

Halbfertige Theorien der Physik
Недоделанные теории физики

Walter Orlov

Halbfertige Theorien der Physik **Недоделанные теории физики**

Dipl.-Ing. (FH) Walter Orlov

Halbfertige Theorien der Physik, Неделанные теории физики / Walter Orlov.

Copyright: © 2010 Walter Orlov

ISBN 978-1-4461-2338-6

Inhalt

All die Jahre der Forschung	1
Wellen-Teilchen-Dualismus – viel Lärm um fast Nichts	2
Maxwell's Strahlungsdruck	14
Synchrotronstrahlung gegen Lorentz und Einstein	18
Einstein's Äquivalenzprinzip	25
Lichtablenkung am Sonnenrand	27
Periheldrehung des Merkur	32
Nachwort	39
Literatur	40

Содержание

Все эти годы исследований	1
Корпускулярно-волновой дуализм – много шума почти из ничего	2
Лучевое давление Максвелла	14
Синхротронное излучение против Лоренца и Эйнштейна	18
Принцип эквивалентности Эйнштейна	25
Отклонение луча света вблизи Солнца	27
Смещение перигелия Меркурия	32
Послесловие	39
Литература	40

All die Jahre der Forschung

Die Entwicklung der Physik ist anscheinend in Stöcken geraten. Trotz immensen Investitionen gibt es seit den 1930-er Jahren keine neuen nennenswerten Erkenntnisse mehr.



Die Physiker haben die Atombombe gebaut und die ganze Welt in das Schrecken versetzt. Auf diese Weise bekamen sie ein hohes Ansehen in der Gesellschaft. Doch die Zeiten ändern sich: Nicht so die Grundlagenforschung wie die angewandte Physik im Bereich der Elektronik gewinnt immer mehr an strategischer Bedeutung. Deswegen fragen sich schon manche und offensichtlich sogar in der Regierung, ob es sich wirklich lohnt, die Grundlagenforschung im vollen Maß weiter zu betreiben. Es ist

Все эти годы исследований

Похоже, что развитие физики приостановилось. Несмотря на огромные инвестиции, начиная с 1930-х не было новых значительных прорывов в области познания.

Abbildung 1. CERN-Wissenschaftler protestieren gegen die Budgetkürzungen.

Рисунок 1. Ученые ЦЕРНа протестируют против сокращения бюджета. Текст под фотографией:

"Адские трубы вместо 'большого взрыва': Как только мы подумали, что выстояли вувузелы, они снова появились в совершенно неожиданном месте."

Физики создали атомную бомбу и ввели весь мир в состояние страха. Таким образом, они добились высокой репутации в обществе. Но времена меняются: не столько фундаментальные исследования, сколько прикладная физика особенно в области электроники приобретает все более важное стратегическое значение. Поэтому некоторые люди и очевидно даже в правительственных кругах начинают себя спрашивать, стоит ли проводить фундаментальные исследования в полном

bereits dazu gekommen, dass die CERN-Wissenschaftler mit den Vulvuzelas ausgerüstete gegen die Budgetkürzungen protestiert haben.

Ich habe allerdings einen anderen Grund am Fortschritt moderner Entwicklung der Physik zu zweifeln – durch halbfertige Theorien wurde sie auf die falschen Fährten gelockt. Solange es etwa um die groben Abschätzungen einer chaotischen Explosion handelte, also, solange das Experiment die Regie machte und die Theorie war nur Hilfsmittel, um die Großordnungen zu berechnen, in denen die Versuche stattfinden sollten, ging es noch. Zur Zeit wurden die Theorien aber zu den Ideologien und sind deshalb unantastbar. Als Resultat wird dort gesucht und geforscht, wo es eigentlich nichts gibt.

Wellen-Teilchen-Dualismus – viel Lärm um fast Nichts

Die Idee des Wellen-Teilchen-Dualismus gehörte Thomas Young. Mit seinen Interferenz-Experimenten mit dem Licht konnte er beweisen, dass das Licht aus Wellen besteht. Doch er wagte dem Autorität Newtons nicht zu widersetzen. Newton legte fest, dass das Licht aus kleinsten Teilchen (Korpuskeln) besteht. Nun stand Young vor Dilemma. Er suchte nach dem Schlupfloch und fand es, indem er die doppelte Natur des Lichtes vorschlug. Das Licht sei sowohl die Teilchen als auch die Wellen. Bis jetzt versteht es keiner, wie es funktionieren soll, trotzdem war diese Annahme schließlich akzeptiert und in der Wellenversion der Quantentheorie, die besonders populär wurde, voll ausgenutzt.

размахе и дальше. Дело дошло уже до того, что ученые ЦЕРНа вооружённые вувузелями протестировали против сокращения бюджета.

Однако у меня есть другая причина сомневаться в успешном развитии современной физики – недоделанные теории заманили её на ложные пути развития. Пока дело шло к примеру о грубой оценки хаотическими взрыва, т.е. пока эксперимент был главенствующим, а теория являлась вспомогательным средством, чтобы рассчитать порядки, в пределах которых должны были проводиться опыты, ситуация была ещё нормальной. К настоящему же время теории стали идеологиями и поэтому неприкосновенными. В результате ищется и исследуется там, где ничего нет.

Корпускулярно-волновой дуализм – много шума почти из ничего

Идея корпускулярно-волнового дуализма принадлежала Томасу Юнгу. Своими экспериментами по интерференции света он смог доказать, что свет состоит из волн. Но он не посмел посягнуть на авторитет Ньютона, который придерживался корпускулярной теории света. Юнг стоял перед дилеммой, он искал компромисс и нашёл его, предложив концепцию двойственной природы света: свет является как частицей так и волной. До сих пор никто не понимает как это выглядит, несмотря на это его предположение было в конечном счёте принято и в волновом варианте квантовой теории, которая получила наибольшую популярность, используется в полной мере.

An die Spitze getrieben, wird heute vom gleichzeitigen Passieren eines Teilchens durch zwei Spalten erzählt. Danach interferiert es mit sich selbst, wenn es nicht beobachtet wird. Wird es doch nah an einem der Spalten erwischt, verhält es sich wie ein gewöhnliches Teilchen. Als ob es noch nicht irrsinnig genug wäre, erklärt man, wie auf gleichem Prinzip gestützt eine Katze am grausamsten hingerichtet werden könnte...

Aber inwiefern kann ein Teilchen wirklich eine Welle sein und eine Welle – ein Teilchen?

Um diese Frage richtig beantworten zu können, werden wir uns lieber nicht auf Einstein's Quantenhypothese, d.h. auf Vorstellung, dass das Licht ausschließlich aus den Photonen mit der Energie $E = h\nu$ besteht, und auf Gleichung $\lambda = h/p$ von de Broglie für die Materiewellen stützen, sondern vielmehr auf experimentelle Fakten.

Max Planck's postulierte 1900 noch keine Lichtquanten – Photonen. Um das Spektrum von der Wärmestrahlung zu begründen, nahm er an, dass die Oszillatoren im Festkörper nur portionsweise – proportional zur Frequenz – die Energie abstrahlen können. In seiner Vorstellung lag das also nicht am abgestrahlten Licht, sondern gehörte zu den Eigenschaften der Oszillatoren im Festkörper.

Erst Einstein schrieb fünf Jahre später über Lichtquanten, aus denen das Licht und gesamte elektromagnetische Strahlung bestehen sollten. Seine Hypothese belegt angeblich der photoelektrische Effekt. Nun inwiefern?

Доходя до высшей точки, сегодня рассказывается о прохождении одной частицы через две щели одновременно. После этого она интерферирует сама с собой, но если только она будет замечена вблизи одной из щелей, то сразу же начинает вести себя как обычная частица. Как будто бы этого было мало, объясняется ещё, как основываясь на том же принципе можно особенно жестоко убить кошку...

Но насколько реально частица может быть волной и волна частицей?

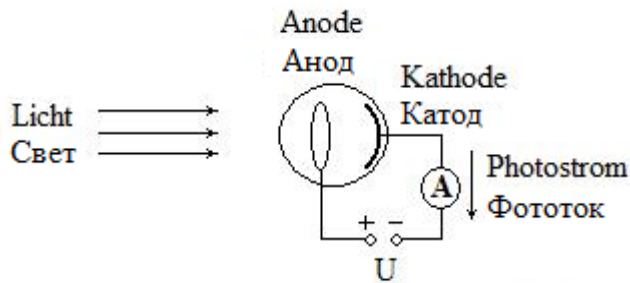
Чтобы ответить на этот вопрос правильно, мы не будем опираться на квантовую гипотезу Эйнштейна, т. е. на представление, что свет состоит исключительно из фотонов с энергией $E = h\nu$, и на уравнение $\lambda = h/p$ де Бройля для материальных волн, но в первую очередь на экспериментальные факты.

Макс Планк в 1900 году ещё не постулировал кванты света – фотоны. Чтобы объяснить спектр теплового излучения, он предположил, что осцилляторы в твердом теле только порциями – пропорционально частоте – могут излучать энергию. По его мнению это не было обусловлено самим светом, а являлось особенностью осцилляторов твердого тела.

Только пять лет спустя Эйнштейн написал о квантах света, из которых должен состоять свет и всё электромагнитное излучение. Фотоэлектрический эффект подтверждает якобы его гипотезу. Но насколько?

Um das Prinzip vom Photoeffekt zu erläutern, werden die Demonstrationsversuche mit sogenannter Gegenfeldmethode durchgeführt: An die Anode einer Photozelle wird negative Spannung angelegt, sie wird so weit erhöht, bis kein durch das einfallende Licht bedingter Photostrom mehr fließt. Auf diese Weise wird die kinetische Energie von den Elektronen bestimmt. Führt man die Messungen für verschiedene Frequenzen durch, können noch Austrittsarbeit und Plank's Wirkungsgrad ermittelt werden.

Im Normalbetrieb werden die Vakuumphotozelle allerdings richtig gepolt (Abbildung 2), d.h. an die Anode wird positive Spannung angelegt. Sie wird so hoch gewählt, dass der Photostrom in die Sättigung kommt. Auf diese Weise erreichen alle raus geschlagenen Elektronen die Anode.



Eine Vakuumphotozelle vom Typ 90AV (Philips) hat die Empfindlichkeit von $45\mu\text{A/lm}$. Sie ist blau empfindlich. Photometrisches Strahlungsäquivalent für blaues Licht mit der Wellenlänge von 470nm können wir ausrechnen:

Для иллюстрации принципа фотоэлектрического эффекта проводится опыт с использованием метода противоположно направленного поля: на анод вакуумной фотоячейки подаётся отрицательное напряжение, оно увеличивается до уровня, пока фототок, обусловленный падающим светом, не исчезнет. Таким образом определяется кинетическая энергия электронов. Если измерения выполняются для различных частот, то могут быть ещё вычислены работа выхода и постоянная Планка.

Однако в нормальном режиме работы вакуумный фотоэлемент подключается правильно (рисунок 2), т. е. на анод подаётся положительное напряжение. Оно выбирается достаточно большим, чтобы фототок достигал насыщения. Таким образом все выбитые электроны достигают анода.

Abbildung 2. Normalbetrieb von der Vakuumphotozelle.

Рисунок 2. Нормальный режим работы вакуумного фотоэлемента.

Вакуумный фотоэлемент типа 90AV (Philips), имеет чувствительность $45\mu\text{A/lm}$. Он чувствителен в диапазоне синего света. Фотометрический эквивалент для синего света с длиной волны 470nm , мы можем вычислить:

$$K(\lambda) = K_m \cdot V(\lambda) = 683 \frac{\text{lm}}{\text{W}} \cdot 0.1 = 68.3 \frac{\text{lm}}{\text{W}}.$$

Daher gilt für monochromatisches blaues Licht: Отсюда имеем для монохроматического синего света:

$$1 \text{ W} = 68.3 \text{ lm} \Rightarrow 1 \text{ lm} = 0.01464 \text{ W}.$$

Diese Lichtleistung liefert also $45 \mu\text{A}$. Das entspricht der Zahl der Elektronen, die die Kathode in einer Sekunde verlassen:

Эта световая мощность обуславливает таким образом фототок в $45 \mu\text{A}$, что равно числу электронов, покидающих катод за одну секунду:

$$N_{el} = \frac{I \cdot 1 \text{ s}}{e} = \frac{45 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cdot 1 \text{ s}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 2.81 \cdot 10^{14}.$$

Nun berechnen wir jetzt die Zahl der Photonen, die auf die Photozelle in einer Sekunde treffen:

Теперь мы вычислим число фотонов, которые за одну секунду падают на фотоэлектрическую ячейку:

$$N_{ph} = \frac{P \cdot 1 \text{ s}}{h \cdot c / \lambda} = \frac{0.01464 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} \cdot 470 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 3.46 \cdot 10^{16}.$$

Darüber hinaus haben wir, dass ca. 120 Photonen nur ein Elektron aus dem Metall raus holen. Das nennt man die Quantenausbeute und der typische Wert liegt tatsächlich bei etwa 1%.

Таким образом получаем, что около 120 фотонов выбивают из металла только один электрон. Это называется квантовым выходом и типичное значение на самом деле составляет примерно 1%.

Wir können aber das auch anders interpretieren und sagen, dass sich das Licht nur zu 1% als Teilchen benimmt.

Однако мы можем это интерпретировать и иначе и сказать, что свет ведет себя как частица только на 1%.

Selbstverständlich gibt es ein Schlupfloch – die Ineffizienz der Apparatur sei für schlechtes Ergebnis verantwortlich. Das scheint tatsächlich ein gravierendes Problem für die quantenmechanischen Messungen zu sein. Sogar können relativ neue Versuche

Конечно есть лазейка – якобы неэффективность аппаратуры ответственна за плохой результат. Это похоже является действительно серьезной проблемой для квантовомеханических измерений. Даже относительно новые опыты по так назы-

zur sogenannten Photonenteleportation nicht endgültig anerkannt werden, weil die meisten in der Apparatur erzeugten Photonen von den Detektoren nicht registriert werden.

Die Sache ist aber noch schlimmer. Es gibt zwar diese Abhängigkeit der Quantenausbeute von der Frequenz der Strahlung: Je höher ist die Frequenz, desto besser ist die Ausbeute. Für ultraviolettes Licht kann sie sogar 20% erreichen. Das Phänomen ist aber eigentlich von rein rechnerischer Natur – der Photostrom bleibt derselbe.

Bei gleicher Intensität der Strahlung fällt die Konzentration der Photonen, die in einer Sekunde gegen Metall prallen, mit der wachsenden Frequenz ab: $n_{ph} = I/h\nu$. Entsprechend müsste dann auch der Photostrom, also die Zahl der raus geschlagenen Elektronen, sinken. Und das passiert eben nicht – in Sättigung ist der Photostrom für verschiedene Frequenzen gleich (Abbildung 3), was selbstverständlich im direkten Widerspruch mit der Quanten-Hypothese steht.

ваемой телепортации фотонов не могут быть окончательно признаны, так как большинство излучённых в аппаратуре фотонов не регистрируется датчиками.

Но дело еще хуже. Существует зависимость квантового выхода от частоты излучения: чем выше частота, тем больше выход. Для ультрафиолетового света он может достигать 20%. На самом же деле этот феномен имеет чисто арифметическую природу – фототок остается тот же.

При той же интенсивности излучения с ростом частоты падает концентрация фотонов, которые за одну секунду врезаются в металл: $n_{ph} = I/h\nu$. Соответственно тогда должен падать и фототок, а с ним и число выбитых электронов. Но этого не происходит – в насыщении фототок одинаков для различных частот (или длин волн – рисунок 3), что само собой разумеется находится в прямом противоречии с квантовой гипотезой.

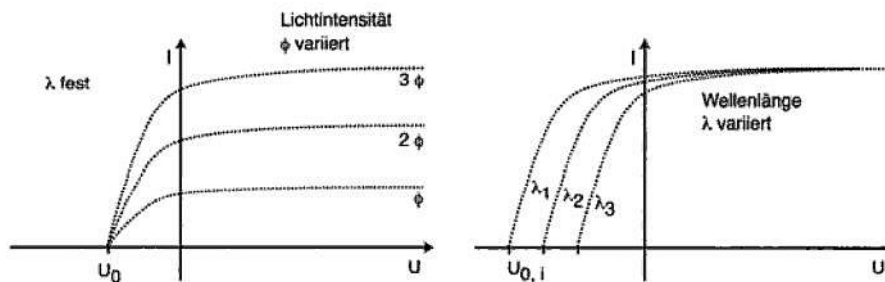


Bild 5.3: Photoeffekt: schematischer Verlauf des Stromes I als Funktion der Spannung U . Links: Lichtintensität variiert, rechts: Wellenlänge verändert sich.

Abbildung 3. Bild aus dem Buch "Optik" von W.Zinth/U.Zinth.

Рисунок 3. Графики из книги "Optik" von W.Zinth/U.Zinth. Слева варьируется интенсивность света ϕ , справа изменяется длина волны λ .

Über ein Versuch dies zu erklären, habe ich schon mal gestolpert. Angeblich besitzen die hochenergetischen Elektronen größere Wahrscheinlichkeit, das Metall zu verlassen. Aber in Rahmen der Quantenmechanik spielt die erwähnte Wahrscheinlichkeit eine Rolle nur dann, wenn die Teilchenenergie kleiner ist als die Höhe der Potentialbarriere, sonst ist die Überwindung der Barriere genauso wie im klassischen Fall 100% gesichert. Außerdem stimmen die Verläufe von den Funktionen nicht: Während die Anzahl der Photonen umgekehrt proportional zur Energie des einzelnen Photons abfällt, wird die Tunnelwahrscheinlichkeit mit Hilfe von der Exponentialfunktion bestimmt. Deshalb können sich diese zwei Prozesse niemals vollständig ausgleichen.

Der Photo-Effekt wartet also noch auf seine richtige Erklärung.

Verblüffend, aber ich kann manchmal auf den Aufnahmen, die wahrscheinlich noch nicht mit einem Grafikprogramm bearbeitet wurden, von den Interferenzen der einzelnen Photonen die Interferenzstreifen im Hintergrundrauschen erahnen, bevor sie wirklich entstehen. Ich denke, der Leser kann das auch, wenn er sich etwa die Abbildung 4 anschaut. Wa-

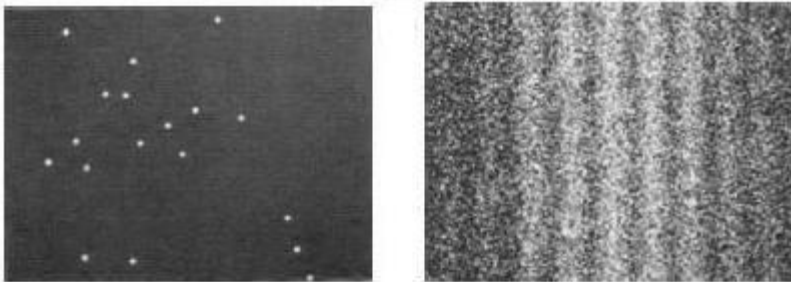


Abbildung 4. Interferenz einzelner Photonen (Vorlesung von Prof. Gross).

Рисунок 4. Интерференция единичных фотонов (фотография из лекций проф. Гросса)

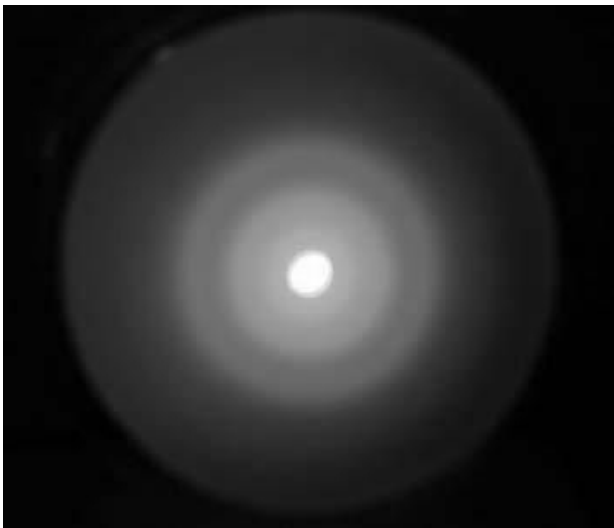
На одну попытку это как-то объяснить я уже раз наткнулся. Электроны с высокой энергией имеют якобы большую вероятность покинуть металл. Но в контексте квантовой механики упомянутая вероятность играет важную роль только если энергия частицы меньше высоты потенциального барьера, в противном случае преодоление барьера обеспечено как и в классическом случае на 100%. Кроме того функции ведут себя совершенно по-разному: если число фотонов уменьшается обратно пропорционально энергии фотона, то вероятность туннелирования описывается с помощью экспоненциальной функции. Поэтому эти два процесса в принципе не могут идеально компенсировать друг друга.

Таким образом фотоэлектрический эффект ещё ждёт правильного объяснения.

Поразительно, но иногда я могу на очевидно ещё с помощью графических программ не обработанных фотографиях интерференции единичных фотонов на фоне шума распознать интерференционные полосы прежде чем они возникают на самом деле. Думаю, что и читателю удастся это например посмотрев на рисунок 4. Почему? – Очевидно

rum? – Weil offensichtlich der Fluoreszenzschirm von den interferierten Lichtwellen bereits beleuchtet wird! Nach langer Beleuchtungszeit zeichnen noch die Lichtpunkte, die für die Spuren von einzelnen Photonen ausgegeben werden, dasselbe Muster. Das macht selbstverständlich stutzig: Warum sehen die Forscher selbst das nicht? Oder wollen sie das einfach nicht sehen?

Nicht besser steht es mit den Welleneigenschaften von den Teilchen. Für den Demonstrationsversuch wird die speziell präparierte Elektronenröhre verwendet: Der Elektronenstrahl trifft auf polykristallinen Graphit und auf dem Fluoreszenzschirm erscheint ein Interferenzmuster. Die "Ausbeute" wird nicht verraten. Nun wenn wir jetzt das Beugungsbild anschauen (Abbildung 5), fällt uns sofort äußerst heller Fleck in der Mitte auf (übrigens wird er oft mit pechschwarzer Farbe vom Außen übermalt). Das



potому, что флуоресцирующий экран уже освещается интерферируемыми волнами света! Некоторое время спустя проявляются на тех же местах ещё и светящиеся точки, которые выдаются за следы одиночных фотонов. Конечно это настораживает: неужели и сами исследователи ничего не замечают? Или они просто не хотят этого видеть?

Не лучше дело обстоит с волновые свойствами частиц. Для демонстрационного опыта используется специальная электроннолучевая трубка: электронный пучок направляется на пробу поликристаллического графита и на флуоресцентном экране появляется интерференционная картина. Каков "выход" не сообщается. Но если мы теперь посмотрим на дифракционную картину (рисунок 5), то сразу же заметим чрезвычайно яркое пятно в середине (между прочим оно часто закраши-

Abbildung 5. Beugung der Elektronen am polykristallinen Graphit.

Рисунок 5. Дифракции электронов на поликристаллическом графите.

sind die Elektronen, die keine Beugung erfahren. Ihre Anzahl ist eindeutig viel größer als von den gebeugten Elektronen, welche die verschwommenen Ringen zeichnen. Dabei kann der Unterschied schätzungsweise durchaus viel größere Großordnungen betragen als nur hundertfach wie bei den Photonen.

Wir können also wiederum behaupten, dass die Teilchen nur zu 1% oder sogar viel weniger ihre Welleneigenschaften erweisen.

Sehr geringer Anteil der gebeugten Elektronen könnte durchaus etwa wie ein Nebenprodukt sein. Ich kann mir zum Beispiel das folgende Szenarium vorstellen.

Ein Teil der Elektronen wird stark abgebremst, wodurch innerhalb der Kristalle die Röntgenstrahlen entstehen. Sie interferieren miteinander im Kristallgitter. Gleichzeitig gelangen die abgebremsten Elektronen wegen der Abstoßung auf die Oberfläche und verstopfen alle Ausgänge, sodass die Röntgenstrahlen aus den Kristallen nicht raus können. Zwangsläufig wird der Impuls von elektromagnetischen Wellen an Elektronen übergeben und diese werden in die Richtungen fliegen, wohin die Röntgenstrahlen selbst gelangen hätten, wenn die Elektronen ihnen den Weg nicht sperrten.

Übrigens sind die Beugungsbilder von Elektronen und Röntgenstrahlen fast identisch mit der Ausnahme, dass die Röntgenstrahlen keinen hellen Fleck in der Mitte bilden (Abbildung 6), d.h. die sämtlichen Röntgenstrahlen werden gebeugt, was eigentlich auch von den Wellen zu erwarten ist. Das ist aber nur ein der möglichen Szenariums, allerdings

vaet sich снаружи чёрной краской). Это электроны, которые не претерпели дифракцию. Их число явно намного больше, чем тех, что попали в размытые дифракционные кольца. При этом различие может составлять оценочно даже больший порядок, чем стократный как у фотонов.

Опять же мы можем утверждать, что частицы лишь на 1% или даже гораздо меньше проявляют их волновые свойства.

Очень небольшая часть интерферируемых электронов могла бы быть что-то вроде побочного продукта. Например, я могу себе представить следующий сценарий.

Часть электронов испытывают сильное торможение, в результате чего внутри кристаллов генерируются рентгеновские лучи. Они интерферируют друг с другом в кристаллической решётке. В то же время заторможенные электроны по причине отталкивания перекачивают на поверхность и забивают все выходы из кристаллов. Как следствие электромагнитные волны вынуждены передавать свой импульс электронам и они летят туда, куда рентгеновские лучи сами бы попали, если бы электроны не перекрыли им дорогу.

Между прочим дифракционные картины электронов и рентгеновских лучей практически идентичны, с тем исключением, что рентгеновские лучи не создают яркого пятна в центре (рисунок 6), т.е. все рентгеновские лучи участвуют в интерференции, что собственно и очевидно. Но это всего лишь один из возможных сценариев,

ist es für Kristalle und Metalle sogar sehr passend. Die Röntgenröhren arbeiten nach gleichem Prinzip: Schnelle Elektronen werden im Metall abgebremst und dadurch werden die Röntgenstrahlen erzeugt.

который правда для кристаллов и металлов очень даже подходит. Рентгеновские трубки работают именно по этому принципу: быстрые электроны тормозятся в металле, в результате чего возникают рентгеновские лучи.

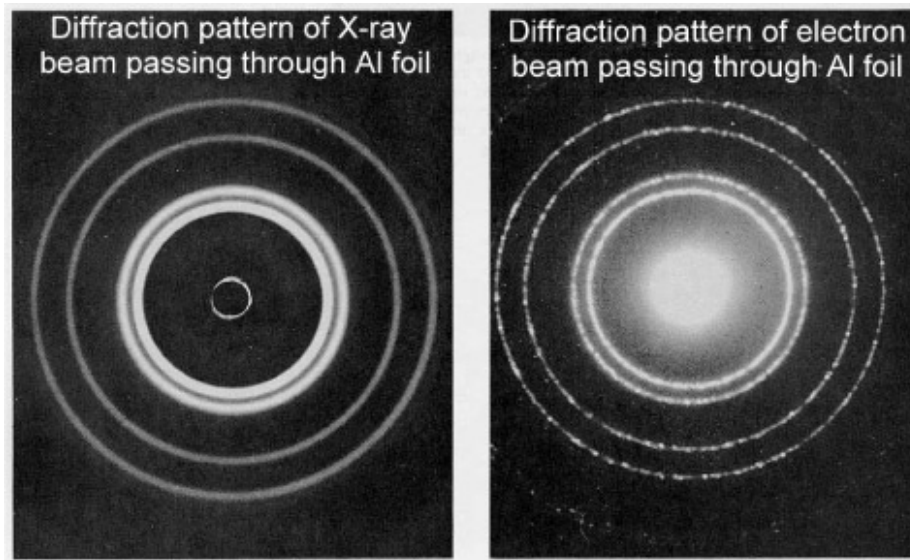


Abbildung 6. Beugung von Röntgenstrahlen (links) und Elektronen (rechts) an Alu-Folie.

Рисунок 6. Дифракции рентгеновских лучей (слева) и электронов (справа) на алюминиевой фольге.

Was mich aber lange Zeit verwundert hat, waren die so gut wie perfekten Interferenz-Bilder von der Beugung der Elektronen am Doppelspalt (Abbildung 7). Es sieht also so aus, als ob sämtliche Elektronen gebeugt wären. Und man muss dabei bedenken, dass sowohl die Größe von den Spalten als auch der Abstand zwischen ihnen um mehrere Größenordnungen die de Broglie-Wellenlänge von den Elektronen übertreffen (bei Jönsson, der das erste Experiment 1961 durchführte und dessen Ergebnis in Abbildung 7 präsentiert ist, betrug der Unterschied $\sim 10^5$).

Что меня долгое время удивляло, так это почти идеальные интерференционные картины дифракции электронов на двух щелях (рисунок 7). Они выглядят так, что как-будто абсолютно все электроны интерферируют. При этом следует учесть, что как размер щелей так и расстояние между ними намного порядков превышает длину волны де Бройля электронов (у Йонссона, который в 1961 году первым провёл эксперимент и чей результат представлен на рисунке 7, различие составляло $\sim 10^5$).



Abbildung 7. Jönsson's Originalfoto der Elektroneninterferenz am Doppelspalt.

Рисунок 7. Ориганальная фотография Йонссона интерференции электронов на двух щелях.

Also wir haben ein Paradoxon: Am Kristallgitter, wo der Abstand zwischen den Atomen exakt der de Broglie-Wellenlänge von den Elektronen entspricht, wollen die meisten Elektronen nicht beugen und ausgerechnet am Doppelspalt, wo die gewaltigen Unterschiede zwischen Maßstäben des Doppelspalts und der de Broglie-Wellenlänge von den Elektronen existieren und eine Interferenz fast nicht zu erwarten ist, werden dagegen alle Elektronen gebeugt. Die Lösung ist allerdings ganz einfach: Der Hauptstrahl wird vom Metallstreifen zwischen den Spalten aufgenommen. Nach Jönsson war die Breite der Elektronenquelle 40 mal kleiner als der Abstand zwischen den Spalten. Als Folge haben wir hier offensichtlich wiederum mit einem Nebeneffekt zu tun, in dem nur sehr geringe Zahl der Elektronen teilnimmt.

Inzwischen wurden schon die Interferenzen am Doppelspalt von neutralen Objekten wie Neutronen und Molekülen beobachtet. Aber durchaus möglich bilden sie eine Art Gas innerhalb der Versuchsanordnung. Als Gas können sie selbstverständlich die Wellen leiten, was auch beobachtet wird. Obwohl diese Erscheinung den Eigenschaften der einzelnen Teilchen zugeschrieben wird – ja, die Detektoren

Итак мы имеем дело с парадоксом: в кристаллической решётке, где расстояние между атомами в точности соответствует длине волны де Бройля электронов, большинство электронов не желают интерферировать, а вот именно на двух щелях, где имеются громадные различия между масштабами двух щелей и длиной волны де Бройля электронов и где интерференция практически не ожидается, наоборот все электроны интерферируют. Разгадка же предельно проста: основной луч поглощается металлической полоской между щелями. Так согласно Йонссону ширина источника электронов была в 40 раз меньше расстояния между щелями. Очевидно, что мы опять же имеем дело с неким побочным эффектом, в котором участвуют лишь предельно малая часть электронов.

К настоящему времени уже наблюдались интерференции нейтральных объектов таких как нейтроны и молекулы. Но вполне возможно, что они образуют что-то вроде газа внутри опытной аппаратуры, в котором могут распространяться волны, что собственно и наблюдается. Хотя это явление приписывается свойствам одиночных частиц – да, детекторы регистрируют одиночные

registrieren einzelne Teilchen –, kann es im Raum doch viel mehr Teilchen geben, die von den Teilen der Apparatur und vor allem vom Streifen zwischen den Spalten, wohin die meisten Teilchen gelangen, gestreut werden und einfach so herum fliegen. Als Kollektiv können sie durchaus die Welleneigenschaften erweisen.

Der helle Fleck auf dem Bildschirm bei Beugung der Elektronen wird vielleicht auch deswegen immer öfter übermalt, weil er die Idylle der Wellenmechanik zerstört. Einem Teilchen wird eine Wellenfunktion zugeordnet. Beim passieren vom Doppelspalt spaltet sich diese zu zwei Wellenfunktionen, deren Überlagerung führt zur Entstehung der Interferenzen. Quadrat von der Summe der beiden Wellenfunktionen liefert die Wahrscheinlichkeit das Teilchen am bestimmten Ort zu finden:

$$P = (\Psi_1 + \Psi_2)^2 = \Psi_1^2 + \Psi_2^2 + 2\Psi_1\Psi_2.$$

Der Unterschied zum rein Teilchenverhalten bestimmt allein Interferenz-Term $2\Psi_1\Psi_2$. Nun muss er der Realität entsprechend einen zusätzlichen Faktor enthalten, welcher seine Wirkung drastisch mindert:

$$P = \Psi_1^2 + \Psi_2^2 + K \cdot (2\Psi_1\Psi_2), K \ll 1.$$

In dem Fall lässt sich dieser Ausdruck aber nicht mehr in die hübsche ursprüngliche Formel $P = (\Psi_1 + \Psi_2)^2$ zurück verwandeln. Und das ist wohl ein schwerwiegendes Problem...

Teilchen – no in space can be found many more particles, which were scattered by elements of the apparatus, in the first order of the slit between the slits, where most particles go, and simply fly around. As a collective they can certainly show wave properties.

A bright spot on the screen that appears during the diffraction of electrons is probably also destroyed because it destroys the idyll of wave mechanics. A particle is assigned a wave function. When it passes through the double slit, it splits into two wave functions, whose superposition leads to the formation of interference. The square of the sum of the two wave functions gives the probability of finding the particle at a certain place:

The difference from pure particle behavior is determined solely by the interference term $2\Psi_1\Psi_2$. Now it must contain an additional factor that significantly reduces its effect:

In this case, this expression cannot be transformed back into the beautiful original formula $P = (\Psi_1 + \Psi_2)^2$. And this is obviously a very serious problem...

Man findet die Ausrede in der Definition der Wahrscheinlichkeit, da es sich bei dieser Gleichung lediglich um die Berechnung der Wahrscheinlichkeit handelt. Deshalb dürfen die Beugungsbilder nicht unbedingt perfekt sein.

Doch es geht nicht einfach um die perfekten Beugungsbilder, sondern darum, dass die meisten Teilchen überhaupt nicht beugen. Das ist eben die Regel und die Wellenerscheinungen sind nur ein verhältnismäßig kleines Begleitphänomen. Außerdem lassen sich die Gleichungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung wie alle mathematische Gleichungen auch präzisieren. Das habe ich gerade mit der Einführung vom zusätzlichen Faktor $K \ll 1$ gemacht.

Das Problem hat nicht nur Schrödinger's Wellenmechanik, die zum Glück nicht einzige Beschreibung der Quantenmechanik ist – es gibt noch Matrizenmechanik und Quantenalgebra –, sondern auch die Hypothesen von Einstein und de Broglie, die ihr zugrunde liegen. Nur geringfügig können sie für gültig gehalten werden, d.h. sie beschreiben unmöglich den wahren Stand der Dinge.

Die alle erste Quantenhypothese, also von Planck, ist aber kaum davon betroffen. Ja, das Licht kann durchaus portionsweise abgestrahlt werden, doch diese Portionen können zu größeren Wellenpaketen verfließen oder umgekehrt zu kleineren Wellenpaketen zerfallen und in beiden Fällen ihre "Identität" verlieren. Sowieso braucht der Photoeffekt eine andere Deutung als die von Einstein.

Оправдание ищется в определении вероятности, ведь с помощью этого уравнения рассчитывается всего лишь вероятность, поэтому дифракционные картины не должны быть обязательно идеальными.

Но дело не просто в идеальном изображении, а в том, что большинство частиц вообще не участвуют в интерференции. Именно это и составляет правило, а волновые проявления являются только относительно слабым сопровождающим феноменом. Кроме того и уравнения теории вероятностей как и все математические формулы могут уточняться, что я только что и сделал введя дополнительный коэффициент $K \ll 1$.

Проблему имеет не только волновая механика Шредингера, которая к счастью является не единственным описание квантовой механики – ещё есть матричная механика и квантовая алгебра, – но и гипотезы Эйнштейна и де Бройля, которые составляют её основу. Только в малой степени они могут признаны, т.е. в любом случае они не могут описывать истинное положение вещей.

Самая первая квантовая гипотеза, т.е. от Планка, однако остается почти не затронутой. Да, свет вполне может излучаться в виде порций, но они могут сливаться в более большие волновые пакеты или наоборот распасться на малые и в обоих случаях потерять свою "индивидуальность". А фотоэффект так и так требует другую интерпретацию, чем дал ему Эйнштейн.

Maxwell's Strahlungsdruck

Maxwell's Berechnung vom Strahlungsdruck gehört zu nicht seltenen Fällen in der Physik, wann die falschen Annahmen zum fast richtigen Resultat führten.

Nehmen wir an, eine Punktladung, zum Beispiel ein Elektron, befindet sich unter dem Einfluss elektromagnetischer Welle. Von elektrischer Komponente wird sie beschleunigt $a=q\cdot E/m$ und somit auf die Geschwindigkeit $v=a\cdot\Delta t$ gebracht. Durch die Lorentz-Kraft $F_L=q\cdot v\times B$ magnetischer Komponente wird die Ladung in die Ausbreitungsrichtung elektromagnetischer Welle abgelenkt. Handelt es sich um die Ladungsträger in einem Festkörper, sollte deren Ablenkung wie Druck wirken. Doch es gibt eine Komplikation.

Im feldfreien Raum ist ein Atom neutral. Im elektrischen Feld verschieben sich die Elektronen gegen Atomkern, sodass ein induziertes Dipolmoment entsteht, wodurch äußeres Feld innerhalb des Atoms kompensiert wird. An dieser Stelle bleiben die Elektronen stehen. Die Kraft des Außenfeldes wird durch die Anziehungskraft des Atomkerns gerade so ausgeglichen, dass es keine weitere Bewegung von den Elektronen stattfindet.

Dieselbe Situation ist zu erwarten, wenn zum Beispiel elektrische Komponente elektromagnetischer Welle ihr Maximum erreicht (Abbildung 10). Selbstverständlich kann magnetische Komponente in diesem Fall nichts ausrichten – die Geschwindigkeit der Elektronen und entsprechend die Lorentz-Kraft sind gleich Null und deshalb soll es keinen Strah-

Лучевое давление Максвелла

Расчет Максвелла лучевого давления света представляет тот нередкий случай в физике, когда ложные предпосылки приводили к почти правильному результату.

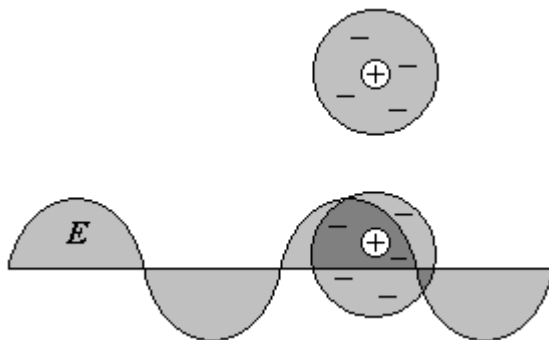
Предположим, что точечный заряд например электрон находится под действием электромагнитной волны. Электрическая составляющая ускоряет его $a=q\cdot E/m$ и разгоняет до скорости $v=a\cdot\Delta t$. Сила Лоренца $F_L=q\cdot v\times B$, вызванная магнитной компонентой, отклоняет заряд в сторону распространения электромагнитной волны. В случае, если мы имеем дело с носителями заряда в твердом теле, то это отклонение должно действовать как давление. Но здесь есть один нюанс.

В свободном от полей пространстве атом является нейтральным. В электрическом же поле электроны смещаются по отношению к ядру, так что возникает индуцированный дипольный момент, который компенсирует внешнее поле внутри атома, и электроны прекращают своё движение. Сила внешнего поля в точности покрывается силой притяжения ядра, что предотвращает дальнейшее движение электронов.

Та же ситуация ожидается, если, например, электрическая компонента электромагнитной волны достигает своего максимума (рисунок 10). Само собой разумеется, что в данном случае магнитная компонента остаётся бездейственной – скорость электронов и соответственно сила Лоренца равны нулю и следовательно не должно быть никакого

lungsdruck geben.

Allerdings, solange sich elektrische Feldstärke ändert, bewegen sich die Elektronen, also die Lorentz-



Kraft ist nicht gleich Null. Das hilft aber nicht weiter, weil sich die Elektronen bei wachsender Feldstärke in eine Richtung und bei abfallender Feldstärke in entgegengesetzte Richtung bewegen, während die Ausrichtung des Magnetfeldes dieselbe bleibt. Also, der Druck nach vorn in erster Viertelperiode wird durch das Ziehen nach hinten in zweiter Viertelperiode kompensiert usw. Das können wir auch genauer nachrechnen. Dafür verwenden wir folgendes vereinfachtes Modell: Nur ein Elektron unter dem Einfluss elektrischen Feldes verschiebt sich gegenüber dem Rest des Atoms – positivem Ion. Da das Elektron eine Elektronenhülle bildet, die allerdings mathematisch schwer zu behandeln ist, betrachten wir anstatt dieser eine homogen geladene Kugel von der Größe des Atoms mit der Gesamtladung eines Elektrons.

Die Ladungsdichte der Kugel ist

lichtdrucksdruck.

Правда пока напряженность электрического поля изменяется, двигаются и электроны, в это время

Abbildung 10. Ein neutrales Atom (oben) und Induzieren des Dipolmoments beim Vorbeigehen elektromagnetischer Welle (unten).

Рисунок 10. Нейтральный атом (вверху) и индуцирование дипольного момента при прохождении электромагнитной волны (внизу).

сила Лоренца не равна нулю. Но это не помогает дальше, потому что электроны с ростом напряженности поля двигаются в одном направлении а при её уменьшении – в противоположном, ориентация магнитного поля остается же при этом прежней. Таким образом, давление вперед во время первой четверти периода компенсируется тягой назад во время второй четверти периода и т.д. Мы можем рассчитать это точнее. Для этого мы используем следующую упрощенную модель: только один электрон под действием электрического поля сдвигается по отношению к остатку атома – положительному иону. Поскольку электронную оболочку описать математически трудно, то вместо неё рассмотрим однородно заряженный шар размером с атом и с полным зарядом одного электрона.

Плотность заряда шара

$$\rho = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R_0^3},$$

R_0 ist Radius des Atoms. Eine Innenkugel mit Radius r besitzt also die Ladung:

R_0 есть радиус атома. Заряд внутреннего шара с радиусом r равен таким образом:

$$q' = \rho \frac{4}{3}\pi r^3 = q \frac{r^3}{R_0^3}.$$

Nach Gauß-Gesetz gilt:

Согласно закону Гаусса

$$4\pi r^2 \cdot E = \frac{q'}{\epsilon_0}.$$

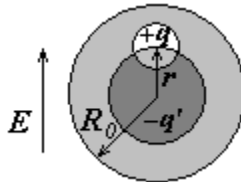


Abbildung 11. Zur Berechnung der Feldstärke im induzierten Dipol.

Рисунок 11. К расчёту напряжённости поля внутри индуцированного диполя.

Daher bekommen wir den Ausdruck für die Feldstärke auf der Oberfläche der Innenkugel:

Отсюда получаем выражение для напряженности поля на поверхности внутреннего шара:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot r}{R_0^3}.$$

Wozu brauchen wir das? Wenn durch Außenfeld die Elektronenhülle, die wir in unserem Modell der Einfachheit halber durch homogen geladene Kugel ersetzt haben, verschoben wird, dann entspricht der

Зачем нам это нужно? Если внешнее поле сместит электронную оболочку, которую мы в нашей модели для простоты заменили равномерно заряженным шаром, то расстояние между центрами

Abstand zwischen Zentren von Ion und Elektronenhülle dem Radius von der Innenkugel (Abbildung 11). Nun wissen wir, dass die Feldstärke des Außenfeldes durch die innere Feldstärke exakt kompensiert wird. Deswegen gleicht sie gerade der Feldstärke auf der Oberfläche der Innenkugel. Handelt es sich um eine elektromagnetische Welle mit der Amplitude E_0 , können wir gleichsetzen:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot r(t)}{R_0^3} = -E_0 \cos(\omega t).$$

Durch die Differenzieren finden wir die Geschwindigkeit der Elektronenhülle:

$$v = \omega \cdot E_0 \cdot 4\pi\epsilon_0 R_0^3 \frac{1}{q} \sin(\omega t).$$

Somit ist die Lorentz-Kraft:

$$F_L = q \cdot v \times B = \omega \cdot E_0 \cdot B_0 \cdot 4\pi\epsilon_0 R_0^3 \cdot \sin(\omega t) \cos(\omega t).$$

Um die Impulsänderung, die das Elektron während einer Periode $T = 2\pi/\omega$ erfährt, zu finden, führen wir die Integration durch:

$$\Delta p_T = \int_0^T F_L dt = \omega \cdot E_0 \cdot B_0 \cdot 4\pi\epsilon_0 R_0^3 \cdot \int_0^T \sin(\omega t) \cos(\omega t) dt,$$

$$\int_0^T \sin(\omega t) \cos(\omega t) dt = \left[-\frac{1}{2\omega} \cos^2(\omega t) \right]_0^{T=2\pi/\omega} = 0, \Rightarrow \Delta p_T = 0.$$

Anzahl der Perioden ändert offensichtlich an der

ions und elektronischer Hülle auch dem entsprechenden Radius des inneren Kugels (Abbildung 11). Hieraus ergibt sich die Spannung an der Oberfläche ist die Spannung des inneren Feldes und es muss genau kompensieren die Spannung des äußeren Feldes. Im Falle einer elektromagnetischen Welle mit der Amplitude E_0 kann man vergleichen:

Mithilfe der Differenzierung erhalten wir die Geschwindigkeit der elektronischen Hülle:

Hieraus ergibt sich die Lorentz-Kraft:

Um den Impuls zu finden, den das Elektron während einer Periode $T = 2\pi/\omega$ erhält, führen wir die Integration durch:

Die Anzahl der Perioden ändert offensichtlich an der

Sache nichts, die resultierende Kraft $F = \Delta p_T / T$ wird immer Null bleiben.

In den Leitern sind die Leitelektroden zwar nicht an den Atomen festgebunden, aber wenn sie in eine Richtung durch das Außenfeld bewegt werden, bilden sich schnell die Potentialunterschiede, die das Außenfeld kompensieren und die Elektronen stoppen. Logischerweise ist das Ergebnis dasselbe wie oben beschrieben.

Maxwell's Modell für den Strahlungsdruck kann also in festen Körpern überhaupt nicht funktionieren. Den Strahlungsdruck gibt es aber doch.

Im Notfall können wir nach der Ausrede greifen, die in der Quantenmechanik schon längst ausgenutzt wird: Es ist irrelevant, wie es alles wirklich abläuft, wichtig ist es, dass die Rechnung stimmt. Dann müssen wir aber gleich gestehen, dass wir die Natur gar nicht verstehen...

P.S.: Das Phänomen muss wahrscheinlich mehr mechanisch verstanden werden. Sowohl beim induzierten Dipolmoment als auch beim Skin-Effekt wirken die induzierten Felder seiner Ursache entgegen. Auf diese Weise verdrängen sie die elektromagnetischen Wellen aus den Festkörpern. Als Folge findet nach Prinzip "*Actio = Reactio*" die Impulsübergabe von der Welle an den Körper statt.

Synchrotronstrahlung gegen Lorentz und Einstein

In den Lehrbüchern wird immer das gescheiterte Experiment von Michelson und Morley zum Nach-

poэтому результирующая сила $F = \Delta p_T / T$ всегда будет равна нулю.

Хотя в проводниках электроны проводимости тесно не связаны с атомами, но если они под действием внешнего поля двигаются в одном направлении, то быстро возникают разности потенциалов, которые компенсируют внешнее поле и останавливают электроны. Логично, что результат будет такой же как описан выше.

Итак модель Максвелла для лучевого давления вообще не может функционировать в твердых телах. Тем не менее лучевое давление существует.

В экстренном случае мы можем отговориться по той же схеме, которая уже давно используется в квантовой механике: не так важно, как это всё происходит на самом деле, главное, что расчёт правильный. Но тогда мы будем должны сразу же признать, что мы природе вовсе не понимаем...

P.S.: Это явление вероятно следует понимать в большей мере механически. Как при индуцировании диполей так и при скин-эффекте, индуцированные поля действуют против их причины. Таким образом они вытесняют электромагнитные волны из твердых тел. В результате по принципу "*Actio = Reactio*" ("действие = противодействие") происходит передача импульса от волны к телу.

Синхротронное излучение против Лоренца и Эйнштейна

В учебниках постоянно утверждается, что провал эксперимента Майкельсона и Морли по обнару-

weis vom Ätherwind als Anstoß für die Entwicklung der Speziellen Relativitätstheorie vorgestellt. Das soll allerdings nicht stimmen. In seiner berühmten Arbeit "Zur Elektrodynamik bewegter Körper" erwähnte Einstein weder Michelson und Morley noch ihres Experiment und später behauptete, er hätte von diesem Versuch nicht gewusst.

Einstein's Unzufriedenheit mit der Asymmetrie in der Beschreibung von den Induktionserscheinungen war der wirkliche Ursprung von der relativistischen Denkweise. Um die Beschreibung zu unifizieren, führte er drei Dinge ein: Prinzip der Relativität, neue Definition der Gleichzeitigkeit und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit.

Das darf eigentlich keine große Sache sein. Die Mathematik lässt grundsätzlich viele Möglichkeiten zu. Man braucht nur die falschen Lösungen auszuwählen. Anscheinend kann aber die physikalische Kultur nicht lange stand halten. Irgendwann müsste es doch passieren.

Es schien alles perfekt zu sein. Doch bei theoretischer Behandlung der Synchrotronstrahlung – entdeckt im Jahr 1947 – versagten sowohl Einstein's spezielle Relativitätstheorie als auch Lorentz's Äthertheorie. Deshalb griffen die Physiker nach den Formeln aus dem Jahr 1898.

Noch bevor die Relativitätstheorie erfunden wurde, hatten Lienard und Wiechert unabhängig voneinander elektrische und magnetische Felder bewegter Ladung berechnet. Und ausgerechnet diese Gleichungen, die aufgrund noch altertümlicher Version der Äthertheorie hergeleitet wurden, lieferten rich-

жению эфирного ветра был отправным пунктом для развития специальной теории относительности. Однако это не соответствует действительности. В своей знаменитой работе "Zur Elektrodynamik bewegter Körper" Эйнштейн не упомянул ни Майкельсона и Морли ни их эксперимент и позже утверждал, что не знал об этом опыте.

Недовольство Эйнштейна асимметрией в описании явлений индукции являлось подлинным началом релятивистского мышления. Чтобы сделать описание универсальным, он ввёл три вещи: принцип относительности, новое определение одновременности и принцип постоянства скорости света.

В сущности это суть не большой труд. Математика допускает в принципе много возможностей, следует только отсеять ложные решения. Однако физическая культура видимо не может долго удерживать свои позиции и когда-то это должно было в любом случае произойти.

Казалось всё было идеально. Но для теоретического описания синхротронного излучения – открытого в 1947 году – как специальная теория относительности Эйнштейна так и теории эфира Лоренца оказались не пригодными. Поэтому физики применили формулы 1898 года.

Ещё прежде, чем была придумана теория относительности, Лиар и Вихерт независимо друг от друга рассчитали электрическое и магнитное поля движущегося заряда. И именно эти уравнения, которые были выведены ещё на базе устаревшей версии теории эфира, позволили рассчитать

tige Verhältnisse für die Strahlung geladener Teilchen in den Teilchenbeschleunigern.

правильно излучение заряженных частиц в ускорителях.

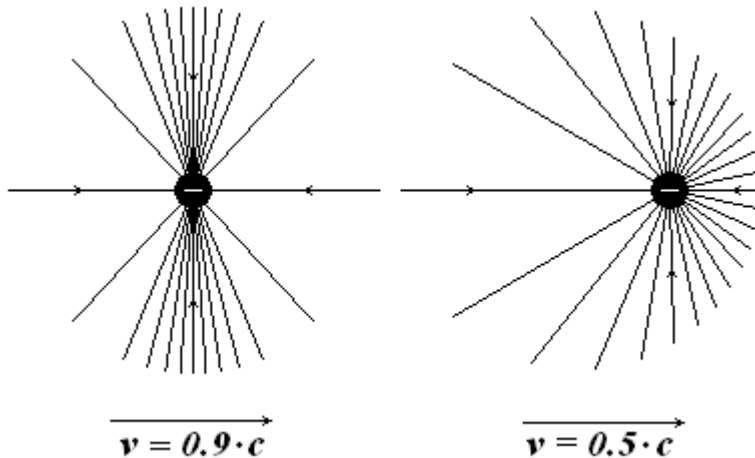


Abbildung 12. Elektrisches Feld bewegter Ladung nach Lorentz (links) und Lienard und Wiechert (rechts).

Рисунок 12. Электрическое поле движущегося заряда по Лоренцу (слева) и Линару и Вихерту (справа).

Die Struktur von Lienard-Wiechert-Feldern ist ganz anders als von den Feldern mit Lorentz-Kontraktion: Die Lorentz-Felder sind senkrecht zur Bewegungsrichtung abgeplattet (Abbildung 12, links), die Lienard-Wiechert-Felder bündeln sich dagegen in Bewegungsrichtung (Abbildung 12, rechts). Selbstverständlich sehen mathematische Ausdrücke für diese Felder auch verschieden aus. Während die Lorentz-Kontraktion etwa des elektrischen Feldes durch folgende Formel gegeben ist:

Структура полей Линара и Вихерта является совершенно иной, чем полей Лоренца: поля Лоренца сплюснены перпендикулярно к движению (рисунок 12, слева), поля Линарда и Вихерта напротив сконцентрированы по направлению движения (рисунок 12, справа). Само собой разумеется, что математические выражения для этих полей выглядят совершенно по-разному. Если Лоренцово сокращение электрического поля рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2} \sin^2 \theta\right)^{3/2}},$$

entspricht dem elektrischen Feld nach Lienard und Wiechert die Gleichung:

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{\left(r - \vec{v} \frac{\vec{r}}{c}\right)^3} \left(\vec{r} - \vec{v} \frac{r}{c}\right).$$

Zum besseren Vergleich können wir beide Formeln für zwei Richtungen vereinfachen.

In Bewegungsrichtung:

Lorentz
Лоренц

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

Senkrecht zur Bewegungsrichtung:

Lorentz
Лоренц

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Jetzt fragen wir uns: Welche aus diesen Feldern sind nun real und die anderen sind nur reine Fiktion?

Die Theoretiker der Relativitätstheorie meinen jedoch, dass es hier angeblich kein Widerspruch vor-

то электрическому полю Линара и Вихерта соответствует уравнение:

Чтобы лучше сравнить, мы можем упростить формулы для двух направлений.

В направлении движения:

Lienard und Wiechert
Линар и Вихерт

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}$$

Перпендикулярно к направлению движения:

Lienard und Wiechert
Линар и Вихерт

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}$$

Теперь же спросим себя: какие поля реальны, а какие являются всего лишь фантазией?

Теоретики теории относительности утверждают однако, что здесь якобы нет никакого противоре-

liegt: Rechnet man die Lienard-Wiechert-Felder von retardierter zur momentanen Zeit um, bekommt man wiederum den relativistischen Ausdruck für die Feldkontraktion.

Solche Rechtfertigung überrascht mich allerdings, da diese Umrechnung vollkommen sinnlos ist! Ja, elektrische und magnetische Felder werden aufgrund früherer, zur retardierten Zeit t' , Lage der Ladung berechnet. Dadurch wird zwar die endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wechselwirkung berücksichtigt. Doch die Größe des Betrages wird zur momentanen Zeit t bestimmt, nachdem die Änderung des Feldes die Strecke $r=c(t-t')$ zurückgelegt hat. Genauso wird der Feldvektor bezüglich momentaner Lage der Ladung ausgerichtet (Abbildung 13).

Die Lienard-Wiechert-Felder sind also bereits aktuell und brauchen deshalb keine zusätzliche Umrechnung zu den Lorentz-Feldern. Die Synchrotronstrahlung bestätigt dies unverbindlich und eindeutig.

Um den Mechanismus der Abstrahlung zu veranschaulichen, wird oft das Thomson-Modell der Strahlung angewendet (mit dessen Hilfe kann zum Beispiel die Larmor-Formel für die Dipol-Strahlung direkt hergeleitet werden). Man betrachtet einen Ladungsträger, der im sehr kurzen Zeitabschnitt beschleunigt wird, wodurch eine Verschiebung der elektrischen Feldlinien nach der Beschleunigung gegen die elektrischen Feldlinien vor der Beschleunigung stattfindet. Daraus ergibt sich die transversale Komponente elektrischen Feldes und sie ist eben das Strahlungsfeld.

Если поля Линара и Вихерта пересчитать с ретардированного времени в настоящее, то опять же получатся релятивистские выражения для сплюснутых полей.

Однако такое утверждение меня весьма удивляет, потому что этот пересчет является совершенно бессмысленным! Да, электрическое и магнитное поля рассчитываются по отношению к раннему ретардированному времени t' положению заряда. Таким образом учитывается конечная скорость распространения электромагнитного взаимодействия. Но сама величина поля определяется для настоящего момента времени t , после того, как изменение поля преодолело расстояние $r=c(t-t')$. То же касается и направления полей (рисунок 13).

Таким образом поля Линара и Вихерта являются уже актуальными и не требуют дополнительного перерасчета в поля Лоренца. И синхротронное излучение подтверждает это однозначно.

Чтобы механизм излучения сделать наглядным, используется модель Томсона (с её помощью может быть выведена формула Лармора для излучения диполя). В рамках этой модели рассматривается носитель заряда, который ускоряется в течении короткого промежутка времени, в результате чего происходит смещение линий электрического поля после ускорения по отношению к линиям электрического поля до ускорения. Как следствие появляется трансверсальная компонента электрического поля, которая и является полем излучения.

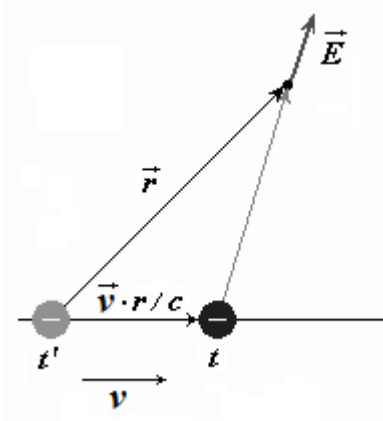


Abbildung 13. Zur Bestimmung der elektrischen Feldstärke nach Lienard und Wiechert.

Рисунок 13. К определению напряжённости электрического поля по Лианару и Вихерту.

Verwenden wir nun diese Abhandlung für abgeplattetes elektrisches Feld von Lorentz und Einstein, kommt es hauptsächlich zur seitlichen Strahlung im Bezugssystem des Kreisbeschleunigers, wie es auf Abbildung 14 zu sehen ist.

Если мы используем этот подход для сплющенного поля Лоренца и Эйнштейна, то получим, что в системе отчета кругового ускорителя боковое излучение будет иметь максимальную интенсивность, как это показано на рисунке 14.

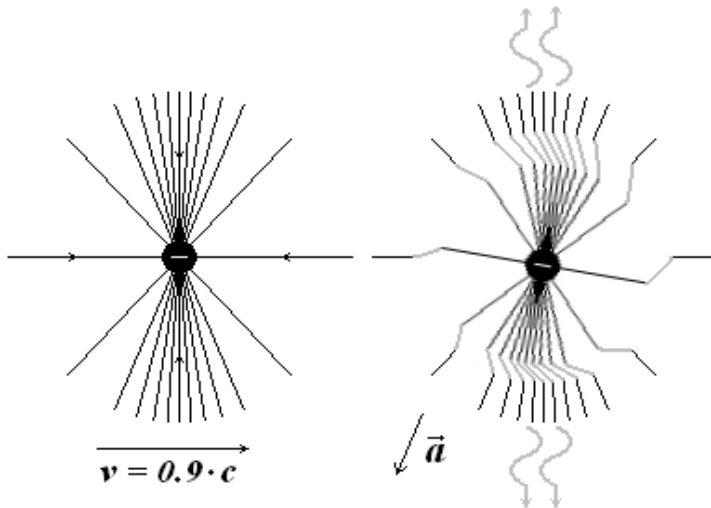


Abbildung 14. Seitliche Strahlung der Lorentz-Felder.

Рисунок 14. Боковое излучение полей Лоренца.

In Wirklichkeit bündeln sich die Strahlen aber in Fahrtrichtung (Abbildung 15).

В действительности же излучение концентрируется вперёд по движения (рисунок 15).

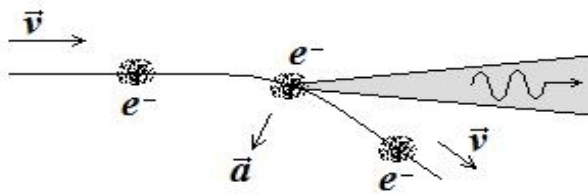


Abbildung 15. Bündelung der Synchrotronstrahlung in Fahrtrichtung.

Рисунок 15. Концентрация синхротронного излучения вперёд по движению.

Und gerade zum gleichen Ergebnis führt die Anwendung des Thomson-Modells für Lienard-Wiechert-Felder (Abbildung 16).

И именно к этому результату приводит использование модели Томсона для полей Линара и Вихерта (рисунок 16).

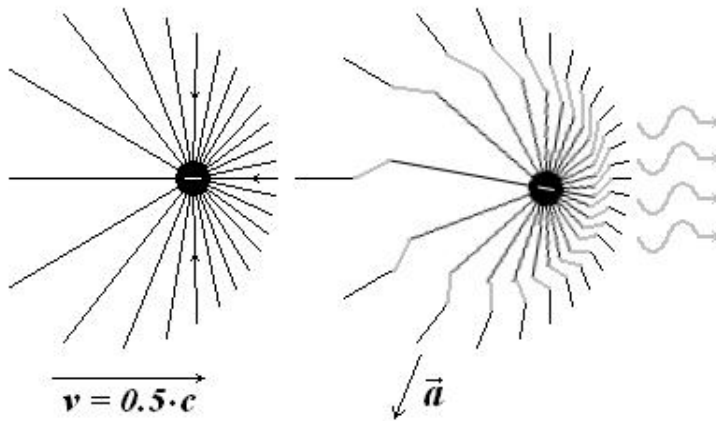


Abbildung 16. Nach vorn gebündelte Strahlung der Lienard-Wiechert-Felder.

Рисунок 16. Вперёд сконцентрированное излучение полей Линара и Вихерта.

Darüber hinaus können nur Lienard-Wiechert-Felder real sein. Lorentz-Einstein-Felder sind deshalb reines Phantasie-Gebilde.

Отсюда реальными могут быть только поля Лиенара-Вихерта. Поля же Лоренца-Эйнштейна являются поэтому полной выдумкой.

Berühmt sind Einstein's populistische Worte: *"Keine noch so große Zahl von Experimenten kann beweisen, daß ich recht habe; ein einziges Experiment kann beweisen, daß ich unrecht habe."*

Знамениты популистические слова Эйнштейна: *"Никакое количество экспериментов не могут доказать, что я прав, и один единственный эксперимент может доказать, что я не прав."*

Seit 1947, d.h. seit der Entdeckung der Synchrotron-

Начиная с 1947 года, т.е. с открытия синхротрон-

strahlung, existiert dieses Experiment. Doch sowohl Einstein selbst als auch seine Nachfolger taten so, als ob es nichts geschah. Anstatt eigenen Irrtum zu zugeben, eigneten sie kurzerhand die Lienard-Wichert-Gleichungen an und erklärten diese für relativistisch.

Damit die Täuschung besonders gut klappt, wird oft der Faktor $1-v^2/c^2$ in Lienard-Wiechert-Gleichungen durch relativistischen $1/\gamma^2$ ersetzt, obwohl jener weder die Zeitdilatation noch die Längenkontraktion noch die Massenzunahme zugrunde hat.

Einstein's Äquivalenzprinzip

Das Äquivalenzprinzip von Einstein ist lediglich die unformulierte sechste Folgerung von Newton. Um darauf zu kommen, reicht es einfach zu vergleichen:

I. Newton: *"Wenn Körper sich etwa auf beliebige Weise gegeneinander bewegen und von gleichen beschleunigenden Kräften auf parallelen Linien angetrieben werden, so werden sie fortfahren sich auf dieselbe Weise untereinander zu bewegen, wie wenn sie von jenen Kräften nicht beschleunigt worden wären."*

A. Einstein: *"Das Gravitationsfeld hat nur eine relative Existenz, weil für einen Beobachter, der frei vom Dach eines Hauses fällt – zumindest in seiner Umgebung – kein Gravitationsfeld existiert. Tatsächlich bleiben alle von diesem Beobachter fallengelassenen Gegenstände im Zustand der Ruhe oder dergleichförmigen Bewegung, unabhängig von ihrer*

ного излучения, существует этот эксперимент. Но как Эйнштейн сам так и его последователи сделали вид, что как будто ничего не случилось. Вместо того, чтобы признать собственное заблуждение, они присвоили уравнения Линара и Вихерта и объявили их релятивистскими.

Чтобы подмена не бросалась в глаза, часто коэффициент $1-v^2/c^2$ в уравнениях Линара и Вихерта заменяется на релятивистский $1/\gamma^2$, хотя в основе его не лежат эффекты замедления времени, сокращения длины или увеличения массы.

Принцип эквивалентности Эйнштейна

Принцип эквивалентности Эйнштейна является всего лишь переформулированным шестым следствием Ньютона. Чтобы прийти к этому заключению, достаточно сравнить:

И. Ньютон: *"Если несколько тел, движущихся как бы то ни было друг относительно друга, будут подвержены действию равных ускоряющих сил, направленных по параллельным между собой прямым, то эти тела будут продолжать двигаться друг относительно друга так же, как если бы сказанные силы на них не действовали."*

A. Эйнштейн: *"Поле гравитации имеет только относительное существование, потому что для наблюдателя, который падает с крыши дома – по меньшей мере в его окружении – поле гравитации не существует. На самом деле опущенные этим наблюдателем тела остаются в*

chemischen oder physikalischen Natur. Der Beobachter hat das Recht, seinen Zustand als "in Ruhe" zu interpretieren."

Verblüffend, aber die Ähnlichkeit von Folgerung und Prinzip, wo die Gravitation die Rolle "*von gleichen beschleunigenden Kräften auf parallelen Linien*" erfüllt, fiel bis jetzt anscheinend noch keinem auf (bzw. keiner wollte es merken).

Betrachten wir aber das zweite Gedankenexperiment zum Äquivalenzprinzip. Einstein wollte auch beweisen, es bestehe eine Äquivalenz zwischen Ruhezustand im Gravitationsfeld und beschleunigter Bewegung im Leerraum. Dies kann ja tatsächlich eine Folge Newton's Folgerung sein, aber nur für rein mechanische Vorgänge, nämlich scheitert sie schon beim Licht. Das ist leicht zu zeigen.

Im Erdlabor wird ein Lichtstrahl in horizontale Richtung geschickt. Dasselbe macht man im Welt-raumlabor, das mit Hilfe vom Düsenantrieb beschleunigt wird. Durch die Wechselwirkung mit dem Gravitationsfeld wird der Lichtstrahl im Erdlabor zum Boden gebogen (Abbildung 17, Labor I). Man erwartet die gleiche Erscheinung in beschleunigtem Weltraumlabor. Das stimmt zwar, aber nicht exakt.

Während der Lichtstrahl im Erdlabor permanent mit dem Gravitationsfeld wechselwirkt, finden für den Lichtstrahl im Raumlabor nur zwei Ereignisse statt: Senden und Empfangen. Für den Augenblick, in dem der Lichtstrahl emittiert wird, können wir das Raumlabor annähernd als Inertialsystem betrachten. In diesem System breitet sich der Lichtstrahl mit der Lichtgeschwindigkeit horizontal aus. Bis er den

zustand des ruhe oder gleichmäßigen bewegung, nicht abhängig von ihrer chemischen oder physikalischen natur. Der beobachter hat das recht, seinen zustand als "in ruhe" zu interpretieren."

Поразительно, но по всей видимости сходство следствия и принципа, где гравитация играет роль "*равных ускоряющих сил, направленных по параллельным между собой прямым*", до сих никто не заметил (или не хотел замечать).

Рассмотрим второй мысленный эксперимент принципа относительности. Эйнштейн также хотел показать, что существует эквиваленция между состоянием покоя в поле гравитации и ускоренным движением в пустом пространстве. Да, это на самом деле может быть следствием Ньютоновского следствия, но только для чисто механических процессов, потому что для света оно оказывается уже непригодным. Это легко показать. Луч света посылается в горизонтальном направлении как в земной лаборатории так и в космической, последняя ускоряется с помощью реактивного двигателя. Взаимодействуя с полем гравитации в земной лаборатории луч света отклонится к полу (рисунок 17, лаборатория I). Тот же эффект ожидается и в ускоряемой космической лаборатории. Это верно, но не совсем. В то время как луч света в земной лаборатории permanently взаимодействует с полем гравитации, в космической лаборатории происходят только два события: излучение и приём. В момент излучения мы можем рассматривать космическую лабораторию приблизительно как инерциальную систему. В этой системе отсчета луч света распространяется со скоростью света горизонтально. Прежде чем

Empfänger erreicht, kann er nicht merken, dass sich das Labor immer noch beschleunigt. Deshalb wird seine horizontale Komponente der Geschwindigkeit weiterhin dem Wert der Lichtgeschwindigkeit gleichen. Entsprechend wird die gesamte Geschwindigkeit relativ zum Labor über die Lichtgeschwindigkeitsgrenze wachsen (Abbildung 17, Labor II).

он достигнет приёмника, он не в состоянии заметить, что лаборатория продолжает ускоряться. Поэтому горизонтальная составляющая его скорости будет продолжать равняться скорости света, а общая скорость по отношению к космической лаборатории начнёт превышать скорость света в вакууме (рисунок 17, лаборатория II).

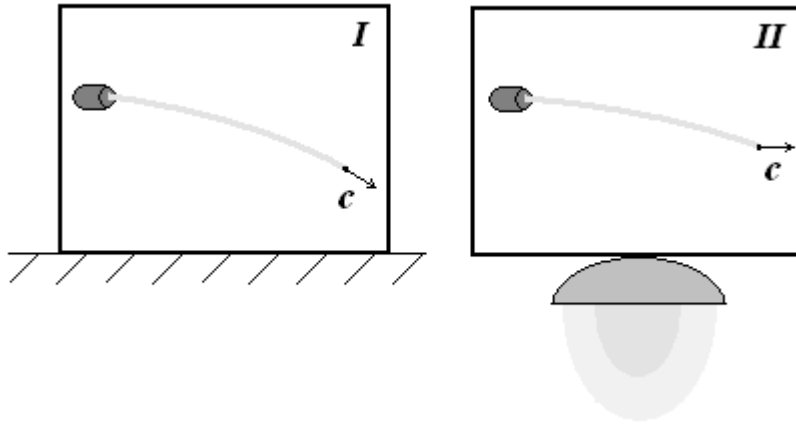


Abbildung 17. Erdlabor (I) und beschleunigtes Weltraumlabor (II).

Рисунок 17. Земная лаборатория (I) и ускоряемая космическая лаборатория (II).

Das Gedankenexperiment mit dem Aufzug wurde also von Einstein nicht bis zum Ende durch gedacht. Ferner wurde es durch keinen realen Versuch direkt überprüft.

Таким образом мысленный эксперимент с космическим лифтом Эйнштейном не был продуман до конца. Более того он не подтверждён ни одним реальным экспериментом.

Nun fragen wir uns: Wenn schon der Grundstein Allgemeiner Relativitätstheorie einen Fehler enthält, soll dann nicht gesamte Theorie verworfen werden?

Теперь спросим себя: если сама опора общей теории относительности содержит ошибку, то не должна ли тогда быть отвергнута вся теория?

Lichtablenkung am Sonnenrand

Der gemessene Wert der Lichtablenkung nah zum Sonnenrand ist in der Realität erheblich höher, als

Отклонение луча света вблизи Солнца

Измеряемая величина отклонения луча света на краю Солнца в действительности намного выше

von Allgemeiner Relativitätstheorie vorhergesagt wird. Ja, eine gute Übereinstimmung mit allgemeiner Relativitätstheorie wird bei sehr großer Entfernungen vom Sonnenrand (Blickwinkel $> 47^\circ$) erhalten, doch wirklich nah zum Sonnenrand ist die Lichtablenkung deutlich größer.

F. Schmeidler berechnete 1984 den mittleren Zusatz zu $1.75''$ von $0.3''$ oder $+17\%$ und schlug seine empirische Formel vor:

$$\delta r = \frac{1.75''}{r} + \frac{0.3''}{r^2}.$$

Laut Michailov brachte die Beobachtung der Sonnenfinsternis im Jahr 1937 sogar $2.74''$.

Und hier gilt es noch das gemeine Schummeln zu berücksichtigen. Es sieht ganz danach aus, dass die Resultate der Beobachtungen absichtlich zugunsten Allgemeiner Relativitätstheorie runter gerechnet wurden. Folgendes fand ich in einem Artikel aus dem Jahr 1932:

"Die Potsdamer Expedition zur Beobachtung der Finsternis vom 9. Mai 1929 hat kürzlich die Beobachtungsergebnisse der 8,5m-Horizontal-Doppelkamera bezüglich der Lichtablenkung im Schwerefeld der Sonne publiziert. Nach Berechnung der Autoren Freundlich, von Klüber und von Brunn ergeben diese Beobachtungen für die Lichtablenkung E am Sonnenrand den Betrag $E = 2'',24 \pm 0'',10$ (m. F.), der wesentlich größer ist als der aus der allgemeinen Relativitätstheorie folgende Wert $1'',75$. Dieses Resultat widerspricht nicht nur der

предсказываемой общей теорией относительности. Да, существует хорошее соответствие с теорией на больших расстояниях от края Солнца (угол наблюдения $> 47^\circ$), но по-настоящему вблизи Солнца отклонение луча света существенно больше.

Шмейдлер рассчитал в 1984 году среднюю поправку к $1.75''$ в $0.3''$ или $+17\%$ и предложил свою эмпирическую формулу:

Согласно Михайлову наблюдение солнечного затмения в 1937 году дало отклонение даже в $2.74''$.

И ещё следует учесть заурядную подгонку данных. Похоже, что результаты наблюдений специально рассчитывались заниженными в пользу общей теории относительности. Следующее я обнаружил в одной научной статье за 1932 год:

"Недавно Потсдамская экспедиция по наблюдению солнечного затмения 9 мая 1929 года опубликовала результаты наблюдений с помощью 8.5м горизонтальной двойной фотокамеры касательно отклонения луча света в гравитационном поле Солнца. Согласно расчёту авторов Фрейндлиха, фон Клубера и фон Бруна отклонение луча света на краю Солнца E составляет $E = 2'',24 \pm 0'',10$, что значительно превышает вытекающую из общей теории относительности величину $1'',75$. Этот результат противо-

Theorie, sondern auch den an der Finsternis von 1922 gemachten Beobachtungen. Es erscheint daher notwendig, seine Ableitung einer sorgfältigen kritischen Prüfung zu unterziehen."

(2.24" entspricht der Abweichung von +28%.) Und nach einigen Manipulationen der Daten steht für Trümpler fest:

"Lichtablenkung am Sonnenrande $E = 1",75 \pm 0",19$ (m. F.) Dieses Resultat ist mit der allgemeinen Relativitätstheorie völlig im Anklang und bestätigt die an den Finsternissen von 1919 und 1922 gemachten Beobachtungen. Der mittlere Fehler ist zwar durch die Hinzufügung einer neuen Unbekannten etwas angewachsen, erscheint aber in Anbetracht der unsymmetrischen Verteilung der Sterne und der vielen aus den Beobachtungen zu bestimmenden Instrumentalkonstanten recht befriedigend. Jedenfalls verdient das Resultat neben den bisherigen Beobachtungen dieses Effektes einiges Gewicht."

Wir sehen also, dass schon damals, vor ca. 80 Jahren, die Beobachtungsergebnisse nur dann "einiges Gewicht" bekamen, wenn sie den Vorhersagen der allgemeinen Relativitätstheorie genau entsprachen. Und wenn es nicht der Fall war, wurden die Daten so geschickt bearbeitet, dass am Ende jedoch gewünschte Übereinstimmung herauskam.

Als zweiter Grund nannte Trümpler die Beobachtungsergebnisse der Sonnenfinsternis von 1922. Er nahm selbst an dieser Expedition teil. Zusammen mit Campbell berechnete er 1.74". 1956 bearbeitete Michailov ihre Daten neu und gelang zu 2.05"

речит не только теории, но и наблюдению солнечного затмения 1922 года. Поэтому существует необходимость подвергнуть этот расчет детальной критической проверке."

(2.24" соответствует отклонение в +28%.) После нескольких манипуляций данных Тремплер представляет торжественно свой результат:

"Отклонение луча света на краю Солнца $E = 1",75 \pm 0",19$. Этот результат полностью согласуется с общей теорией относительности и подтверждает наблюдения, проведённые во время солнечных затмений 1919 и 1922 годов. Несмотря на то, что средняя ошибка через введение новой неизвестной немного увеличилась, но на фоне несимметричного распределения звезд и множества через наблюдения определяемых приборных констант она выглядит вполне удовлетворительной. В любом случае на фоне предыдущих наблюдений этого эффекта этот результат приобретает некоторый вес."

Получается, что еще тогда, примерно 80 лет назад, результаты наблюдений приобретали "некоторый вес", если строго соответствовали предсказаниям общей теории относительности. Если этого не происходило, то данные так ловко обрабатывались, что в конечном счёте получалось желаемое соответствие.

Во вторую очередь Тремплер ссылается на результаты наблюдений экспедиции 1922 года, участником которой он был сам. Совместно с Кэмпбеллом они рассчитали 1.74". Однако Михайлов сделал в 1956 году перерасчёт данных

(+17%). Also, wiederum fand 1922 die übliche Anpassung der experimentellen Daten zur favorisierten Theorie statt.

Deshalb ist es eigentlich schwer zu sagen, wie groß die Lichtablenkung am Sonnenrand tatsächlich ist. Jedenfalls ist sie deutlich größer als von Allgemeiner Relativitätstheorie vorausgesagt wird.

Man kann selbstverständlich versuchen, den Zusatz durch die Lichtbrechung in der Sonnenkrone zu deuten. Doch dann gibt es zwangsläufig die Möglichkeit dadurch den ganzen Zusatz zu nach dem klassischen Gravitationsgesetz berechnetem Wert von $0.87''$ zu erklären. Das ist umso mehr möglich, weil die Streuung der Messungen so groß ist, dass die Approximationskurve einfach eine Gerade sein kann (Abbildung 18). Aber dann würde dieser experimen-

наблюдения этой экспедиции и получил $2.05''$. Очевидно, что в 1922 году опять же имело место подгонка экспериментальных данных под фаворитную теорию. В общем трудно сказать, как велико отклонение лучей света вблизи Солнца на самом деле. Но в любом случае оно значительно больше предсказанной общей теорией относительности.

Само собой разумеется, что можно попробовать объяснить большее отклонение через преломление света в солнечной короне. Однако в этом случае неизбежно появляется возможность списать и весь дополнительный угол к классически рассчитанной величине $0.87''$. Это тем более возможно, что разброс измерений настолько велик, что аппроксимирующая кривая может быть простой прямой (рисунок 18). Но тогда эти

21 сентября 1922 г. На рисунке по оси абсцисс отложены угловые расстояния звезд от центра Солнца в градусах.

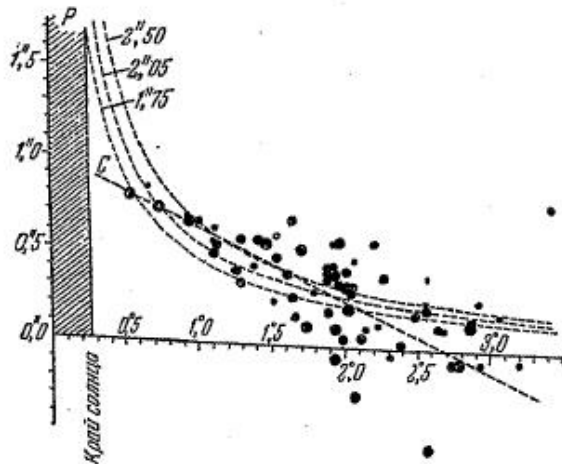


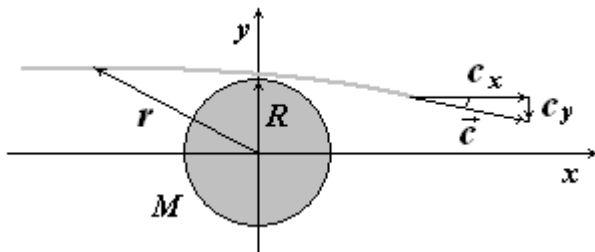
Рис. 1.

Abbildung 18. Die Messergebnisse der Sonnenfinsternis am 21. September 1922 aus dem Artikel von Michailov.

Рисунок 18. Результаты наблюдений солнечного затмения в 1922 году из статьи Михайлова.

telles Beweis für die Richtigkeit der Allgemeinen Relativitätstheorie überhaupt ungültig. Historisch gesehen spielte aber genau er 1919 die entscheidende Rolle für das Durchsetzen der Relativitätstheorie.

P.S.: Die Lichtablenkung nach dem klassischen Gravitationsgesetz bestimmte als erster Johann Georg von Soldner 1801 und diese Rechnung ist mit einfachen mathematischen Mitteln nachvollziehbar. Nehmen wir an, dass sich der Lichtstrahl zunächst nur in x -Richtung ausbreitet. Durch die Anziehung der schweren Masse bekommt sein Geschwindigkeitsvektor noch die y -Komponente. Das Verhältnis der y -Komponente zum Betrag gesamter Geschwindigkeit wird uns den Ablenkungswinkel liefern (nächste Abbildung).



Beobachtungen können überhaupt nicht als experimentelles Beweisstück für die Richtigkeit der Relativitätstheorie dienen. Denn genau er 1919 spielte die entscheidende Rolle für das Durchsetzen der Relativitätstheorie.

P.S.: Die Ablenkung des Lichts im Gravitationsfeld des Sonnen durch das klassische Gravitationsgesetz wurde als erster von Johann Georg von Soldner im Jahr 1801 berechnet, und diese Berechnung ist mit einfachen mathematischen Mitteln nachvollziehbar. Nehmen wir an, dass sich der Lichtstrahl zunächst nur in x -Richtung ausbreitet. Durch die Anziehung der schweren Masse bekommt sein Geschwindigkeitsvektor noch die y -Komponente. Das Verhältnis der y -Komponente zum Betrag der gesamten Geschwindigkeit wird uns den Ablenkungswinkel liefern (nächste Abbildung).

Abbildung 19. Lichtablenkung im Gravitationsfeld.

Rисунок 19. Отклонение луча света в гравитационном поле.

Die Änderung der y -Komponente der Lichtgeschwindigkeit beträgt:

Изменение y -компоненты составляет:

$$g_y = G \frac{M}{r^2} \frac{R}{r},$$

$$dc_y = g_y dt,$$

$$dt = \frac{dx}{c} = d \frac{\sqrt{r_2 - R_2}}{c} = \frac{r}{c} \frac{dr}{\sqrt{r_2 - R_2}}, \quad x \geq 0,$$

$$dc_y = G \frac{M}{R_2} \frac{R}{r} \frac{r}{c} \frac{dr}{\sqrt{r_2 - R_2}} = \frac{R}{c} G \frac{M}{r_2} \frac{dr}{\sqrt{r_2 - R_2}}, x \geq 0.$$

Weil die Integration auch im negativen Bereich durchgeführt werden soll, kommt es zum doppelten Wert des Integrals:

Так как интегрирование должно быть проведено и для негативного x , то это приводит к двойному значению интеграла:

$$c_y = 2R \frac{GM}{c} \int_R^\infty \frac{dr}{r_2 \sqrt{r_2 - R_2}} = 2 \frac{GM}{Rc}.$$

Daher ist der Ablenkungswinkel:

Отсюда угол отклонения:

$$\delta = 2 \frac{GM}{Rc^2}.$$

Die Rechnung für die Lichtablenkung an der Sonne liefert den Wert von ca. 0.87".

Расчёт для отклонения луча света на краю Солнца даёт величину 0.87".

Periheldrehung des Merkur

Ein der wenigen experimentellen Beweise für die Richtigkeit Allgemeiner Relativitätstheorie ist die genaue Berechnung der Periheldrehung des Merkur, die 43" im Jahrhundert liefert und exakt mit den Beobachtungen übereinstimmt. In Wirklichkeit bringt vollständige Berechnung 50" im Jahrhundert. Zwar 43" bekommt man im Bezugssystem des Merkur (als ob nicht der Merkur um die Sonne, sondern, umgekehrt, wie nach Ptolemäischem Weltbild, die Sonne um den Merkur kreiste). Dies erlaubt den Lorentz-Faktor in den Ausdrücken für relativistische Energie und Drehimpuls wegzulassen. So entsteht der Energiesatz zwar mit dem sogenannten r^{-3} -Term aber ohne Lorentz-Faktoren, also mit dem klassischen

Смещение перигелия Меркурия

Одним из малого числа доказательств Общей теории относительности является расчёт смещения перигелия Меркурия, которое даёт 43" в столетие, что в точности соответствует наблюдаемой величине. На самом деле 43" получаются в системе отсчёта Меркурия (как будто бы не Меркурий вокруг Солнца, а в согласии с системой мира Птолемея, Солнце вращается вокруг Меркурия). Это позволяет опустить коэффициент Лоренца в выражениях для релятивистских энергии и момента импульса. Отсюда получается уравнение сохранения энергии с так называемым r^{-3} -термом но без коэффициента Лоренца, т.е. с классическим выражением для кинетической

Ausdruck für die kinetische Energie:

энергии:

$$E = \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{r} - GM \frac{L^2}{mc^2 r^3}$$

Doch in Wirklichkeit wird der Wert von 43" für das Bezugssystem der Sonne gemessen. Deshalb gehören unbedingt relativistische Energie

На практике же величина столетнего смещения 43" измеряется для системы отсчёта Солнца. Поэтому релятивистская энергия

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

und relativistischer Drehimpuls

и релятивистский момент импульса

$$L = \frac{m[\vec{r} \times \vec{v}]}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

zum Energiesatz:

должны входить в уравнение сохранения энергии:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - G \frac{Mm_0}{r} - \frac{GML^2}{m_0 c^2 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Solch eine Gleichung zu lösen, darf allerdings unheimlich schwierig sein. Die Mühe können wir uns aber ein wenig sparen. Wir gehen davon aus, dass der klassische Energiesatz mit r^{-3} -Term laut Allgemeiner Relativitätstheorie bereits 43" liefert. Verhältnismäßig ist die Perihelverschiebung zum ganzen Drehen sehr klein. Deshalb können wir lediglich nur

Аналитически решить это уравнение будет однако весьма трудно. Но мы можем немного упростить задачу, а именно мы будем исходить из того, что классическое уравнение сохранения энергии с r^{-3} -термом уже приводят к 43". А так как смещение перигелия к общему вращению очень мало, мы можем просто рассчитать недостающую

den Zusatz berechnen, indem wir r^{-3} -Term weg lassen, aber relativistische Energie und Drehimpuls einsetzen. Der Energiesatz für die Bewegung kleiner Masse m im Zentralfeld der großen Masse M sieht in diesem Fall folgend aus:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - G \frac{M m_0}{r}.$$

Den Lorentz-Faktor können wir durch den Drehimpuls ausdrücken und danach in den Energiesatz einsetzen:

$$L = \frac{m_0 r^2 \dot{\phi}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \dot{\phi} = \frac{L}{m_0 r^2} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\dot{r} = \frac{dr}{d\phi} \dot{\phi} = r' \dot{\phi}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2}{c^2} = \frac{(r'^2 + r^2) \dot{\phi}^2}{c^2} = \left(\frac{L}{m_0 c} \right)^2 \left(\frac{r'^2}{r^4} + \frac{1}{r^2} \right) \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$$

Mit neuer Variable

С новой переменной

$$s = \frac{1}{r}, s' = -\frac{r'}{r^2}$$

bekommen wir

мы получим

добавку, если опустим r^{-3} -терм, но оставим релятивистские энергию и момент импульса. Тогда уравнение сохранения энергии для малой массы m в поле большой массы M будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2) \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$$

und ferner kommt es zu

и далее

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \sqrt{1 + \left(\frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2)} .$$

Diesen Ausdruck setzen wir jetzt in den Energiesatz ein:

Теперь вставим это выражение в уравнение сохранения энергии:

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - G \frac{M m_0}{r} = m_0 c^2 \sqrt{1 + \left(\frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2)} - G M m_0 s .$$

Daraus ergibt sich

Отсюда получается

$$\begin{aligned} (E + G M m_0 s)^2 &= m_0^2 c^4 \left[1 + \left(\frac{L}{m_0 c} \right)^2 (s'^2 + s^2) \right] \\ E^2 + 2 E G M m_0 s + (G M m_0)^2 s^2 &= m_0^2 c^4 + L^2 c^2 s'^2 + L^2 c^2 s^2 \\ s'^2 &= \left(\frac{E}{L c} \right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L} \right)^2 + \frac{2 E G M m_0 s}{L^2 c^2} - s^2 \left[1 - \left(\frac{G M m_0}{L c} \right)^2 \right] . \end{aligned}$$

Jetzt benutzen wir

Теперь используем

$$\lambda^2 = \left[1 - \left(\frac{G M m_0}{L c} \right)^2 \right]$$

und es folgt

и получим

$$\left(\frac{ds}{d\phi}\right)^2 = \left(\frac{E}{Lc}\right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L}\right)^2 + \frac{2EGMm_0}{L^2 c^2} s - s^2 \lambda^2$$

$$\lambda d\phi = \frac{ds}{\sqrt{\left(\frac{E}{Lc\lambda}\right)^2 - \left(\frac{m_0 c}{L\lambda}\right)^2 + \frac{2EGMm_0}{L^2 c^2 \lambda^2} s - s^2}}$$

Das Pendeln von r_{min} nach r_{max} und zurück liefert von rechter Seite 2π . Daraus ergibt sich

Движение от r_{min} до r_{max} и обратно даёт с правой стороны полный оборот 2π . Отсюда

$$\lambda(\phi - \phi_0) = 2\pi, \phi - \phi_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$$

So ist die Perihelverschiebung in Rotationsrichtung (Abbildung 20):

Таким образом имеем добавочное смещение перигелия в направлении вращения (рисунок 20):

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} - 2\pi = 2\pi(\lambda^{-1} - 1) = 2\pi \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{GMm_0}{Lc}\right)^2}} - 1 \right] \approx \pi \left(\frac{GMm_0}{Lc}\right)^2$$

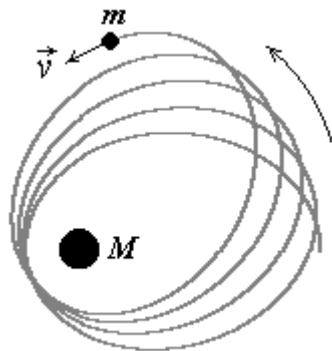
was für Merkur pro Umlauf $\Delta\phi \approx 8.35 \cdot 10^{-8} rad$ und im Jahrhundert etwa $7''$ bringt.

что для одного оборота Меркурия составляет $\Delta\phi \approx 8.35 \cdot 10^{-8}$ радиан или в столетие $7''$.

Die Berechnung der Periheldrehung von Merkur mit Hilfe von Allgemeiner Relativitätstheorie gehört zu einer der genauesten Berechnungen überhaupt und ist der wichtige Beweis für die Gültigkeit dieser. Doch in Wirklichkeit liefert eine vollständige Rechnung anstatt $43''$ den um $7''$ größeren Wert und zwar $50''$.

Расчет смещения перигелия Меркурия с помощью общей теории относительности принадлежит к точнейшим вообще и является важным доказательством последней. Однако в результате полного расчёта вместо $43''$ получается на $7''$ большая величина $50''$. Следовательно речь идет

Es handelt sich also lediglich um das Resultat in gleicher Großordnung wie die beobachtende Größe.



не о точном расчёте, а всего лишь о результате того же порядка, что и наблюдаемая величина.

Abbildung 20. Periheldrehung in Rotationsrichtung.

Рисунок 20. Смещение перигелия в направлении вращения.

Vergessen wir nicht, dass Allgemeine Relativitätstheorie nicht die einzige Möglichkeit ist, die anomale Perihelverschiebung zu beschreiben. 1898 veröffentlichte Paul Gerber seine Arbeit "Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation", wo er zur gleichen Formel gelangte, wie Einstein 18 Jahre später. Zugegeben hätte er selbst nicht verstanden, welches physikalische Modell seiner Rechnung zugrunde liegt. Deshalb war seine Arbeit wie eine Art Trickserie empfunden und in das Vergessen geraten. Das Modell ist aber ganz einfach: Die Gravitationswechselwirkung pflanzt sich mit der Lichtgeschwindigkeit relativ zur ihren Quelle – Masse – fort. Für das Gravitationspotential bedeutet das, dass, zu einem, es mit der Verzögerung bei einer anderen Masse eintrifft und, zu zweitem, seine "Einwirkdauer" hängt von der relativen Bewegung der Massen ab (bei der Entfernung der Massen von einander ist sie am längstem und umgekehrt). Daraus ergibt sich folgende Korrektur des Gravitationspotentials:

Не забудем, что общая теория относительности является не единственным способом описания аномального смещения перигелия. Пауль Гербер в 1898 году опубликовал работу "Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation" ("Пространственное и временное распространения гравитации"), где он пришел к той же формуле, что и Эйнштейн 18 лет спустя. Правда он очевидно не понял физической модели в основе своего расчёта. Поэтому его работу восприняли как своего рода трюкачество и предали забвению. Модель же проста: гравитационное взаимодействие распространяется со скоростью света по отношению к его источнику – массе. Для гравитационного потенциала это означает, что, во-первых, он достигает другой массы с задержкой и, во-вторых, его "продолжительность действия" зависит от относительного движения масс (при удалении масс друг от друга оно дольше и наоборот). Это приводит к следующей коррекции гравитационного потенциала:

$$V = -\frac{GM}{r \left[1 - \frac{\dot{r}}{c} \right]^2}.$$

Damit gelangte es Paul Gerber die anomale Verschiebung des Perihels von den Planeten des Sonnensystems richtig zu berechnen.

P.S.: Die Idee, dass das Gravitationsfeld nur relativ zur seinen Quelle konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit besitzt, hat mich auf einen anderen Gedanke gebracht. Nehmen wir an, dass das Gravitationsfeld auf ein bevorzugtes Bezugssystem zeigt, in dem sich die elektromagnetischen Wellen mit der Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Ich benutze das Wort "zeigt", weil es ist schwer vorzustellen, dass die schwache Gravitationskraft das Licht, das durch viel stärkere elektromagnetische Wechselwirkung entsteht, bändigen kann. Also, lassen wir uns lediglich vermuten, dass das Gravitationsfeld auf bevorzugtes Bezugssystem *nur* zeigt. Das ist aber schon genug alle Experimente und Beobachtungen, die angeblich die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit untermauern, im anderen Licht erscheinen zu lassen.

Zum Beispiel wäre das Null-Resultat von Michelson-Morley-Experiment nun selbstverständlich. Auch die Tatsache, dass die Synchrotronstrahlung durch die Gleichungen in absoluten Raum und Zeit von Lienard und Wiechert beschrieben wird, wäre offensichtlich. Der Sagnac-Effekt untermauert diese Annahme auch experimentell: Ein Sagnac-Interferometer registriert die Verschiebung der Interferenzstreifen, wenn es im Gravitationsfeld der Erde zu rotieren beginnt. Es gäbe keinen Widerspruch mit der Funktion von Global Position System, weil sich die Satelliten sowieso im Gravitationsfeld der Erde befinden und deshalb sie als bevorzugtes Bezugssystem haben. Ferner wäre dadurch geklärt, warum die Lichtstrahlen von den Doppelsternen uns gleichzeitig erreichen. Gleich nach der Emission werden die Geschwindigkeiten vom Stern und Licht zwar addiert, doch ab den Entfernungen mehr als Abstand zwischen den Sternen, käme schon das Bezugssystem des Nachbarsterns in das Spiel, sodass die Strahlen von beiden Sternen die Lichtgeschwindigkeit nicht relativ zum jeden ein-

С его помощью Паулю Герберу удалось правильно рассчитать anomальное смещение перигелия планет Солнечной системы.

P.S.: Идея, что гравитационное поле распространяется с постоянной скоростью только по отношению к своему источнику, навела меня на другую мысль. Предположим, что гравитационное поле указывает на предпочтительную систему отсчёта, в которой электромагнитные волны распространяются со скоростью света. Я использую слово "указывает", потому что трудно себе представить, чтобы относительно слабая гравитационная сила была бы в состоянии укрощать свет, который возникает благодаря намного более сильному электромагнитному взаимодействию. Но это уже позволило бы взглянуть на все те эксперименты и наблюдения, которые якобы подтверждают постулат постоянства скорости света для всех систем отсчёта, в ином свете.

Например был бы нулевой результат опыта Майкельсона и Морли просто само собой разумеющимся. Также и тот факт, что синхротронное излучение описывается уравнениями Линара и Вихерта в абсолютных пространстве и времени, был бы очевиден. Эффект Саньяка подтверждает это предположение кроме того экспериментально: Интерферометер Саньяка регистрирует сдвиг интерференционных полос, если он начинает вращаться в гравитационном поле Земли. Далее не существовало бы противоречия с работой спутниковой навигационной системы, потому что спутники так и так через гравитационное взаимодействие имеют Землю как предпочтительную систему отсчёта. Далее можно было бы таким образом объяснить, почему лучи света от двойных звёзд нас достигают одновременно. Сразу после эмиссии скорость лучей света и звёзд отдельно складывается, но начиная с расстояния, превышающего расстояние между звёздами, сказывается система отсчёта соседней звезды, в результате чего лучи света приобретают

zelen Stern besitzen werden, sondern zum Doppelstern-System als ganzen.

Auf diese Weise würden also die weit geholten Prinzipien der Relativität und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit einfach überflüssig.

Nachwort

Lange Zeit dachte ich, dass es nur mit der Relativitätstheorie etwas nicht stimmt. Wie aber mit der Zeit auch die Quantenmechanik immer spekulativer wurde, wuchs mein Misstrauen. Ich verglich die Experimente mit der Theorie und, sieh da, sie sind nicht identisch. Der fürchterliche Wellen-Teilchen-Dualismus ist nicht weiter als eine Seifenblase. Grundsätzlich verhalten sich die Teilchen als Teilchen und die Wellen als Wellen auch in den kleinen Maßstäben. Der Austausch von den Eigenschaften ist in Wirklichkeit winzig und keinesfalls ausschlaggebend.

Warum funktioniert dann die theoretische Physik überhaupt?

Mit der Relativitätstheorie ist es offensichtlich so, dass, zu einem, wichtige Daten manchmal zur Theorie angepasst werden, wie es wohl mit den Messungen der Lichtablenkung am Sonnenrand geschah, zu zweiten, die Formeln der klassischen Äthertheorie schlicht angeeignet und für relativistisch ausgegeben waren, wie es etwa mit der mathematischen Beschreibung der Synchrotronstrahlung gemacht wurde, und, zu drittem, massive Propaganda und gut organisierte Zensur keinen freien Raum für die Entwicklung der alternativen Theorien zu ließen.

скорость света уже не по отношению к своей звезде-источнику, но уже по отношению к системе двойной звезды.

Таким образом надуманные принципы относительности и постоянства скорости света оказались бы просто излишними.

Послесловие

Долгое время я думал, что только с теорией относительности что-то не в порядке. Но по ходу того, как и квантовая механика становилась всё более спекулятивнее, во мне росло недоверие. Я сравнил эксперименты с теорией и, смотри, они не идентичны. Престрашный корпускулярно-волновой дуализм является не более чем мыльным пузырьком. Принципиально, частицы ведут себя как частицы и волны как волны также и в малых масштабах. Обмен свойствами является на самом деле мизерным и имеет далеко не решающее значение. Почему же тогда теоретическая физика вообще функционирует?

С теорией относительности это очевидно так, что, во-первых, важные данные иногда подгонялись под теории, как это очевидно произошло с измерениями отклонения лучей света вблизи Солнца, во-вторых, некоторые формулы классической теории эфира просто присваивались и выдавались за релятивистские, что было например сделано с математическим описанием синхротронного излучения, и, в-третьих, массивная пропаганда и хорошо организованная цензура не давали свободного пространства для развития альтернативных теорий.

Wellenmechanik von Schrödinger hatte aber vom Anfang an die gleichwertigen Alternativen in der Gestalt von Matrizenmechanik und Quantenalgebra von Born, Jordan, Heisenberg und Dirac. Das Problem ist hier also eher vom sozusagen weltanschaulichen Charakter. Wenn man an die Existenz vom Wellen-Teilchen-Dualismus glaubt, ist der Weg für allerlei Spekulationen breit. Für praktische Berechnungen ist er aber irrelevant.

Offensichtlich hindern diese Ungereimtheiten die Weiterentwicklung der Physik.

Волновая механика Шредингера имела однако с самого начала равноценные альтернативы в форме матричной механики и квантовой алгебры Борна, Иордана, Гейзенберга и Дирака. Таким образом, здесь проблема имеет в большей мере так сказать мировоззренческий характер. Если верить в существование корпускулярно-волнового дуализма, то путь для разного рода спекуляций широк. Для практического же приложения он не имеет действительного значения.

Очевидно, что все эти несоответствия мешают дальнейшему развитию физики.

Literatur

Литература

Max Planck, Annalen der Physik 4 [309], 553-563 (1901). Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum.
http://www.physik.uni-augsburg.de/annalen/history/historic-papers/1901_309_553-563.pdf

Annalen der Physik 17, S. 132- 148 (1905). Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt; von A. Einstein.
http://leifiphysik.de/web_ph12/originalarbeiten/einstein/einstein.htm

Phillips. High vacuum PHOTOCELL 90AV.
<http://tubedata.itchurch.org/sheets/030/9/90AV.pdf>

Auf der Suche nach Schrödingers Katze. John Gribbin. 8. Auflage, Piper Verlag GmbH, München, 2010.

Optik: Lichtstrahlen, Wellen, Photonen. Wolfgang Zinth, Ursula Zinth. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2005.

Prof. Gross. Quantenoptik.
http://www.wmi.badw.de/teaching/Lecturenotes/Physik3/Gross_Physik_III_Kap_10.pdf

Julia Velkovska. Electron Diffraction. Vanderbilt University.
<http://phenix.vanderbilt.edu/~velkovja/VUteach/PHY225a/writeups/ediffr/ElectronDiffraction.pdf>

Electron Diffraction Apparatus.

http://sirius.ucsc.edu/demoweb/cgi-bin/?e_m-quantum-elec_diff

Rensselaer Polytechnic Institute. 1927 Electron and x-ray diffraction.

<http://www.rpi.edu/~schubert/Educational-resources/1927%20Electron%20and%20x-ray%20diffraction.jpg>

Originalarbeit von Jönsson.

http://www.leifphysik.de/web_ph12/originalarbeiten/joensson/joensson.htm

Elektrodynamik und spezielle Relativitätstheorie von Klaus Dransfeld und Paul Kienle. 6. Auflage, Oldenbourg, 2002.

AIP. Einstein kannte den Michelson-Versuch nicht.

<http://www.aip.de/~lie/Kommentare/Kommentare.Irrtuemer.html#EinsteinMichelson>

Albert Einstein. Zur Elektrodynamik bewegter Körper, Annalen der Physik, IV. Folge. 17. Seite 891-921. Juni 1905.

Thomas Weis. Die Beschleunigte Ladung. Universität Dortmund. [http://athene.delta.uni-dortmund.de/~weis/dateien/Vortrag_Theorie_Synchrotronstrahlung.PDF](http://athene.delta.uni-dortmund.de/~weis/dateien/Vortrag%20Theorie_Synchrotronstrahlung.PDF)

Larmor's formula. The University of Warwick. <http://pulsar.sternwarte.uni-erlangen.de/wilms/teach/astro-space/spacechap5.pdf>

Telegramm aus Kopenhagen vom 13. April 1923. Sonnenfinsternis 1922 Sempember 20.

<http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1923AN....218Q.255>.

Schmeidler, F. Interpretation of solar-limb light-deflection measurements. Astronomische Nachrichten (ISSN 0004-6337), vol. 306, no. 2, 1985, p. 77-80. In German. <http://adsabs.harvard.edu/full/1985AN....306...77S>

[Michailov] A. A. Михайлов. НАБЛЮДЕНИЕ ЭФФЕКТА ЭЙНШТЕЙНА ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ. УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК 7. LIX, вып. 1, 1956 г. Май http://ufn.ru/ufn56/ufn56_5/Russian/r565d.pdf

Norbert Dragon. Geometrie der Relativitätstheorie.

<http://theory.gsi.de/~vanhees/faq/relativity/>

Paul Gerber, Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation. Zeitschrift für Mathematik und Physik. 43, 1898, S. 93–104

http://de.wikisource.org/wiki/Die_r%C3%A4umliche_und_zeitliche_Ausbreitung_der_Gravitation

W. de Sitter. Ein astronomischer Beweis für die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit. Physik. Zeitschr. 14, 429, (1913).

<http://www.datasync.com/~rsf1/desit-1g.htm>

