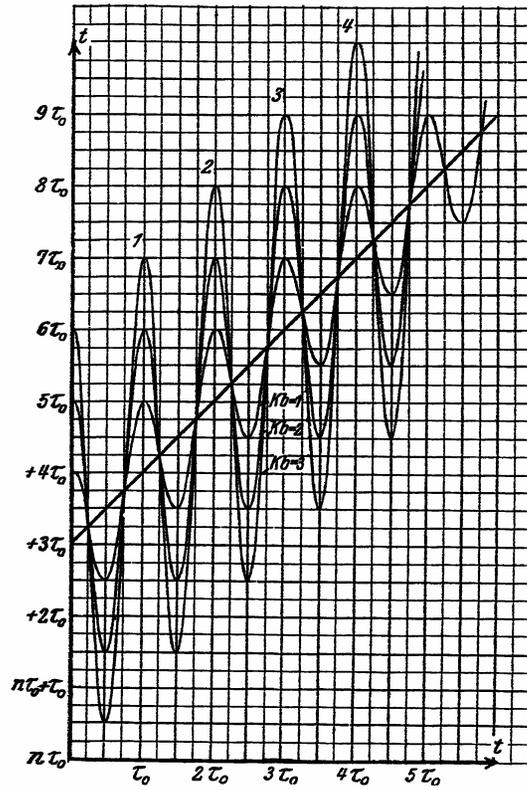


Fig. 3.

Um unsere Betrachtungen zu erleichtern, werden wir uns auf die Kurven von Fig. 2 und 3 beziehen, die graphische Darstellungen des Gesetzes (2) sind, konstruiert¹⁾ für gewisse interessantere konkrete

d. h. schon das vierte Glied würde Überlagerung von Strahlen mit sich bringen, die innerhalb eines Zeitabstandes $2 \cdot 10^{-4} \tau_0$ nämlich aus $1/5000$ der Länge der Trajektorie entfernten Stellungen ausgesandt werden.

¹⁾ Aus naheliegenden Gründen haben wir in den Figuren die Achse der t parallel zu sich selbst um eine zur Zeichnung passende Größe nach oben verlagert angenommen.

much smaller order of magnitude to be will (i.e. that this secondary effect of the overlay on jets, which are sent by completely few removed positions along the trajectory, limited and therefore are a little noteworthy).

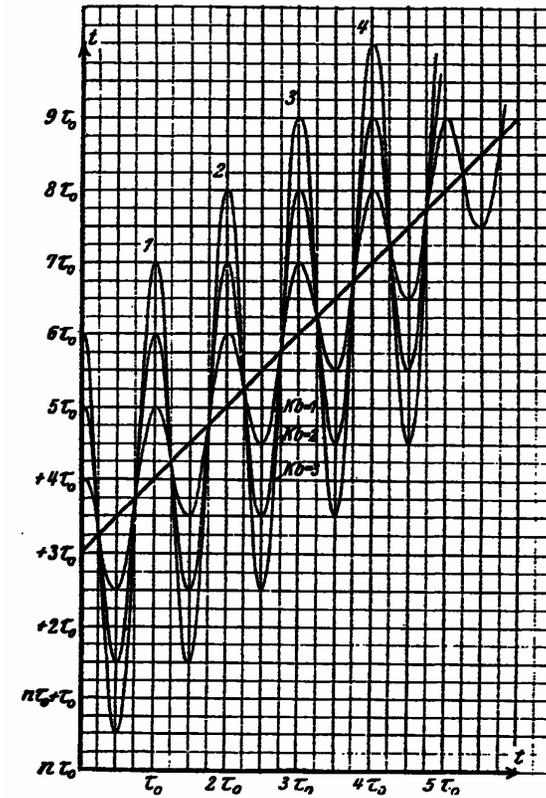


Fig. 3.

In order to facilitate our views, we become on the curves of Fig. 2 and 3 refers the diagrams of the law (2) is, designs¹⁾ for certain more interesting concrete

i.e. the fourth member would already bring overlay of jets with itself, which are sent within one time interval $2 \cdot 10^{-4} \tau_0$ positions distant from $1/5000$ of the length of the trajectory.

¹⁾ For obvious reasons we accepted the axis of the t in the figures parallel to itself around size a fitting the design upward shifted.

Fälle, und zwar für folgende Werte des Produktes Kb : 0,1; 0,16; 0,30; 0,60 und 1; 2; 3.

Betrachten wir nun den Gang einiger dieser Kurven aus der Nähe und beziehen wir uns z. B. auf die durch $Kb = 1$ definierte.

Indem wir die Dinge in dem Augenblick zu betrachten beginnen, wo der Beobachter das von dem Stern zur Zeit $t = 0$ abgegangene Licht empfängt, werden wir folgende wichtige Umstände ersehen:

a) Die Helligkeit des Sternes wird als einem Maximum zustrebend erscheinen (was wir gleich besser erklären werden);

b) in diesem Moment hat der Beobachter schon alles Licht empfangen, das der Stern in den während wenig mehr als dreiviertel des ersten Umlaufes eingenommenen Stellungen ausgesandt hatte.

Von diesem Augenblick an — oder genauer von dem Maximum an — empfängt der Beobachter gleichzeitig in jedem Augenblick das von dem Stern aus drei verschiedenen Stellungen ausgesandte Licht: die erste, dem Ende des ersten Umlaufes zugehörig und längs eines Bogens liegend, der jenseits von dreiviertel der Trajektorie (nach der ersten Konjunktion) beginnt; die andere enthalten zwischen der zweiten Opposition und der vierten Quadratur, also dem zweiten Viertel des zweiten Umlaufes angehörig; die dritte enthalten zwischen dieser Quadratur und der zweiten Konjunktion (dem dritten Viertel des zweiten Umlaufes angehörig).

1. Es ist zu bemerken, daß die drei Abschnitte der Kurve, die zwischen den durch die Punkte $T_0 = (2n + 4)\tau_0/2$, $T_1 = (2n + 5)\tau_0/2$ geführten Parallelen zur Achse t enthalten sind, stark gegen diese Achse geneigt sind, was uns besagt, daß, während die Abgangszeiten der Lichtstrahlen innerhalb eines sehr engen Intervalls variieren, die Ankunftszeiten sich in einem viel größeren Intervall ausbreiten.

Infolgedessen erweist sich das Licht, das der Beobachter von dem beweglichen Gestirn für jede Zeiteinheit in diesem Intervall empfängt, kleiner als das, das er empfangen hätte, wenn das Gestirn unbeweglich geblieben wäre.

Sobald T ungefähr den Wert T_1 erreicht, kommt zu dem Licht der unmittelbar daraus folgenden Stellungen das von dem Stern im Moment der sechsten Quadratur, in welchem T durch ein Maximum geht, ausgesandte Licht hinzu, so daß in dem sehr kurzen Intervall ΔT der Beobachter überdies das von dem beweglichen Gestirn in einer etwas größeren Zeit als ΔT ausgesandte Licht empfangen wird; d. h. die scheinbare Helligkeit des Gestirns muß rasch zu einem Maximum ansteigen, bei dem das angekommene Licht

cases, for the following values of the product Kb : 0.1; 0.16; 0.30; 0.60 and 1; 2; 3.

We regard now the course of some of these curves from the proximity and refer we e.g. to by $Kb = 1$ defined ourselves.

By beginning to regard the things in the instant, where the observer the star at present light the gone off receives $t = 0$, we are seen the following important circumstances:

a) the brightness of the star will appear made for as a maximum (which we will better explain directly);

b) in this moment the observer already received all light, which the star in during a little more the first circulation the taken positions had than three-quarter sent.

From this instant on — or more exactly from the maximum — the observer receives the light sent by the star from three different positions at the same time in each instant: first, for the end of the first circulation associated and along an elbow being appropriate, which begins beyond of three-quarter the trajectory (after the first conjunction); the other one contain between the second opposition and the fourth quadrature, thus the second quarter of the second circulation belonging; third contain between this quadrature and the second conjunction (the third quarter of the second circulation belonging).

1. It is to be noticed that the three sections of the curve, which are contained between the parallels led by the points $T_0 = (2n + 4)\tau_0/2$, $T_1 = (2n + 5)\tau_0/2$ to the axis t are strongly bent against this axis, which means us that, while the times of departure of the rays of light vary within a very close interval, which spread to arrival times in a much larger interval.

Consequently the light, which the observer receives from your mobile star for each time unit in this interval, proves smaller than that, which it would have received, if the star had remained immovable.

As soon as T reaches approximately the value T_1 , too your light directly of the positions by the star for the moment the sixth quadrature, in which T by a maximum give, sent the light following from it is added, so that in the very short interval ΔT the observer besides from the mobile star in a somewhat larger time than ΔT sent light is received; i.e. the apparent brightness of the stars must rise rapidly to a maximum, with that the arrived light

mehrere Male stärker ist, als es bei stillstehendem gewesen wäre.

Von diesem Moment an muß die Helligkeit abnehmen, ohne zu jenen zuerst betrachteten sehr kleinen Werten zurückzukehren, weil der Beobachter Licht aus fünf verschiedenen Stellungen des Sternes empfangen wird, und weil diese Stellungen Bogen unserer Kurve entsprechen, in denen $\Delta T/\Delta t$ stets geringeren Wert als längs der vorausgehenden Abschnitte annimmt. Kurz nach dem Augenblick $T_2 = (2n + 5,5)\tau_0/2$, in dem die zweite Konjunktion stattfindet, wird die Helligkeit durch ein zweites Minimum von etwas größerem Wert als das erste hindurchgehen, um gleich wieder zu wachsen und ein zweites Maximum gleich nach der Zeit $T_3 = (2n + 6)\tau_0/2$ zu erreichen¹⁾.

Schließlich wird die Helligkeit rasch zu dem anfangs gesehenen geringsten Wert zurückkehren, um sogleich wieder denselben periodischen Zyklus zu beginnen.

Kurz zusammengefaßt: Wenn ein Stern um ein Zentrum rotiert und der von uns angenommenen Bedingung ($Kb = 1$) genügt, so müßte er Helligkeitswechsel aufweisen, die sich uns als eine periodische Veränderung seiner scheinbaren Größe zu erkennen geben würden, d. h. der Stern muß uns „veränderlich“ (mit doppelter Periodizität) erscheinen²⁾.

¹⁾ Um uns einen Begriff von dem mittleren Wert der scheinbaren Helligkeit zu machen, die der Stern in diesen verschiedenen Phasen zeigen wird, können wir an der Figur die mittleren Werte abschätzen, die ihnen entsprechend das Verhältnis $\Delta T/\Delta t$ annimmt.

In bezug auf ersteren finden wir, daß ungefähr in einer Zeitdauer $\Delta T = \tau_0/4$ der Beobachter das Licht empfängt, das der Stern längs der drei Bogen MN , PQ , RS aussendet, die in einer Zeit (Summe der Projektionen der drei Bogen auf die Achse t) von etwa $\tau_0/10$ durchlaufen werden. Im Durchschnitt wird also die scheinbare Helligkeit des Sternes in diesem Intervall um die Hälfte geringer sein als die, die er gezeigt hätte, wenn er unbeweglich wäre. In bezug auf das Maximum finden wir, daß in einer Zeitdauer $\Delta T = 2/80 \tau_0$ der Beobachter in einer mehr als viermal größeren Zeit ausgesandtes Licht empfängt, und somit wird das Gestirn einen viermal größeren Glanz zeigen, als es unbeweglich gezeigt hätte. Im ganzen genommen variiert die Helligkeit vom ersten Minimum zum ersten Maximum ungefähr von 1 auf 8; und daraus ergibt sich ein Sprung des Sternes um zwei Klassen in der Skala der scheinbaren Größen (weil man bekanntlich rechnet, daß das Verhältnis zwischen den Helligkeiten zweier aufeinander folgenden Klassen angehöriger Sterne etwa 2,5 ist). Beim zweiten Minimum erweist sich die scheinbare Helligkeit im Durchschnitt gleich derjenigen, die dem unbeweglichen Gestirn entsprechen würde, die wir aus der Figur $\Delta T = 28/80 \tau_0$ und $\Delta t = 20/80 \tau_0$ entnehmen.

²⁾ Weiter unten werden wir sehen, wie diese Schlußfolgerung zu ergänzen ist, wenn angenommen wird, daß das feste Zentrum ein anderer Stern ist, der mit dem ersten ein um das gemeinsame Massenzentrum rotierendes System

several marks are stronger, than it would have been with standing.

From this moment on the brightness must decrease, without returning to those very values regarded first, because the observer will receive light from five different positions of the star, and because these positions correspond to elbow of our curve, in which $\Delta T/\Delta t$ the preceding sections takes always smaller value than along. Briefly after the instant $T_2 = (2n + 5.5)\tau_0/2$, in which the second conjunction takes place, the brightness will pass through by a second minimum of somewhat larger value than first to grow around equal again and to reach a second maximum right after the time $T_3 = (2n + 6)\tau_0/2$ ¹⁾.

Finally the brightness will return rapidly to that at the beginning of seen smallest value, in order to begin immediately again the same periodic cycle.

Briefly in summary: If a star meets the condition accepted by us ($Kb = 1$) around a center rotated and, then it would have to exhibit brightness changes, which would give to recognize itself us as a periodic change of its apparent size, i.e. the star must appear "variable" to us (with double periodicity)²⁾.

¹⁾ Around us a term of the middle value of the apparent brightness to make, which the star will show in these different phases, we can measure the middle values, which according to them at the figure the relationship $\Delta T/\Delta t$ assumes.

Regarding first we find that approximately in a length of time $\Delta T = \tau_0/4$ of the observers the light receives, which the star sends along the three elbows MN , PQ , RS , which in a time (sum of the projections of the three elbows on the axis t) of approximately $\tau_0/10$ to be gone through. Thus the apparent brightness of the star will on the average be smaller in this interval around half than those, which it would have shown, if it were immovable. Regarding the maximum we find the fact that in a length of time $\Delta T = 2/80 \cdot \tau_0$ the observer in one more receives larger time sent light than four times, and thus the star will show a four times larger gloss, than it would immovably have shown. In the whole taken the brightness from the first minimum varies to the first maximum approximately from 1 to 8 and from this arises a jump of the star around two classes in the scale of the apparent sizes (because one counts as well known that the relationship between the brightness of two sequential classes of stars belonging is about 2.5). With the second minimum the apparent brightness proves on the average equal that, which would correspond to the immovable star, which we infer from the figure $\Delta T = 28/80 \cdot \tau_0$ and $\Delta t = 20/80 \cdot \tau_0$.

²⁾ Further down we will see, how this conclusion is to be supplemented, if is accepted that the firm center is another star, the system rotating with first around the common mass center

Wesentlich analoge, obwohl in den Einzelheiten abweichende Resultate bekommen wir, wenn wir die anderen konstruierten Kurven analysieren.

Bei $Kb = 1/2$ kann der Einfluß des periodischen Gliedes auf die Werte von T als am besten entwickelt bezeichnet werden.

Beginnt man die Analyse bei dem gewöhnlichen Maximum, das sofort auf den Moment folgt, in dem der Beobachter das von dem Stern im Augenblick $t = 0$ [d. h. $T_0 = K\tau_0(1+b)$] ausgesandte Licht empfängt, so wird die Kurve während eines ganzen Intervalls $\Delta T = \frac{\tau_0}{2}$ nur an einer Stelle von den Parallelen zur Achse t durchschnitten und zeigt in dieser Gegend ein sehr großes und nahezu konstantes Verhältnis $\Delta T/\Delta t$.

Kurz nach dem Augenblick $T_0 + \tau_0/2$ erreicht die Helligkeit rasch ein Maximum, da zu dem Licht aus den (auf die bereits betrachteten) folgenden Stellungen des ersten Umlaufs, bei denen das Verhältnis $\Delta T/\Delta t$ kleiner wird, plötzlich das in dem Moment der zweiten Quadratur des zweiten Umlaufs ausgesandte Licht hinzukommt, bei dem $\Delta T/\Delta t$ sehr klein ist; darauf nimmt die Helligkeit bis zu einem neuen Minimum, das etwas höher ist als das erste, ab und geht schließlich wieder durch ein neues dem ersten gleiches Maximum.

