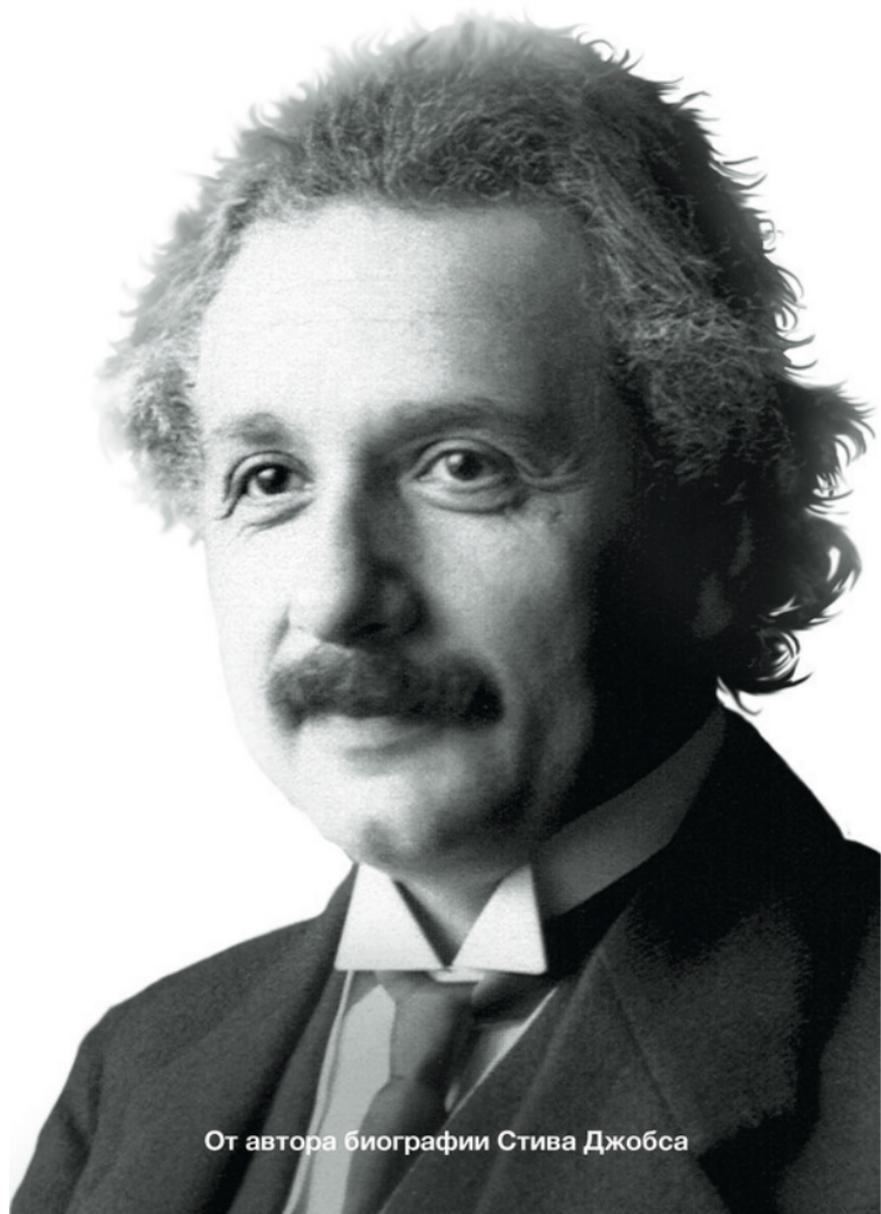


Уолтер Айзексон Альберт Эйнштейн



От автора биографии Стива Джобса

Уолтер Айзексон Эйнштейн. Его жизнь и его Вселенная

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=9740253

Альберт Эйнштейн: его жизнь и его Вселенная: АСТ: CORPUS; Москва;

2019

ISBN 978-5-17-079635-9

Аннотация

Уолтер Айзексон, автор знаменитой биографии Стивена Джобса, написал книгу об одном из самых известных ученых XX века, Альберте Эйнштейне. Он не только подробно и доступно изложил суть научных концепций и открытий автора теории относительности, но и увлекательно рассказал об Эйнштейне-человеке. В книге приводится множество документальных материалов – письма, воспоминания, дневниковые записи. Перед нами встает образ удивительно талантливого человека, мечтателя и бунтаря, гуманиста и мыслителя.

Содержание

Благодарности	9
Основные действующие лица	17
Глава первая	27
Глава вторая Детство	42
Швабия	42
Мюнхен	48
Школа	57
Арау	75
Глава третья	92
Наглый ученик	92
Вненаучные увлечения	103
Милева Марич	113
Окончание Политехникума, август 1900 года	124
Глава четвертая	131
Летние каникулы 1900 года	131
Первая опубликованная работа	143
Мучения безработного	147
Озеро Комо, май 1901 года	158
Диспуты с Друде и другими учеными	165
Лизерль	176
Патентное бюро	185
“Академия Олимпия”	191
Брак с Милевой	201

Глава пятая	211
Начало нового века	211
Кванты света, март 1905 года	219
Докторская диссертация: размер молекул, апрель 1905 года	235
Броуновское движение, май 1905 года	239
Глава шестая	247
История вопроса	247
Путь Эйнштейна к теории относительности	259
“Индукция и дедукция в физике”	266
Два постулата	273
Прорыв	282
“К электродинамике движущихся тел”	293
Жена-соавтор?	311
Заключительная кода $E = mc^2$, сентябрь 1905 года	317
Глава седьмая	323
Признание	323
Эквивалентность гравитации и ускорения	334
Профессор	343
Конец ознакомительного фрагмента.	353

Уолтер Айзексон Альберт Эйнштейн: его жизнь и его Вселенная

© Walter Isaacson, 2007

© И. Каганова, перевод на русский язык (гл. 12–25), 2015

© Т. Лисовская, перевод на русский язык (гл. 1–11), 2015

© А. Бондаренко, художественное оформление, макет,

2015

© ООО “Издательство Аст”, 2015

* * *

*Моему отцу, самому умному, доброму и
порядочному человеку из всех, кого я знаю*



В Санта-Барбаре, 1933 г.

*Жизнь – как езда на велосипеде. Чтобы сохранить равновесие, ты должен двигаться.*¹²

¹ Документы и письма Эйнштейна до 1920 года опубликованы в многотомном издании *The Collected papers of Albert Einstein*. Они цитируются в соответствии с датами, указанными в этом издании. Ссылки на неопубликованные материалы, хранящиеся в Архивах Альберта Эйнштейна (AEA), соответствуют номеру хранения в этих архивах. В ряде случаев, особенно если раньше документ не публиковался, я использую переводы, сделанные для меня Джеймсом Хоппесом и Наташей Хоффмейер.

² Письмо Эйнштейна Эдуарду Эйнштейну, 5 февраля 1930 г. В это время состояние Эдуарда, страдавшего психическим заболеванием, ухудшалось. Точная цитата: *“Beim Menschen ist es wie beim Velo. Nur wenn er faethrt, kann er bequem die Balance halten”*. Более близкий к тексту перевод этой фразы таков: “С людьми происходит то же, что и при катании на велосипеде. Только двигаясь, удобно поддерживать равновесие”. Предоставлено Барбарой Вольф, Архивы Эйнштейна, Иерусалим.

$$\int F(x, y, \dot{x}, \dot{y}) \left| \frac{dt}{ds} \right| ds = \int F\left(x, y, \frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}\right) ds$$

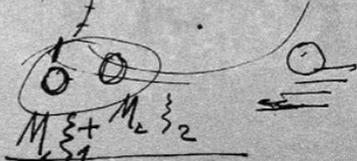
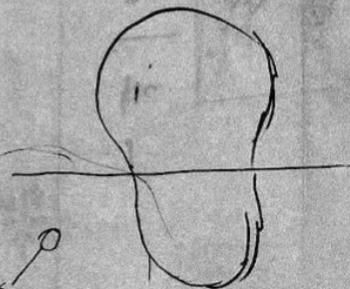
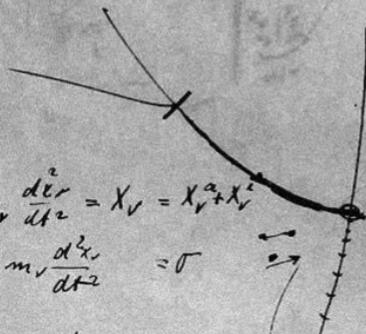
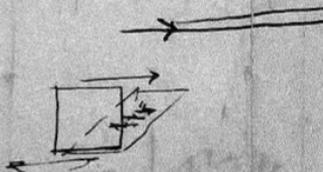
$$F(x, y, \dot{x}, \dot{y}) \frac{dt}{ds} = F\left(x, y, \dot{x} \frac{dt}{ds}, \dot{y} \frac{dt}{ds}\right)$$

$$\sum_v \left| \begin{aligned} m_v \frac{d^2 r}{dt^2} &= X_v = X_v^a + X_v^i \\ \sum m_v \frac{d^2 x_i}{dt^2} &= 0 \end{aligned} \right. \Rightarrow$$

$$\frac{d}{dt} \left(\sum m_v \frac{dx_i}{dt} \right) = 0$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} \sum m_v x_v = 0$$

$$M_1 \sum_{i=1}^3 + M_2 \sum_{i=2}^3$$



Благодарности

В работе над книгой мне помогало множество людей.

Диана Кормос Бухвальд, главный составитель сборника “Документы Эйнштейна”, сделавшая развернутые комментарии и исправления в многочисленных черновиках этой книги. Благодаря ей я получил быстрый и полный доступ к множеству новых бесценных документов, открытых для читателей только в 2006 году. Она помогла мне в них сориентироваться, была моим куратором и радушной хозяйкой во время моих посещений Калтеха, где я работал с документами проекта “Документы Эйнштейна”. К своей работе она относится со страстью, у нее отменное чувство юмора, что понравилось бы герою ее исследований.

Двое ее помощников тоже очень помогли мне сориентироваться в ставших недавно доступными документах и огромной массе неизученных архивных материалов: Тильман Зауэр подробно проверил и снабдил примечаниями эту книгу, особенно разделы, посвященные проблемам вывода Эйнштейном уравнений общей теории относительности и борьбы по созданию единой теорией поля, а Зеэв Розенкранц, редактор по вопросам истории издания “Документы Эйнштейна”, разъяснил отношение Эйнштейна к Германии и своему еврейскому происхождению. Раньше он был куратором архива Эйнштейна в Еврейском университете в Иеру-

салиме.

Барбара Вольф, которая теперь ведаёт этими архивами в Еврейском университете и которая тщательно проверила факты, изложенные на всех страницах рукописи и сделала как крупные, так и мелкие исправления. Она с самого начала предупредила, что у неё репутация придиры, но я очень благодарен ей за каждую обнаруженную неточность. Я также высоко ценю поддержку, оказанную Рони Гроссом – куратором архива.

Брайан Грин – профессор Чикагского университета и автор книги “Ткань космоса”, который был незаменимым другом и редактором. Он предложил многочисленные исправления, уточнил формулировки в разных научных фрагментах и прочитал окончательную версию рукописи. Он мастерски владеет и языком, и научным материалом. Он не только проводит свои исследования в области теории струн, но и с женой Трейси Дэй организует ежегодные фестивали науки в Нью-Йорке, которые помогают пробудить интерес к занятиям физикой, столь явственно ощутимый в его работе и книгах.

Лоуренс Краусс – профессор физики в независимом университете Кейс-Вестерн-Резерв и автор книги “Скрытое в зеркале”, который тоже прочитал мою рукопись, проверил разделы, касающиеся специальной теории относительности и космологии, и сделал много дельных предложений и исправлений. Он тоже настолько увлечен физикой, что заража-

ет энтузиазмом окружающих.

Краусс помог мне найти помощника, Крейга Дж. Копи, – своего подопечного из университета Кейс-Вестерн-Резерв, где тот читает курс теории относительности. Я нанял его, и он проверил все, что касается науки и математики, в рукописи, и я благодарен ему за тщательную редактуру.

Дуглас Стоун – профессор физики в Йельском университете, который тоже проверил научные разделы книги. Он занимается физикой твердого тела и сейчас пишет интересную книгу о вкладе Эйнштейна в квантовую механику. Кроме того что он проверил научные разделы, он помог мне написать главы о работе Эйнштейна 1905 года по световым квантам, квантовой теории, статистике Бозе – Эйнштейна и кинетической теории.

Мюррей Гелл-Манн, лауреат Нобелевской премии по физике 1969 года, который с начала и до конца написания книги был замечательным и неравнодушным советчиком. Он помог мне переделать первоначальный черновик книги и поправил главы о теории относительности и квантовой механике, а также внес изменения в черновики тех глав, где описываются возражения Эйнштейна по поводу неопределенности в квантовой механике. Благодаря сочетанию эрудиции и юмора в его характере, а также пониманию характеров героев книги общение с ним доставило огромную радость.

Артур И. Миллер – почетный профессор истории и философии науки из Университетского колледжа Лондона, автор

книг “Эйнштейн, Пикассо” и “Империя звезд”. Он читал и перечитывал разные варианты моих научных глав и помог сделать многочисленные исправления, особенно в рассказе о создании Эйнштейном специальной теории относительности (тема, по которой он написал основополагающую работу), общей теории относительности и квантовой теории.

Сильвестр Джеймс Гейтс-младший – профессор физики в Мэрилендском университете, который согласился прочесть мою рукопись во время своего приезда в Аспен на конференцию по Эйнштейну. Он тщательно отредактировал рукопись, сделал глубокие замечания и переформулировал некоторые научные утверждения.

Джон Д. Нортон, профессор Университета Питтсбурга, специализирующийся на анализе хода мыслей Эйнштейна при создании им специальной и общей теорий относительности. Он прочитал соответствующие главы моей книги, отредактировал их и сделал полезные комментарии. Я благодарен также за советы двум его ученикам, также специализирующимся на работе Эйнштейна над этими теориями, – Юргену Ренну из Института Макса Планка в Берлине и Мишелю Яннсену из Университета Барселоны.

Джордж Странахан, основатель Физического центра в Аспене, который также согласился прочесть и проверить рукопись. Особенно полезна была его редакция разделов, посвященных световым квантам, броуновскому движению, истории создания и сущности специальной теории относи-

тельности.

Роберт Ринасиевич, философ науки из Университета Хопкинса, прочитавший многие научные разделы и сделавший полезные предложения по описанию проблем общей теории относительности.

Н. Дэвид Мермин – профессор теоретической физики из Корнельского университета, автор книги “О времени: постигая теорию относительности Эйнштейна”, который отредактировал и внес правку в окончательный вариант глав 1, 5 и 6, посвященных статьям Эйнштейна, вышедшим в 1905 году.

Джералд Холтон, профессор физики из Гарварда, который одним из первых начал изучать наследие Эйнштейна и до сих пор является в этой области авторитетом. Мне очень лестно, что он захотел прочитать эту книгу, сделал замечания и великодушно одобрил работу. Помог также и его коллега по Гарварду Дадли Хершбах, который сделал очень много для развития научного образования. И Холтон, и Хершбах внесли полезные замечания, прочитав черновик, и провели несколько часов со мной в кабинете Холтона, обсуждая предложения и уточняя описания исторических персонажей.

Эштон Картер, профессор международного права из Гарварда, который любезно прочитал и проверил первоначальный вариант книги. Фриц Штерн, автор сборника “Немецкий мир Эйнштейна”, который одобрил мою рукопись и дал советы в начале работы. То же самое сделал и Роберт Шульман, один из первых редакторов проекта “Документы Эйнштей-

на”. А Джереми Бернштейн, который написал множество прекрасных книг об Эйнштейне, предупредил меня о том, как сложно порой понять научные результаты. Он оказался прав, и я благодарен ему за это.

Кроме того, я попросил двух преподавателей физики старших классов порекомендовать мне книгу, понятную тем, кто в последний раз имел дело с физикой в старших классах школы, чтобы я ее мог внимательно прочитать и убедиться, что я правильно разобрался в полученных результатах. Одна из них – Нэнси Стравински Айзексон – преподавала физику в Новом Орлеане, до тех пор пока, к сожалению, из-за урагана Катрин у нее не появилось больше свободного времени. Второй преподаватель, Дэвид Дербес, преподает физику в экспериментальной школе при Чикагском университете. Их замечания были очень глубокими, и они окажутся полезными для непрофессионального читателя.

Известно некое следствие принципа неопределенности, которое гласит, что, сколько бы раз ни прочитывали книгу, все равно в ней останутся какие-то ошибки. Вина за эти оставшиеся ошибки лежит на мне.

Прочтение рукописи неучеными тоже было очень полезно, и они, будучи непрофессионалами, сделали очень полезные замечания как по отдельным главам, так и по всей рукописи. Это и Уильям Майер, и Орвилл Райт, и Дэниел Окрент, и Стив Вайсман, и Строб Тэлботт.

В течение двадцати пяти лет Алиса Мэйхью из издатель-

ства *Simon&Schuster* была моим редактором, а Аманда Урбан – моим агентом в *ICM*. Я не могу себе представить лучших партнеров, и на этот раз они опять охотно помогали и сделали полезные комментарии к книге. Я также высоко ценю помощь Кэролин Рейди, Дэвида Розенталя, Роджера Лэйбри, Виктории Мейер, Элизабет Майер, Серены Джонс, Мары Лурье, Джудит Гувер, Джеки Сиу и Дана Слоуна из издательства *Simon&Schuster*. Я также благодарен Эллиот Равец и Патрисии Зиндулке за их постоянную поддержку на протяжении многих лет, Наташа Хоффмейер и Джеймс Хоппес перевели для меня немецкую переписку Эйнштейна и его тексты, особенно новые материалы, которые до сих пор не были переведены, и я очень ценю их усердие. Творческую работу по отбору фотографий для этой книги проделал и Джей Колтон, бывший фоторедактором выпуска журнала *Time*, посвященного человеку столетия (Эйнштейну).

У меня было еще два с половиной читателя, которые для меня были самыми ценными. Первым был мой отец Ирвин Айзексон, инженер, который привил мне любовь к науке и был самым лучшим учителем, которого я когда-либо встречал. Я благодарен ему за атмосферу, которую он и моя покойная мать создали для меня, а также моей блестящей и мудрой мачехе Джулианне.

Другим очень важным читателем была моя жена Кэти, умная и любознательная, с бездной здравого смысла, прочитавшая каждую страницу книги. И половинкой читателя – очень

ценной для меня – была моя дочь Бетси, которая, как обычно, прочитывала отдельные фрагменты моей книги. Хаотичность ее чтения компенсировалась уверенностью, с которой она делала свои заявления. Я люблю их обеих очень сильно.



VERSCHAFFELT	LAUE	RUBENS	GOLDSCHMIDT	HEYZEN	LINDEMANN	de BROGLIE	POPE	GRUNIGEN	HOSTELET		
HASENDRILL	JEANS	BRAGG	Miss CURIE	SCHAMBERG	ERHSTEN			ENJENSEN	LANGEVIN		
NERNST	RUTHERFORD	WIEN	J.J. THOMSON	WARRBURG	LORENTZ	BILLOUIN	BARLOW	KAMERLINGH OHNES	WOOD	GOUY	WEISS

Сольвеевский конгресс, 1911 г.

Основные действующие лица

Бессо, Мишель Анджело (1873–1955). Самый близкий друг Эйнштейна. Талантливый, но несобренный человек, инженер. Познакомился с Эйнштейном в Цюрихе, затем последовал за ним в Берн, поступив на работу в то же патентное бюро. Был резонатором идей Эйнштейна по специальной теории относительности, изложенных в статье 1905 года. Женился на Анне Винтелер, сестре первой возлюбленной Эйнштейна.

Бор, Нильс (1885–1962). Пионер квантовой теории родом из Дании.

На Сольвеевском конгрессе и последующих встречах интеллектуалов он оппонировал Эйнштейну, когда тот яростно возражал против его копенгагенской интерпретации квантовой механики.

Борн, Макс (1882–1970). Немецкий физик и математик. В течение сорока лет состоял в интереснейшей личной переписке с Эйнштейном. Пытался убедить Эйнштейна в правильности квантовой механики. Его жена Гедвига обсуждала с Эйнштейном личные вопросы.

Вайцман, Хаим (1874–1952). Химик, родившийся в России, эмигрировавший в Англию и ставший президентом Всемирной сионистской организации. В 1921 году он устроил первую поездку Эйнштейна в Америку, используя его как

приманку для сбора средств. Стал первым президентом Израиля, и этот пост после его смерти был предложен Эйнштейну.

Винтелеры. Эйнштейн столовался у них во время учебы в швейцарской деревушке Арау. Йост Винтелер преподавал ему историю и греческий язык, его жена Роза заменила Альберту мать. Из их семерых детей дочь Мари стала первой девушкой Эйнштейна, ее сестра Анна вышла замуж за лучшего друга Эйнштейна Мишеля Бессо, а брат Пауль женился на сестре Эйнштейна Майе.

Габер, Фриц (1868–1934). Немецкий химик, первым изобрел и применил химическое оружие в Первой мировой войне. Помог уговорить Эйнштейна перебраться в Берлин и стал посредником в спорах между ним и Марич. Еврей, обратившийся в христианство в попытке стать добропорядочным немцем, он уверял Эйнштейна в преимуществах ассимиляции до тех пор, пока нацисты не пришли к власти.

Габихт, Конрад (1876–1958). Математик и изобретатель-любитель, член “Академии Олимпия”, образованной тремя друзьями-интеллектуалами в Берне. Получатель двух знаменитых писем 1905 года от Эйнштейна, в которых сообщалось о скором выходе его статей в журнале.

Гейзенберг, Вернер (1901–1976). Немецкий физик. Пионер квантовой механики, сформулировавший принцип неопределенности, который Эйнштейн многие годы оспаривал.

Гильберт, Давид (1862–1943). Немецкий математик, в 1915 году наперегонки с Эйнштейном выведивший математические уравнения общей теории относительности.

Гроссман, Марсель (1878–1936). Однокашник Эйнштейна по Цюрихскому политехникуму. Добросовестно посещал все занятия и делился конспектами математических лекций с Эйнштейном. Впоследствии помог ему получить работу в патентном бюро. Позже стал профессором начертательной геометрии в Политехникуме и консультировал Эйнштейна в тех областях математики, которые были ему необходимы для вывода уравнений общей теории относительности.

Дукас, Хелен (1896–1982). Преданная Эйнштейну секретарша, охранявшая его как цербер. Соседка по дому с 1928 года и до его смерти, а после смерти – попечительница его наследия и документов.

Ленард, Филипп (1862–1947). Венгерско-немецкий физик, чьи экспериментальные наблюдения фотоэффекта были объяснены Эйнштейном в его работе 1905 года по световым квантам. Впоследствии стал антисемитом, нацистом и врагом Эйнштейна.

Лоренц, Хендрик Антон (1853–1928). Гениальный и мудрый голландский физик, чьи теории проложили путь к созданию специальной теории относительности. Для Эйнштейна стал непререкаемым авторитетом. **Марич, Милева** (1875–1948). Сербская студентка-физик Цюрихского по-

литтехникума, ставшая первой женой Эйнштейна. Мать Ганса Альберта, Эдуарда и Лизерль. С одной стороны, натура страстная и целеустремленная, преодолевшая многие (хотя и не все) препятствия, с которыми тогда сталкивались женщины, стремящиеся стать физиками. А с другой стороны – скрытная, со временем становившаяся все более мрачной.

С 1914 года жила отдельно от Эйнштейна, а в 1919 году они развелись. **Милликен, Роберт Эндрюс** (1868–1953). Американский физик-экспериментатор, который подтвердил закон фотоэлектрического эффекта Эйнштейна и уговорил его стать приглашенным ученым в Калифорнийском технологическом институте.

Минковский, Герман (1864–1909). Преподавал математику Эйнштейну в Цюрихском политехникуме, назвал его “ленивым щенком” и сформулировал математический аппарат специальной теории относительности в терминах четырехмерного пространства – времени.

Николай, Георг Фридрих, настоящая фамилия **Левинштейн** (1874–1964). Врач, пацифист, харизматичный авантюрист и бонвиван. Друг и доктор Эльзы Эйнштейн и, вероятно, любовник ее дочери Ильзы.

В соавторстве с Эйнштейном в 1915 году написал пацифистский трактат.

Пайс, Абрахам (1918–2000). Физик-теоретик голландского происхождения, работавший с Эйнштейном в Принстоне и написавший его научную биографию.

Планк, Макс (1858–1947). Прусский физик-теоретик, ставший одним из первых покровителей Эйнштейна и содействовавший его приглашению в Берлин. Его консервативные взгляды как в жизни, так и в физике были полной противоположностью взглядам Эйнштейна, но они находились в теплых отношениях и оставались уважающими друг друга коллегами до тех пор, пока нацисты не пришли к власти.

Соловин, Морис (1875–1958). Румынский студент-философ, который в Берне основал “Академию Олимпия” совместно с Эйнштейном и Габихтом. Стал издателем работ Эйнштейна во Франции и всю жизнь переписывался с ним.

Сциллард, Лео (1898–1964). Физик венгерского происхождения, обаятельный и эксцентричный, встречался с Эйнштейном в Берлине и запатентовал совместно с ним холодильник. Придумал ядерную цепную реакцию и был автором идеи письма, написанного Эйнштейном и отправленного им в 1939 году президенту Франклину Рузвельту, призывающего обратить внимание на возможность создания атомной бомбы.

Флекснер, Абрахам (1866–1959). Американский реформатор образования. Основал в Принстоне Институт перспективных исследований и пригласил туда на работу Эйнштейна.

Франк, Филипп (1884–1966). Австрийский физик. Премник своего друга Эйнштейна в должности профессора в Немецком университете Праги. Позднее написал книгу о

нем.

Хоффман, Банеш (1906–1986). Математик и физик, сотрудничавший с Эйнштейном в Принстоне, а затем написавший книгу о нем.

Цангер, Генрих (1874–1957). Профессор физиологии в Университете Цюриха. Сдружился с Эйнштейном и Марич и помогал им разрешать споры и вопросы с разводом.

Шредингер, Эрвин (1887–1961). Австрийский физик-теоретик, стоявший у истоков квантовой механики, но, как и Эйнштейн, испытывавший дискомфорт от того, что она базируется на неопределенностях и вероятностях.

Эддингтон, Артур Стэнли (1882–1944). Британский астрофизик и ярый пропагандист теории относительности, чьи наблюдения солнечного затмения 1919 года блестяще подтвердили предсказания Эйнштейна о том, насколько изгибается луч света под действием гравитации.

Эйнштейн, Ганс Альберт (1904–1973). Первый сын Милевы Марич и Эйнштейна. Ему досталась сложная роль, с которой он справлялся с изяществом. Учился на инженера в Цюрихском политехникуме. Женился в 1927 году на Фриде Кнехт (1895–1958). У них было два сына – Бернар (1930–2008) и Клаус (1932–1938) – и приемная дочь Эвелин (1941–2011). В 1938 году он переехал в США, впоследствии стал профессором гидравлики в Беркли. После смерти Фриды в 1959 году женился на Элизабет Робоз (1904–1995). У Бернара родилось пятеро детей, это единственные известные пра-

внуки Альберта Эйнштейна.

Эйнштейн, Герман (1847–1902). Отец Эйнштейна, выходец из еврейской семьи, осевшей в сельской Швабии. Вместе со своим братом Якобом создал электрические компании в Мюнхене, а затем в Италии, дела компаний шли не очень успешно.

Эйнштейн, Ильза (1897–1934). Дочь Эльзы Эйнштейн от первого брака. Была в связи с предприимчивым врачом Георгом Николаи, а в 1924 году вышла замуж за литературного журналиста Рудольфа Кайзера, который позже под псевдонимом Антон Райзер опубликовал книгу о Эйнштейне.

Эйнштейн, Лизерль (1902–?). Добрачная дочь Эйнштейна и Милевы Марич. Эйнштейн, вероятно, никогда ее не видел. Скорее всего, она была оставлена в родном городе ее матери – Нови-Саде в Сербии – для удочерения и, возможно, умерла от скарлатины в конце 1903 года.

Эйнштейн, Марго (1899–1986). Дочь Эльзы Эйнштейн от первого брака.

Застенчивая девушка, ставшая скульптором. Вышла замуж в 1930 году за Дмитрия Марьянова, гражданина СССР, детей у них не было. Позже Марьянов написал книгу об Эйнштейне. Марго развелась с ним в 1937 году, переехала к Эйнштейну в Принстон и жила там до смерти на Мерсер-стрит, 112.

Эйнштейн, Мария (Майя) (1881–1951). Единственная

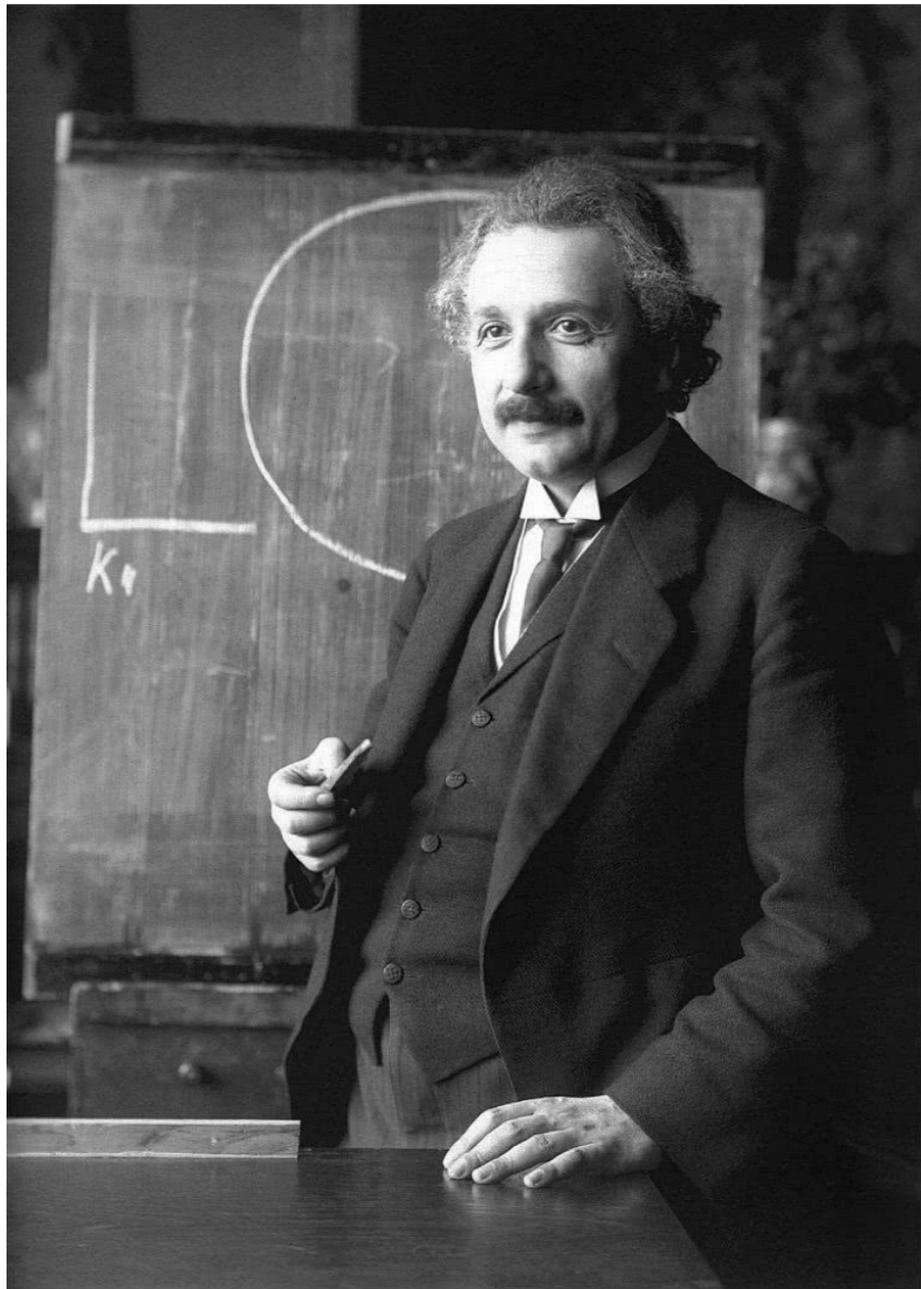
сестра Эйнштейна, была одним из его ближайших друзей. Вышла замуж за Пауля Винтелера, детей не было, а в 1938-м уехала из Италии от мужа в Принстон и жила там со своим братом.

Эйнштейн, Паулина Кох (1858–1920). Волевая и практичная мать Эйнштейна. Дочь зажиточного еврейского торговца зерном из Вюртемберга. Вышла замуж за Германа Эйнштейна в 1876 году.

Эйнштейн, Эдуард (1910–1965). Второй сын Милевы Марич и Эйнштейна. Умный и артистичный, он увлекся Фрейдом и надеялся стать психиатром, но, когда ему было двадцать с небольшим, его собственной душой овладели демоны шизофрении, и он был помещен в специальную лечебницу в Швейцарии, где и провел большую часть жизни.

Эйнштейн, Эльза (1876–1936). Двоюродная сестра Эйнштейна и его вторая жена. Мать Марго и Ильзы Эйнштейн, родившихся в первом браке с торговцем текстилем Максом Левенталем. После развода в 1908 году она и ее дочери вернули ее девичью фамилию – Эйнштейн. Вышла замуж за Эйнштейна в 1919 году, сумела с ним ужиться. Умнее, чем старалась казаться.

Эренфест, Пауль (1880–1933). Физик, родившийся в Австрии, яркий и очень ранимый человек. Подружился с Эйнштейном во время своего визита в Прагу в 1912 году, стал профессором в Лейдене, где его часто навещал Эйнштейн.



Глава первая

Верхом на луче света

Однажды молодой патентный эксперт написал своему другу: “Я обещаю тебе написать четыре статьи”. В этом письме, как позже выяснилось, одни из самых важных за всю историю науки новости, но его историческое значение было замаскировано насмешливым тоном, характерным для автора письма. Например, обращался к своему другу он так: “Ты, замороженный кит...” И извинялся за то, что написал письмо, полное “несущественной болтовни”. Только когда он дошел до разбора статей, написанных им в свободное время, он намекнул, что понимает их значимость³.

Он описал их так: “Первая посвящена излучению и энергии света и очень революционна”. И она была действительно революционна. В ней доказывалось, что свет можно рассматривать не только как волну, но и как поток маленьких частиц, называемых квантами. Из этой теории с неизбежностью следовало, что во Вселенной отсутствует строгая причинность и детерминированность, и этот вывод будет пугать его всю оставшуюся жизнь.

“Вторая работа касается определения истинных размеров атомов”. Хотя даже сама идея существования атомов все еще

³ Письмо Эйнштейна Конраду Габихту, 18 мая 1905 г.

находилась в стадии обсуждения, эта статья была самой понятной из всех, и именно поэтому Эйнштейн, в последний раз предприняв попытку получить докторскую степень, посчитал, что она будет самым безопасной темой диссертационной работы. Он готовился совершить революцию в физике, но каждый раз терпел фиаско, когда пытался получить академическое место или просто защитить докторскую диссертацию, что, как он считал, помогло бы ему подняться в патентном бюро с должности клерка третьего разряда до клерка второго разряда.

В третьей статье объяснялось беспорядочное движение микроскопических частиц в жидкости с помощью статистического анализа случайных столкновений. В процессе работы им было доказано, что атомы и молекулы действительно существуют.

“Четвертая работа пока существует в виде черновика, она посвящена электродинамике движущихся тел, что потребовало пересмотра представлений о пространстве и времени”. Да, это, несомненно, было нечто большее, чем несущественная болтовня. Базируясь в основном на мысленных экспериментах, проведенных в голове, а не в лаборатории, он решил пересмотреть ньютоновские концепции абсолютного пространства и времени. Эта работа ляжет в основу знаменитой “специальной теории относительности”.

Он не написал своему другу, поскольку еще не знал, что это произойдет, что он в этом году напишет пятую статью,

краткое дополнение к четвертой, в которой будет выведено соотношение между энергией и массой. Оно станет самым известным во всей физике уравнением: $E = mc^2$.

Оглядываясь назад на век, который запомнится своим стремлением скинуть оковы классической физики, и смотря вперед в эпоху, которая стремится воспитывать в ученых креативность, необходимую для научных инноваций, мы видим, что один человек выделяется на общем фоне как главный символ нашей эпохи. Добродушный политэмигрант, чей образ – растрепанная шевелюра, сияющие глаза, обаятельная доброта и необычайный блеск – сделал его лицо символом эпохи, а имя – синонимом гениальности. Альберт Эйнштейн был “слесарем”⁴, наделенным воображением, ведомым верой в гармонию творений природы. Увлекательная история его жизни – это свидетельство взаимосвязи креативности и свободы, и в ней отразились как триумфы, так и смятение современной эпохи.

Теперь, когда его архивы полностью открыты, возможно проследить, как черты его характера – нонконформизм, бунтарство, любопытство, его страсти и отстраненность – переплетались с политическими пристрастиями и научными интересами. Узнав человека, начинаешь лучше понимать источники его научной мысли, и наоборот. Характер, воображение человека и его гениальные творческие способности –

⁴ В конце жизни он сказал знаменитую фразу: “Если бы я только знал, я стал бы слесарем”. – *Здесь и далее, если не указано особо, примечания переводчика.*

все это связано между собой, словно элементы некоего единого поля.

Несмотря на репутацию равнодушного человека, на самом деле он был очень страстным и в своих личных отношениях, и в занятиях наукой. В колледже он безумно влюбился в единственную девушку в своей физической группе – смуглую пылкую сербку Милеву Марич. У них родилась дочь вне брака, потом они поженились, и у них родилось два сына. Она была камертоном его научных идей и помогала ему в проверке математических выкладок, но со временем их отношения разладились. Эйнштейн предложил ей сделку. Он сказал, что если когда-нибудь получит Нобелевскую премию и если она даст согласие на развод, то он отдаст ей деньги за премию. Марич подумала неделю и согласилась. Но из-за того, что его теории были столь радикальны, прошло семнадцать лет между его чудесным освобождением из патентного бюро и получением премии, деньги за которую она и получила.

Стиль жизни Эйнштейна и его работа являлись отражением распада социальных и моральных абсолютов в атмосфере модернизма, воцарившейся в начале XX века. В воздухе витал дух творческого нонконформизма: Пикассо, Джойс, Фрейд, Стравинский, Шёнберг и многие другие своим творчеством ломали традиционные каноны. В эту атмосферу вписывалась концепция Вселенной, согласно которой считалось, что пространство, время, а также свойства частиц

определялись условиями наблюдений.

Однако Эйнштейн не был настоящим релятивистом, каковым его считали многие, в том числе и те, чье предвзятое отношение к нему основывалось на антисемитизме. Во всех его теориях, включая теорию относительности, он пытался найти инварианты, определенность и абсолют. Эйнштейн чувствовал, что в основе законов природы лежит гармония сущего и цель науки – найти ее.

Его поиски начались в 1895 году, когда шестнадцатилетним юношей он вообразил, что было бы, если бы можно было лететь рядом со световым лучом. Десятилетием позже наступил 1905 год – год чудес, описанных в процитированном выше письме, когда был заложен фундамент двух важнейших революций в физике XX века: теории относительности и квантовой теории.

А еще через десятилетие, в 1915 году, он вырвал у природы ее сокровенную тайну и построил одну из красивейших теорий во всей науке – общую теорию относительности. Как и при построении специальной теории относительности, он использовал метод мысленных экспериментов. В одном из них он предположил, что человек находится в закрытом лифте, движущемся с ускорением вверх в пустом пространстве. Тогда его ощущения должны быть такими же, что и при воздействии силы тяжести.

Он предположил, что гравитация – это искривление пространства и времени, и выписал уравнение, описывающее из-

менение их кривизны в результате взаимовлияния материи, движения и энергии. Это можно себе представить с помощью еще одного мысленного эксперимента – двухмерной поверхности сетки батута, на которую мы закатываем шар для боулинга, а затем туда же вкатываем бильярдные шары. Эти шары покатятся в направлении шара для боулинга не потому, что он обладает каким-то магическим притяжением, а потому, что так изогнулась сетка батута. А теперь вообразим, что это происходит с четырехмерной тканью пространства – времени. Конечно, представить это себе нелегко, но это потому что мы не Эйнштейны, а он Эйнштейн.

Резкий перелом в его карьере наступил еще через десятилетие после этого, в 1925 году. Квантовая революция, которая произошла при его участии, породила новую механику, базирующуюся на неопределенностях и вероятностях. В тот год он сделал свои последние важнейшие работы по квантовой механике, но одновременно у него возникло чувство неудовлетворенности ею. Он упрямо критиковал то, что называл неполнотой квантовой механики, и пытался встроить ее в теорию единого поля. В последующие три десятилетия он будет работать над несколькими незавершенными уравнениями, начертав их в последний раз в 1955 году, уже на смертном одре.

Но и в те тридцать лет, когда он был революционером, и в последующие тридцать, когда стал ретроградом, Эйнштейн был последователен в своем стремлении остаться невозму-

тимым одиночкой, которому комфортно всегда оставаться при своем особом мнении. Независимый в своих идеях, он слушался только своего воображения, которое рвалось за пределы общепринятых истин. Он принадлежал к редкой породе благоговейных бунтарей, им руководила вера в Бога, не играющего в кости, то есть не позволяющего событиям происходить случайно, и эту веру он нес легко, с улыбкой.

Нонконформизм был важной чертой характера Эйнштейна, проявлявшейся и в личных отношениях, и в политических взглядах. Хотя он и разделял социалистические идеи, но был слишком большим индивидуалистом, чтобы чувствовать себя комфортно в условиях излишнего контроля государства или централизованной власти. Его дерзость, которая сослужила ему хорошую службу в юности, когда он был молодым ученым, стала хорошей прививкой от национализма, милитаризма и всего, что основывалось на стадном чувстве. И пока он не пересмотрел из-за Гитлера свои геополитические “уравнения”, Эйнштейн оставался стихийным пацифистом, осуждавшим войны.

Его теории охватывают широкий круг областей современной науки, имеющих дело и с бесконечно малыми, и бесконечно большими величинами – от излучения фотонов до расширения космоса. И через столетие после его великих триумфальных открытий мы все еще живем во Вселенной, устроенной по законам Эйнштейна, один из которых – теория относительности – управляет всем на макроуровне, а

другой – квантовая механика – на микроуровне, причем последняя выстояла, несмотря на то что продолжает приводить в замешательство.

Его открытия лежат в основе всех современных технологий. И фотоэлементы, и лазеры, и ядерная энергия, и волоконная оптика, и космические путешествия, и даже полупроводники – все это основывается на его теориях. Он написал письмо Франклину Рузвельту, предупреждая его о возможности создания атомной бомбы, и, когда мы воображаем себе атомный гриб, в нашем сознании возникают буквы его уравнения, связывающего энергию и массу.

Путь Эйнштейна к славе начался с того момента, когда его предсказания о том, как гравитация искажает ход луча света, подтвердились при измерениях во время затмения 1919 года. С этого началась его известность, он стал научной суперновой и иконой сторонников гуманизма и вообще одним из самых известных людей на планете. Публика серьезно размышляла над его теориями, возвела его в ранг гения и канонизировала в качестве светского праведника.

Но возникает вопрос: если бы у него не было этого ореола пышных волос и этого пронзительного взгляда, стал ли бы он и тогда изображаться на всех плакатах? В качестве мысленного эксперимента предположим, что он выглядел бы как Макс Планк или Нильс Бор. Остался ли бы он в нашей памяти таким же простым научным гением? Или же все равно попал бы в пантеон, в котором обитают Аристотель, Галилей

и Ньютон?⁵

Полагаю, верно второе. Его работы имели очень специфический характер, индивидуальный почерк, который позволял их отличать от других работ, подобно тому как Пикассо – это всегда Пикассо, и он отличим от других художников. Эйнштейн давал волю своему воображению и распознавал важнейшие принципы с помощью мысленных экспериментов, а не методичного изучения экспериментальных результатов. Теории, которые в результате появлялись, временами были удивительными, таинственными и противоречащими интуиции. Но в них делались выводы, которые могли захватить воображение обычных людей: относительность пространства и времени, $E = mc^2$, изгиб световых лучей и искривление пространства. Простота и человечность добавляли харизматичности его личности. Его внутренняя обособленность гармонировала со смирением, которое было следствием того благоговения, которое он испытывал к Природе. Он мог быть черств и равнодушен к близким людям, но в отношении человечества в целом он испытывал истинно добрые чувства и искренне ему сочувствовал.

Но при всей популярности и кажущейся доступности работ Эйнштейна они сформировали ощущение, что современная физика – это то, что обычные люди не могут воспринять (по словам профессора Гарварда Дадли Хершбаха,

⁵ Эти мысли взяты из очерков, которые я написал для *Time*, выпуск от 31 декабря 1999 г., и *Discover*, сентябрьский выпуск 2004 г.

“сфера деятельности экспертов-жрецов”⁶). Так было не всегда. И Галилей, и Ньютон были величайшими гениями, но их описание мира, в котором царила детерминированность и простые причинно-следственные связи, большинство мыслящих людей могло воспринять. В XVIII веке, веке Бенджамина Франклина, и в XIX веке, веке Томаса Эдисона, образованный человек мог считать себя немного знакомым с научными достижениями и даже по-любительски заниматься наукой.

Сейчас, учитывая непростые задачи, которые ставит XXI век, нужно по возможности восстанавливать популярность научной деятельности. Это не означает, что каждый крупный литератор должен прослушать упрощенный курс физики или что каждый юрист – специалист в области корпоративного права должен понимать квантовую механику. Скорее это означает, что понимание научной методики было бы полезно для ответственных членов гражданского общества. Самое важное, чему нас учит наука, – взаимосвязь между общими теориями и реальными фактами. Это как раз то, что хорошо демонстрирует опыт жизни Эйнштейна.

Кроме того, восхищение величием науки всегда прису-

⁶ Неопубликованная статья, предоставленная мне автором. Хершбах пишет: “Все усилия по усовершенствованию естественно-научного образования и грамотности сталкиваются с основополагающей проблемой: наука и математика воспринимаются не как часть общей культуры, а как вотчина отдельных небожителей. Эйнштейн превращен в икону гения-одиночки в полном смысле этого слова. Это способствует искаженному представлению о развитии науки”.

ще членам здорового общества. Это помогает нам сохранить детскую способность удивляться таким простым вещам, как падение яблок и лифтов, – способность, которая была свойственна Эйнштейну и другим великим физикам-теоретикам⁷.

Вот почему стоит изучать наследие Эйнштейна. Наука вдохновляет и воодушевляет, ее миссия благородна, о чем нам напоминают жизнеописания ее героев. В конце жизни Эйнштейна чиновники департамента просвещения штата Нью-Йорк попросили сказать, на чем следует сделать акцент в школьном обучении. Он ответил: “При изучении истории нужно подробно обсуждать тех людей, которые принесли человечеству пользу благодаря независимости их характеров и суждений”⁸. Сам Эйнштейн вполне вписывается в эту категорию.

Сейчас, когда расставляются новые акценты, перед лицом глобальной конкуренции в области научного и математического образования нужно обратить внимание и на другую часть ответа Эйнштейна: “Критические замечания студентов нужно принимать без раздражения. Приобретение знаний не должно задуть независимость мышления студента”. Побеждает в глобальном соревновании не то государство, в школах которого хорошо учат таблицу умножения

⁷ Frank 1957, xiv; Bernstein 1996b, 18.

⁸ Письмо Вивьен Андерсон Эйнштейну, 27 апреля 1953 г., АЕА 60–714; письмо Вивьен Андерсон Эйнштейну, 12 мая 1953 г., АЕА 60–716.

или периодическую таблицу элементов, а то, в школах которого стимулируют творческий подход и воображение.

И здесь, как мне кажется, лежит и разгадка уникальности Эйнштейна, и урок, который он преподал нам своей жизнью. В ранние студенческие годы он никогда не занимался зубрежкой. Позже, когда он стал физиком-теоретиком, успех к нему пришел не из-за его выдающихся мыслительных способностей, а из-за необычайной силы воображения и креативности. Он смог вывести сложные уравнения, но главное – он понимал: математика – это язык, который природа использует для описания своих чудесных тайн. И он мог представить, как уравнения отражают реальность, в своем воображении. Например, как уравнения электромагнитного поля, открытые Джеймсом Клерком Максвеллом, описывают то, что увидит мальчик, оседлавший световой луч. Однажды он заметил: “Воображение важнее знаний”⁹.

Этот подход требовал от него нонконформизма. “Да здравствует нахальство! Это мой ангел-хранитель в этом мире” – так он торжественно объявил любовнице, впоследствии ставшей его женой. Через много лет, когда все подумали, что его нежелание принять квантовую механику вызвано тем, что он потерял чутье, он сетовал: “Судьба, наказывая меня за презрение к авторитетам, сделала авторитетом меня само-

⁹ Viereck, 377. См. также: Thomas Friedman, Learning to Keep Learning, *New York Times*, 13 декабря 2006 г.

го”¹⁰.

Его успех обусловлен тем, что он подвергал сомнению общепринятые точки зрения, не преклонялся перед авторитетами и удивлялся чудесам, которые остальные принимали как данность. Это привело к тому, что он выработал систему моральных и политических воззрений, основанных на уважении свободы мысли, свободы духа и свободы проявления индивидуальности. Тирания вызывала у него омерзение, а толерантность он воспринимал не только как добродетель, но и как необходимое условие существования креативного общества. “Важно содействовать воспитанию индивидуальности, – говорил он, – поскольку только индивидуум может генерировать новые идеи”¹¹.

Выработав в себе это мировоззрение, Эйнштейн стал бунтарем, восхищенным гармонией природы, в котором воображение и мудрость сочетались в идеальной пропорции, и это позволило ему изменить наши представления о Вселенной. Эти черты стали жизненно необходимыми в наш век глобализации, когда успех зависит от креативности, но они были не менее важны и в начале XX столетия, когда Эйнштейн работал над тем, чтобы приблизить современную эпоху.

¹⁰ Письмо Эйнштейн Милеве Марич, 12 декабря 1901 г.; Hoffmann and Dukas, 24. Хоффман – друг Эйнштейна по Принстону конца 1930-х гг. Он пишет: “Его раннее недоверие к авторитетам, которое никогда в полной мере не покидало его, несомненно, имело решающее значение”.

¹¹ Послание Эйнштейна для обеда в Бен-Шемене, март 1952 г., АЕА 28–931.



Майя, три года, и Альберт, пять лет

Глава вторая Детство 1879–1886

Швабия

Он медленно учился говорить. Впоследствии он вспоминал: “Мои родители были настолько обеспокоены этим, что консультировались с врачом”. Даже когда он начал произносить слова – где-то в возрасте двух лет, – у него выработалась странная привычка. Когда он хотел что-то сказать, он сначала пробовал сказать это про себя, повторяя шепотом до тех пор, пока фраза не начинала звучать достаточно хорошо, чтобы быть произнесенной вслух. Это послужило поводом служанке семьи окрестить его *Der Depperte* – тупицей, а остальные члены его семьи считали его “почти отсталым”. Обожавшая его младшая сестра говорила, что это очень тревожило всех. Она вспоминала: “Каждое предложение, которое он произносил, независимо от того, насколько оно было сложным, он сначала проговаривал про себя, медленно шевеля губами. У него были такие сложности с языком, что окружающие думали – он никогда не выучится говорить”¹².

¹² Письмо Эйнштейна Сибил Блинофф, 21 мая 1954 г., АЕА 59–261; Ernst Straus, *Reminiscences*, в Holton and Elkana, 419; Vallentin, 17; Maja Einstein, lviii.

Его медленное развитие сочеталось с дерзостью и бунтарством по отношению к учителям. Дошло до того, что один учитель выгнал его, а другой объявил, что ничего путного из него не выйдет – этот случай стал историческим анекдотом. Эти черточки сделали Альберта Эйнштейна покровителем всех рассеянных школьников¹³. Но эти же черты (по крайней мере, так он позднее предполагал) помогли ему стать самым креативным научным гением современности.

Его дерзкое презрение к авторитетам привело к тому, что он подвергал сомнению общепризнанные истины и пересматривал их под таким углом зрения, под которым хорошо образованные сотрудники научных институтов никогда их не рассматривали. А что касается замедленного развития речи, он пришел к заключению, что это позволило ему удивляться обыденным явлениям, в то время как другие принимали их как данность. Эйнштейн однажды объяснил это так: “Когда я спрашиваю себя, как такое случилось, что именно я открыл теорию относительности, ответ, как мне кажется, в том, что тут сыграли роль следующие обстоятельства. Обычно взрослый никогда не забивает себе голову вопросами о пространстве и времени. Это вещи, которые он воспринял в детстве. Но я развивался так медленно, что начал задаваться вопросами о пространстве и времени тогда, когда уже вырос. Поэтому я погрузился в проблему более глубоко, чем обыч-

¹³ См., например: Thomas Sowell, *The Einstein Syndrome: Bright Children Who Talk Late* (New York: Basic Books, 2002).

ный ребенок”¹⁴.

Проблема развития Эйнштейна преувеличивалась, вероятно, даже им самим, поскольку имеются письма обожавших его дедушки и бабушки, из которых понятно, что он был таким же умненьким и милым, как все внуки. Но на протяжении всей жизни Эйнштейн страдал легкой формой эхолалии, проявлявшейся в том, что он проговаривал фразы про себя по два-три раза, особенно если они озадачивали его. Вообще он предпочитал думать образами, что особенно заметно проявлялось в его знаменитых мысленных экспериментах, таких как наблюдение за молнией из движущегося поезда или за силой тяжести в падающем лифте. Позже он скажет психологу: “Я очень редко думаю словами. Сначала мне приходит мысль, а уже потом я могу попытаться ее выразить”¹⁵.

По линиям обоих родителей Эйнштейн был потомком еврейских купцов и мелких торговцев, которые, селясь в швабских деревеньках на юго-западе Германии, по крайней мере в течение двух столетий скромно зарабатывали себе на жизнь. С каждым поколением они все больше ассимилировались (или, по крайней мере, им так казалось) и вращались в любимую ими немецкую культуру. Хотя они и были евреями по культурной принадлежности и родовому инстинкту,

¹⁴ Эти слова Эйнштейна цитирует Нобелевский лауреат Джеймс Франк, см. *Seelig* 1956b, 72.

¹⁵ Vallentin, 17; письмо Эйнштейна психологу Максу Вертхаймеру, см. *Wertheimer*, 214.

к иудаизму и его ритуалам они проявляли слабый интерес.

Эйнштейн постоянно отрицал роль наследия предков в формировании его личности. В конце жизни он сказал своему другу:

“Расследование [влияния] моих предков ни к чему не привело”¹⁶. Это не совсем верно. Ему повезло, что его родственниками были интеллигентные и независимо мыслящие люди, традиционно ценившие образование. И безусловно, на его жизнь, как в прекрасных ее проявлениях, так и в трагических, повлияла его принадлежность к еврейству, в религиозной, интеллектуальной и исторической традиции которого было ощущение себя странниками и чужаками. Конечно, то, что ему случилось жить в Германии в начале XX столетия, сделало его больше странником и чужаком, чем ему бы хотелось, но и это тоже сыграло ключевую роль в том, кем он стал и какую роль он сыграл в мировой истории.

Отец Эйнштейна Герман родился в швабской деревушке Бухау в 1847 году, когда члены местной процветающей еврейской общины только-только добились права свободно выбирать любую профессию. Герман продемонстрировал “заметную склонность к математике”¹⁷, и у родителей была возможность послать его учиться в старшие классы школы

¹⁶ Письмо Эйнштейна Гансу Мюхсаму, 4 марта 1953 г., АЕА 60–604. См. также цитату из Эйнштейна: “Мне кажется, мы можем не касаться вопроса о наследии”, см. Seelig 1956a, 11. См. также Michelmores, 22.

¹⁷ Maja Einstein, xvi; Seelig 1956a, 10.

в Штутгарт, расположенный в семидесяти пяти километрах к северу от Бухау. Но в университет родители послать его уже не смогли, впрочем, большинство университетов в любом случае были закрыты для евреев, так что ему пришлось вернуться домой в Бухау и заняться торговлей.

Через несколько лет, когда в конце XIX века пошла массовая миграция немецких евреев из сельской местности в промышленные центры, Герман с родителями перебрался в более богатый Ульм, расположенный в тридцати пяти километрах от Бухау и гордящийся своим пророческим девизом *Ulmenses sunt mathematici* (“Жители Ульма – математики”)¹⁸.

Там Герман стал партнером в компании своего кузена, занимавшейся изготовлением перин. Его сын потом напишет, что “он был необычайно дружелюбным, мягким и мудрым”¹⁹. Из-за своей мягкости, переходящей в безволие, Герман оказался неумелым бизнесменом и всю жизнь в финансовых делах оставался непрактичным. Но его мягкость, как оказалось, помогла ему стать замечательным семьянином и хорошим мужем для своей волевой жены. Женился он в двадцать девять лет на восемнадцатилетней девушке Паулине Кох.

Отец Паулины Юлиус Кох сколотил значительное состояние, будучи перекупщиком зерна и поставщиком королев-

¹⁸ www.alemannia-judaica.de/synagoge_buchau.htm.

¹⁹ Письмо Эйнштейна Карлу Силигу, 11 марта 1952 г., АЕА 39–13; Highfield and Carter, 9.

ского дома Вюртембергов. Паулина унаследовала отцовский практицизм, а суровый отцовский нрав у нее уравновешивался остроумием, временами довольно едким. Она любила подтрунивать над людьми, иногда это было смешно, а иногда могло и ранить (черта, унаследованная ее сыном). Так или иначе, брак Германа и Паулины был счастливым, и сильная воля жены “абсолютно гармонично”²⁰ сочеталась с пассивностью мужа.

Первый ребенок родился в 11:30 в пятницу, 14 марта 1879 года, в Ульме, который незадолго до этого вместе с остальной Швабией присоединился к Германской империи. Герман и Паулина собирались назвать сына Авраамом – в честь деда по отцу. Но, как позже заметил Эйнштейн, пришли к заключению, что имя звучит “слишком по-еврейски”²¹. И тогда они оставили первую букву А и назвали его Альбертом Эйнштейном.

²⁰ Maja Einstein, xv; Highfield and Carter, 9; Pais 1982, 36.

²¹ Свидетельство о рождении, CPAE 1: 1; Fantova, 5 декабря 1953 г.

Мюнхен

В 1880 году, всего через год после рождения Альберта, перинный бизнес отца прогорел, и его брат Якоб, который открыл в Мюнхене газо- и электроснабжающую компанию, уговорил Германа перебраться туда. Якоб, младший из всех детей, в отличие от Германа смог получить высшее образование и стал дипломированным инженером. Компания боролась за контракты на поставку генераторов и обеспечение электричеством муниципалитетов в южной Германии, причем Якоб отвечал за техническую часть контрактов, а Герман – за продажи, используя свои очень небольшие навыки по этой части и, что, возможно, гораздо более важно, обеспечивая компанию кредитами от семьи жены²².

Паулина и Герман в ноябре 1881 года родили второго и последнего ребенка – дочь, которую нарекли Марией, но всю свою жизнь звали уменьшительным именем Майя. Альберта убедили, что сестричка – чудесная игрушка, которой он будет наслаждаться, и поэтому, когда ему показали ее в первый раз, его первой реакцией при взгляде на нее было недоумение: “Да, но где же у нее колеса?”²³ Это, возможно, не самый адекватный вопрос, но он показал, что на третьем году

²² Pais 1982, 36–37.

²³ Maja Einstein, xviii. В еврейских семьях имя Мария иногда используется вместо имени Мириам.

жизни языковые трудности уже не мешали ему произносить некоторые запоминающиеся фразы. Несмотря на несколько детских ссор, Майя станет для своего брата самым духовно близким другом.

Эйнштейны поселились в предместье Мюнхена в комфортабельном доме с элегантным садом, в котором росли большие деревья. Так что по крайней мере большая часть детства Альберта прошла в этом вполне респектабельном буржуазном окружении. Мюнхенская архитектура отражала вкус безумного короля Людвига II (1845–1886), город изобилдовал церквями, художественными галереями и концертными залами, построенными, чтобы создать нужные условия работы для главного жителя города – Рихарда Вагнера. К 1882 году – времени переезда в Мюнхен семейства Эйнштейнов – население города составляло 300 тыс. жителей, из которых 85 % были католиками, а 2 % – иудеями. В Мюнхене организовали первую в Германии электрическую выставку, и на улицах города были установлены электрические фонари.

Во внутреннем садике Эйнштейнов часто бывало шумно: там играли двоюродные братья и сестры, а также другие знакомые дети. Но Альберт избегал их игр и вместо этого “занимался более спокойными делами”. Одна гувернантка прозвала его “занудой”. Он вообще был одиночкой и склонность к одиночеству лелеял в себе всю жизнь. Но это была особого рода отстраненность, сочетавшаяся с тягой к дружбе и интеллектуальному общению. Как утверждает Филипп Франк,

коллега Эйнштейна на протяжении многих лет, “с самого начала он старался отгородиться от детей его возраста и погрузиться в сны наяву и глубокие размышления”²⁴.

Он любил возиться с головоломками, сооружать фигуры из детских конструкторов, играть с игрушечной паровой машиной, которую подарил ему дядя, и строить карточные домики. Майя рассказывала, что Эйнштейн мог строить конструкции из карт высотой в четырнадцать этажей. В ее утверждении о том, что “настойчивость и упорство, очевидно, уже тогда стали чертами его характера”, скорее всего, много правды, даже если учесть, что это воспоминания младшей сестры, боготворившей брата.

Но в раннем детстве он был склонен к истерикам. Майя вспоминала: “В такие моменты его лицо становилось совершенно желтым, кончик носа белел, и он полностью терял контроль над собой”. Однажды в возрасте пяти лет он схватил стул и швырнул его в учителя, так что тот убежал и больше не появлялся. В голову Майи тоже нередко летели всякие твердые предметы, Позже она шутила: “Если у вас брат-интеллектуал, ваш череп приобретает прочность”. В отличие от настойчивости и упорства истерики с возрастом ушли²⁵.

Говоря языком психологов, способность юного Эйнштейна к систематизации (то есть к определению того, какими законами управляется система) были намного выше его спо-

²⁴ Frank 1947, 8.

²⁵ Maja Einstein, xviii – xix; Fölsing, 12; Pais 1982, 37.

способности сопереживать (то есть чувствовать то, что чувствуют другие люди, и не оставаться безразличным к этому). И кое у кого возникал вопрос, не было ли это проявлением симптомов какого-либо нарушения развития²⁶. Однако важно заметить, что, несмотря на его отчужденную, а временами бунтарскую манеру поведения, он тем не менее обладал способностью заводить близких друзей и сопереживать и своим коллегам, и человечеству в целом.

Когда ребенок в раннем детстве открывает для себя какие-то важные вещи, он обычно позже об этом открытии забывает. Но для Эйнштейна важное открытие, изменившее

²⁶ Некоторые исследователи считают, что, возможно, это было проявлением легкого аутизма или синдрома Аспергера. Саймон Барон-Коэн, директор исследовательского центра по изучению аутизма при Кембриджском университете, принадлежит к тем ученым, которые считают, что у Эйнштейна, возможно, наблюдались признаки аутизма. Он пишет, что для аутистов характерна “сильная склонность к систематизации и необычайно низкая способность к сопереживанию”. Он также замечает, что такая картина “объясняет “необычные способности”, которые аутисты обнаруживают в таких областях, как математика, музыка или живопись, то есть в тех областях, в которых систематизация важна”. См. Simon Baron-Cohen, *The Male Condition*, *New York Times*, 8 августа 2005 г.; Simon Baron-Cohen, *The Essential Difference* (New York: Perseus, 2003), 167; Norm Ledgin, *Asperger's and Self-Esteem: Insight and Hope through Famous Role Models* (Arlington, TX: Future Horizons, 2002), ch. 7; Hazel Muir, *Einstein and Newton Showed Signs of Autism*, *New Scientist*, Apr. 30, 2003; Thomas Marlin, *Albert Einstein and LD*, *Journal of Learning Disabilities*, Mar. 1, 2000, 149. Поиск в Google *Einstein + Asperger's* выдал 146 тыс. ссылок. Мне не кажется, что такой заочный диагноз убедителен. Даже в юности у Эйнштейна были близкие друзья, романтические отношения, он наслаждался общими дискуссиями, хорошо общался на вербальном уровне и мог сочувствовать и друзьям, и человечеству в целом.

всю его жизнь, произошло, когда ему было 4–5 лет, и оно навсегда запечатлелось в его мозгу – и в истории науки.

Однажды он лежал в постели больной, и отец принес ему компас. Позже он вспоминал, что пришел в такое возбуждение, увидев, как таинственно ведет себя стрелка компаса, что весь задрожал и похолодел. Тот факт, что магнитная стрелка двигалась как будто под действием какого-то скрытого силового поля, а не под действием обычного механического контакта или прикосновения, вызвал у него ощущение чуда, пронесенное им через всю его жизнь.

“Я помню еще и сейчас – или мне кажется, что я помню, – что тот случай произвел на меня глубокое и длительное впечатление и надолго запомнился, – написал он в одном из своих многочисленных воспоминаний об этом эпизоде, – за этими вещами должно было скрываться что-то еще, глубоко скрытое”^{27,28}.

Деннис Овербай в своей книге “Влюбленный Эйнштейн” заметил: “Это символичная история. Маленький мальчик трепещет, чувствуя невидимый порядок, скрывающийся за хаотической реальностью”.

Эта история рассказывается и в фильме “Коэффициент интеллекта”, в котором Эйнштейн в исполнении Уолтера

²⁷ Эйнштейн А. *Автобиографические заметки* // Собрание научных трудов: в 4 т. М., 1966. Т. 4.

²⁸ Einstein 1949b, 9; Seelig 1956a, 11; Hoffmann 1972, 9; Pais 1982, 37; Vallentin, 21; Reiser, 25; Holton 1973, 359; интервью автора с Суламифью Оппенгейм, 22 апреля 2005 г.

Магтау носит на шее компас. Этот же эпизод является центральным и в детской книжке “Спасти компас Альберта”, автор которой – Суламифь Оппенгейм, чей свекр услышал об этой истории от самого Эйнштейна в 1911 году²⁹.

Эйнштейн был загипнотизирован тем, как стрелка компаса безропотно повинуетя невидимому полю, и отсюда возникла его длящаяся всю жизнь приверженность теориям поля как способу описания законов природы. В теориях поля для описания того, как условия в одной точке пространства воздействуют на материю или поле в другой точке, используются такие математические понятия, как числа, векторы или тензоры. Например, в гравитационном или электромагнитном поле возникают силы, которые могут воздействовать на частицу в любой точке, а уравнения теории поля показывают, как они изменяются при движении в этих полях. Первый раздел его великой статьи 1905 года, посвященной специальной теории относительности, начинается с рассмотрения воздействия электрических и магнитных полей; его общая теория относительности основывается на уравнениях, описывающих гравитационное поле, а в самом конце жизни он упорно выводил новые уравнения поля в надежде, что они явятся базой для “теории всего”. Как заметил историк науки Джеральд Холтон, Эйнштейн считал “классическую концепцию поля величайшим вкладом, повлиявшим на сам дух

²⁹ Overbye, 8; Shulamith Oppenheim, *Rescuing Albert's Compass* (New York: Crocodile, 2003).

науки”³⁰.

Его мать, дипломированная пианистка, примерно тогда же тоже сделала ему подарок, и тоже на всю жизнь. Она организовала ему уроки игры на скрипке. Сначала его раздражало механическое повторение упражнений, но потом, когда он стал играть сонаты Моцарта, музыка наполнилась для него и волшебством, и эмоциями. Он говорил: “Я думаю, что любовь – учитель лучший, чем чувство долга, по крайней мере для меня”³¹.

Вскоре он стал исполнять произведения Моцарта для скрипки и фортепиано вместе с матерью, аккомпанировавшей ему на рояле. Позже он скажет другу: “Музыка Моцарта такая чистая и красивая, что я чувствую в ней отражение красоты самой Вселенной”. И добавит слова, отражающие его восприятие не только музыки Моцарта, но и математики и физики: “Конечно, как и все по-настоящему красивое, его музыка – это чистота и простота”³².

Музыка была не просто развлечением. Она помогала ему думать. “Когда ему казалось, что он зашел в тупик или возникла серьезная трудность в работе, – вспоминал его сын Ганс Альберт, – он уходил в музыку и там решал все свои

³⁰ Holton 1973, 358.

³¹ Fölsing, 26; письмо Эйнштейна Филиппу Франку, черновик, 1940, CPAE 1, lxiii.

³² Maja Einstein, xxi; Bucky, 156; письмо Эйнштейна Гансу Альберту Эйнштейну, 8 января 1917 г.

проблемы”. В частности, скрипка сыграла важную роль в годы, проведенные в одиночестве в Берлине, когда он сражался с общей теорией относительности. Его друг вспоминал: “Когда он размышлял над сложными проблемами, он часто поздно ночью на своей кухне играл на скрипке, импровизировал. Потом, прервав исполнение, он неожиданно возбужденно объявлял: «Я понял!» Как будто во время музицирования решение проблемы приходило к нему через озарение”³³.

Его преклонение перед музыкой, особенно музыкой Моцарта, могло быть отражением его восхищения гармонией природы. Как заметил Александр Мошковский, который написал в 1920 году биографию Эйнштейна, основанную на беседах с ним, “ощущения музыки, природы и Бога слились в его душе, определив его сложное восприятие реальности, некую моральную целостность, которая проявлялась на протяжении всей его жизни”³⁴.

На всю жизнь Альберт Эйнштейн сохранил детскую интуицию и благоговение перед чудесными явлениями природы: магнитным полем, гравитацией, инерцией, ускорением,

³³ Интервью Ганса Альберта Эйнштейна, см. Whitrow, 21; Bucky, 148.

³⁴ Письмо Эйнштейна Паулю Плауту, 23 октября 1928 г., АЕА 28–65; Dukas and Hoffmann, 78; Moszkowski, 222. Вначале Эйнштейн писал, что “музыка и наука дополняют друг друга в смысле их способности снять напряжение”, но позже, по словам Барбары Вульф из Еврейского университета, он переформулировал определение и говорил о *Befriedigung*, то есть удовлетворении, которое они приносят.

лучами света – всеми вещами, которые взрослым людям кажутся обыденными. Он сохранил способность обдумывать одновременно две мысли, удивлялся, когда они вступали в противоречие друг с другом, и приходил в восхищение, когда понимал, что в их основе лежат общие закономерности. “Люди вроде нас с тобой никогда не станут взрослыми, – написал он позднее своему другу, – мы никогда не перестанем, словно любопытные дети, удивляться великому таинству, в котором мы, родившись, оказались”³⁵.

³⁵ Письмо Эйнштейна Отто Юлиусбургеру, 29 сентября 1942 г., АЕА 38–238.

Школа

В старости Эйнштейн будет рассказывать анекдот о своем дяде-агностике, который единственный из всей семьи ходил в синагогу. Когда его спрашивали, зачем он это делает, он отвечал: “Мало ли что!” А родители Эйнштейна, напротив, были “совершенно нерелигиозны” и не чувствовали желания подстраховаться. Они не соблюдали кашрут и не ходили в синагогу, а отец Эйнштейна и вовсе называл еврейские обычаи “древними суевериями”³⁶.

Соответственно, когда Альберту исполнилось шесть лет и он должен был пойти в школу, его родителей не волновало, что поблизости от дома нет ни одной еврейской школы, и его отправили в ближайшую большую католическую *Petersschule*³⁷. Поскольку он был единственным евреем среди семидесяти учеников, он вместе со всеми прошел обычный курс католической религии, и в конце концов она ему очень понравилась. Действительно, у него так хорошо шло изучение католицизма, что он в этом предмете помогал своим одноклассникам³⁸.

³⁶ Clark, 25; Einstein 1949b, 3; Reiser, 28. (Антон Райзер – псевдоним Рудольфа Кайзера, женившегося на Ильзе Эйнштейн, дочери второй жены Эйнштейна – Эльзы.)

³⁷ Школа св. Петра (нем.).

³⁸ Maja Einstein, xix. Майя Эйнштейн говорит, что, когда он поступил в школу 1 октября 1885 г., ему было семь лет, но в действительности ему было шесть.

Однажды учитель на урок принес большой гвоздь и сказал: “Гвозди, которыми Иисуса прибивали к кресту, выглядели так же”³⁹.

Несмотря ни на что, Эйнштейн позднее говорил, что не чувствовал дискриминации со стороны учителей. Он писал: “Учителя были либеральными и не различали учеников по конфессиональному признаку”. Но, что касается соучеников, тут ситуация была иной. По его воспоминаниям, “среди учеников начальной школы преобладали антисемитские настроения”.

Из-за насмешек, которым он подвергался по дороге в школу и из школы по причине его “расовых особенностей, о которых дети имели странное представление”, он еще острее чувствовал себя чужаком, и это чувство не оставляло его в течение всей его жизни. Он вспоминал: “По дороге в школу на меня часто нападали и оскорбляли, но по большей части не слишком злобно. Тем не менее этого оказалось достаточно, чтобы даже в детстве у меня развилось четкое ощущение, что я чужак”⁴⁰.

Когда Эйнштейну исполнилось девять лет, он перешел в среднюю школу недалеко от центра Мюнхена – гимназию

³⁹ По версии мужа его приемной дочери, рассказанной позже, тогда учитель добавил, что Иисуса “распяли на кресте евреи”; Reiser, 30. Но друг и коллега Эйнштейна физик Филипп Франк специально подчеркнул, что учитель не поднимал вопроса о роли евреев в распятии; Frank 1947, 9.

⁴⁰ Fölsing, 16; письмо Эйнштейна неизвестному адресату, 3 апреля 1920 г., CPAE 1: lx.

Луитпольда, известное своей свободой от предрассудков заведение с углубленным изучением математики и других наук, а также латыни и греческого. Кроме того, в школе имелся специальный учитель для обучения всех учащихся-евреев религиозным традициям иудаизма.

Несмотря на секуляризм родителей, а может быть, именно из-за него, у Эйнштейна внезапно развилась страстная тяга к иудаизму. Его сестра вспоминала: “Он был настолько пылок в своих чувствах, что, по его собственному признанию, вникал во все подробности канонов иудаизма. Он не ел свинины, питался по законам кашрута и соблюдал шабат. Все это было достаточно сложно, учитывая, что остальные члены семьи к таким проявлениям религиозных чувств были не просто равнодушны – их равнодушие граничило с презрением. Он даже сочинил собственный гимн, прославляющий Бога, и напевал его про себя по дороге из школы домой”⁴¹.

Существует широко распространенный миф о том, что Эйнштейн в школе плохо успевал по математике. В десятках книг и на сотнях веб-сайтов такое утверждение часто сопровождается словами “как известно” и призвано успокоить неуспевающих студентов. Эта история даже была напечатана в известной газетной колонке Рипли “Хотите верить, хотите нет!”.

⁴¹ Reiser, 28–29; Maja Einstein, xxi; Seelig 1956a, 15; Pais 1982, 38; Fölsing, 20. Опять Майя говорит, что ему было только восемь лет, когда он поступил в гимназию, а в действительности он сделал это в октябре 1888 г., то есть когда ему было девять с половиной.

Увы, в детстве Эйнштейна историки могут найти много пикантных историй, но этот апокриф не из их числа. В 1935 году один раввин из Принстона показал ему текст колонки Рипли, озаглавленной: “Величайший из ныне живущих математиков провалился на экзамене по математике”. Эйнштейн рассмеялся. “Я никогда не проваливал экзамена по математике, – возразил он вежливо, – когда мне не было еще и пятнадцати лет, я уже знал дифференциальное и интегральное исчисление”⁴².

На самом деле он был замечательным учеником, по крайней мере в интеллектуальном смысле. В начальной школе он был лучшим в классе. “Вчера Альберт получил свои отметки, – писала его мать тете, когда ему было семь лет, – опять он стал лучшим”. В гимназии он невзлюбил механическое заучивание языков, таких как латынь и греческий, что усугублялось, как он позднее выразился, “плохой памятью на слова и тексты”. Но и по этим предметам он получал высшие оценки. Через много лет, когда праздновалось пятидесятилетие Эйнштейна и повсюду рассказывали истории о том, как плохо великий гений успевал в гимназии, тогдашний директор гимназии поставил точку в дискуссии, опубликовав письмо, из которого стало ясно, насколько хороши на самом деле были его оценки⁴³.

⁴² Brian 1996, 281. Поиск в *Google* по словам *Einstein failed math* в 2006 г. выдал 648 тыс. ссылок.

⁴³ Письмо Паулины Эйнштейн Фанни Эйнштейн, 1 августа 1886; Fölsing,

Что касается математики, он не только не был неуспевающим, но его знания “намного превосходили школьный уровень”. Его сестра вспоминала, что “к двенадцати годам у него проявилась склонность к решению сложных задач по прикладной арифметике”, и он решил попробовать, сможет ли он самостоятельно выучить геометрию и алгебру. Его родители купили ему учебники для следующих классов, чтобы он мог их проштудировать во время летних каникул. И он не только выучивал доказательства из этих учебников, но и придумывал новые теории и пытался самостоятельно доказать их. “Игры и товарищи по играм были забыты, – писала она, – целыми днями напролет он сидел в одиночестве, пытаясь найти решение, и не сдавался, пока не находил его”⁴⁴.

Благодаря его дяде Якобу, инженеру, он узнал об удовольствии, которое могут доставить алгебраические вычисления. “Это веселая наука, – объяснял Якоб, – животное, на которое мы охотимся и пока не можем поймать, временно обозначим как x и будем охотиться до тех пор, пока его не подстрелим”. Он продолжал занятия и задавал мальчику все более трудные задачи, при этом, как вспоминала Майя, “добродушно сомневаясь, что тот сможет решить их”. А когда Эйнштейн находил решение, как это неизменно и бывало, он “казался переполненным радостью и уже тогда знал, в каком направ-

18–20, цитата из письма Эйнштейна Сибил Блинофф, 21 мая 1954 г., Dr. H. Wieleitner in *Nueste Nachrichten*, Munich, 14 марта 1929 г.

⁴⁴ Письмо Эйнштейна Сибил Блинофф, 21 мая 1954 г., АЕА 59–261; Маја Einstein, хх.

лении ведут мальчика его таланты”.

Среди теорем, которые подбросил Альберту дядя Якоб, была теорема Пифагора (квадрат длины гипотенузы в прямоугольном треугольнике равен сумме квадратов длин катетов). “Приложив массу усилий, я «доказал» теорему, используя подобие треугольников, – вспоминал Эйнштейн, – мне казалось «очевидным», что отношение сторон в прямоугольном треугольнике полностью задается одним острым углом”⁴⁵. Это еще одна иллюстрация того, как он мыслил образами.

Сестра Майя, гордившаяся старшим братом, называла доказательство Эйнштейном теоремы Пифагора “совершенно оригинальным и новым”. Хотя, возможно, оно и было новым для Эйнштейна, трудно представить, что его подход был совершенно оригинальным. Наверняка он был похож на стандартный, основывающийся на пропорциональности сторон подобных треугольников. Тем не менее этот пример демонстрирует, как юный Эйнштейн восхищался возможностью доказательства элегантных теорем с помощью простых аксиом, а также развеивает миф о том, что он провалился на экзамене по математике. “Когда я был двенадцатилетним мальчиком, я пришел в возбуждение, обнаружив, что можно найти решение задачи самостоятельно, не прибегая к помощи чужого опыта, – рассказал он спустя годы репортеру из газеты, выходившей в одной из школ в Принстоне, – я все больше

⁴⁵ Frank 1947, 14; Reiser, 35; Einstein 1949b, 11.

и больше убеждался, что природу можно описать как сравнительно простую математическую структуру”⁴⁶.

Больше других к интеллектуальным занятиям Эйнштейна подтолкнул бедный студент-медик, который приходил в дом к Эйнштейнам раз в неделю на семейный обед. Это старинный еврейский обычай – делить субботнюю трапезу с бедным учащимся иешивы. Но Эйнштейны слегка изменили традиции и звали вместо этого студента-медика, и не по субботам, а по четвергам. Его звали Макс Талмуд (позднее, когда он переехал в США, он сменил фамилию на Талмей). Его еженедельные визиты к Эйнштейнам начались, когда ему был двадцать один год, а Альберту – десять. “Это был симпатичный темноволосый парнишка, – вспоминал Талмуд, – и все эти годы я никогда не видел, чтобы он читал какую-либо легкую книжицу. Не видел я его и в компании товарищей-одноклассников или других мальчишек его возраста”⁴⁷.

Талмуд приносил ему научные книги, включая книги из иллюстрированной серии “Популярные книги по естественной истории”, про которые Эйнштейн говорил, что он “читал эти книги, затаив дыхание”. Двадцать один небольшой томик был написан Аароном Бернштейном, причем особый упор делался на взаимосвязь физики и биологии. Автор очень подробно описывал научные эксперименты, проводившиеся в

⁴⁶ Maja Einstein, xx; Bernstein 1996a, 24–27; Интервью Эйнштейна Генри Руссо, *The Tower*, Princeton, 13 апреля 1935 г.

⁴⁷ Talmey, 164; Pais 1982, 38.

то время, особенно те, что велись в Германии⁴⁸.

Во введении к первому тому Бернштейн рассказывал о скорости света – очевидно, эта тема весьма интересовала автора. Он возвращался к ней и в последующих томах, посвятив ей одиннадцать очерков в восьмом томе. Судя по тем мысленным экспериментам, которые Эйнштейн проводил при создании своей теории относительности, книги Бернштейна, по-видимому, оказали на него влияние.

Например, Бернштейн просил читателей вообразить, что они едут в скором поезде. Если пуля влетит в окно, будет казаться, что она летела под углом, поскольку поезд сдвинулся за то время, что пуля летела от окна, в которое влетела, к окну с другой стороны. Похожее явление должно происходить при движении луча света через телескоп, из-за того что Земля летит через космическое пространство с большой скоростью. Что удивительно, говорил Бернштейн, так это то, что во всех экспериментах наблюдался один и тот же эффект независимо от того, с какой скоростью движется источник света. В предложении, которое, кажется, произвело на

⁴⁸ Первое издание в двенадцати томах появилось между 1853 и 1857 гг. Переизданные тома под новыми названиями, на которые ссылается в своем очерке Майя, выходили в конце 1860-х гг. Они постоянно обновлялись. То издание, которое, видимо, попало к Эйнштейну, насчитывало двадцать один том, который был скомпонован в четыре или пять больших книг. Исчерпывающее исследование влияния этих книг на Эйнштейна см. Frederick Gregory, *The Mysteries and Wonders of Science: Aaron Bernstein's Naturwissenschaftliche Volksbücher and the Adolescent Einstein*, см. Howard and Stachel 2000, 23–42. Maja Einstein, xxi; Einstein 1949b, 15; Seelig 1956a, 12.

Эйнштейна впечатление, учитывая его сходство с его более поздним знаменитым заключением, Бернштейн утверждал: “Поскольку любой свет, как оказалось, распространяется абсолютно с одной и той же скоростью, закон, описывающий скорость света, может быть назван наиболее общим законом природы”.

В другом томе Бернштейн пригласил своих юных читателей в воображаемое путешествие по космосу. Способ передвижения – на волне электромагнитного поля. Его книги излучали радостное восхищение перед научными исследованиями, а иногда там встречались и пафосные пассажи вроде, например, такого (посвященного правильному предсказанию положения новой планеты Уран): “Слава этой науке! Слава людям, сделавшим это! И хвала человеческому разуму, более зоркому, чем человеческий глаз”⁴⁹.

Бернштейн, как позже и Эйнштейн, пытался объединить все силы природы. Например, после обсуждения того факта, что все электромагнитные явления, такие как свет, могут рассматриваться как волны, он предполагает, что это же может относиться и к гравитации. Бернштейн писал, что единство и простота лежат в основе всех концепций, основанных на нашем восприятии. Цель науки состоит в построении теорий, описывающих основы реальности. Позже Эйнштейн вспоминал это откровение, так же как и реалистиче-

⁴⁹ Aaron Bernstein, *Naturwissenschaftliche Volksbücher*, 1870 ed., vols. 1, 8, 16, 19; Howard and Stachel 2000, 27–39.

ский подход, который усвоил в детстве: “Там, вдалеке, был этот огромный мир, окутанный для нас великой вечной тайной и существовавший независимо от нас, людей”⁵⁰.

Через годы, когда во время первой поездки в Нью-Йорк Эйнштейн встретился с Талмудом, тот спросил, что с высоты прожитых лет Эйнштейн думает о трудах Бернштейна. “Очень хорошая книга, – сказал он, – она оказала очень большое влияние на мое общее развитие”⁵¹.

Еще Талмуд помог Эйнштейну продолжить постигать чудеса математики, принеся ему учебник геометрии за два года до того, как этот предмет начинали изучать в гимназии. Впоследствии Эйнштейн назовет этот учебник “маленькой библией геометрии” и вспомнит о нем с благоговением: “Там содержались утверждения, например, о пересечении трех высот в треугольнике в одной точке, хотя и не очевидные, но доказанные с такой определенностью, что любые возникающие сомнения, казалось, исчезали. Эта прозрачность и определенность произвела на меня неопишное впечатление”. Много лет спустя, читая лекцию в Оксфорде, Эйнштейн заметил: “Если Евклиду не удалось зажечь ваш юношеский энтузиазм, значит, вы не рождены быть учеными”⁵².

⁵⁰ Einstein 1949b, 5.

⁵¹ Talmey, 163. (Талмуд написал небольшие воспоминания уже после того, как в Америке поменял имя на Талми.)

⁵² Einstein, *On the Method of Theoretical Physics*, *Herbert Spencer lecture*, Oxford, June 10, 1933, в Einstein 1954, 270.

В ту пору, когда Талмуд приходил в их дом каждый четверг, Эйнштейну нравилось показывать ему задачи, которые он решил за предыдущую неделю. Вначале Талмуд мог помочь ему, но вскоре ученик превзошел своего учителя. Талмуд вспоминал: “Уже через небольшое время – примерно через несколько месяцев – он проработал весь учебник. После этого он занялся высшей математикой. . . . Вскоре его математический гений поднял его на такие высоты, что я уже не мог за ним угнаться”⁵³.

И тогда восхищенный успехами Эйнштейна студент-медик пошел дальше и познакомил его с философией. “Я рекомендовал ему почитать Канта, – вспоминал он, – и хотя в это время он был ребенком – ему только исполнилось тринадцать лет, – книги Канта, непонятные простым смертным, ему казались ясными”. На какое-то время Кант стал любимым философом Эйнштейна, а его “Критика чистого разума” в конце концов подвела его к тому, что он углубился в чтение трудов Давида Юма, Эрнста Маха и других авторов по проблемам познаваемости реальности.

Увлечение Эйнштейна наукой привело его в возрасте двенадцати лет – как раз тогда, когда мальчики готовятся к бармице⁵⁴, – к неожиданному разочарованию в религии. Берн-

⁵³ Einstein 1949b, 9, 11; Talmey, 163; Fölsing, 23 (который рассуждает о том, что “священной” книгой мог быть другой текст); Einstein 1954, 270.

⁵⁴ Момент достижения еврейским мальчиком религиозного совершеннолетия – тринадцати лет.

штейн в своих научно-популярных книгах попытался примирить науку и религиозные чувства. Он использовал следующее выражение:

“Религиозные чувства вырастают из туманных представлений человеческих существ о том, что все сущее, включая людей, возникло никак не в результате игры случайностей, а как результат действия закономерностей, которые и составляют основную причину всего сущего”.

Позднее Эйнштейн придет к похожему заключению, но тогда его отход от веры был радикальным. “Читая научные книги, я вскоре пришел к убеждению, что многие библейские рассказы не могут быть правдивыми. Как следствие, в моей голове возникла фанатичная вакханалия свободомыслия, сочетающаяся с ощущением того, что власти сознательно обманывают молодежь и подсовывают им ложь; это произвело сокрушительное впечатление”⁵⁵.

В результате Эйнштейн всю остальную жизнь избегал участия в религиозных ритуалах. Как позже отметил его друг Филипп Франк, “у Эйнштейна росло чувство отвращения к ортодоксальной иудейской и всем другим традиционным религиям и богослужениям, и от этого чувства он никогда не избавился”. Однако он с детства сохранил религиозное чувство глубокого преклонения перед красотой и гармонией того, что он называл Божественным разумом, воплощенным в

⁵⁵ Aaron Bernstein, vol. 12, процитировано Фредериком Грегори в Howard and Stachel 2000, 37; Einstein 1949b, 5.

создании Вселенной и ее законов⁵⁶.

Бунт Эйнштейна против религиозных догм в значительной мере определил его общее критическое отношение к традиционным истинам. Он подвергал сомнению любые догмы и авторитеты, и это повлияло как на его занятия наукой, так и на политические взгляды. Позже он скажет: “Подозрительное отношение к авторитетам любого рода выросло из этого опыта и уже никогда больше не покидало меня”. И в самом деле, до конца его дней именно эта, удобная ему позиция нонконформиста определяла как его образ мыслей в науке, так и его общественную позицию.

Позже, когда он уже был признанным гением, он мог с присущим ему милым изяществом заставить всех считаться со своим своеволием. Но, когда он был еще только начальным учеником мюнхенской гимназии, это не выглядело таким милым. Согласно воспоминаниям его сестры, “он в школе был несносен”. Метод обучения, основанный на механическом зазубривании и раздражении от вопросов, был ему отвратителен. “Военная муштра и систематические требования уважать начальство, по-видимому, призванные приучать детей с раннего возраста к военной дисциплине, были особенно неприятны”⁵⁷.

⁵⁶ Frank 1947, 15; Jammer, 15–29. Джеральд Холтон пишет: “Именно остатки юношеского горячего религиозного чувства определили смысл его жизни, заполненной блестящей научной деятельностью”. Holton 2003, 32.

⁵⁷ Einstein 1949b, 5; Maja Einstein, xxi.

Эта прусская приверженность к прославлению милитаристского духа чувствовалась даже в Мюнхене, где баварский дух ослаблял строгую регламентацию. Дети обожали играть в солдатики, и, когда мимо проходили отряды военных с трубами и барабанами, ребяташки выбегали на улицы, чтобы присоединиться к параду и промаршировать вместе с солдатами в ногу. Но это все было не для Эйнштейна. Однажды, увидев эту картину, он заплакал и сказал родителям:

“Когда вырасту, я не хочу быть таким, как эти бедняги”. Позднее он объяснял: “Если человеку доставляет удовольствие маршировать в ногу под музыку, этого достаточно, чтобы оттолкнуть меня от него. Значит, он получил свой замечательный мозг по ошибке”⁵⁸.

Неприятие им всех видов строгой дисциплины делало его обучение в гимназии все более трудным и неэффективным. Он жаловался, что механическое заучивание в гимназии “очень походило на муштру в прусской армии, где дисциплины добивались бесконечным повторением бессмысленных команд”. В поздние свои годы он сравнит своих учителей с военными разных рангов. “Учителя начальной школы казались мне сержантами на строевой подготовке, – говорил он, – а учителя в гимназии – лейтенантами”. Однажды он спросил Ч. П. Сноу, английского писателя и ученого, знает

⁵⁸ Einstein, *What I Believe, Forum and Century* (1930): 194, перепечатано как *The World As I See It*, в Einstein 1954, 10. Согласно Филиппу Франку, “он считал парад движением людей, вынужденных быть машинами”; Frank 1947, 8.

ли он, что означает немецкое слово *Zwang*. Сноу сказал, что, вероятно, знает: это принуждение, ограничение, обязательство, насилие. Но почему Эйнштейн спрашивает? И тот ответил, что в мюнхенской школе он нанес свой первый удар по *Zwang* и с тех пор это помогало ему определять свою позицию⁵⁹.

Скептическое отношение к азбучным истинам и стало отличительной чертой его стиля жизни. В 1901 году он писал в письме к другу отца: “Слепая вера в авторитеты – самый главный враг истины”⁶⁰.

В течение шести десятилетий его научной деятельности, и когда он участвовал в совершении квантовой революции, и позже, когда он стал ее оппонентом, этот подход помогал Эйнштейну формулировать научную позицию. “Его критическое отношение к авторитетам, возникшее в раннем возрасте и никогда полностью не исчезающее, должно быть, оказало решающее влияние, – говорил Банеш Хоффман, работавший с Эйнштейном в последние его годы, – без этого качества он бы не выработал такую сильную независимость мышления, давшую ему мужество противостоять установившимся научным догмам и тем самым произвести революцию в физике”⁶¹.

⁵⁹ Frank 1947, 11; Fölsing, 17; C. P. Snow, *Einstein*, в *Variety of Men* (New York: Scribner’s, 1966), 26.

⁶⁰ Письмо Эйнштейна Йосту Винтелеру, 8 июля 1901 г.

⁶¹ Pais 1982, 17, 38; Hoffmann 1972, 24.

Это презрение к авторитетам не прибавило любви к нему у немецких “лейтенантов”, учивших его в школе. Дошло до того, что один из учителей заявил: высокомерие Эйнштейна делает его присутствие в классе нежелательным. Когда Эйнштейн стал настаивать, что никого не оскорблял, учитель ответил: “Да, это правда, но вы сидите в последнем ряду и улыбаетесь, одним своим присутствием подрывая мой авторитет перед классом”⁶².

Дискомфорт, ощущаемый Эйнштейном, стремительно вел его к депрессии, а может, даже к нервному срыву, но как раз в это время в судьбе бизнеса его отца произошел резкий разворот. Крах был стремительным. Большую часть времени, пока Эйнштейн учился в школе, дела компании братьев шли вполне успешно. В 1885 году в ней было двести сотрудников, и она обеспечивала первое уличное электрическое освещение Мюнхена во время праздника “Октоберфест”⁶³. В течение нескольких последующих лет она выиграла контракты на проведение электричества в Швабинге – пригороде Мюнхена с населением десять тысяч человек – с использованием газовых моторов, приводящих в движение пару динамо-машин, сконструированных Эйнштейнами. Якоб Эйнштейн получил шесть патентов на усовершенство-

⁶² Maja Einstein, xx; Seelig 1956a, 15; Pais 1982, 38; черновик письма Эйнштейна Филиппу Франку, 1940, CPAE 1, lxiii.

⁶³ Октябрьские народные гуляния в Мюнхене – самые большие народные гуляния в мире, сопровождаемые распитием специально сваренного к этой дате пива.

ванные дуговые лампы, автоматические прерыватели электрических цепей и электросчетчики. Компания готовилась составить конкуренцию “Сименсу” и другим процветающим тогда компаниям. Чтобы поднять деньги, братья заложили свои дома и заняли больше шестидесяти тысяч марок под 10 %, то есть влезли по уши в долги⁶⁴.

А в 1894 году, когда Эйнштейну стукнуло пятнадцать лет, компания обанкротилась, после того как проиграла конкурсы на электрификацию центрального района Мюнхена и других мест. Его родители с сестрой и дядя Якоб переехали в Северную Италию – сначала в Милан, а затем в ближайший к нему городок Павия, где, как думали итальянские партнеры компании, имелись более комфортные условия для маленьких фирм. Их элегантный особнячок был снесен, поскольку застройщик решил возвести на этом месте многоквартирный дом. Эйнштейна оставили в Мюнхене в доме дальних родственников, чтобы он окончил там три последних класса школы.

Не вполне понятно, было ли Альберту в ту печальную осень 1894 года приказано уйти из гимназии Луитпольда или ему просто вежливо дали понять, что будет лучше, если он ее покинет. Несколькими годами позже он утверждал, что учитель, который заявлял, что его “присутствие подрывает уважение к нему класса”, продолжил “выражать желание, чтобы

⁶⁴ Steffan Siemer, *The Electrical Factory of Jacob Einstein and Cie.*, в Renn 2005b, 128–131; Pyenson, 40.

я ушел из школы”. В более ранних воспоминаниях какого-то члена его семьи говорилось, что это было его собственным решением. “Альберт все больше склонялся к решению не оставаться в Мюнхене и для этого разработал некий план”.

Этот план включал письмо от семейного доктора, старшего брата Макса Талмуда, который написал, что Эйнштейн страдает нервным истощением. Он использовал письмо, чтобы оправдать свой уход из школы во время рождественских каникул и больше туда не возвращаться. Вместо этого он сел в поезд и отправился через Альпы в Италию, где проинформировал своих “встревоженных” родителей, что никогда не вернется в Германию. Вместо этого он пообещал, что будет учиться самостоятельно и попытается поступить в технический колледж в Цюрихе следующей осенью.

Возможно, у него была еще одна причина уехать из Германии. Если бы он остался там до семнадцати лет – а это должно было случиться через год, – ему пришлось бы пойти в армию, а о такой перспективе, как говорила его сестра, “он думал с ужасом”. Поэтому, кроме того что он объявил о том, что не вернется в Мюнхен, он вскоре попросил отца помочь ему оформить отказ от немецкого гражданства⁶⁵.

⁶⁵ Overbye, 9–10; черновик письма Эйнштейна Филиппу Франку, 1940, CPAE 1, lxiii; Hoffmann, 1972, 25–26; Reiser, 40; Frank 1947, 16; Maja Einstein, xxi; Fölsing 28–30.

Арау

Весну и лето 1895 года Эйнштейн провел с родителями в их квартире в Павии, помогая в делах семейной фирмы. Там он приобрел опыт обращения с магнитами, катушками и электрогенераторами. То, как Эйнштейн принялся за дело, произвело впечатление на семью. Однажды у дяди Якоба возникли проблемы с расчетами новой установки, и Альберт взялся за них. “Мы с моим помощником-инженером несколько дней ломали головы над проблемой, а этот юнец всю проблему расщелкал за пятнадцать минут, – рассказывал Якоб своему другу. – Вы еще услышите о нем”⁶⁶.

В горах он смог утолить свою тягу к гордому одиночеству и целыми днями бродил по Альпам и Апеннинам, в частности, однажды совершил поход из Павии в Геную, где жил брат матери Юлиус Кох. Путешествуя по Северной Италии, он был очарован не свойственным немцам обаянием и “деликатностью” местных жителей. Его сестра вспоминала, что итальянцы с их “естественностью” резко отличались от “духовно сломленных и послушных автоматов” – жителей Германии.

Своим родителям Эйнштейн пообещал самостоятельно подготовиться к поступлению в технический колледж – Цю-

⁶⁶ Письмо Эйнштейна Мари Винтелер, 21 апреля 1896 г.; Fölsing 34; *The Jewish Spectator*, январь 1969 г.

рихский политехнический институт⁶⁷. Для этого он купил три тома учебника современной физики Жюля Виоля и испещрил поля своими соображениями. Как вспоминала сестра, стиль его работы продемонстрировал его способность концентрироваться. “Даже когда вокруг находилась шумная компания людей, он мог уйти в себя, сесть на диван, взять ручку и бумагу, поставить на подлокотник чернильницу и полностью погрузиться в проблему, а громкие разговоры вокруг не мешали ему, а скорее стимулировали”⁶⁸.

Тем летом в возрасте шестнадцати лет он написал свой первый очерк по теоретической физике – “Об исследовании состояния эфира в магнитном поле”. Предмет важный, учитывая, какую роль эфир сыграет в научной судьбе Эйнштейна. В то время ученые рассматривали свет исключительно как волны, так что они считали, что Вселенная должна быть заполнена всепроникающим, но невидимым веществом, в котором возникают и распространяются волны, точно так же как вода в океане – это среда, которая колеблется вверх и вниз при распространении волны. Они называли эту невидимую среду эфиром, и Эйнштейн (по крайней мере на тот мо-

⁶⁷ Тогда официальное название этого учреждения было *Eidgenössische Polytechnische Schule* (Швейцарская политехническая школа). В 1911 году школа добилась права присуждать докторские степени и изменила название на *Eidgenössische Polytechnische Hochschule* (Швейцарская технологическая высшая школа), или, коротко, *ETH*. Эйнштейн тогда и позже обычно называл его Цюрихским политехом или Политехникумом. – *Прим. авт.*

⁶⁸ Frank 1947, 17; Maja Einstein, xxii; Hoffmann 1972, 27.

мент) принял это допущение. В своем очерке он описал это так: “Электрический ток приводит окружающий эфир в состояние мгновенного движения”.

Написанная от руки статья, состоящая из четырнадцати параграфов, перекликалась с учебником Виоля и с некоторыми статьями в научно-популярных журналах, посвященными недавним открытиям Генриха Герца, касающимся электромагнитных волн. В ней Эйнштейн предложил сделать определенные эксперименты, которые могли бы объяснить, как “магнитное поле формируется вокруг электрических токов”. Он писал, что это было бы интересно, “потому что исследование упругих свойств эфира в этом случае позволило бы нам пролить свет на загадочную природу электрического тока”.

Бросивший среднюю школу ученик честно признался, что легко делает допущения, не зная, к чему они могут привести. Он писал: “Поскольку у меня совершенно не было материала, который бы позволил мне глубже изучить предмет, я мог только рассуждать и прошу не считать это обстоятельство признаком поверхностности”⁶⁹.

Он послал статью своему дяде Цезарю Коху, одному из самых любимых родственников, – торговцу, жившему в Бельгии и время от времени оказывавшему Эйнштейну финансовую помощь. С притворным смирением Эйнштейн писал:

⁶⁹ Einstein, *On the Investigation of the State of the Ether in a Magnetic Field*, лето 1895 г., CPAE 1: 5.

“Работа очень наивна и несовершенна, ведь иного нельзя ожидать от такого молодого человека, как я”. В письме он добавил, что его цель – попасть следующей осенью в Цюрихский политех, но его беспокоит, что он моложе, чем того требуют правила института: “Я должен был бы быть по крайней мере на пару лет старше”⁷⁰.

Чтобы помочь ему обойти это правило, друг семьи Эйнштейнов написал письмо директору Политехникума, прося об исключении из правил. О тоне письма можно судить по ответу директора, в котором высказан скептицизм относительно признания за Эйнштейном “так называемой детской одаренности”. Тем не менее Эйнштейн получил разрешение сдать вступительные экзамены и в октябре 1895 года сел на поезд в Цюрих, испытывая “обоснованное чувство неуверенности в себе”.

Неудивительно, что он легко сдал экзамены по математике и естественным наукам, но срезался на основном экзамене, включавшем разделы по литературе, французскому языку, зоологии, ботанике и политике. Ведущий физик Политехникума, профессор Генрих Вебер, предложил Эйнштейну остаться в Цюрихе и ходить на его лекции, но Эйнштейн по совету директора решил посвятить следующий год подготовке в школе кантона, расположенной в деревне Арау, в сорока километрах к западу от Цюриха⁷¹.

⁷⁰ Письмо Эйнштейна Цезарю Коху, лето 1895 г.

⁷¹ Письмо Альбины Герцог Густаву Майеру, 25 сентября 1895 г., CPAE 1 (ан-

Для Эйнштейна лучшей школы нельзя было найти. Все преподавание основывалось на идеях, сформулированных в начале XIX века швейцарским реформатором преподавания Иоганном Генрихом Песталоцци, который считал, что визуальные образы способствуют лучшему усвоению материала. Он также считал, что важно воспитывать “внутреннее достоинство” каждого ребенка. Песталоцци учил, что школьники должны сами приходить к умозаключениям, к которым ведет цепочка шагов, причем начинать надо с доступных наблюдений, а дальше подключать интуицию, концептуальное мышление и зрительные образы⁷². Таким способом можно было даже выучивать – и действительно понимать – математические и физические законы. Следовало избегать только механической зубрежки, заучивания и насильного вдалбливания информации.

Эйнштейн полюбил Арау. “К школьникам применялся индивидуальный подход, – вспоминала его сестра, – акцент делался скорее на развитии независимого мышления, чем на объеме знаний, и школьники рассматривали учителя не как незыблемый авторитет, а как человека с определенной индивидуальностью, такой же подход был и к школьникам”. Система обучения была прямо противоположной немецкой, которую Эйнштейн ненавидел. “Когда я сравнил это с ше-

глейское издание), 7; Fölsing, 37; Seelig 1956a, 9.

⁷² Этот процесс размышления философы-кантианцы называют *Anschau-ung* (созерцание), Miller 1984, 241–246.

стью годами обучения в немецкой авторитарной гимназии, – вспоминал он позже, – я ясно понял, насколько совершеннее образование, основанное на свободе действий и персональной ответственности, чем то, которое зиждется на ложных авторитетах”⁷³.

Визуальное представление концепций, как тому и учил Песталоцци и его последователи из Арау, стало важной особенностью мышления Эйнштейна. “Обучение визуальному видению – существенный и единственно правильный метод обучения тому, как правильно понимать вещи, – писал Песталоцци, – а обучение языкам и арифметике, несомненно, должно быть вторично”⁷⁴.

Неудивительно, что именно в этой школе Эйнштейн приохотился к мысленным экспериментам, которые помогут ему в дальнейшем стать величайшим научным гением своего времени: он попытался вообразить себе, на что может быть похож полет рядом со световым лучом. “В Арау я провел свой первый, довольно детский мысленный эксперимент, имеющий непосредственное отношение к специальной теории относительности, – рассказывал он позднее другу. – Если человек мог бы лететь за световой волной с той же самой скоростью, что и свет, волновая картина совершенно не за-

⁷³ Seelig 1956b, 56; Fölsing, 38.

⁷⁴ Miller 2001, 47; Maja Einstein, xxii; Seelig 1956b, 9; Fölsing, 38; Holton, *On Trying to Understand Scientific Genius*, в Holton 1973, 371.

висела бы от времени. Конечно, такое невозможно”⁷⁵.

Этот тип мысленного эксперимента – *Gedankenexperiment* – стал фирменным знаком и творческим методом Эйнштейна. В разное время он будет рисовать в своем воображении и удары молнии, и ускоряющиеся лифты, и падающих художников, и двухмерных жуков, ползущих по кривым веткам, а также различные хитроумные устройства, сконструированные для того, чтобы хотя бы в теории точно определить местоположение и скорость движущихся электронов.

Когда Эйнштейн учился в школе в Арау, он столовался в пансионе, который содержало замечательное семейство Винтелеров, и его жизнь надолго переплелась с жизнью членов этой семьи. Это были глава семьи Йост Винтелер, который преподавал в школе историю и древнегреческий язык, его жена Роза, которую Эйнштейн вскоре стал звать Мамерл, то есть мамочка, и их семеро детей. Дочь Мари стала первой любовью Эйнштейна, другая дочь, Анна, стала женой ближайшего друга Эйнштейна – Мишеля Бессо. А их брат Пауль женился на любимой сестре Эйнштейна Майе.

“Папа” – Йост Винтелер – был либералом, в основном разделявшим отвращение Эйнштейна к милитаризму и национализму. Его максимальная честность и политический идеализм помогли сформироваться социальной философии Эйн-

⁷⁵ Bucky, 26; Fölsing, 46. Более полное описание представил сам Эйнштейн в своих *Autobiographical Notes*, в Schilpp, 53.

штейна. Как и его учитель, Эйнштейн станет сторонником федерализма, интернационализма, пацифизма и демократического социализма с акцентом на индивидуальной свободе и свободе выражения.

Что еще более важно, в теплой атмосфере семьи Винтелеров Эйнштейн почувствовал себя более привлекательным и уверенным в себе. Хотя он все еще считал себя одиночкой, Винтелеры помогли ему эмоционально расцвести и раскрыться для близких отношений. Дочь Йоста Анна вспоминала: “У него было замечательное чувство юмора, иногда он смеялся от всей души”. По вечерам он иногда занимался, но “чаще сидел с семьей за столом”⁷⁶.

Эйнштейн превратился в привлекательного юношу, который, по словам знавшей его дамы, “выглядел мужественно и имел тот тип внешности, которая на рубеже веков сводила женщин с ума”. У него были темные волнистые волосы, выразительные глаза, высокий лоб и живые манеры. “Нижняя половина его лица могла принадлежать сластолюбцу, у которого есть множество причин любить жизнь”.

Один из его однокашников, Ганс Биланд, позже ярко описал внешность этого “наглого шваба”, производившего неизгладимое впечатление: “Уверенный в себе, в серой фетровой шляпе, сдвинутой назад на его пышной черной шевелюре, он энергично вышагивал туда и обратно, очень быстро, я

⁷⁶ Письмо Густава Мейера Йосту Винтелеру, 26 октября, 1895, CPAE 1: 9; Fölsing, 39; Highfield and Carter, 22–24.

бы даже сказал – в сумасшедшем темпе, который навязывал его беспокойный дух, вмещающий в себя целый мир. Ничто не ускользало от быстрого взгляда его больших, ярких карих глаз. Все, кто приближался к нему, были очарованы масштабом его личности. Насмешливо изогнутый рот с выступающей полной нижней губой не позволял обывателям относиться к нему панибратски”.

Биланд добавил, что наиболее примечательно в молодом Эйнштейне было его дерзкое, временами отпугивающее остроумие.

“Он относился к настроениям в обществе с позиции усмевающегося философа, а его острый сарказм безжалостно бичевал всю их суетность и искусственность”⁷⁷.

Эйнштейн влюбился в Мари Винтелер в конце 1895 года, всего лишь через несколько месяцев после того, как поселился в доме ее родителей. Она только что окончила колледж, выпускающий учителей, и жила дома, ожидая освобождения места в ближайшей деревушке. Ей недавно исполнилось восемнадцать, ему было только шестнадцать. Роман взволновал обе семьи. Альберт и Мари послали общее поздравление с Новым годом его матери, и она тепло ответила: “Ваше письмо, дорогая мисс Мари, доставило мне неизмеримую радость”⁷⁸.

⁷⁷ Vallentin, 12; Hans Byland, *Neue Bündner Zeitung*, Feb. 7, 1928, процитировано в Seelig 1956a, 14; Fölsing, 39.

⁷⁸ Письмо Эйнштейна семье Винтелеров, 30 декабря 1895 г., CPAE 1: 15.

А в следующем апреле, когда он приехал домой в Павию на весенние каникулы, Эйнштейн написал Мари первое из известных нам любовное письмо:

“Дорогая моя и любимая! Большое, громадное спасибо за твоё очаровательное письмо, оно меня бесконечно обрадовало. Какое блаженство прижать к сердцу листок бумаги, на который с нежностью смотрели эти дорогие мне глаза, по которому грациозно скользили твои прелестные ручки. Мой маленький ангел, сейчас впервые в жизни я в полной мере почувствовал, что значит тосковать по дому и томиться в одиночестве. Но радость любви сильнее, чем тоска от разлуки...

Моя мать тоже прижимает тебя к сердцу, хотя и не знакома с тобой; я лишь дал ей прочитать пару твоих очаровательных писем. И она все время подсмеивается надо мной, поскольку меня больше не интересуют [другие девушки], которые, кажется, так увлекали меня раньше. Ты значишь для моей души больше, чем раньше целый мир”.

Его мать сделала приписку к письму: “Не прочитав письмо, шлю вам свои сердечные пожелания!”⁷⁹

Хотя Эйнштейну и очень нравилась школа в Арау, учился там он неровно. В рапорте о приеме было отмечено, что ему нужно более глубоко изучить химию, а также что у него “большие пробелы” во французском языке. К концу полу-

⁷⁹ Письмо Эйнштейна Мари Винтелер, 21 апреля 1896 г.

годия ему все еще требовалось “продолжить брать частные уроки по химии и французскому языку”, и отмечалось, что “проблемы с французским остаются”. Когда отец Эйнштейна получил от Йоста Винтелера отчет за полугодие, он был вполне оптимистичен. “Не все оценки отвечают моим желаниям и ожиданиям, – писал он, – но я привык, что Альберт наряду со средними оценками получает очень хорошие, и поэтому я не расстраиваюсь по этому поводу”⁸⁰.

Музыка оставалась страстью Альберта. В классе было девять скрипачей, и их учитель заметил, что им иногда не хватало “легкости во владении смычком”. Но Эйнштейна он выделил и похвалил: “Один студент по фамилии Эйнштейн блеснул, исполнив адажио из сонаты Бетховена с большим чувством”. На концерте в местной церкви Эйнштейна выбрали в качестве первой скрипки при исполнении произведения Баха. Его “чарующий звук и несравненное чувство ритма” привели в восторг второго скрипача, и он спросил Эйнштейна: “Вы что, отсчитываете такт?” На что тот ответил:

“Боже, конечно, нет, это у меня в крови”.

Однокашник Эйнштейна Биланд вспоминал, как тот со страстью играл сонату Моцарта: “Сколько огня было в этом исполнении!” Казалось, что слышишь сочинение этого ком-

⁸⁰ Entrance report, Aarau school, CPAE 1: 8; Aarau school record, CPAE 1: 10; письмо Германа Эйнштейна Йосту Винтелеру, 29 октября 1995 г., CPAE 1: 11, и 30 декабря 1895, CPAE 1: 14.

позитора в первый раз. Слушая Эйнштейна впервые, Биланд понял, что внешнее впечатление о нем как о человеке, склонном к сарказму, и острослове ошибочно, напротив, душа его ранима. “Он был из тех личностей, которые знают, как с помощью показной колючести защитить хрупкий внутренний мир и свою интенсивную внутреннюю жизнь”⁸¹.

Отвращение Эйнштейна к авторитарным немецким школам в частности и милитаристской атмосфере вообще возбудило у него желание отказаться от немецкого гражданства. Это желание поддержал Йост Винтелер, который презирал все формы национализма и привил Эйнштейну веру в то, что люди должны себя ощущать гражданами мира. В результате он попросил отца помочь ему отказаться от немецкого гражданства. Разрешение пришло в январе 1896 года, и на время он оказался апатридом – человеком без гражданства⁸².

В этом же году он стал человеком без вероисповедания. Когда отец писал для Эйнштейна прошение об отказе от гражданства, то написал, возможно по настоянию Альберта, что у него “отсутствует вероисповедание”. Когда Эйнштейн через несколько лет попросит разрешение на регистрацию в Цюрихе, а также еще в нескольких ситуациях, возникших в последующие два десятилетия, он отрекомендует себя так же.

⁸¹ Отчет о музыкальных экзаменах, 31 марта 1896 г., CPAE 1: 17; Seelig 1956a, 15; Overbye, 13.

⁸² Отказ от гражданства Вюртемберг, 28 января 1896 г., CPAE 1: 16.

Его отказ от традиционного иудаизма, с которым у него в детстве был пылкий роман, вкуче с неприязнью к мюнхенским евреям оттолкнул его от наследия предков. “Религия отцов, с которой я познакомился в Мюнхене, получая религиозные наставления, и в синагоге, оттолкнула, а не привлекла меня, – объяснял он одному ученому, занимавшемуся изучением истории евреев. – Окружавшие меня в детстве еврей-буржуа с их богатством и разобщенностью не смогли предложить ничего ценного для меня”⁸³.

Позже, когда в 1920-х годах он столкнется с махровым антисемитизмом, он начнет восстанавливать свою еврейскую идентичность. “Во мне нет ничего, что можно было бы считать еврейской верой, – говорил он, – однако я счастлив, что принадлежу к еврейскому народу”. Однажды он изложил ту же мысль более красочно: “Еврей, отторгнувший свою веру, подобен улитке, покинувшей свою раковину. Но от этого она не перестает быть улиткой”⁸⁴.

На его разрыв с иудаизмом в 1896 году, следовательно, нужно смотреть не как на окончательный разрыв, а как на один из этапов длившейся всю жизнь эволюции его поисков своей культурной идентичности. “В то время я даже не мог понять, что может значить отказ от иудаизма, – писал он дру-

⁸³ Письмо Эйнштейна Юлиусу Каценштейну, 27 декабря 1931 г., процитировано в Fölsing, 41.

⁸⁴ *Israelitisches Wochenblatt*, 24 сентября 1920 г.; Einstein, *Why Do They Hate the Jews?* *Collier's*, 26 ноября 1938 г.

гу за год до смерти. – Но я полностью осознавал свое еврейское происхождение, несмотря на то что всю значимость принадлежности к еврейству я понял гораздо позднее”⁸⁵.

Эйнштейн закончил учебный год в школе Арау, получив второй результат в классе, с оценками, которые считались бы замечательными для всех, кроме него – одного из величайших в истории гениев. (Увы, имени мальчика, обошедшего Эйнштейна по баллам, история не сохранила). По шкале от 1 до 6 (6 – высший балл) он получил 5 или 6 по всем естественным наукам и математическим курсам, а также по итальянскому и истории. Самая низкая оценка – 3 – была по французскому языку.

Это дало ему право сдавать несколько экзаменов, письменных и устных, что позволило бы ему, если бы он их сдал, быть зачисленным в Цюрихский политехникум. На экзамене по немецкому он небрежно пересказал пьесу Гете и получил 5. На экзамене по математике он сделал незначительную ошибку, назвав число “мнимым”, имея в виду “иррациональное”, но тем не менее получил высшую оценку. На экзамен по физике он опоздал, а ушел досрочно, закончив двухчасовой тест за час и пятнадцать минут, и получил высший балл. Всего он получил в среднем 5,5 – лучшую оценку среди девяти сдававших экзамены абитуриентов.

Единственным заданием, которое он выполнил плохо, бы-

⁸⁵ Письмо Эйнштейна Гансу Мюхсаму, 30 апреля 1954 г., АЕА 38–434; Fölsing 42.

ло сочинение по французскому языку. Но его очерк, состоящий из трех абзацев, для нас сегодняшних самая интересная часть экзаменов. Сочинение называлось *Mes Projets d'avenir*, то есть “Мои планы на будущее”. Хотя язык, которым были изложены эти планы, не блестящ, смысл их понять можно, и они таковы:

“Если мне повезет и я сдам экзамены, я поступлю в Цюрихский политехникум. Там я четыре года буду изучать математику и физику.

Я думаю, что стану учителем и буду преподавать эти дисциплины, предпочитая теоретические разделы.

К этому плану меня привели определенные обстоятельства и, самое главное, мой личный талант в абстрактном и математическом мышлении... К этому решению меня привели и мои желания. Это вполне естественно: все хотят делать то, к чему у них есть талант.

Кроме того, меня привлекает независимость, которую дают занятия наукой”⁸⁶.

Летом 1896 года электрический бизнес братьев Эйнштейнов опять пришел к краху, на этот раз из-за того, что они неправильно оформили права на воду, которые необходимо было получить при строительстве гидроэлектростанции в Павии. Партнеры расстались по-дружески, и Якоб пошел работать инженером в большую фирму. Но Герман, чей оп-

⁸⁶ Результаты экзаменов, 18–21 сентября 1896 г., СРАЕ 1: 20–27.

тимизм и самолюбие взяли верх над благоразумием, настаивал на открытии еще одной фирмы, связанной с конструированием динамо-машин, на этот раз в Милане. Альберт настолько не был уверен в успехе прожектов отца, что пошел к родственникам и попросил не финансировать эту новую затею.

Но они все-таки вложили деньги⁸⁷.

Герман надеялся, что Альберт когда-нибудь войдет в его бизнес, но того инженерное дело привлекало мало. “Сначала я собирался стать инженером, – писал он позднее другу, – но мысль о том, что моя творческая энергия будет направлена на то, чтобы сделать повседневную жизнь еще более комфортной, и что моей главной целью будет увеличение капитала, была для меня непереносима. Только мышление ради самого мышления, как музыка!”⁸⁸ И с этими мыслями он отправился в Цюрихский политехникум.

⁸⁷ Overbye, 15; Maja Einstein, xvii.

⁸⁸ Письмо Эйнштейна Генриху Цангеру, 11 августа 1918 г.



Глава третья

Цюрихский политехникум 1896–1900

Наглый ученик

В октябре 1896 года семнадцатилетний Эйнштейн поступил в Цюрихский политехникум, который в ту пору был скорее педагогическим и техническим колледжем. Он был менее престижен, чем соседний Университет Цюриха и университеты Базеля и Женевы, каждый из которых имел право присуждать докторские степени (статус, который Политехникум, официально называвшийся Федеральной политехнической школой, получит в 1911 году и тогда станет называться Федеральной технической высшей школой – *Eidgenössische Technische Hochschule*, или *ETH*). Тем не менее у Политехникума была солидная репутация хорошего учебного заведения в области точных наук и инженерии. Декан физического факультета Генрих Вебер недавно приобрел большое новое здание, деньги на которое дал электрический магнат (и конкурент братьев Эйнштейнов) Вернер фон Сименс. В нем помещались демонстрационные лаборатории, славившиеся точностью проводимых там измерений.

Эйнштейн был в числе одиннадцати принятых студентов на факультет, который выпускал “учителей, специализирующихся в области математики и физики”. Он жил в студенческом общежитии на месячную стипендию в 100 швейцарских франков, посылаемых его родственниками Кохами. Ежемесячно он откладывал 20 франков, которые должны были пойти на оплату швейцарского гражданства⁸⁹.

В 1890 годах теоретическая физика только-только начала становиться отдельной академической дисциплиной, и профессорские места по этой специальности стали организовываться во многих европейских университетах. Среди первых профессоров – физиков-теоретиков были Макс Планк в Берлине, Хендрик Лоренц в Голландии и Людвиг Больцман в Вене, и они сочетали физику с математикой, чтобы найти направления, по которым еще предстоит пройти экспериментаторам. По этой причине предполагалось, что математика будет для Эйнштейна главной обязательной дисциплиной в Политехникуме.

Однако интуиция гораздо больше помогала Эйнштейну при решении физических проблем, чем математических, и он еще не знал, как тесно эти две науки переплетутся, когда он будет работать над своими новыми теориями. В течение всех четырех лет обучения в Политехникуме он получал по всем курсам теоретической физики только оценки 5 или 6 (по шестибальной шкале), а по большинству математиче-

⁸⁹ Cahlan, 42; “От редактора” в CPAE 1 (German), 44.

ских курсов, особенно связанных с геометрией, – только 4. Позже он признавался: “Когда я был студентом, я еще не понимал, что глубоко понять основные физические принципы возможно, лишь увязав их с наиболее сложными математическими методами”⁹⁰.

Осознание этого факта придет к нему десятилетием позже, когда он будет сражаться с геометрической интерпретацией своей теории гравитации и ему придется обратиться за помощью к тому самому профессору математики, который однажды назвал его ленивым щенком. “Я проникся большим уважением к математике, – написал он коллеге в 1912 году, – хитроумные разделы которой я по простоте душевной до сих пор считал обычными безделушками”. В конце жизни он выразил сожаление по этому же поводу в разговоре с молодым другом. “В раннем возрасте я посчитал, что успешному физики необходимо знать лишь основы математики, – сказал он, – в более зрелом возрасте я с великим сожалением понял, что это мое умозаключение совершенно ошибочно”⁹¹.

Его первым преподавателем физики был профессор Генрих Вебер, который годом ранее был так впечатлен знаниями Эйнштейна, что, хотя тот и провалил экзамены в Политехникум, уговаривал его остаться в Цюрихе и прослушать курс его лекций. Их взаимная симпатия продлилась первые два

⁹⁰ Einstein 1949b, 15.

⁹¹ Реестр успеваемости, октябрь 1896 – август 1900 г., CPAE 1: 28; Bucky, 24; письмо Эйнштейна Арнольду Зоммерфельду, 29 октября 1912 г.; Fölsing, 50.

года обучения Эйнштейна в Политехникуме. Лекции Вебера были в числе тех немногих курсов, которые вызывали у Эйнштейна восхищение. “Лекции Вебера по теплоте были прочитаны мастерски, – написал он на втором курсе, – каждая из них доставила мне удовольствие”. Он работал в лаборатории Вебера “со страстной увлеченностью”, проделал под его руководством пять лабораторных работ, прослушал десять семинарских курсов и получил хорошие оценки по всем⁹².

Постепенно, однако, Эйнштейн разочаровался в Вебере. Ему казалось, что профессор слишком много внимания уделяет истории физических открытий и слишком мало говорит о современных открытиях. “Все, что произошло [в физике] после Гельмгольца, просто не упоминалось, – жаловался современник Эйнштейна. – К концу занятий мы знали все о прошлом физики и ничего – о настоящем и будущем”.

Одним из крупных недостатков лекций Вебера было то, что в них он не разбирал революционные идеи Джеймса Клерка Максвелла, который уже в 1855 году начал работу над своей основополагающей теорией электромагнетизма и вывел изящные математические уравнения, описывающие распространение электромагнитных волн, и в частности света. “Мы напрасно ожидали, что будет рассказ о теории Максвелла, – писал еще один студент – сокурсник Эйнштейна. – Больше всех был разочарован Эйнштейн”⁹³.

⁹² Письмо Эйнштейна Милеве Марич, февраль 1898 г.; Cahan, 64.

⁹³ Louis Kollros, *Albert Einstein en Suisse*, Helvetica Physica, Supplement 4 (1956):

Естественно, принимая во внимание дерзкую натуру Эйнштейна, мы догадываемся, что он не стал прятать свое отношение к этому. И поскольку Веберу было присуще обостренное чувство собственного достоинства, понятно, что в ответ на плохо скрываемое презрение Эйнштейна он рассвирепел. К концу четвертого курса они стали врагами.

Неприязнь, которую вызывал Эйнштейн в Вебере, была еще одним примером того, насколько научная и личная жизнь Эйнштейна зависела от глубоко укоренившихся в его швабской натуре таких черт характера, как способность без стеснения задавать вопросы признанным авторитетам, готовность к дерзкому отпору при всяческих попытках его “построить”, критическое отношение к кажущимся непреложными истинам и правилам. Например, он часто обращался к Веберу в несколько неформальной манере – “герр Вебер” вместо “герр профессор”.

Когда наконец раздражение перевесило восхищение, профессор Вебер высказал ему примерно то же, что и разозленный учитель из мюнхенской гимназии за несколько лет до этого. “Вы умный юноша, Эйнштейн, – сказал ему Вебер, – очень умный. Но у вас есть большой недостаток: вы никогда не позволяете себе согласиться с чем-то, что говорят вам другие”.

В этом утверждении была доля правды. Но Эйнштейну суждено было продемонстрировать, что в период растеря-

ности, царившей в физике на рубеже веков, эта способность легко отбрасывать устоявшиеся понятия – не самое плохое качество⁹⁴.

Дерзкий характер Эйнштейна стал причиной его конфликта с еще одним профессором физики в Политехникуме, Жаном Перне, руководителем экспериментальных и лабораторных работ. За курс “Физический эксперимент для начинающих” Эйнштейн получил у него единицу – самый низкий балл из возможных, а Перне вошел в историю как человек, заваливший Эйнштейна на экзамене по физике. Отчасти он сделал это из-за того, что Эйнштейн редко показывался на его занятиях. В марте 1899 года Эйнштейн в результате докладной записки Перне получил официальный “выговор от директора за отсутствие усердия при прохождении физического практикума”⁹⁵.

Однажды Перне спросил Эйнштейна, почему он выбрал физику, а не, например, медицину или даже юриспруденцию. “Потому, – ответил Эйнштейн, – что в этих областях у меня еще меньше способностей. Почему бы мне не попытаться счастья хотя бы в физике?”⁹⁶

В тех случаях, когда Эйнштейн все-таки показывался в лаборатории Перне, его независимый характер иногда со-

⁹⁴ Seelig 1956a, 30; Overbye, 43; Miller 2001, 52; Charles Seife, *The True and the Absurd* в Brockman, 63.

⁹⁵ Реестр успеваемости, СРАЕ 1: 28.

⁹⁶ Seelig 1956a, 30; Bucky, 25 (слегка измененная версия); Fölsing, 57.

здавал проблемы, как, например, в день, когда он получил инструкцию по проведению конкретной лабораторной работы. “Со своей обычной самоуверенностью, – описывает друг Эйнштейна и один из первых его биографов Карл Силиг, – он, естественно, бросил эту инструкцию в мусорную корзину”. И стал проводить эксперимент по-своему. Перне спросил своего ассистента: “Что нам делать с Эйнштейном? Он всегда делает не то, что я велел”.

“Именно так, герр профессор, – ответил ассистент, – но он находит правильные решения, а его методы весьма интересны”⁹⁷.

В конце концов эти методы сыграли с ним злую шутку. В июле 1899 года он устроил взрыв в лаборатории Перне и так серьезно поранил правую руку, что пришлось идти в поликлинику и накладывать швы. Из-за этой травмы в течение по крайней мере двух недель он почти не мог писать, но еще дольше у него были проблемы с игрой на скрипке. “Пришлось отложить мою скрипку, – писал он женщине, с которой играл дуэтом в Арау, – я уверен, что она удивлена тем, что никто ее не вынимает из черного футляра. Она, возможно, испугалась, что попала к злой мачехе”⁹⁸. Вскоре он возобновил игру на скрипке, но этот инцидент, похоже, повлиял на его решение стать теоретиком, а не экспериментатором.

Несмотря на то что он больше внимания уделял не мате-

⁹⁷ Seelig 1956a, 30.

⁹⁸ Письмо Эйнштейна Джулии Ниггли, 2 июля 1899 г.

матике, а физике, наиболее важное влияние на Эйнштейна оказал как раз профессор математики Герман Минковский. Это был красивый мужчина с волевым подбородком, чуть за тридцать, еврей, родившийся на территории Российской империи. Хотя Эйнштейн высоко оценил то, как Минковский связывал воедино математику и физику, более сложные его курсы он не стал слушать, за что Минковский его и обозвал ленивым щенком и заметил: “Он вообще не утруждал себя занятиями математикой”⁹⁹.

Эйнштейн предпочитал заниматься в обществе одного или двух друзей тем, что ему интересно и к чему лежала душа¹⁰⁰. Хотя он все еще кичился тем, что он “лентяй и одиночка”, он уже стал зависать в кафе и посещать музыкальные суаре в компании приятелей из представителей богемы и друзей-студентов. Несмотря на репутацию одиночки, в Цюрихе он завязал прочные интеллектуальные дружеские отношения, которые сыграли важную роль в его жизни.

Одним из таких друзей был Марсель Гроссман, математический гений, выходец из еврейской семьи, принадлежащей среднему классу, – его отец владел фабрикой в предместье Цюриха. Гроссман подробно конспектировал лекции и давал прочитать свои конспекты Эйнштейну, не столь прилежно посещавшему лекции. Эйнштейн впоследствии с восхищением рассказывал об этих конспектах жене Гроссмана: “Его

⁹⁹ Seelig 1956a, 28; Whitrow, 5.

¹⁰⁰ Einstein 1949b, 15–17.

конспекты можно было печатать и публиковать. Когда приходило время готовиться к экзаменам, он всегда одалживал мне свои тетрадки, и они были моим спасением.

Мне даже подумать страшно, что бы я без них делал”.

Вдвоем с Гроссманом они курили трубку, пили кофе со льдом и обсуждали философские проблемы в кафе “Метрополь” на берегу реки Лиммат. Однажды в разговоре с родителями Гроссман предсказал: “Этот Эйнштейн когда-нибудь станет великим человеком”. Позднее он помог реализовать этому предсказанию, сначала устроив Эйнштейна в Швейцарское патентное бюро – первое его место работы, а затем оказав ему необходимую помощь в математических вычислениях, когда Эйнштейн приступил к работе над общей теорией относительности¹⁰¹.

Поскольку содержание многих лекций в Политехникуме казалось Эйнштейну и его друзьям устаревшим, они самостоятельно прочитывали работы современных им ученых-теоретиков. Эйнштейн вспоминал: “Я часто прогуливал лекции, но со святым рвением прочитывал труды корифеев теоретической физики дома”. Среди работ корифеев были труды Густава Кирхгофа по излучению, Германа фон Гельмгольца по термодинамике, Генриха Герца по магнетизму и Людвигу Больцмана по статистической механике.

Кроме того, на него оказало влияние чтение популярной

¹⁰¹ Интервью Эйнштейна в Вукки, 27; письмо Эйнштейна Элизабет Гроссман, 20 сентября 1936 г., АЕА 11–481; Seelig 1956a, 34, 207; Fölsing, 53.

книги 1894 года “Введение в теорию электричества Максвелла”, написанной менее известным теоретиком Августом Фёпплем. Как подчеркнул историк науки Джеральд Холтон, книга Фёппля была наполнена концепциями, которые вскоре найдут свое отражение в работе Эйнштейна. В книге был раздел “Электродинамика движущихся проводников”, который начинался с описания сомнений автора по поводу концепции “абсолютного движения”. Фёппль утверждал, что можно определить движение одного тела только относительно другого. Отталкиваясь от этого утверждения, он переходил к вопросу о возбуждении электрического тока магнитным полем: “Безразлично, движется ли магнит вблизи покоящегося электрического проводника или сам проводник движется относительно покоящегося магнита – эффект будет одним и тем же”. Свою статью 1905 года по специальной теории относительности Эйнштейн начал с обсуждения того же вопроса¹⁰².

В свободное время Эйнштейн читал и работы Анри Пуанкаре – великого французского энциклопедиста, который подошел очень близко к формулировке базовой концепции специальной теории относительности. Ближе к концу первого года обучения в Политехникуме – весной 1897 года – в Цюрихе состоялась математическая конференция, где дол-

¹⁰² Holton 1973, 209–212. И муж приемной дочери Эйнштейна Рудольф Кайзер, и его коллега Филипп Франк подтверждали, что Эйнштейн во время учебы в Политехникуме в свободное время читал Фёппля.

жен был выступить великий Пуанкаре. В последний момент выяснилось, что он не сможет приехать, но его доклад был зачитан, и в нем было высказано то, что потом стало известнейшим утверждением: “Механика должна строиться на иных постулатах, чем абсолютное пространство, абсолютное время и геометрия Евклида”¹⁰³.

¹⁰³ Clark, 59; Galison, 32–34. В книге Галисона о Пуанкаре и Эйнштейне приводится яркое описание того, как они создавали и развивали свои концепции и как наблюдения Пуанкаре стали “предвестником специальной теории относительности Эйнштейна, блестящим прозрением автора, который, к сожалению, не имел достаточного интеллектуального мужества, чтобы довести их до логического революционного конца” (Galison, 34). Очень полезна также книга Miller 2001, 200–204.

Вненаучные увлечения

Однажды вечером Эйнштейн сидел дома в компании хозяйки, и в это время раздались звуки сонаты Моцарта, исполняемой на рояле. Он спросил, кто играет, и хозяйка ответила, что это учительница музыки – пожилая дама, живущая в мансарде по соседству. Схватив свою скрипку, он выскок из комнаты, не пристегнув воротничок и не повязав галстук. Хозяйка закричала: “Вы не должны выходить на улицу в таком виде, герр Эйнштейн!” Но тот не послушался и помчался в соседний дом. Учительница взглянула на него в ужасе. Эйнштейн взмолился: “Продолжайте, пожалуйста”. И через несколько секунд в воздухе уже раздавались звуки скрипки, сопровождающей партию рояля. Позже учительница спросила соседку, кто так бесцеремонно вторгся к ней и исполнил партию скрипки, и та успокоила ее, сказав, что это был “просто безобидный студент”¹⁰⁴.

Музыка продолжала притягивать Эйнштейна. Она была для него не столько отдушиной, сколько ключом к гармонии, лежащей в основе окружающего мира, возможностью соприкоснуться с творческим гением великих композиторов, с людьми, для которых было удовольствием общаться не только словами. Красота и гармония – как в музыке, так и в физике – внушала ему благоговение.

¹⁰⁴ Seelig 1956a, 37; Whitrow, 5; Bucky, 156.

В Цюрихе жила молодая девушка Сюзанна Маркуолдер, и ее мать устраивала музыкальные вечера, на которых исполнялся преимущественно Моцарт. Она играла на рояле, а Эйнштейн – на скрипке. “Он очень снисходительно относился к моим ошибкам, – вспоминала она, – в худшие моменты обычно говорил: «Вы застряли вот в этом месте, как осел на горе», – и указывал смычком на место, где должен вступать мой рояль”.

Больше всего в Моцарте и Бахе Эйнштейн ценил ясную архитектуру произведения, что делало их музыку “детерминистской”, то есть, как и его собственные лучшие научные теории, не сочиненной, а подслушанной у Вселенной. “Бетховен свою музыку создавал, – сказал он однажды, – а музыка Моцарта так чиста, что кажется, будто она всегда существовала во Вселенной”. Он противопоставлял Бетховена Баху: “Мне становится неуютно, когда я слушаю Бетховена. Мне кажется, что его музыка слишком личная, он почти обнажается. Дайте мне вместо этого лучше послушать Баха, а потом и еще Баха”.

Он восхищался и Шубертом из-за его “исключительной способности передавать чувства”. А в анкете, которую он однажды заполнял, высказался очень критически по отношению к другим композиторам, причем данные им характеристики отражают и некоторые его научные взгляды: у Генделя чувствуется “некоторая поверхностность”, у Мендельсона “при значительном таланте – отсутствие глубины, которое

трудно определить, но которое часто приводит к банальности”, у Вагнера – “отсутствие архитектурной структуры, что мне кажется декадентством”, а Штраус “одарен, но у него отсутствует внутренняя достоверность”¹⁰⁵.

А еще Эйнштейн любил плавать под парусом по великолепным альпийским озерам, окружающим Цюрих, как правило, в одиночестве. Сюзанна Маркуолдер вспоминала: “Я все еще помню, как, когда ветерок утихал и паруса падали как сухие листья, он доставал маленький блокнот и начинал заполнять его своими каракулями. Но, как только начинал дуть ветер, он опять готов был мчаться под парусом”¹⁰⁶.

В период обучения Эйнштейна в Арау политические пристрастия, которые он выработал в юношеском возрасте, – презрение к любым авторитетам, отвращение к милитаризму и национализму, уважение индивидуальности, презрение к буржуазной жажде потребления и показному богатству, а также стремление к социальной справедливости – поддерживались и поощрялись хозяином пансиона и его названным отцом, Йостом Винтелером. Здесь же, в Цюрихе, он встретил друга Винтелеров, взявшего на себя роль его наставника в политике, – Густава Майера, банкира-еврея, который помог устроить первый приезд Эйнштейна в Политехникум. При

¹⁰⁵ Miller 2001, 186; Hoffmann, 1972, 252; интервью с Лили Фолдес, *The Etude*, январь 1947 г., в Calaprice, 150; письмо Эйнштейна Эмилио Хилбу с анкетой, 1939 г., АЕА 86–22; Dukas and Hoffmann, 76.

¹⁰⁶ Seelig 1956a, 36.

поддержке Винтелера Майер организовал швейцарское отделение Общества этической культуры, и Эйнштейн был частым гостем на неформальных встречах членов Общества в доме Майера.

В Цюрихе Эйнштейн также познакомился и подружился с учившимся там Фридрихом Адлером – сыном лидера австрийских социал-демократов. Впоследствии Эйнштейн называл его “самым чистым и самым пылким идеалистом” из всех, кого он встречал в жизни. Адлер пытался уговорить Эйнштейна присоединиться к социал-демократам. Но это было не в характере Эйнштейна – тратить время на заседания, устраиваемые какими-либо организациями¹⁰⁷.

Его отрешенная манера держаться, неряшливый вид, поношенная одежда и рассеянность – все эти черты, которые со временем станут непременными атрибутами образа рассеянного профессора, проявились у него уже в студенческие годы. Известно было, что уходя из гостей, он оставлял там одежду, а иногда в путешествиях даже терял чемодан. Хозяйка пансиона постоянно подшучивала над его способностью забывать ключи. Однажды он гостил у друзей семьи и, как потом вспоминал, “уехал, забыв свой чемодан. Хозяин потом сказал моим родителям: «Этот парень никогда ничего не добьется, потому что не может ничего запомнить»”¹⁰⁸.

¹⁰⁷ Fölsing, 51, 67; Reiser, 50; Seelig 1956a, 9.

¹⁰⁸ Clark, 50. Диана Кормос Бухвальд отмечает, что, пристально рассмотрев его фотографию, сделанную в школе Арау, она обнаружила на его пиджаке дырку.

Его студенческая беззаботная жизнь была омрачена бесконечными финансовыми неудачами отца, который вопреки советам Альберта продолжал пытаться наладить свой собственный бизнес, вместо того чтобы, как его брат Якоб, идти работать на зарплату в стабильную компанию. В 1898 году, в самый мрачный момент, когда, казалось, бизнес отца опять был обречен, Эйнштейн написал сестре: “На месте папы я бы стал искать место работы с гарантированной зарплатой уже пару лет назад”.

Это письмо выдержано в непривычно пессимистическом тоне, возможно, более мрачном, чем того заслуживало финансовое положение его родителей:

“Что меня расстраивает больше всего, так это постоянные неудачи моих родителей, которым не выпало ни одной счастливой минуты за столько лет. Еще сильнее меня удручает, что я, будучи взрослым мужчиной, должен наблюдать за этим, не имея возможности что-либо изменить. Я только обуза для своей семьи... Было бы лучше мне вовсе не родиться. Только мысль о том, что я всегда делал все, что было в моих скромных силах, и что я не позволяю себе ни единого удовольствия или развлечения кроме тех, которые мне доставляют мои занятия, поддерживает меня, а иногда и удерживает от отчаяния”¹⁰⁹.

Возможно, это просто был приступ юношеской тоски. Во

¹⁰⁹ Письмо Эйнштейна Майе Эйнштейн, 1898 г.

всяком случае, складывается такое впечатление, что его отец прошел через кризис, не потеряв своего обычного оптимизма. К следующему февралю он выиграл контракты на установку уличного освещения в двух небольших деревушках вблизи Милана. “Я счастлив от мысли, что худшие ожидания наших родителей остались позади, – писал Эйнштейн Майе, – если бы все вели такой же образ жизни, как я, никогда бы не писались романы”¹¹⁰.

Новая богемная жизнь Эйнштейна и прежняя эгоцентричная натура сделали невозможными их дальнейшие отношения с Мари Винтелер – очаровательной и немного экзальтированной дочерью хозяев пансиона, где в Арау жил Эйнштейн. Сначала он еще посылал ей почтой корзины с грязным бельем, которое она стирала и возвращала обратно. Иногда он не прикреплял к нему даже записки, но она не унывала и всячески пыталась ему угодить. В одном письме она написала, что для того, чтобы дойти до почты и послать ему обратно корзину с чистым бельем, ей пришлось “пересечь лес под проливным дождем”. В другом пожаловалась: “Я пыталась высмотреть хоть маленькую записочку, но напрасно, хотя одного вида адреса, написанного твоим дорогим почерком, было бы достаточно, чтобы сделать меня счастливой”.

Когда Эйнштейн посылал весточку о том, что собирается приехать ее навестить, Мари теряла голову от счастья. “Я

¹¹⁰ Письмо Эйнштейна Майе Эйнштейн, после февраля 1899 г.

очень благодарна тебе, Альберт, за то, что ты хочешь приехать в Арау, и я не должна говорить, что буду считать минуты, оставшиеся до твоего приезда, – писала она. – Я никогда не смогу описать, поскольку для этого нет слов, какое блаженство я испытываю с тех пор, как твой дорогой образ поселился во мне и наши души переплелись. Я буду любить тебя вечно, мой дорогой”.

Но он хотел закончить эти отношения. В одном из первых писем по приезде в Цюрихский политехникум он попросил ее не писать ему. “Любовь моя, я не совсем поняла это место в твоём письме, – ответила она, – ты пишешь, что не хочешь переписываться со мной, но почему, мой дорогой?.. Должно быть, ты сильно на меня рассержен, если мог написать такое грубое письмо”. И дальше она пытается свести все к шутке: “Ну подожди, я вернусь домой, и ты получишь хороший нагоняй”¹¹¹.

Следующее письмо Эйнштейна было еще менее вежливым, в нем он ворчал по поводу чайника, который Мари послала ему.

“Моя посылка с этим глупым маленьким чайником и не должна была доставить тебе удовольствие, пока ты не соберешься заварить в нем хороший чай, – написала она в ответ. – И прекрати делать это сердитое лицо, которое смотрит на меня со всех страниц и из всех уголков твоего письма”. В классе, в котором она преподавала, оказался малень-

¹¹¹ Письмо Мари Винтелер Эйнштейну, 4–25 ноября, 1896 г.

кий мальчик по имени Альберт, который, как она говорила, был похож на Эйнштейна. “Я его так люблю, – писала она, – на меня всегда что-то находит, когда он смотрит на меня, и мне кажется, что это ты смотришь на свою маленькую возлюбленную”¹¹².

А потом, несмотря на мольбы Мари, письма от Эйнштейна и вовсе перестали приходить. Она даже написала его матери и попросила совета у нее. “Негодник стал ужасно ленивым, – ответила Паулина Эйнштейн, – я напрасно ждала новостей от него три последних дня; я должна буду устроить ему хорошенькую взбучку, когда он приедет домой”¹¹³.

В конце концов Эйнштейн объявил о разрыве отношений в письме к ее матери, предупредив, что он не приедет в Арау на весенние каникулы. Он написал ей: “Это было бы более чем недостойно, если бы несколько дней блаженства были оплачены новой болью, которой и так по моей вине на долю бедного ребенка выпало слишком много”.

Кроме того, в этом письме содержится глубокий самоанализ и изложение его знаменитой теории того, как он научился избегать боли вследствие эмоциональных потрясений и не принимать близко к сердцу то, что он назвал “чисто личным”, прячась в научных размышлениях:

“Я испытываю странное чувство удовлетворения от того, что теперь я сам должен испытать часть той

¹¹² Письмо Мари Винтелер Эйнштейну, 30 ноября, 1896 г.

¹¹³ Письмо Паулины Эйнштейн Мари Винтелер, 1 декабря 1896 г.

боли, которую я причинил бедной девочке по своему легкомыслию и непониманию ее тонкой душевной конституции. Напряженная интеллектуальная работа и наблюдения за божественной природой – вот те утешающие и укрепляющие меня, но безжалостно строгие ангелы, которые ведут меня через все жизненные трудности. Если бы только я мог передать часть этого ощущения бедному ребенку. И все же что это за странный способ пережить жизненные бури; часто в моменты осознания я чувствую себя страусом, прячущим голову в песок, чтобы избежать опасности”¹¹⁴.

Холодность Эйнштейна по отношению к Мари Винтелер может нам показаться жестокостью. Но о человеческих отношениях, особенно отношениях юных людей, трудно судить со стороны. Они были очень разными, в особенности в интеллектуальном плане. Письма Мари, особенно те, в которых чувствуется ее неуверенность, часто похожи на пустую болтовню. Однажды она написала: “Не правда ли, я пишу кучу разной чепухи, и скорее всего, ты даже не дочитаешь письмо до конца (но я в это все-таки не верю)”. В другом письме были такие строки: “Я не думаю о себе, мой дорогой, и это истинная правда, но единственная причина в том, что я вообще не думаю, за исключением тех редких случаев, когда нужно делать какие-то глупые расчеты, в которых я понимаю

¹¹⁴ Письмо Эйнштейна Паулине Винтелер, май 1897 г.

больше своих учеников”¹¹⁵.

Кто бы ни был виновен в разрыве (если кто-то вообще и был виновен), неудивительно, что их пути разошлись. После прекращения отношений с Эйнштейном Мари впала в депрессию, стала часто пропускать занятия, а через несколько лет вышла замуж за директора часовой фабрики. Эйнштейн, напротив, закончив с этими отношениями, оказался в объятиях той, которая была настолько полной противоположностью Мари, насколько это можно себе представить.

¹¹⁵ Письма Мари Винтелер Эйнштейну, 4–25 ноября, 30 ноября 1896 г.

Милева Марич

Милева Марич была первым и самым любимым ребенком в семье сербского крестьянина, который служил в армии, обрел скромный достаток благодаря женитьбе и посвятил жизнь тому, чтобы убедить всех, что его гениальная дочь в этом мужском мире математиков и физиков может затмить всех. Она провела большую часть своего детства в отошедшем впоследствии к Венгрии¹¹⁶ сербском городе Нови-Сад, где училась во все более продвинутых школах, и в каждой она всегда была лучшей в классе. И наконец, отец убедил зачислить ее в чисто мужскую классическую гимназию в Загребе, которую она окончила с наивысшими оценками по физике и математике, что позволило ей еще до того, как ей исполнился двадцать один год, отправиться в Цюрих и поступить в Политехникум, где она стала единственной девушкой на том же отделении, где учился и Эйнштейн.

Милева Марич была старше Эйнштейна на три с лишним года, слегка прихрамывала из-за врожденного вывиха тазобедренного сустава, периодически ее мучили приступы ту-

¹¹⁶ Нови-Сад – культурная столица сербов – долгое время был “свободным королевским городом”, а потом стал частью сербского автономной области империи Габсбургов. К тому времени как родилась Марич, он находился в составе венгерской части Австро-Венгрии. Примерно 40 % граждан говорили по-сербски, 25 % – по-венгерски и около 20 % – по-немецки. В настоящее время это второй по величине после Белграда город в Сербии.

беркулеза, она страдала депрессией, в общем, не привлекала ни внешностью, ни характером. Одна из ее подружек в Цюрихе описывала ее так: “Очень умная и серьезная, хрупкая и некрасивая брюнетка небольшого роста”.

Но у нее были качества, которые притягивали Эйнштейна, по крайней мере в романтические студенческие годы: страсть к математике и точным наукам, глубокий интеллект и притягательная душа. Ее глубоко посаженные глаза излучали незабываемый блеск, на лице лежала загадочная печать меланхолии¹¹⁷. Со временем она станет музой Эйнштейна, партнером, любовницей, женой, а потом – объектом ненависти и врагом. Она создаст эмоциональное поле такой интенсивности, какой никто другой в его жизни не смог добиться. Оно будет попеременно то притягивать, то отталкивать его с такой мощью, силу которой простой ученый вроде него никогда не сможет измерить.

Они встретились в октябре 1896 года, когда оба поступили в Политехникум, но тесно общаться стали не сразу. В их письмах и воспоминаниях про то, как они учились на первом курсе, нет никаких упоминаний о более близких отношениях, чем просто отношения однокурсников. Однако летом 1897 года они вместе отправились бродить по горам. Той осенью “испуганная новыми чувствами” по отношению

¹¹⁷ Desanka Trbuhovic-Gjuric, 9–38; Dord Krstic, Mileva Einstein-Maric, в Elizabeth Einstein, 85; Overbye, 28–33; Highfield and Carter, 33–38; свидетельство о браке, CPAE 5: 4.

к Эйнштейну Марич решила временно покинуть Политехникум и прослушать курс лекций в университете Гейдельберга¹¹⁸.

В ее первом сохранившемся письме Эйнштейну, написанном через несколько недель после отъезда в Гейдельберг, можно разглядеть зарождение романтического влечения, но оно также демонстрирует и ее уверенность в себе и беспечность. Она обращается к Эйнштейну формально, на “вы”, а не на более интимное “ты”.

В отличие от Мари Винтелер она иронична и хочет продемонстрировать, что не увлечена им, несмотря на то что он прислал ей непривычно длинное письмо. “Прошло уже порядочно времени с тех пор, как я получила от вас письмо, – пишет она, – и я бы ответила немедленно и поблагодарила вас за то, что вы пожертвовали своим временем и написали целых четыре страницы, а также за удовольствие, которое мне доставило наше совместное путешествие. Но вы сказали, что я должна написать вам, когда мне станет скучно. А я очень послушна и все жду и жду, когда мне наконец станет скучно, но до сих пор все мои ожидания были напрасны”.

Еще больше письма Марич от писем Мари Винтелер отличала их интеллектуальная насыщенность. В этом первом

¹¹⁸ Dord Krstic, Mileva Einstein-Maric, в Elizabeth Einstein, 88 (текст Крстича основывается частично на интервью со школьными друзьями). Барбара Вольф – сотрудница архива Еврейского университета, эксперт по Эйнштейну – говорит: “Мне кажется, что Эйнштейн был основным виновником бегства Милевы из Цюриха”.

письме она с восхищением рассказывала о прослушанных ею лекциях Филиппа Ленарда, бывшего тогда доцентом в Гейдельбергском университете, по кинетической теории, объяснявшей свойства газов поведением миллионов отдельных молекул. “О, это действительно было вчера четко изложено в лекции профессора Ленарда, – писала она, – он говорил о кинетической теории теплоты и газов. Оказывается, молекулы кислорода движутся со скоростью больше 400 метров в секунду, а потом профессор подсчитывал, подсчитывал ... и оказалось, что, хотя они и движутся с такой скоростью, проходят они лишь расстояние, равное одной сотой толщины человеческого волоса”.

Кинетическая теория еще не была в полной мере принята научным сообществом (собственно говоря, не было единого мнения даже по вопросу самого существования атомов и молекул), и письмо Марич показывает, что и у нее не было глубокого понимания предмета. Насмешка судьбы еще и в том, что Ленард будет одним из первых кумиров Эйнштейна, но позже станет одним из самых яростных его хулителей-антисемитов.

Дальше Марич прокомментировала идеи Эйнштейна, которыми он поделился с ней в более раннем письме, о трудностях, испытываемых смертными в постижении бесконечности. Она написала:

“Я не верю, что нужно винить структуру человеческого мозга за то, что человек не воспринимает бесконечность.

Человек очень даже способен вообразить себе бесконечное счастье, и он должен быть способен воспринимать бесконечность пространства – я считаю, что это должно быть много проще”. Здесь мы видим слабый намек на бегство Эйнштейна от “чисто личного” в безопасные научные размышления и его представления о том, что легче представить себе бесконечное пространство, чем бесконечное счастье.

Но Марич, как видно из ее письма, думала об Эйнштейне и в более личном плане. Она даже поговорила о нем со своим обожающим и оберегающим ее отцом. “Папа дал мне немножко табака, и я предполагаю взять его с собой и передать вам лично, – пишет она, – он так хотел бы подогреть ваш интерес к нашей маленькой дикой стране. Я рассказала ему о вас, и вы обязательно должны вернуться когда-нибудь сюда со мной. Вам обоим действительно есть о чем поговорить!” Табак, вероятно, в отличие от чайника Мари Винтелер, был подарком, который Эйнштейн хотел бы получить, но Марич поддразнила и не послала табак, приписав в письме: “Вам пришлось бы заплатить пошлину за него, а потом вы проклинали бы меня”¹¹⁹.

Эта смесь несовместимых ингредиентов – игривости и серьезности, беззаботности и глубины, интимности и отстраненности, очень редкая, но, несомненно, присущая и Эйнштейну, должна была привлечь его. Он убедил ее вернуться в Цюрих. К февралю 1898 года она решила сделать это, и

¹¹⁹ Письмо Милевы Марич Эйнштейну, после 20 октября 1897 г.

он пришел в восторг. “Я уверен, что вы не будете жалеть о своем решении, – писал он, – вы должны вернуться как можно скорее”.

Он дал ей краткое описание того, как каждый профессор читает лекции (добавив, что он считает одного из них, читающего лекции по геометрии, “маловразумительным”), и обещал ей помочь с получением конспектов лекций, которые он и Марсель Гроссман вели. Одна из проблем состояла в том, что, возможно, она не сможет жить в своей “прежней милой комнате” рядом с пансионом.

Он утешил: “Так вам и надо, маленькая беглянка!”¹²⁰

К апрелю она вернулась и поселилась в пансионе, расположенном в нескольких кварталах от его дома, и они стали парой. У них были общие книги, интеллектуальное воодушевление, они стали близки, и у каждого был ключ от комнаты другого. Однажды, когда он опять забыл ключ от своего дома и не смог попасть туда, он пошел к ней и взял ее экземпляр текста по физике, а в коротенькой записке написал: “Не сердитесь на меня”. В другой раз в этом же году он написал похожую записку и добавил: “Если вы не возражаете, я бы пришел к вам вечером, и мы бы почитали это вместе”¹²¹.

Друзья были поражены тем, что такой чувственный и красивый юноша, как Эйнштейн, который мог бы увлечь любую

¹²⁰ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 16 февраля 1898 г.

¹²¹ Письма Эйнштейна Милеве Марич, после 16 апреля 1898 г., после 28 ноября 1898 г.

женщину, связался с маленькой простой сербкой, прихрамывающей и источающей меланхолию. Как-то приятель-студент сказал ему: “Я никогда бы не осмелился жениться на женщине, которая бы не была абсолютно здоровой”. На что Эйнштейн ответил: “Но у нее такой приятный голос!”¹²²

Мать Эйнштейна, которая обожала Мари Винтелер, испытывала похожий скептицизм в отношении молчаливой интеллектуалки, сменившей ее. “Ваша фотография произвела впечатление на мою старушку, – писал Эйнштейн из Милана, куда приехал к родителям во время каникул весной 1899 года, – когда она ее тщательно изучала, я сказал с чувством глубочайшей симпатии: «Да-да, она действительно очень умна». Я уже вытерпел много насмешек по этому поводу”¹²³.

Легко понять, почему Эйнштейн чувствовал такую тягу к Марич. Они были родственными душами, отстраненными учеными, ощущавшими свою непохожесть на других. В них чувствовался некий вызов буржуазному укладу, оба были интеллектуалами. Обоим им нужен был такой партнер-любовник, который мог быть еще и коллегой и соавтором. Эйнштейн писал ей: “Мы так хорошо понимаем мрачные стороны наших душ, и нам так хорошо вместе уплетать сосиски, пить кофе и еще кое-что”.

У него была особенность – придавать слову “кое-что” двусмысленность. Еще одно свое письмо он закончил словами:

¹²² Воспоминания Сюзанны Маркуолдер в Seelig 1956a, 34; Fölsing, 71.

¹²³ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 13 или 20 марта 1899 г.

“Наилучшие пожелания и еще кое-что, особенно кое-что”. После разлуки, длившейся несколько недель, он пишет список дел, которые ему нравилось делать вместе с ней: “Скоро я опять встречу со своей возлюбленной и смогу поцеловать ее, обнять, выпить с ней кофе, отчитать ее, позаниматься с ней, посмеяться с ней, погулять с ней, поболтать с ней и заняться еще кое-чем”. Они гордились и делились своими причудами. “Я все тот же старый плут, что и раньше, – писал он, – со всеми своими капризами и шалостями и с таким же скверным характером, как всегда”¹²⁴.

Больше всего Эйнштейн любил в Марич то, что она была умна. По какому-то поводу он ей написал: “Как я буду горд, когда моя возлюбленная станет маленьким доктором философии”. Наука и романтические отношения, казалось, переплелись друг с другом.

Во время каникул 1899 года, которые Эйнштейн проводил с семьей, он жаловался в письме к Марич: “Когда я читал Гельмгольца в первый раз, я не мог – и до сих пор не могу – поверить, что вы при этом не сидите рядом со мной. Мне очень нравится работать вместе, это меня успокаивает, и мне не так скучно”.

На самом деле в их письмах романтические признания перемешаны с восторженным энтузиазмом в отношении научных идей, причем последний часто превалирует. Например,

¹²⁴ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 10 августа 1899 г., март 1899 г., 13 сентябрь 1900 г.

в одном письме угадывается не только будущее название, но и некоторые концепции его знаменитой работы по специальной теории относительности. “Я все больше и больше убеждаюсь, что электродинамика движущихся тел в том виде, в котором она в настоящее время представляется, не соответствует реальности и что ее можно будет представить в более простом виде, – писал он. – Введение понятия «эфир» в теорию электричества привело к концепции среды, движение которой описывается несмотря на то, что приписать ей физический смысл, как мне кажется, возможности нет”¹²⁵.

Но, хотя такое переплетение интеллектуального и эмоционального в их отношениях было ему по душе, время от времени его охватывал соблазн более простых желаний, которые олицетворяла Мари Винтелер. И с присущей ему бестактностью, маскирующейся им под честность (или из-за своего проказливого желания помучить), он рассказал об этом Марич. После летних каникул 1899 года он решил определить свою сестру в школу в Арау, где жила Мари, и сопроводить ее туда. Он написал Марич, чтобы уверить ее в том, что он не станет проводить много времени со своей бывшей подружкой, но это было сформулировано так, возможно интонационно, что больше тревожило, чем успокаивало. “Я теперь не буду ездить в Арау так же часто, поскольку дочь, в которую я был так страстно влюблен четыре го-

¹²⁵ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 13 сентября 1900, начало августа 1899, 10 августа 1899 г.

да назад, возвращается домой, – писал он, – но по большей части я чувствую себя совершенно безопасно в своей высокой крепости спокойствия. Однако я знаю, что, стоит мне ее увидеть еще несколько раз, я определенно сойду с ума.

В этом я уверен и боюсь этого как огня”.

Но, к счастью для Марич, письмо продолжается описанием того, что они будут делать, когда они опять встретятся в Цюрихе. И этот отрывок письма демонстрирует еще раз, почему эти отношения для него были особыми. “Первое, что мы сделаем, – взберемся на Утлиберг, – писал он, имея в виду самую высокую гору, расположенную рядом с городом. – Я уже воображаю удовольствие, которое мы получим”. Там они смогут “испытать радость, вспомнив прошлые походы”, которые они совершали раньше вместе. И заканчивает письмо выражением восторга, который только они одни могли в полной мере оценить: “И потом мы погрузимся в изучение электромагнитной теории света Гельмгольца”¹²⁶.

В последующие месяцы их письма становились все более интимными и страстными. Он стал называть ее Доксерль (Долли), “моя маленькая дикая плутовка” или “мой оборванец”. Она называла его Йоханцель (Джонни) или “мой маленький озорной возлюбленный”. К началу 1900 года они уже перешли на “ты” друг с другом, этот переход начался с короткой записки от нее, которая полностью звучит так:

“Мой дорогой Джонни, поскольку ты мне так сильно

¹²⁶ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, примерно 28 сентября 1899 г.

нравишься и поскольку ты так далеко и я не могу тебя поцеловать, я пишу это письмо, чтобы узнать, так ли ты меня сильно любишь, как я тебя? Отвечай немедленно.

Тысяча поцелуев от твоей Долли”¹²⁷.

¹²⁷ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 1900 г.

Окончание Политехникума, август 1900 года

Академические дела Эйнштейна шли вполне хорошо. На промежуточных экзаменах в октябре 1898 года он получил лучшие в своей группе оценки – его средний балл был равен 5,7 из 6 возможных. Вторым – со средним баллом 5,6 – стал его друг Марсель Гроссман – составитель конспектов, которыми он делился с Эйнштейном¹²⁸.

Чтобы получить диплом, Эйнштейн должен был написать исследовательскую дипломную работу. Сначала он предложил профессору Веберу в качестве темы для своей экспериментальной работы измерение скорости движения Земли относительно эфира – воображаемого вещества, служащего средой для распространения световых волн в пространстве. Общепринятая точка зрения, которую он впоследствии разрушит своей специальной теорией относительности, состояла в том, что, зная, движется ли Земля сквозь эфир в направлении источника лучей света или от него, мы сможем определить разницу в наблюдаемых скоростях света.

Во время посещения Арау в конце летних каникул 1899 года он уже работал над этой проблемой с ректором своей

¹²⁸ Промежуточные результаты выпускных экзаменов, 21 октября 1898 г., CPAE 1: 42.

старой школы. Он написал Марич: “У меня была хорошая идея, каким способом исследовать, как относительное движение тела по отношению к эфиру влияет на скорость распространения света”. Его идея заключалась в том, чтобы построить установку с зеркалами, расположенными под углом к лучу, “так чтобы свет от одного источника мог бы отражаться в двух различных направлениях”, то есть чтобы один луч направлялся вдоль направления вращения Земли, а другой – перпендикулярно этому движению. Позднее, рассказывая, как он пришел к теории относительности в своей лекции, Эйнштейн вспоминал, что у него была идея расщепить луч света, отразить составляющие лучи в различных направлениях и определить, есть ли “различие в энергии у лучей, распространяющихся через эфир вдоль направления движения Земли, и других лучей”. Он считал, что это можно сделать, “воспользовавшись двумя термобатареями для измерения разности в количестве выделяемой в них теплоты”¹²⁹.

Вебер отверг предложения Эйнштейна по постановке эксперимента. Чего Эйнштейн не осознал в полной мере, так это того, что подобные эксперименты уже были проведены многими другими физиками, включая американцев Альберта Майкельсона и Эдварда Морли, и ни один из них не смог получить доказательства ни существования загадочно-

¹²⁹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 10 сентября 1899 г.; Einstein 1922c (объяснение этой лекции – см. библиографию, лекция в Киото, Япония, 14 декабря 1922 г.).

го эфира, ни того, что скорость света варьируется в зависимости от движения наблюдателя или источника света. После обсуждения с Вебером этой темы Эйнштейн прочел статью Вильгельма Вина, который кратко описал тринадцать экспериментов, включая эксперимент Майкельсона – Морли, поставленных для того, чтобы найти эфир.

Эйнштейн послал Вину свою работу, содержащую рассуждения на эту тему, и попросил его написать, что он думает по этому поводу. “Он пришлет мне письмо через почту Политехникума, – высказал он свои предположения Марич, – и если ты увидишь письмо для меня, можешь сразу его вскрыть”. Но нет никаких свидетельств того, что Вин ему ответил¹³⁰.

Следующее предложение Эйнштейна в качестве темы для его исследовательской дипломной работы включало исследование соотношения между способностью различных материалов проводить тепло и электричество (теплопроводностью и электропроводностью), которое было выведено теоретически в рамках электронной теории. Веберу, очевидно, и этот план не понравился, поэтому Эйнштейн вместе с Марич решил ограничиться исследованием лишь теплопроводности, которая была одним из любимых коньков Вебера.

Эйнштейн позже отозвался об их письменной дипломной

¹³⁰ Einstein 1922c; Reiser, 52; письмо Эйнштейна Милеве Марич, примерно 28 сентября 1899 г.; Renn and Schulmann, 85, примечания 11: 3, 11: 4. Работа Вильгельма Вина была представлена в сентябре 1898 г. в Дюссельдорфе и опубликована в том же году в *Annalen der Physik* 65, no. 3.

научной работе пренебрежительно, как о “не представляющей интереса” для него. Вебер поставил за письменную работу Эйнштейну и Марич две самые низкие оценки в группе: 4,5 и 4,0 соответственно. Для сравнения, Гроссман получил 5,5. Добавило обиды к наказанию и то, что Вебер заставил Эйнштейна переписать всю работу, поскольку та якобы была написана не на специально предназначенной для таких работ бумаге¹³¹.

Несмотря на низкую оценку за письменную дипломную работу, в выпускном аттестате Эйнштейна вывелся средний балл 4,9, в результате он стал четвертым в своей группе из пяти выпускников. Хотя история опровергла красивый миф о том, что он провалился на экзамене по математике в школе, зато она в утешение потомкам предлагает забавную историю о том, что он окончил колледж одним из последних по успеваемости в группе.

Но все-таки он окончил колледж, поскольку оценка 4,9 позволила ему получить диплом, который ему официально и вручили в июле 1900 года. Однако у Милевы Марич средний балл оказался равным только 4,0, то есть гораздо ниже, чем у всех в группе, и эта оценка не дала ей права получить диплом. Она решила попытаться сделать это в следующем

¹³¹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 10 октября 1899 г.; Seelig 1956a, 30; Fölsing, 68; Overbye, 55; данные по дипломным работам, CPAE 1: 67. Отметки за письменную дипломную работу, как отмечено в CPAE, умножены на 4, что отражает их вес в окончательных результатах.

году¹³².

Неудивительно, что Эйнштейн гордился тем, что во время обучения в Политехникуме он сделал из себя нонконформиста. Его однокашник вспоминал: “Его независимый дух проявился однажды, когда один профессор в классе упомянул о мягкой дисциплинарной мере, только что взятой на вооружение руководством”.

Эйнштейн запротестовал. