1965 г. Декабрь *Том 87, вып. 4*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

530

БЕСЕДЫ С АЛЬБЕРТОМ ЭЙНШТЕЙНОМ *)

Р. Шэнкленд

От переводчика. Читателю предлагается перевод воспоминаний американского физика Шэнкленда об Эйнштейне, имея в виду, что все материалы, способные дополнить образ величайшего физика и философа, представляют живой интерес для нашего читателя. Поводом для встреч, о которых рассказывает автор
9 воспоминаний, был производившийся им анализ экспериментальных данных Д. Миллера. Возможно, будет не лишним напомнить историю этой проблемы. Отрицательный результат опыта Майкельсона — Морли, выполненного 77 лет тому назад, является, как известно, одним из экспериментальных оснований специальной теории относительности Эйнштейна. В 1902—1906 гг. Морли и Миллер предприняли новые попытки обнаружить движение Земли относительно «эфира». В дальнейшем эти опыты были продолжены Миллером **), который в 1925 г. пришел к выводу, что скорость света в направлении движения Земли вокруг Солнца и в перпендикулярном направлении отличается на величину, близкую к 8 *км/сек*. Тем самым ставились под сомнение экспериментальные основы теории относительности. Дальнейшие опыты, выполненные другими исследователями, не подтвердили, однако, этот результат. Так, например, Кеннеди (см. [36]) существенно уточнил данные Майкельсона — Морли и установил в качестве верхнего предела для рассматриваемой разности скоростей величину 2,5 *км/сек*, а из результатов Иооса (см. [26]) ***) следовало, что эта разность не может превышать 1 *км/сек*. Напомним, что и сам Майкельсон уже в конце жизни по крайней мере дважды повторял попытку обнаружить движение относительно «эфира» (см. [15], а также A. A. Michelson, F. G. Pease, F. Pearson, Nature **123**, 88 (1929)) и оба раза безуспешно. Таким образом, значение опыта Майкельсона — Морли осталось непоколебленным.

Я имел счастье пять раз встречаться с Эйнштейном в Принстоне, в 1950—1954 гг. Наши беседы касались в основном работы Альберта Майкельсона в Институте Кэйза, опыта Майкельсона — Морли и анализа результатов, полученных Д. Миллером на Маунт-Вилсон. Беседы с Эйнштейном произвели на меня глубокое и необычное впечатление. Публикацией этих записок мне хотелось бы помочь молодым физикам, не видевшим Эйнштейна, составить впечатление о его личности. Записи были произведены непосредственно после встреч и подверглись лишь небольшим изменениям. Поэтому читатель найдет здесь несколько повторений и, возможно, даже некоторые противоречия. Следует, однако, иметь в виду, что Эйнштейн говорил на память и иногда о фактах, имевших место за 50 лет до нашей встречи. Некоторые пояснения приведены в сносках.

---

*) R. S. Shankland, Talks with Albert Einstein, Amer. J. Phys. **31**, 47 (1963). Перевод А. О. Вайсенберга. В оригинале имеется предисловие: «Приводимые здесь записи бесед с Эйнштейном представляют собой заметки, сделанные автором в Принстоне, непосредственно после каждой из встреч, происходивших в 1950—1954 гг. При написании этих заметок автор не имел в виду их публикацию, а лишь стремился сохранить для себя удивительные впечатления от этих встреч. Однако сделанные записи могут представлять интерес для других, и автор решил их опубликовать».

) См., например, УФН **5, 177 (1925). (*Ред.*)

***) См. также УФН **6**, 21 (1926). (*Ред.*)

4 ФЕВРАЛЯ 1950 г.

Мой первый визит к Эйнштейну в Принстон имел целью выяснить, какое влияние оказал на него эксперимент Майкельсона — Морли в период создания специальной теории относительности. Мне не приходилось встречаться с людьми такого масштаба, как Эйнштейн, и я находился в затруднении. Наконец, после некоторых колебаний, я обратился к нему с письмом, в котором объяснил цель моего визита и в качестве возможной даты моего посещения указал день окончания съезда Американского физического общества в Нью-Йорке. Немедленно я получил ответ от секретаря Эйнштейна, мисс Элен Дюкас, содержавший весьма дружеское приглашение зайти к Эйнштейну в его рабочий кабинет, в Институте фундаментальных исследований, к 11 часам предложенного мной дня.

Разумеется, я был на месте раньше этого времени, и наконец увидел Эйнштейна приближающимся, по обыкновению, пешком. Ровно в 11 часов он заканчивал свою обычную прогулку от дома на Мерсер-стрит до Института фундаментальных исследований. Задержавшись, чтобы получить почту, он пожал мне руку и пригласил в свой рабочий кабинет, комнату 115. Его обращение было дружеским, неофициальным и вежливым. Сразу же поражали его необыкновенные глаза — большие, проницательные, и прежде всего добрые. Он начал с того, что указал мне на кресло, а сам сел за стол. Его рабочий кабинет представлял собой большую, прекрасно обставленную комнату, однако совершенно лишенную всяких безделушек, почетных грамот и памятных сувениров, и только его стол был покрыт бумагами, книгами и журналами. Здесь была атмосфера, располагавшая к научной дискуссии в дружеской обстановке.

Он начал с того, что попросил напомнить цель моего визита и с искренним интересом улыбнулся, узнав что я хотел бы обсудить с ним опыт Майкельсона — Морли. выполненный в Кливленде в 1887 г. Когда я напомнил ему, что Майкельсон был профессором физики в Институте Кэйза в течение восьми лет, он кивнул. Я показал ему на эскизы прибора, воспроизведенные в моей статье [1]. Он казался весьма заинтересованным и попросил меня набросать на доске некоторые подробности метода, обеспечивавшего плавание фундамента в ртути. Я находился в затруднении, так как доска была четко исписана уравнениями, связанными с его новой общей теорией поля. Но он махнул своей трубкой и сказал: «Ничего, сотрите это». Я сделал несколько эскизов, и он комментировал их с искренним интересом. Ему особенно понравилось плавающее устройство, потребовавшее столь малого количества ртути. Глаза его оживились, и он усмехнулся. Он спросил меня, где сейчас находятся различные части этой аппаратуры, в частности фундамент. Когда я сказал, что они потеряны, он ответил: «Было бы прекрасно, если бы все это можно было опять собрать вместе».

На мой вопрос о том, когда он познакомился с опытом Майкельсона — Морли, он сказал, что узнал о нем из работ Лоренца [2], но случилось это лишь после 1905 г. «В противном случае,— сказал он,— я отметил бы это в своей работе» [3*]). Продолжая свою мысль, он сказал, что экспериментальными работами, которые оказали на него наибольшее влияние, были наблюдения звездной аберрации [5] и измерения скорости света в движущейся воде, выполненные Физо [6]. «Их было достаточно»,— сказал он. Я напомнил ему, что в 1886 г. Майкельсон и Морли [7] в Институте Кэйза произвели весьма точное определение френелевского коэффициента увлечения с помощью значительно усовершенствованной методики, и показал полученные ими значения, которые были приведены в моей работе. Он кивал в знак согласия, но когда я прибавил, что

---

*) Мой коллега, профессор Л. Фолди, сделал по этому поводу следующее замечание: Хотя Эйнштейн мог не знать в 1905 г. об опыте Майкельсона — Морли, во втором параграфе своей работы, опубликованной в этом году, он сослался на „безуспешные попытки обнаружить любое движение Земли по отношению к «светоносной среде»“. Неясно, имеет ли здесь Эйнштейн в виду опыты порядка v/c или $(v/c)^2$, особенно если иметь в виду, что вслед за этим он пишет: «Скорее всего, отсюда следует, как это уже было показано для малых величин первого порядка, что для всех систем отсчета, для которых справедливы уравнения механики, действуют одни и те же законы электродинамики и оптики». Это, несомненно, является вполне определенным указанием на то, что первая ссылка имела в виду опыты второго порядка, подобные опытам Майкельсона — Морли. Поэтому является вполне вероятным, что Эйнштейн знал об отрицательных результатах таких опытов, если не о самих опытах. Эйнштейн получает выражение для лоренц-фицджеральдовского сокращения, но ничего не говорит о том, существует ли его экспериментальное подтверждение. Работа оставляет в целом странное впечатление в связи с тем, что Эйнштейн очень мало говорит о том, что́ ему известно об экспериментальном подтверждении и не делает связанных с этим ссылок на чужие работы. И действительно, работа кажется загадкой в том смысле, что не позволяет понять, какая часть специальной теории относительности представляет собой чисто умственное построение и в какой мере она опирается на экспериментальные данные (или на их теоретическую формулировку), известные Эйнштейну. См. также [4].

первый результат Физо представляется мне только качественным, он сказал, улыбаясь и сжимая свою трубку: «О, он имел большее значение». Он считал, что Зееман [8] великолепным образом повторил и уточнил этот опыт. Он казался действительно обрадованным моим заявлением о том, что его метод получения френелевского коэффициента увлечения из закона сложения скоростей в специальной теории относительности казался мне (когда я был студентом) чрезвычайно изящным.

Я спросил Эйнштейна, как долго он трудился над специальной теорией относительности до 1905 г. Он ответил, что начал в 16 лет и работал в течение десяти лет. Вначале, будучи студентом, он мог, разумеется, уделять этой проблеме только часть своего времени, но проблема всегда была с ним. Он произвел много безуспешных попыток. «пока, наконец, мне не стало ясно, что дело во времени». Только тогда, после неудачи всех ранних попыток получить теорию, согласующуюся со всеми экспериментальными фактами, стало возможным развитие специальной теории относительности.

Эти воспоминания вызвали замечание Эйнштейна о природе мыслительных процессов. Он сказал, что они отнюдь не являются последовательным, происходящим шаг за шагом продвижением к решению, и подчеркнул, что наше мышление приходит к решению задачи весьма извилистой дорогой. «Только в последний момент в задаче устанавливается порядок».

Я познакомил его с тем, что я писал в своей работе об опыте Майкельсона — Морли и о специальной теории относительности. Он прочел это, попыхивая своей трубкой и кивая в знак одобрения. Когда я заметил, что, по-видимому, вклад, совершенный Фицджеральдом, несколько переоценивается, он заметил: «Нет, у него была идея попытаться навести порядок».

Эйнштейн впервые встретился с Майкельсоном в Пасадене и считал его «великим гением, который всегда останется таким в этой области науки». Весьма замечательно,— прибавил Эйнштейн, что Майкельсон, имевший лишь небольшое математическое и теоретическое образование и лишенный помощи коллег-теоретиков *), смог придумать опыт Майкельсона — Морли. Майкельсон, не обладавший полным пониманием теории, интуитивно чувствовал необходимость критического эксперимента. В этом Эйнштейн усматривал несомненную черту гения, находившуюся, по мнению Эйнштейна, в большой связи с художественной сущностью майкельсоновского подхода к науке, особенно с его чувством формы и симметрии. Эйнштейн, улыбаясь, с наслаждением рассказывал об артистической натуре Майкельсона; здесь у них была кровная связь. Художник больше всего чувствовался в опыте Майкельсона — Морли. Эйнштейн заметил: «Многие считали этот опыт лишенным смысла» **). Я сказал, что у Майкельсона было исключительное зрение, что весьма благоприятствовало его оптическим исследованиям. Глаза Эйнштейна блеснули, и он ответил: «Да, но за этими глазами был великий ум».

Я упомянул об опытах, которые опровергли теорию светового излучения Ритца [10], в частности работу де-Ситтера о спектроскопических дублетах [11], и нулевой результат, полученный Миллером [12] в Институте Кэйза, когда он видоизменил опыт Майкельсона — Морли, воспользовавшись солнечным светом. Эйнштейн сказал, что он хорошо знает де-Ситтера, но что в ряду таких опытов наиболее решающим является повторение опыта Майкельсона — Морли, произведенное со звездным светом в Гейдельберге учеником Ленарда Томашеком [13], так как в этом случае используются большие радиальные скорости. Это придает решающее значение нулевому результату опыта как доказательству того, что скорость света не зависит от движения источника. В этом высказывании истинная мера человеческих качеств Эйнштейна. Ленард, наряду со Штарком, был наиболее неистовым нацистом среди немецких ученых. Эйнштейн упомянул о нем с полным беспристрастием и без малейшего следа озлобления или горечи.

Затем он перешел к обсуждению теорий испускания света. Он сказал, что обдумывал теорию испускания Ритца и отказался от нее еще до 1905 г., так как он не мог представить себе форму дифференциальных уравнений, решение которых давало бы волны со скоростью, зависящей от движения источника. В этом случае теория привела бы к таким фазовым соотношениям, что распространяющийся свет будет самым

---

*) В общем это справедливо, но, вероятно, в том, что интересы Майкельсона после измерения скорости света оказались устремленными на другие задачи, сказалось косвенное влияние Максвелла. Известно, что в 1879 г. Майкельсон имел возможность познакомиться с письмом Максвелла к Д. Тодду (см. [9]), в котором Максвелл обсуждал основные проблемы, связанные с возможностью наблюдения оптическими методами движения Земли в пространстве. Автор получил возможность познакомиться с ответом Тодда Максвеллу, датированным 19 мая 1879 г., благодаря любезности дочери Тодда, мисс М. Тодд-Бингэм.

**) Так думал и мой отец, Ф. Шэнкленд. Мой дядя С. Шэнкленд и С. Уилсон говорили мне, что в те дни, когда они были студентами, опыт Майкельсона — Морли трактовался как ошибочный, поскольку он дал нулевой результат.

ужасным образом перемешан и сможет даже пойти вспять. Он спросил меня: «Вам это ясно?». Я сказал, что нет, и он тщательно повторил свои рассуждения. Когда он опять вернулся к перемешанному свету, то замахал руками перед моим лицом и засмеялся. Это был открытый, искренний смех над идеей!

Затем он продолжал: «В данном случае существует лишь ограниченное число теоретических возможностей, и они относительно просты, так что выбор между ними может быть сделан на основании весьма общих соображений. Конечно, такой выбор говорит нам о том, что́ возможно, но не о том, что́ существует в действительности».

Я заметил, что теория Ритца, возможно, является лучшей из различных теорий испускания света. Он покачал головой и ответил, что теория Ритца местами очень плоха[14]. Но он быстро добавил, что «вклад Ритца в теорию весьма велик, так как он показал, что разность частот является решающим параметром для спектральных линий».

Затем я спросил Эйнштейна, считает ли он важными интерферометрические измерения вращения Земли, произведенные Майкельсоном и Гэйлом [15] *). Он ответил: «Да, это опыты Саньяка [16] **), выполненные для большой площади и малой скорости». Он считал, что опыт Майкельсона — Гэйла великолепен, но прибавил, что «с точки зрения теории нет никаких сомнений в его результате».

За этим последовало несколько кратких замечаний о новой общей теории поля. Он сказал, что она должна каким-то образом включать в себя и «атомистику». Когда я спросил, имеет ли он в виду какие-нибудь опыты, связанные с новой теорией, он ответил: «Нет, успехов следует ожидать от продвижений в области математики. Только точные решения нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, которые дает теория, могут оказаться полезными, а любые решения, полученные приближенными методами, подобными теории возмущений, не приносят пользы». Ему кажется, что только имея эти строгие решения, можно будет увидеть, каким образом следует включить «атомистику» в общую картину теории поля, и что пока это не сделано, положение продолжает оставаться весьма неудовлетворительным.

Здесь Эйнштейн сделал несколько общих замечаний о квантовой механике и теории атома, начав с того, что «Вам известно, что я не согласен с большинством моих коллег относительно квантовой теории». Он чувствует, что их современные методы не позволяют «смотреть фактам в лицо». В действительности он выражался еще более резко и несколько раз повторил, что они «выбросили причину» и что квантовомеханическая физика «избегает реальности и причины».

Он несколько раз вспоминал о Боре, к которому относился с большой симпатией и преклонением, но расходился по ряду важнейших проблем. Он сказал, что Бор обладает очень ясным мышлением, но «когда он пишет, он становится весьма не ясным», и что «он считает себя почти пророком». Мне трудно решить, было ли это у Эйнштейна проявлением упрямства, или он действительно полагал, что для дальнейшего прогресса квантовой механики необходимы принципиальные изменения в самих основах этой науки.

Наша беседа вернулась затем к опыту Майкельсона — Морли и к специальной теории относительности. Я не мог не почувствовать, что эта изящная теория, результат его юношеских усилий, занимает в его сердце особое место. Не кажется ли ему, спросил я, что было бы полезно написать историю опыта Майкельсона — Морли. Он ответил: «Да, несомненно, но Вы должны писать ее так, как Мах писал свою историю механики». Затем он поделился своими мыслями о том, как следует писать историю науки. «Почти все историки науки были литераторами и не представляли, какие задачи ставили себе физики и каких умственных усилий стоило им решение задачи. Даже бо́льшая часть исследований, посвященных Галилею, сделана плохо. Нужно найти такой способ изложения, который показал бы процесс мышления, который привел к открытию. Физики могут помочь в этом очень мало, так как большинство из них лишено «исторического чутья». «Историю механики» Маха он считает одной из действительно великих книг и образцом литературы об истории науки. Он сказал: «Маху не были известны реальные факты о том, каким образом ранние исследователи продвигались в решении своих задач», но он чувствует, что «Мах проявил большую проницательность, и то, что он пишет, во всяком случае весьма правдоподобно». Единоборство исследователя со стоящей перед ним проблемой, попытки найти решение, которое, наконец, возникает, но часто достигается весьма косвенными средствами,— все это представляет собой верную картину. Он высоко оценил также работы Лауэ по истории науки.

---

*) В этом опыте два световых луча проходили в противоположных направлениях через частично откачанную трубу, окружавшую большую площадь; тогда это было поле, теперь это застроенная промышленными предприятиями площадь вблизи чикагского аэропорта О'Хара. Вращение Земли изменяет время прохождения обоих световых пучков на величину, которая согласуется как с предсказаниями специальной и общей теории относительности, так и со старой теорией эфира.

**) В этом опыте два пучка света проходили в противоположных направлениях через лабораторную оптическую систему, вращавшуюся с высокой скоростью. Измерения Саньяка предшествовали общей теории относительности.

Я вернулся к посещению Эйнштейном Д. Миллера в Институте Кэйза в 1921 г. Эта встреча, я уверен, оказала решающее значение на опыты по увлечению эфира, выполненные Миллером с 1921 по 1926 г. Эйнштейн сказал, что выехав в 1921 г. в Соединенные Штаты, он не знал и слова по-английски. Во время путешествия он научился кое-чему на слух. Он сказал: «У меня слуховая память, я учу на слух и излагаю устно. Когда я читаю, я прислушиваюсь к словам. Писать мне трудно, и я не люблю это средство общения». Он прибавил, что никогда не уверен в написании каждого английского слова. Он сказал, что с большим трудом заставил себя написать на немецком языке [17] «автобиографические заметки».

Мое последнее воспоминание об Эйнштейне — это его доброта и сердечность, его глубокое уважение к работе и личности других. В его поведении не было ни малейшей снисходительности, и чувствовалось лишь искреннее желание ответить на все мои вопросы и наиболее ясным образом разъяснить свои собственные взгляды. Он сказал мне, что лишь вчера пытался «объяснить одновременность неспециалисту», и добавил: «Вы знаете, как трудно бывает иногда объяснить эти вещи». Наконец, когда я получил ответы на все мои вопросы, мы поднялись и он медленно пошел со мной к двери. Прощаясь, я снова пожал его руку и сказал: «Благодарю Вас, сэр». Он опять улыбнулся и его большие глубокие глаза засветились, когда он ответил: «Благодарю Вас».

17 НОЯБРЯ 1950 г.

В этот день я рано встал, позавтракал на станции Пенсильванской железной дороги и выехал в Принстон, где оказался в 9.20 утра. Был прелестный день, и прежде всего я позвонил в Институт фундаментальных исследований. Секретарь математического отдела пригласил меня встретиться с Эйнштейном в 11 утра. Я пришел в Институт и провел час в библиотеке и комнате отдыха. Около одиннадцати я отправился к рабочему кабинету Эйнштейна. Он пришел точно в срок, и когда секретарь сказал ему, что я нахожусь в комнате отдыха, он решительно отправился на поиски. Секретарю с трудом удалось захватить его и вернуть к двери кабинета, где я уже ждал. Он пригласил меня зайти, и после того как мы оба сели, осведомился о цели моего посещения. Я ответил, что хочу рассказать ему о некоторых результатах, которые нам удалось извлечь из наблюдений Д. Миллера [18]. Он спросил: «Вы действительно считаете, что в этом что-то есть?». Мне кажется,— ответил я,— что тщательный анализ наблюдений может показать их согласие с нулевым результатом опыта. После этого он весь превратился в интерес и внимание. Мы поднялись, подошли к доске и работали здесь около часа. Это был удивительный час; когда мы разговаривали, мы ходили по комнате или сидели на столе. Он был более оживлен, чем во время моего первого посещения в феврале. Несколько раз он говорил мне: «Это прекрасно». Я рассказал ему, что мне всегда казалось трудным понять, каким образом из данных Миллера следует этот небольшой положительный результат, и что я пришел к выводу, что это, возможно, объясняется способом анализа экспериментальных данных. Я набросал на доске группировку экспериментальных данных и сказал, что мне представляется неправильным объединение 16 усредненных точек линейным сегментом. Он согласился с этим и прибавил, что извлечение действительных следствий из этих данных требует «весьма сложного анализа». Затем я рассказал ему о работе по анализу океанских волн. Это исследование показало, что механический анализ, подобный тому, который был произведен в работе Миллера с помощью гармонического анализатора, может привести к появлению ложных периодов в случае конечного ряда данных *).

Я рассказал о нашем проекте обработки миллеровских данных с помощью автокорреляционного анализа и о машине, которую построил для этой цели Р. Стирнс. Он не знал о таком методе, но сразу понял мои объяснения и сказал, что метод не дает фаз, хотя для «увлечения эфира» фазы важнее амплитуд. Я согласился с этим, но заметил, что если этим методом будет получен нулевой результат по амплитудам, отпадет необходимость в рассмотрении фаз. В течение беседы он несколько раз повторял, что значения фаз, найденные Миллером (они фиксируют направление в пространстве) не согласуются между собой, а это является наиболее сильным доводом против увлечения, о котором сообщил Миллер. Он повторил, однако, несколько раз, что он (и также Г. Лоренц) считали Миллера исключительным экспериментатором и не сомневались

*) Замечание, добавленное в феврале 1955 г.: Только к началу 1954 г., после того как был выполнен полный анализ дисперсии результатов, мы получили уверенность в том, что обнаруженный Миллером периодический эффект не связан со статистическими флуктуациями или с методом обработки данных. Только после этого мы углубились в подробное изучение температурных эффектов, с тем чтобы понять действительную причину результатов Миллера (см. [28]). Достаточная корректность миллеровского гармонического анализа была между тем подтверждена автокорреляционным анализом, который выполнил Р. Стирнс (M. S. Thesis, Case Institute of Technology, 1952).

в его результатах. Он подчеркнул, что простое увеличение объема данных не может привести к цели. Поэтому наше решение сконцентрировать усилия на той части данных, которые сам Миллер считает полученными в «исключительно хороших условиях», является правильным. Эйнштейн сказал мне также, что Г. Лоренц изучал работу Миллера в течение нескольких лет и не усомнился в ее верности. Эйнштейн задал вопрос о деформациях в интерферометре и об экспериментальных условиях на Маунт-Вилсон. Он высказал надежду, что если в измерениях присутствует даже небольшая систематическая ошибка, ее можно будет выявить. Он был весьма заинтересован, поддержал меня и одобрил мое желание решить эту проблему.

Затем я рассказал Эйнштейну о неопубликованных данных 1924 г., полученных в Институте Кэйза, которыми он очень заинтересовался. Он вполне понял, почему Миллер, выполнивший свои опыты в комнате, расположенной в подвале, где «увлечение могло быть велико», не придавал решающего значения нулевому результату своего опыта. Он сказал, однако, что почти такое же «увлечение», как в подвальной комнате Института Кэйза, будет и на Маунт-Вилсон, и что это «увлечение» связано с массой самого интерферометра. Он также напомнил мне, что любое «увлечение» не может быть согласовано с аберрацией. Я сказал, что мне кажется необходимым опубликовать результаты 1924 г., так как они относятся к числу лучших результатов, полученных в этих опытах. Упомянув также о опытах Миллера, где он использовал в качестве источника свет Солнца, я сказал, что эти опыты кажутся мне лучше опытов Томашека. Он не возражал и кивал в знак согласия. Ему, однако, очень нравится работа Томашека, так как в ней велика радиальная скорость.

Мы обсудили различие между результатами опытов Морли — Миллера в 1904 г. и Миллера в 1925—1926 гг.*). Он признался, что его всегда смущало различие в результатах этих двух опытов. Я высказал предположение, что расхождение может быть связано с методом обработки экспериментальных данных и показал ему на доске, что, приводя полученные из опыта скорости движения через эфир, Миллер получает бо́льшие значения средней скорости, чем значения, которые он получил бы усреднением амплитуды смещения полос (A) **). Эйнштейн согласился с тем, что следует обратить внимание на экспериментальные значения амплитуд и фаз реально наблюдаемых смещений полос «с тем, чтобы ясно определить тенденцию».

Несколько раз в течение наших разговоров Эйнштейн повторял: «Это прекрасно», и смеялся сердечным и наивным смехом. Несколько раз он серьезно спрашивал меня: «Почему Миллер этого не обнаружил?» ***). Это казалось ему большой загадкой, которую я не мог разрешить. Но я рассказал ему, что в свои последние годы Миллер уделял наибольшее внимание акустике и флейте. Он спросил об акустических работах Миллера и был весьма заинтересован моим рассказом о том, что Миллер исследовал гласные в связи с теорией Гельмгольца. Он не знал об этой работе Гельмгольца и воскликнул: «Что сделал этот человек!». Я упомянул также о миллеровской коллекции флейт, и это вызвало у него большой интерес.

В конце беседы я спросил, не объяснял ли ему когда нибудь Майкельсон, как он пришел к изобретению своего интерферометра. Его ответ был отрицательным. Мне кажется, сказал я, что эта идея возникла в Париже, где он работал с Жаменом и Маскаром. Он согласился с тем, что это весьма вероятно и что основные идеи Майкельсона относительно потсдамского опыта также возникли в Париже. «Как много идей оптических исследований было выдвинуто Майкельсоном!»,—воскликнул он. Затем Эйнштейн спросил, что я думаю о предполагаемой изменчивости скорости света [19]. Я ответил, что существование такого эффекта не кажется мне реальным.

Я ушел после часа приятного и вдохновляющего общения с этим великим человеком, столь сердечным и приветливым, интересы которого были только в поисках истины.

2 ФЕВРАЛЯ 1952 г.

Выехав из Нью-Йорка поездом в 9.15, я в 10.40 был в Принстоне и на такси приехал в Институт фундаментальных исследований.

Телефонистка сообщила мне, что секретарь Эйнштейна передал по телефону, что Эйнштейн придет в Институт повидаться со мной. «Он ждет Вас»,— сказала она. В 10.55 я увидел, что он бодро шагает мимо белого дома Оппенгеймера, в вязаной шапочке, длинной куртке и с сигаретой. Он вошел, переговорил с телефонисткой и быстро прошел по коридору к дверям своего кабинета, где я ждал его. Протянув

*) Замечание, добавленное в июне 1962 г.: Наша дальнейшая работа [28] позволила установить, что различия связаны с тем, что температурные условия в лаборатории Института Кэйза и на Маунт-Вилсон сильно отличаются.

**) Это объясняется соотношением между наблюдаемым смещением полос (A) и вычисленной скоростью (v) : $A = 2L\,(v/c)^2$, где L есть оптическая длина пути в интерферометре, а c — скорость света.

***) Наш окончательный вывод [28] оказался другим

руку, он очень сердечно пригласил меня зайти. По-видимому, он засунул сигарету в карман своей куртки, и после того, как мы разделись, у него что-то загорелось. Когда я поблагодарил его за то, что он пришел повидаться со мной, он сказал: «Я всегда прихожу сюда». Он сел за стол и пригласил меня сесть. Затем, в очень дружеском тоне, спросил: «Какие у Вас вопросы?»

Я спросил, слышал ли он о недавней работе Синга [20]. Узнав, что она ему неизвестна, я рассказал о нашей переписке и о том, ка́к я понимаю теорию Синга, рассматривающую проблему жесткого тела в теории относительности, и возможную связь этой проблемы с результатом Миллера в опыте Майкельсона — Морли. Он ясно чувствовал, что подход Синга не может иметь значение и что результаты любых опытов такого типа, которые предлагает Синг, не имеют отношения к вопросам теории относительности, в том числе и к релятивистской проблеме жесткого тела. Когда я заметил, что Синг предсказал небольшой положительный эффект, связанный с ускорением интерферометра, Эйнштейн спросил: «Какое ускорение, вращение прибора?» И когда я ответил, что, по-моему, это ускорение, обусловленное вращением Земли вокруг своей оси и передающееся интерферометру благодаря возможной связи через установочный «штырь», *он покачал отрицательно головой и ответил: «Это не может быть связано.* Все ускорения такого типа, включая все связанное с силами Кориолиса, совершенно неотличимы от тяготений». Эйнштейн был совершенно убежден в том, что подход Синга не имеет значения. Он считал, что даже положительный результат опыта, если бы он был сделан [21] *), совершенно не имел бы отношения к делу. Он был уверен, что в теории относительности все вопросы, имеющие отношение к связи «штыря» и жесткости аппаратуры, не имеют смысла. Он понимал, однако, что проблема «жесткости» весьма существенна и требует изучения. Он уделил еще некоторое внимание этой проблеме в теории относительности, признавая ее значение для таких вопросов, как конечная скорость распространения сигналов и т. д. Он сказал, однако, что не существует ни правильного определения, ни теории жесткости, которые соответствовали бы реальности, так как единственные изученные жесткие тела либо не имеют массы, либо это такие тела, чьи свойства должны рассматриваться в отсутствие всех внешних сил.

Затем он вернулся к моему первоначальному сообщению о том, что «положительный результат опыта Миллера, полученный на Маунт-Вилсон, может быть объяснен способом анализа экспериментальных данных, и он уверен, что это более приемлемое объяснение, чем предлагаемое Сингом». Он опять повторил мне, что Лоренц никогда не мог объяснить результат Миллера и чувствовал, что его нельзя игнорировать, но он, Эйнштейн, не убежден в том, что Лоренц верил в результат Миллера. Я спросил у Эйнштейна, оправданы ли попытки Синга решить проблемы, касающиеся ускорения, с помощью специальной теории относительности, и он ответил: «О, конечно, все это законно, пока не появляется гравитация; во всех остальных случаях применима специальная теория. Хотя, по-видимому, общая теория представляет собой лучший подход к проблеме, ее применение не является необходимым».

Затем я задал вопрос относительно его берлинской речи 1931 г., произнесенной по поводу смерти Майкельсона. Меня интересовали его высказывания об опыте Майкельсона — Морли и о его связи со специальной теорией относительности. По-видимому, он забыл эту речь и тем более то, что́ он сказал. Однако при воспоминании о Майкельсоне его глаза засветились, и он снова отозвался о нем, как о «художнике». Я сказал ему, что дочь Майкельсона (госпожа Дороти Майкельсон Стивенс) рассказывала мне о посещении Эйнштейном дома своих родителей в Калифорнии. В ответ он широко улыбнулся, было видно, что это воспоминание доставляет ему большое удовольствие. Он весьма лестно отзывался об опыте Майкельсона — Гэйла, но признался, что в начале он не понимал, как этот опыт был сделан.

Я снова вернулся к предполагаемому опыту Синга, сравнив возможное различие в приборах Миллера и Иооса [22] в отношении «штыря», но он только кивал головой. По-видимому, он совершенно забыл работу Иооса.

Наконец, я спросил Эйнштейна, интересовался ли он в ранние годы работой де-Бройля. Он ответил, что при исследовании вырождения газов им была разработана теория статистических флуктуаций, исходившая из представления об энтропии, содержащей «колебательный терм», и было показано, что это имеет непосредственное отношение к идее де-Бройля о волнах материи [23].

Затем он перешел к тому, что в квантовой теории он находится «в оппозиции», так как чувствует, что ψ-функция не отвечает реальности. Он рассматривает квантовую механику как великолепный «кратчайший путь», который позволяет с успехом обойти многие трудности и избежать тяжелой работы, которая должна быть выполнена при решении проблем, которые поставит правильная теория. Он подробно говорил об описании с помощью ψ-функции, в особенности о связи такого описания с волновым пакетом, локализующим электрон в области, допустимой принципом неопределенности

---

*) Такой опыт, придуманный Дитчберном, опять привел к нулевому результату для эфирного ветра [21].

(при этом он не называл этот принцип и не упомянул о Гейзенберге). Но вообще ему не нравится описание положения, скорости, расползание ψ-функции во времени и т. д. Он подчеркивает, что квантовая теория приходит к точному определению положения частицы с помощью акта наблюдения, который совершенно меняет это положение. Он готов признать, однако, что квантовая теория дает единственный известный в настоящее время способ для описания квантованных (стационарных) состояний. Он чувствует, что описание с помощью ψ-функции не является «реальностью» и что создатели квантовой теории обнаруживают «узость взгляда» (он приблизил руки к глазам, чтобы показать мне это). Утверждая, что квантовый подход не является совершенным, он обращает внимание на то, что эта теория не объясняет постоянство элементарного электрического заряда. Он прибавил, однако, что «разумно применять квантовую теорию до тех пор, пока это дает плоды, даже если она не является совершенным описанием». Он прибавил, что Оппенгеймер считает, что квантовая теория дает полное решение, но прибавил: «Я очень мало говорил с ним об этом». Эйнштейн был уверен, что окончательная правильная теория должна исходить из общей теории относительности (он сказал также, что его собственные попытки в этом направлении, вероятно, ошибочны).

Затруднения квантовой теории усиливаются в теории ядра, которую Эйнштейн считает безнадежной в ее теперешнем состоянии. Он чувствует, что простое увеличение фактов и экспериментальных данных в ядерной физике не способно ни разъяснить ситуацию, ни привести к правильной окончательной теории. Это сильно противоречит господствующей точке зрения, что экспериментальные факты позволят обнаружить закономерности и тем самым дадут нить, которая приведет к теоретическому решению проблемы. Он полностью несогласен с такой точкой зрения и опять подчеркивает, что даже в атомных проблемах описание, которое дает квантовая механика, не является удовлетворительным. Мы говорили о больших машинах, используемых в ядерной физике. Он высказал опасение, что они создают реальную опасность для научного метода. Они делают нас «рабами метода», а при этом новые идеи могут быть потеряны или никогда не обнаружены *).

Я спросил, видел ли он в «Nature» работу Дирака [24] об эфире. Он не видел и спросил меня о ней. Я кратко рассказал содержание работы, и когда я упомянул о связи между принципом неопределенности и невозможностью установить единственную систему отсчета в пространстве, он сказал: «Мне это не нравится». Он сказал далее, что если пространство нужно наделить свойствами до помещения в него материи и до появления уравнений поля, то у вас возникает необходимость в эфире, но что такой необходимости нет. Затем он стал объяснять, почему «уравнения Максвелла не являются реальностью», но это осталось для меня неясным.

Затем он вернулся к Сингу и его работе и спросил меня, не является ли он в некоторой мере философом. Он повторил снова, что нет необходимости в новых экспериментах и что результаты, которые Синг может получить, не будут относиться к делу. Он предостерег меня от опытов такого рода.

Когда я покидал Эйнштейна, он показался мне сильно постаревшим. Его глаза также глубоко освещались улыбкой, но не были такими же ясными, как раньше. Его руки казались немощными, и когда я спросил, играет ли он еще на скрипке (на столе лежала партитура Брамса), он ответил: «Нет, мои пальцы не могут больше работать». Я поблагодарил его за то, что он уделил мне время, но он замахал руками в знак протеста. Затем мы обменялись рукопожатиями, он улыбнулся и я ушел.

24 ОКТЯБРЯ 1952 г.

В прекрасный октябрьский день я шел к Эйнштейну, который жил в доме 112 по Мерсер-стрит. Секретарь Эйнштейна поздоровался со мной и проводил на второй этаж в задней части дома, где был кабинет Эйнштейна. Это была простая и приятная комната, с открытыми белыми книжными полками вдоль стен. Полки были заполнены в некотором беспорядке книгами, оттисками и бумагами. Из больших окон в задней части комнаты открывалась далекая перспектива и были видны деревья, стоявшие в уборе поздней осени. Мое внимание привлекли висевшие на стене портреты Максвелла и Фарадея. Когда я вошел, Эйнштейн сидел на прилегающей к комнате веранде, но он сразу же прошел в кабинет и дружески принял меня. Он пригласил меня сесть за его стол, и я рассказал ему о планах празднования Сотой годовщины со дня рождения Майкельсона в Институте Кэйза, где я предполагал говорить о его работе, особенно об опытах с интерферометром. Он широко улыбнулся и выразил свое большое удовлетворение от того, что мы это сделаем. Он сказал: «Я всегда считал Майкельсона художником в науке. Наибольшую радость ему доставлял сам опыт и изящность применяемых методов. Он никогда не считал себя „профессионалом“ в науке, и он действительно не был им; он всегда оставался „художником“.

*) Следует помнить, что это было десять лет назад!

Я спросил у Эйнштейна, где он впервые услышал о Майкельсоне и о его опыте. Он ответил: «Я не могу сейчас с уверенностью сказать, при каких обстоятельствах я впервые узнал об опыте Майкельсона. Я не уверен в том, что он непосредственно повлиял на меня в течение семи лет, когда относительность была моей жизнью. Насколько я помню, я воспринял результат Майкельсона как нечто само собой разумеющееся». Однако Эйнштейн сказал, что в течение 1905—1909 гг. он много думал о результате Майкельсона во время дискуссий, которые происходили у него с Лоренцем и другими при размышлениях над общей теорией относительности. Ему теперь кажется (так он сказал мне), что он был уверен в результатах Майкельсона до 1905 г. частично из статей Лоренца, а в еще большей степени потому, что он отнесся к этому результату как к очевидному.

Я рассказал Эйнштейну, как мой отец вспоминал, что в бытность его студентом опыт Майкельсона — Морли считался ошибочным и что Морли был в некотором роде предметом сожаления. Он энергично покачал головой и сказал: «Никто не должен так говорить? Многие отрицательные результаты не имеют большого значения, но опыт Майкельсона дал действительно великий результат, который доступен пониманию каждого».

Эйнштейн считал, что современные физики должны уделять значительно больше внимания изучению работ Лоренца. Он считал, что Максвелл не придал электромагнитной теории достаточно хорошей формы и что теория была применима только к вакууму. Это стало ясно после работы Лоренца, который показал, что электрическое поле и смещение всегда связаны друг с другом свойствами среды и что теория должна исходить из этих свойств или найти их предварительно. Вклад, который Лоренц совершил в этой области, был, по мнению Эйнштейна, его великим достижением. Его доказательство того, что в сущности существуют не четыре, а скорее только два поля является достижением величайшего исторического значения.

Он чувствует,— сказал Эйнштейн,— что историей развития идей в науке пренебрегают. Ему неинтересна история фактов — когда, кто это сделал и т. д., его волнует эволюция идей: «Большинство ученых не отдает себе отчет в том, что состояние науки в настоящий момент может и не оставить глубокого следа в будущем». Я спросил, не является ли вероятным, что следующие большие успехи в физике находятся в гораздо более отдаленном будущем, чем предполагает большинство «прорицателей». Он засмеялся и сказал: «Да, да, все они хотят получить свой результат слишком малой ценой».

Эйнштейн снова повторил, каким прекрасным опытом он считает «опыт Майкельсона с вращением Земли» (опыт Майкельсона — Гэйла). Он считает его одним из самых прекрасных опытов в физике; после опыта Майкельсона — Морли — это величайший успех Майкельсона. Эйнштейн сказал: «Майкельсон не мог остановить вращение Земли или изменить направление ее вращения, но он достиг того же результата, воспользовавшись большим путем и малым путем (жестикуляция). В действительности нельзя считать самоочевидным, что это дает тот же результат, что и остановка Земли». (Здесь Эйнштейн засмеялся с неподдельным удовольствием.) Затем Эйнштейн упомянул об опыте с земным увлечением [25], который ему тоже очень нравился. «Этот опыт для него (Майкельсона) необычен, но предложенный им оптический метод обеспечил успех измерений».

Я спросил Эйнштейна, может ли он объяснить, почему в Институте Кейза Майкельсон прежде всего повторил опыт Физо в движущейся воде и лишь после этого повторил свой собственный потсдамский эксперимент. Эйнштейн ответил, что ему кажется весьма естественным, что Майкельсон выполнил опыт Физо, и что это ясно указывает, что «Майкельсон понимал всю проблему в целом и глубоко размышлял над всеми ее аспектами. Опыт Физо и его результаты имеют настолько фундаментальное значение, что улучшенное повторение этого опыта было во всех случаях весьма желательным». Я спросил Эйнштейна, считает ли он, что в то время могли быть серьезные сомнения в результатах Физо, и он ответил: «Каждый опыт следует повторить и улучшить если это возможно». Несколько раз он повторял: «Я любил Майкельсона».

Я сказал Эйнштейну, что Майкельсон в своих лекциях по оптике для студентов Института Кэйза не упоминал о результатах своего собственного потсдамского опыта и даже не рассказывал о своем интерферометре. Эйнштейн считал естественным, что преподаватель преподносит своим студентам только полностью установленные факты. Он прибавил, что если бы ему пришлось читать лекции по теоретической физике, он не стал бы ссылаться на свои работы, которые имеют более спекулятивный характер, и оставил бы их для тех слушателей, которые могут считаться «знатоками» и которые способны понять, что многие вещи еще далеки от окончательного решения.

Я спросил Эйнштейна о трех знаменитых работах 1905 г. [26] и о том, как случилось, что все они появились сразу. Он сказал, что работа по специальной теории относительности «была его жизнью в течение более чем семи лет и это было главной работой». Однако, прибавил он тут же, и работа по фотоэлектрическому эффекту (в течение мгновения он не мог вспомнить английское слово) была результатом пятилетних

размышлений и попыток объяснить планковские кванты более непосредственным образом. Он дал мне понять, что работа по броуновскому движению была существенно более легким делом. «Мне пришел в голову простой способ объяснения, и я проделал это» *).

Я заметил, что части аппаратуры Майкельсона — Морли потеряны и что даже с определенностью не установлено точное место, где эти опыты производились. В ответ на это он улыбнулся и пожимая плечами заметил мне, что физики не занимаются сохранением и коллекционированием подобно тому, как это делают любители старых книг, но что вещью, значение которой сохранится навсегда, является идея.

Эйнштейн сказал мне, что Майкельсону не нравилась теория относительности. Он говорил это Эйнштейну, который слышал об этом также от других. Эйнштейн засмеялся и добавил: «Вы знаете, что мы были хорошими друзьями?» Майкельсон признавался Эйнштейну, что он немного сожалеет о том, что его собственная работа способствовала возникновению этого «монстра». Затем Эйнштейн стал объяснять мне, насколько естественно было такое отношение для Майкельсона и что оно объясняется просто тем, что притягательную силу для него имели непосредственные опытные факты, и что как раз по этой причине ему не нравились абстракции. Я заметил, что в определенном смысле это похоже на отношение Гете к теории цветов. На это Эйнштейн сказал: «Отношение Майкельсона не было столь крайним, иначе он не был бы физиком». Он прибавил также, что для Гете каждое наблюдение природы было глубоким и непосредственно личным психологическим переживанием, несовместимым с вмешательством научных абстракций. Многие рассуждения о цвете, произведенные Гете, весьма полезны, и если не считать его безрассудных нападок на Ньютона, он сделал реальный вклад в учение о цвете, особенно для искусства [27].

Эйнштейн еще немного поговорил о квантовой теории и прибавил: «Вы знаете, что сейчас я являюсь еретиком (смех), но я верю, что настанет время, когда мои взгляды будут признаны верными. Видите ли, дело в том, что бог не пользовался теорией вероятности». Он высоко ценил попытку Бома, но был уверен в том, что его работа неверна. «Он получает свой результат слишком легко». Эйнштейн заметил, что Бом не был реабилитирован, так как он отказался дать свидетельские показания против других людей. Эйнштейн с горечью говорил о позорном поведении родственника Розенбергов, который спас свою жизнь ценой их жизни. Относительно известности Эйнштейн заметил, что его известность не является заслуженной. Но уж если он обладает ею, он должен использовать ее в добрых целях. Другого использования известности он себе не представляет. Во время разговора он чаще всего смотрел на меня, но иногда его взор устремлялся вдаль на землю, покрытую осенними листьями. Когда он задумывался, его большие брови находились в движении, но затем его глаза освещались и он снова возвращался к беседе.

Наступило время прощаться. Я поблагодарил его и ушел с дорогим воспоминанием о том, как он сидит с пледом на коленях, о его искренней улыбке, мальчишеском смехе и о сердечности и дружелюбии, идущих от ума и сердца.

Он проводил меня до двери кабинета, пожал руку, улыбнулся и поблагодарил за посещение. Мисс Дюкас находилась в холле, когда я вышел. Я надеялся, что не слишком утомил его.

11 ДЕКАБРЯ 1954 г.

Я приехал в Принстон поездом в 10.45 из Нью-Йорка и позвонил секретарю Эйнштейна из Принстонской гостиницы. Она ответила, что Эйнштейн хочет меня видеть, но сейчас здесь врач; было бы лучше, если бы я прибыл через полчаса. Разумеется, я согласился и появился в доме 112 по Мерсер-стрит в 11.30. Я оставил пальто и ручной чемодан в нижнем холле, и мисс Дюкас провела меня наверх в заднюю часть дома, где находился кабинет Эйнштейна. Он поднялся со своего кресла, пожал мне руку и сердечно поздоровался. Он начал нашу беседу, сказав мне, что находит наши доводы убедительными и «работу очень хорошей». Затем он «рассказал мне одну историю». Несколько лет тому назад, на съезде, происходившем в Институте фундаментальных исследований, обсуждали результат Миллера, и Эйнштейн заметил: «Бог суров с нами, но не злобен [29] **). Я уверен, что результат Миллера имеет объяснение». И вот теперь такое объяснение существует (продолжительный смех профессора Эйнштейна). Эйнштейн снова повторил, что он уверен в том, что мы нашли объяснение и что это всем понравится. Я рассказал, что профессор Дайсон произвел некоторые

---

*) Разумеется, работа Эйнштейна над проблемами броуновского движения потребовала огромных усилий. Эйнштейн много работал над проблемами броуновского движения. См. его архив по этим работам, изданный Р. Фюртцем (Methuen and Co., London, 1926).

**) На камине в холле Принстонского института приведены почти те же слова Эйнштейна: «Raffiniert ist der Herr Gott, aber boshaft ist er nicht» («Бог изощрен, но не злобен»).

оценки, которые мы использовали для улучшения наших корреляций с температурными условиями. Эйнштейн попросил рассказать об оценках Дайсона, и я рассказал ему о формуле $\overline{\Delta T} = Av \cdot \overline{T} - T_i$ $(i = 1, 2, 3, 4)$. Эйнштейн считал это хорошим советом и спросил о том, какое он оказал действие. Я сказал, что это помогло во всех случаях, кроме одного; он ответил: «Этого следовало ожидать». Я рассказал ему, что профессор Миллер передал мне свои данные и что я рад, что мы сможем оправдать его надежды и извлечь их этих данных кое-что. Он опять сказал, что думает, что мы наконец решим эту задачу. Затем он заметил, что увеличение размеров прибора, вероятно, было ошибкой: «Вы увеличиваете трудности и выигрываете слишком мало». Он спросил меня также, почему никто не применил вакуума в длинном плече, чтобы избавиться от температурных эффектов. Я ответил, что это мне неизвестно, но что Иоос [22] сумел продвинуться дальше, воспользовавшись гелием. Кеннеди [29] достиг почти того же результата.

Я начал объяснять, почему мне кажется необходимым проникнуться «духом эксперимента» и что для этого необходимо побывать в лаборатории на Маунт-Вилсон. Он полностью со мной согласился, сказав что без этого мне действительно не удасться правильно понять суть исследований. Однако, добавил он, предположение о том, что на бо́льших высотах существует бо́льший эфирный ветер невозможно согласовать с явлениями астрономической аберрации.

Мы поговорили немного о Майкельсоне, и он опять повторил, что считает его «замечательным человеком». «При этом,— добавил Эйнштейн,— он не раз говорил мне, что ему не нравятся теории, которые следуют из его работы» (продолжительный смех Эйнштейна).

Мы смотрели из окон на голые декабрьские деревья, и я почувствовал, что мой визит затянулся. Я просил его не вставать, прощаясь со мной, но он не послушался. Я задержал взгляд на портретах Фарадея и Максвелла, висевших на стенах его кабинета. Он говорил о них с высоким уважением и заметил, что ему особенно нравится портрет Фарадея. Я сказал, что у меня есть его последняя книга и что я наслаждаюсь ее чтением, особенно тем уважением, которое он высказывает там Лоренцу (в связи со столетием со дня рождения). Он стал очень серьезным и сказал: «Люди не представляют себе, сколь велико было влияние Лоренца на развитие физики. Нельзя вообразить, как пошло бы ее развитие без великих вкладов, совершенных Лоренцем».

Мы попрощались, и я направился в нижний холл, а он следовал за мною, заметив (только сейчас), что чувствует себя не слишком хорошо и что у него «сильная анемия». На площадке этажа мы снова обменялись рукопожатием, и он улыбнулся с тем же глубоким и умиротворенным выражением, с которым он вначале здоровался со мной, потряс мою руку, а затем поднял свою в виде приветствия и сказал: «До свидания».

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. R. S. Shankland, Amer. J. Phys. **17**, 487 (1949).
2. H. A. Lorentz, Arch. Nidrl. **2**, 168 (1887) и более поздние работы.
3. A. Einstein, Ann. d. Phys. **17**, 891 (1905).
4. G. Holton, Amer. J. Phys. **28**, 627 (1960).
5. J. Bradley, Phil. Trans. Roy. Soc. (London) **35**, 637 (1728); G. B. Airy, Proc. Roy. Soc. (London) **20**, 35 (1871); **21**, 121 (1873).
6. H. L. Fizean, Compt. rend. **33**, 349 (1851); Ann. Chem. Phys. **57**, 385 (1859).
7. A. A. Michelson and E. W. Morley, Amer. J. Sci. **31**, 377 (1886).
8. P. Zeeman, Proc. Amsterdam Acad. **17**, 445 (1914); **18**, 398 (1915).
9. A. Michelson, Nature **21**, 314 (1880); Proc. Roy. Soc. (London) **A30**, 109 (1885).
10. W. Ritz, Ann. d. Chem. Phys. **13**, 145 (1908).
11. W. C. de Sitter, Proc. Amsterdam Acad. **15**, 1297 (1913); **16**, 395 (1913).
12. D. C. Miller, Proc. Natl. Acad. Sci. (U. S.) **11**, 311 (1925).
13. R. Tomaschek, Ann. d. Phys. **73**, 105 (1924).
14. A. Einstein, Phys. Zs. **10**, 185 (1909).
15. A. A. Michelson and H. G. Gale, Astrophys. J. **61**, 137, 140 (1925); Nature **115**, 566 (1925).
16. G. Sagnac, Compt. rend. **157**, 708 (1910); J. Phys. **4**, 177 (1914).
17. P. Arthur-Schilpp, Albert Einstein als Philosopher and Scientist, Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949.
18. D. C. Miller, Revs. Modern Phys. **5**, 203 (1933) и первичные записи данных, переданные Миллером автору.
19. R. T. Birge, Reports. Progr. Phys. **8**, 100 (1941).
20. J. L. Synge and G. H. F. Gardner, Nature **170**, 243 (1952), а также Proc Roy. Dublin Soc. **26**, 45 (1952).

21. R. W. Ditchburn and O. S. Heavens, Nature **170**, 705 (1952)
22. G. Joos, Ann. d. Phys. **7**, 385 (1930); Naturwiss. **38**, 784 (1931).
23. A. Einstein, Berliner Berichte, 1924, стр. 261, 1925, стр. 3.
24. P. A. M. Dirac, Nature **168**, 906 (1951).
25. A. A. Michelson and H. G. Gale, J. Ged. **27**, 595 (1919).
26. A. Einstein, Ann. d. Phys. **17**, 132, 549, 891 (1905).
27. J. W. von Göhte, Nachtrage zur Farbenlehre, 1810.
28. Это был окончательный вариант работы, впоследствии опубликованной: R. S. Shankland, S. W. McCuskey, F. C. Leone, G. Kuerti, Revs. Mod. Phys. **26**, 167 (1955).
29. R. J. Kennedy, Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. **12**, 621 (1926); Astrophys. J. **68**, 367 (1928).
30. A. Einstein, Ideas and Opinions, Crown. Publ. Comp., New York, 1954, стр. 73; см. также: G. L. de Haas-Lorentz, H. A. Lorentz, North-Holland Publ. Comp., Amsterdam, 1957, стр. 5.