Im ganzen genommen wird der Beobachter den Stern während einer Hälfte der Periode als von geringster Intensität (größte Größenordnung) sehen, in der darauffolgenden Hälfte wird er ihn durch zwei aufeinanderfolgende, durch ein — äquidistantes — Minimum, das etwas höher liegt als das anfängliche, getrennte Maxima hindurchgehen sehen¹⁾.

Bei $Kb = 0,16$ bekommen wir eine höchst interessante Kurve, die aus langen, fast geradlinigen Abschnitten resultiert und abwechselnd sehr wenig und zu viel gegen die Achse t geneigt ist.

bildet. Vorläufig begnügen wir uns damit zu behaupten, daß, wenn bei einem der zwei Sterne unsere Bedingung zutrifft, der Anschein der Veränderlichkeit, obwohl in abgeschwächtem Maße, fortbestehen muß.

¹⁾ Will man — an der Figur selbst — eine Schätzung der relativen Intensität der Maxima und der beiden Minima vornehmen, so findet man, daß in der Nähe der Maxima die mittlere Helligkeit fünf- bis sechsmal größer werden muß als die Helligkeit x — wo x die entsprechende Intensität des unbeweglichen Sternes ist —; beim sekundären Minimum muß sie auf ungefähr 4 oder 5 x , beim Hauptminimum auf $1/5 x$ herabgehen. Der Gesamtumfang des Lichtwechsels ist also größer als 25 : 1, was einen scheinbaren Größensprung von gut 3,5 Klassen bedeutet.

Substantially similar, although in the details we get deviating results, if we analyze the other designed curves.

With $Kb = 1/2$, the influence of the periodic member on the values of T can be called best developed.

If one begins the analysis with the usual maximum, which after the moment follows immediately, in which the observer of the star at the moment the $t = 0$ [i.e. $T_0 = K\tau_0(1+b)$] sent light receives, then the curve becomes during a whole interval $\Delta T = \frac{\tau_0}{2}$ only in a place from the parallels to the axis t cut through and show in this area a very large and almost constant relationship $\Delta T/\Delta t$.

Briefly after the instant $T_0 + \tau_0/2$ reaches the brightness rapidly a maximum, there to the light from (the positions of the first circulation following on regarded the already), with which the relationship $\Delta T/\Delta t$ smaller, in the moment of the second quadrature of the second circulation the sent light will suddenly be-come, with which $\Delta T/\Delta t$ is very small; whereupon the brightness up to a new minimum, which is somewhat higher than first, decreases and goes finally again through a new to the first same maximum.

In the whole the observer the star is taken during a half of the period as of the smallest intensity (largest order of magnitude) to see, two, by — equidistant — a minimum, which lies somewhat more highly than the initial, separate maxima following each other in the following half it by will pass through sees 1).

With $Kb = 0.16$ we get a most interesting curve, that are enough from, nearly straight-line sections result and very little and too much are alternating against the bent t axis.

educates provisional are content we with the fact to maintain ground that, if with one of the two stars our condition applies, which appearance of the variability, although in weakened measure, must continue.

¹⁾ If one wants to make — at the figure — an estimation of the relative intensity of the maxima and the two minima, thus one finds that in the proximity of the maxima the middle brightness five to six times becomes larger measured than the brightness x — where x is the appropriate intensity of the immovable star —; with the secondary minimum it must go down on approximately 4 or 5 x , with the main minimum of $1/5 x$. The total extent of the light change is thus larger than 25:1, which means an apparent size jump of well 3.5 classes.

Unter diesen Bedingungen werden wir also starke Lichtschwankungen bekommen, bestehend aus sehr intensiven und kurz dauernden Maxima, auf die mit raschem Wechsel langdauernde Minima mit fast gleichmäßiger Helligkeit folgen ¹⁾.

Solange $Kb > 1/2\pi$, zeigen sich uns noch die Überlagerungserscheinungen des von dem Sterne an etwas voneinander entfernten Stellen der Trajektorie ausgesandten Lichtes (eine Parallele zur Achse t kann dreimal die Kurve schneiden) und die vorhergesagte doppelte Periodizität mit zwei nahezu gleichen Maxima und zwei stark abweichenden Minima.

In dem Maße, wie das Produkt weiter abnimmt, wird die Änderungsamplitude von T immer kleiner, und die Kurve wird nur an einer Stelle von den Parallelen zur Achse t geschnitten; nichtsdestoweniger werden wir noch Schwankungen in der beobachteten Helligkeit bekommen, weil das Verhältnis $\Delta T/\Delta t$ stets merkliche Änderungen erfährt. Jedoch angesichts der Schwierigkeit und der geringen Genauigkeit der photometrischen Messungen überhaupt und derjenigen, die in der Astrophysik ausgeführt werden können und ausgeführt worden sind, begreift man, daß recht bald diese leichten Schwankungen unwahrnehmbar werden. Praktisch kann man vielleicht annehmen, daß das bei $Kb < 1/10$ geschieht.

Ein immer geringeres Interesse zeigen die Kurven, die Werten von Kb entsprechen, die immer größer als Eins sind. Die Lichtüberlagerung erfolgt bei einer immer größeren Anzahl von Stellungen, die immer verschiedenerer Perioden und Phasen angehören, und alles, was unser Beobachter verzeichnen können wird, werden kleine Schwankungen der Helligkeit in den Augenblicken sein, in denen die Werte von T die Maxima und Minima der betreffenden Kurve berühren.

Man begreift somit leicht, daß recht bald, d. h. bei Werten von Kb , die nicht viel höher als 10 liegen, jede Schwankung in der Helligkeit unwahrnehmbar werden wird; der Stern wird unfähig werden, uns durch Veränderungen der scheinbaren Größe seine periodische Bewegung, d. h. seine Eigenschaft als „Satellit“ eines „Doppelsternes oder eines komplexeren Systems zu offenbaren ²⁾.

¹⁾ Nach einer an der Figur vorgenommenen Schätzung geht das Intensitätsverhältnis zwischen den einen und den anderen wenigstens von einem Maximum von mehreren $100x$ zu einem Minimum von $1/2x$, so daß sich die Amplitude der totalen Helligkeitsschwankung gleichwertig mit einem Sprung von wenigstens sieben Größenklassen erweist.

²⁾ Es verlohnt sich nicht, den Fall zu erörtern, in dem das Produkt Kb so groß ist, daß Kb^2 ungefähr gleich Eins wird. In diesem Falle würde die Amplitude der auf dem vierten Gliede beruhenden Variation in die Ordnung τ_0

Under these conditions we will thus get strong light fluctuations, follow consisting of very intensive and briefly lasting maxima, on those with rapid change long-lasting minima with nearly even brightness ¹⁾.

So long $Kb > 1/2\pi$, show up us the overlapping features of the light sent by that stars in somewhat from each other distant places of the trajectory (a parallel to the axis t three times the curve can cut) and predicted double periodicity with two maxima and two strongly deviating minima almost resemble.

In the measure, how the product continues to decrease, becomes the change amplitude of T ever smaller, and the curve is cut only in a place from the parallels to the axis t ; nonetheless we still fluctuations in the observed brightness gotten because the relationship $\Delta T/\Delta t$ experiences always noticeable changes.

However in view of the difficulty and the small accuracy of the photometric measurements at all and those, which can be implemented in astrophysics and were implemented, one understands that quite soon these easy fluctuations become un-perceptible. Practically one can perhaps assume that with $Kb < 1/10$ the happen.

The curves, which correspond to values of Kb , show an ever smaller interest, which are ever larger than unity. The light overlay takes place at an ever larger number of positions, which belong to ever more different periods and phases, and everything that will be able to register our observer, small fluctuations of the brightness will be in the instants, in which the values of T affect the maxima and minima of the curve concerned.

One understands thus easily that quite soon, i.e. at values of Kb , which do not lie much more highly than 10 each fluctuation in the brightness will become un-perceptible; the star will become unable, us by changes of the apparent size its periodic movement, i.e. its characteristic as "satellite" of a "double"-star or a more complex system to reveal ²⁾.

¹⁾ According to an estimation made at the figure the intensity relationship goes between and to the other one at least from a maximum from several $100x$ to a minimum from $1/2x$, so that the amplitude of the total brightness fluctuation proves equivalently with a jump of at least seven size classes.

²⁾ It is not worthwhile itself to discuss the case in which the product is so large Kb that Kb^2 becomes approximate equal unity. In this case the amplitude of the variation which is based on the fourth member became into the order τ_0

Die bisher angestellten Betrachtungen erlauben uns, eine bestimmte Antwort auf unsere erste Frage zu geben.

Ist die Hypothese der Addition der Geschwindigkeit des Lichtes und derjenigen der Lichtquelle mit den an den Doppelsternen angestellten Untersuchungen vereinbar oder nicht?

Bei den teleskopisch trennbaren Doppelsternen (die sodann die einzigen sind, auf die die Anwendbarkeit des zweiten Keplerschen Gesetzes wirklich anerkannt und kontrolliert worden ist) wird der zu jenem Zweck von unserer Analyse geforderten Bedingung $Kb = 10^{-1}$ in weitem Maße genügt. Ihre Beobachtung beweist nichts gegen unsere Hypothese.

Bei den anderen „Doppelsternen“, den spektroskopisch trennbaren, ist die Anwendung des zweiten Keplerschen Gesetzes nicht durch die Messungen erfordert worden, sondern sie geschah aus vernunftmäßiger Verallgemeinerung.

Die spektroskopische Beobachtung lieferte nur die Kenntnis der Umlaufzeit und die der Geschwindigkeit der vermuteten Komponenten; auf Grund dieser Daten und an der Hand der Keplerschen Gesetze (die daher als anwendbar vorausgesetzt wurden) wurden die übrigen Elemente der Bewegung (die Bahndimensionen) und die Massen der Komponenten abgeleitet.

Perioden und Geschwindigkeit werden mit Hilfe der periodischen Verschiebungen der Spektrallinien abgeleitet, so daß nur noch folgender Punkt zu untersuchen ist: Werden die Messungen dieser Verschiebungen durch die Lichtüberlagerungen, die unsere Hypothese voraussieht, gestört oder nicht?¹⁾

Wir haben bereits zu Beginn dieser Abhandlung gesehen, daß, wenn das Produkt Kb klein ist, keine Lichtüberlagerung eintreten wird, außer aus wenig voneinander entfernten Punkten der Trajektorie,

kommen, d. h. sie ließe Lichtüberlagerung aus etwas entfernten von dem Stern auf der Trajektorie eingenommenen Stellungen voraussehen. Da aber das dritte Glied eine etwa 1000mal größere Amplitude hat, so resultiert als Breite des Streifens, innerhalb dessen die Kurve enthalten ist, etwa $2000\tau_0$, d. h. eine Parallele zur Achse t wird ungefähr 4000mal die Kurve $T = f(t)$ treffen, und somit wird aus all diesen mannigfaltigen differenten Stellungen in jedem Augenblick eine praktisch konstante Lichtsumme aufgenommen werden.

¹⁾ Hier setzen wir stillschweigend eine schwerwiegende Frage als gelöst voraus, die nämlich, wie der Dopplereffekt im Falle der ballistischen Hypothese zu betrachten ist. Indem ich mir vorbehalte, diese Frage besonders zu behandeln, beschränke ich mich hier auf die Bemerkung, daß die Schwierigkeiten dieser wichtigen Erscheinung sich nur auf Grund der Betrachtung der Wellenlängen erheben. Diese Vorstellung ist jedoch nicht wesentlich zur Feststellung der periodischen Natur des Lichtphänomens, sondern hängt nur von dem Bilde des Lichtäthers ab, das mit der ballistischen Hypothese unvereinbar ist.

Those so far employee views permit us to give a certain answer to our first question.

Is the hypothesis of the addition of the speed of the light and those compatible or not the source of light with at the double stars the employees investigations?

With the telescopic separable double stars (those the only one were then recognized, checked for the applicability of Kepler's second law and are real) for that purpose of our analysis demanded to the condition $Kb = 10^{-1}$ in far measure one meets. Their observations prove nothing against our hypothesis.

With the other "double stars", the spectroscopically separable, the application of Kepler's second law was required not by the measurements, but it happened from rational generalization.

The spectroscopic observation supplied with only the knowledge the rotating time and those to the speed of the assumed components; due to these data and at the hand of the Kepler laws (therefore it as applicable were presupposed) the remaining elements of the movement (the course dimensions) and the masses of the components were derived.

Periods and speed are derived with the help of the periodic shifts of the spectral lines, so that the only following point is to be examined: Are the measurements of these shifts disturbed by the light overlays, which our hypothesis foresees, or not?¹⁾

We already saw at the beginning of this paper that, if the product is small Kb no light overlay will occur, except from a little from each other distant points of the trajectory,

come, i. e. it would leave light overlay from something removed from the star on the trajectory taken positions to foresee. Since however the third member has one for instance 1,000 times larger amplitude, then resulted as width of the strip, within whose the curve is contained, about $2,000\tau_0$, i. e. a parallel to the axis t approximately 4,000 times the curve $T = f(t)$ will meet, and thus from all these various different positions in each instant a practically constant light sum will be taken up.

¹⁾ We tacitly presuppose a serious question here as solved, those, how the Doppler Effect in the case of the ballistic hypothesis is to be regarded. By reserving myself particularly to treat this question I am limited here to the remark that the difficulties of this important feature rise only due to the view of the wavelengths. This conception is however not substantial for the statement of the periodic nature of the light phenomenon, separates depends only on the picture of the light ether, which is incompatible with the ballistic hypothesis.

das bedeutet, daß zu dem Spektroskop alsdann gleichzeitig Strahlen mit wenig abweichenden Geschwindigkeiten gelangen werden: wir werden also, wenn überhaupt in wahrnehmbarem Maße, eine geringe periodisch mit der Rotationsperiode des Sternes variable Verbreiterung der Linien bekommen, die sich der auf Grund der gewöhnlichen Hypothesen vorausgesehenen periodischen Verschiebung überlagert. Es besteht also keine Schwierigkeit für die Messung dieser Verschiebung.

Dieselbe Schlußfolgerung gilt auch dann, wenn sich das Produkt Kb der Eins nähert. Und zwar wird, bis die Kurve $T = f(t)$ nur an einer Stelle von den Parallelen zur Abszissenachse geschnitten wird, was beim Wachsen von Kb erfolgt, das Resultat eine Vergrößerung der Verbreiterung der Linie sein und die Evidenz der periodischen Breitenänderung.

Sobald Kb derartige Werte erreicht, daß ($Kb > 1/2\pi$) die Kurve dreimal von einigen Parallelen durchschnitten werden kann, werden wir aufgespaltene Linien bekommen können, wenn den Stellungen, aus denen das Licht zur gleichen Zeit ankommt, etwas abweichende Geschwindigkeiten entsprechen, oder einfach verbreiterte mit einem Charakter vollkommen regelmäßiger Periodizität, so daß die Bestimmung der Periode ermöglicht wird und durch Messung des Abstandes der Komponenten oder der Breite der Linie auch die Bestimmung der augenblicklichen dem umlaufenden Körper in den verschiedenen Stellungen zukommenden Geschwindigkeit, d. h. jener Elemente, die zur Ableitung des Bahnradius und der Masse des Körpers auf Grund der (bereits als anwendbar vorausgesetzten) Keplerschen Gesetze notwendig sind.

Ja die Dissymmetrie unserer Kurven in bezug auf die Parallelen zur Ordinatenachse läßt uns leicht voraussehen, daß die Komponenten einer Linie alsdann nicht in gleicher Weise in bezug auf die normale Lage verschoben erscheinen werden (zwei verschmelzen in der Nachbarschaft der Maxima und Minima der Kurve $T = f(t)$ zu einer einzigen Linie), so daß wir dahin geführt sein werden, der Geschwindigkeit der Lichtquelle zwei verschiedene Werte beizumessen; Werte, die, bei der gegenwärtig üblichen Weise das Phänomen zu erklären, zwei verschiedenen Körpern zugeschrieben werden, den zwei Komponenten des Doppelsternes, die deshalb untereinander vergleichbare Helligkeit, Größe und Geschwindigkeit haben müßten; während bei der von uns vorgeschlagenen Erklärungsweise die zwei Werte verschiedenen Momenten desselben und einzigen (um ein großes und wenig bewegliches Zentrum) kreisenden Körpers angehören würden.

that means it that at the spectroscope jets with little deviating speeds will arrive then at the same time: we become thus, if at all in perceptible measure, a small periodically with the rotation period of the star variable widening of the lines get, which overlays the periodic shift foreseen due to the usual hypotheses. There is thus no difficulty for the measurement of this shift.

The same conclusion applies, even if the product Kb approaches that unity. Becomes, until the curve $T = f(t)$ is cut only in a place from the parallels to the x-axis, which takes place when growing Kb , the result an enlargement of the widening of the line to be and the evidence of the periodic change of width.

As soon as Kb such values reaches that ($Kb > 1/2\pi$) curve three times cut through of some parallels can, we split up lines to get to be able, if somewhat deviating speeds correspond to the positions, from which the light arrives simultaneous, or simply widened with a character of perfectly regular periodicity, so that the regulation is made possible for the period and by measurement of the distance of the components or the width of the line also the regulation the present/immediate circulating body in the different positions coming speed, i.e. those elements, which are necessary for the derivative of the course radius and the mass of the body due to (already as applicably presupposed) Kepler laws.

The dissymmetry of our curves regarding the parallels to the y-axis lets us foresee easily that the components will then not appear shifted to a line in the same way regarding the normal situation (two to merge in the neighborhood of the maxima and minima of the curve $T = f(t)$ into only one line), so that we there will be led, to attach the speed the source of light of two different values; Values, those, to explain with the at present usual way the phenomenon two different bodies to be attributed, the two components of the double star, which must have therefore among themselves comparable brightness, size and speed; while with the method of explanation suggested by us the two values would belong different moments of the same and only (around a large and little mobile center) circling body.

Beim Wachsen des Produktes Kb wächst die Zahl der Treffpunkte unserer Kurve mit den Parallelen zur Achse t ; solange diese Punktzahl klein ist (3,5), werden wir im allgemeinen verbreiterte Linien bekommen, die in irgend einem Moment sich zerlegen und zwei oder mehr distinkte Komponenten aufweisen können, wie es in gewissen Fällen beobachtet, aber nicht erklärt worden ist (Mira Ceti)¹⁾, während wir, wenn diese Zahl groß wird, Überlagerung von Licht aus vielen verschiedenen Stellungen mit verschiedenen Geschwindigkeiten und demnach konstant verbreiterte Linien bekommen werden, bei denen nämlich die Breite nur kleine Veränderungen zeigt, die allmählich verschwinden werden.

Nur also wenn das Produkt Kb größer als 10 geworden sein wird, erlaubt die auf das Studium der periodischen Änderungen der Linien gegründete spektroskopische Beobachtung uns nicht mehr, die „Doppelstern“natur der Sterne zu konstatieren.

Nur für diese Fälle also würden die Befürchtungen De Sitters begründet sein!

Aber nichts Schlimmes ist dabei, wenn man glaubt, daß es der astrophysikalischen Forschung noch nicht gelungen ist, die wahre Natur einer gewissen Anzahl komplexer Sterne zu enthüllen. Unsere Hypothese wird uns sehr nützlich sein, sie zu entdecken.

Sichergestellt ist der Zustand konstanter Verbreiterung, den die Spektrallinien vieler Sterne aufweisen²⁾; im Lichte unserer Hypothese gedeutet, wird sie uns gestatten, deren Natur als „Doppelsterne“ oder komplexere Systeme zu erkennen.

Die nachfolgenden statistischen Betrachtungen stützen in eindrucksvoller Weise diese unsere Meinung über die Existenz vieler noch nicht aufgelöster komplexer Systeme.

Die Zahl der bekannten spektroskopischen Doppelsterne wächst zuerst rasch mit dem Wachsen ihrer scheinbaren Größe, erreicht bald ein Maximum und nimmt jäh ab, so daß nur ganz wenige von über 5,5 Größe bekannt sind.

In nachstehender Tabelle haben wir der Größe nach — Stufenfolge von halber Größe — die in einem Katalog von Campbell, dem

¹⁾ Häufig ist der Fall der gleichzeitigen Beobachtung der scharfen Linie an normaler Stelle und von zwei seitlich verbreiterten Komponenten. Man sieht sofort, wie dieser Fall vollkommen mit dem übereinstimmt, was man auf Grund unserer Kurven voraussehen kann.

²⁾ Die Sterne der ersten Spektralklasse sind charakterisiert durch die Anwesenheit der stark verbreiterten Wasserstofflinien.

When growing the product Kb the number of the meeting places of our curve with the parallels grows to the axis t ; as long as this score is small (3.5), becomes we generally widened lines gets, which divide themselves in possibly one moment and two or more can exhibit distinct components, as it observes in certain cases, but not explained are (Mira Ceti)¹⁾, while we, if this number becomes large, will therefore get overlay lines widened constantly by light from many different positions with different speeds and, with which the width shows only small changes, which will gradually disappear.

Only thus if the product Kb will not have become larger than 10, does not permit the spectroscopic observation us created on the study the periodic and run gene one of the lines any more to state the "double star" nature of the stars.

Only for these cases thus the fears would be justified De Sitters!

But nothing bad participates, if one believes that the astrophysical research did not succeed yet to reveal the true nature of a certain number of complex stars. Our hypothesis will be very useful us to discover it.

The condition of constant widening, that is guaranteed the spectral lines of many stars exhibits²⁾; in the light of our hypothesis interpreted, it will permit us, to recognize whose nature as "double stars" or more complex systems.

The following statistic views support these in impressive way our opinion over the existence of many complex systems not dissolved yet.

The number of the well-known spectroscopic double stars grows first rapidly with growing their apparent size, reached soon a maximum and decreases suddenly, so that only completely few from over 5.5 size admits is.

In following table we have the size after — progression of half size — in a catalog of Campbell, that

¹⁾ Frequent is the case of the simultaneous observation of the sharp line in normal place and of two laterally widened components. One sees immediately like this case with agrees perfect, what one can foresee due to our curves.

²⁾ The stars of the first spectral class are characterized by the presence of the strongly widened hydrogen lines.

einzigsten mir zugänglichen — aufgeführten Doppelsterne zusammengestellt:

Scheinbare Größe	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
Zahl der bekannten Doppelsterne . . .	3	3	6	9	16	21	29	32	13	5	0

Ein Verhalten dieser Art — es ist fast überflüssig es hervorzuheben — steht in schreiendem Gegensatz zu dem, was man auf Grund der gewöhnlichen „Wahrscheinlichkeits“kriterien voraussehen müßte, wenn man berücksichtigt, daß die Zahl der einem jeden dieser Größenintervalle angehörigen Sterne mit dem Wachsen der Ordnungszahl des Intervalls mit ungeheurer Schnelligkeit wächst.

Es entsteht somit von selbst der Verdacht, daß irgend eine wohldefinierte und konstante Ursache die Möglichkeit der Beobachtung von (sicher existierenden) „Doppelsternen“ mit Hilfe des Studiums der Verdopplungen und der wechselnden und periodischen Verbreiterungen der Linien beschränkt und schließlich verhindert; und auf eine Ursache dieser Art werden wir gerade durch unsere Erörterung hingewiesen.

Werte von $Kb > 10$ können wegen der notwendigen Kleinheit, die das Verhältnis $b = \frac{v}{c}$ behalten muß, um so leichter auftreten, je größer die Distanz c , d. h. je größer K ist. Mit anderen Worten, es besteht nur eine geringe Wahrscheinlichkeit, daß die entfernten Sterne uns ihre komplexe Natur durch periodische Veränderungen ihrer Spektrallinien offenbaren.

Ist K groß, so werden immer kleinere Werte von b notwendig sein, damit die Schwelle ($Kb \geq 10$) nicht überschritten werde; und bei kleinen Werten von b werden die Beobachtungen aus einem anderen Grunde unmöglich, nämlich wegen der Kleinheit der Linienverbreiterung.

Die Brauchbarkeit der spektroskopischen Methode für die Entdeckung komplexer Sterne muß also meines Erachtens rasch entschwinden in dem Maße, wie die Entfernung der Sterne, d. h. die Ordnung der Klasse wächst.

Unsere Hypothese steht also auch bei dieser merkwürdigen Eigentümlichkeit in vollkommenem Einklang.

Es sei uns deshalb erlaubt zu behaupten:

1. daß die Beobachtungen an den bekannten Doppelsternen der eventuellen Richtigkeit der ballistischen Hypothese über

only me accessible — specified double stars arranged:

Apparent size	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
Number of well-known double stars	3	3	6	9	16	21	29	32	13	5	0

A behavior of this kind — it is it to nearly redundantly emphasize — stands in crying contrast to what one would have to foresee due to the usual "probability" criteria, if one considers that the number each of these size intervals of the stars belonging with the growing of the ordinal number of the interval with tremendous speed grows.

Thus automatically the suspicion develops that possibly a well-defined and constant cause prevents the possibility of the observation of (existing safe) "double stars" with the help of the study of the doublings and the changing and periodic widening of the lines limited and finally; and on a cause of this kind we are referred to straight by our discussion.

Values of $Kb > 10$ can occur because of the necessary smallness, which measured the relationship $b = v/c$ kept, the more easily, the more largely the distance c , i.e. the larger to K are. In other words, there is only a small probability that the distant stars reveal us their complex nature by periodic changes of its spectral lines.

Is K large, then ever smaller values of b will be necessary, thus the threshold ($Kb \geq 10$) one do not exceed; and at small values of b the observations become not possibly i.e. from another reason, because of the smallness of the line broadening.

The usefulness of the spectroscopic method for the discovery of complex stars must disappear thus my judgment rapidly in the measure, how the distance of the stars, (i.e. the order of the class grows).

Our hypothesis stands thus also with these strange peculiarity in perfect agreement.

It is therefore permitted us to state:

1. that those observations admitted to double stars of the possible correctness of the ballistic hypothesis over

die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes keinen Eintrag tun und um so weniger die Wahrheit des zweiten Postulats der Einsteinschen Theorie bestätigen;

2. daß die ballistische Hypothese eine gute Erklärung der merkwürdigen Anhäufung der bekannten Doppelsterne um die vierte und fünfte Stufe der Skale der scheinbaren Größen liefert;

3. daß dieselbe Hypothese auch einen festen und wesentlichen Grund für eine gute theoretische Erklärung eines ausgedehnten und überaus anziehenden Gebietes astronomischer Erscheinungen liefern kann: das ist das Gebiet der durch die „Veränderlichen Sterne“ und „Neuen Sterne“ gebotenen Phänomene.

Auf diesen interessanten Punkt werde ich in einer späteren Arbeit zurückkommen.

and does not do the propagation rate of the light an entry the truth of the second Postulates of the Einstein theory the less confirms;

2. that the ballistic hypothesis supplies a good explanation of the strange accumulation of the well-known double stars around the fourth and fifth stage of the scale of the apparent sizes;

3. that the same hypothesis can supply also a firm and substantial reason for a good theoretical explanation of an expanded and extremely attractive area of astronomical features: that is the area of the phenomena required by the "variable stars" and "new stars".

To this interesting point I will return in a later work.
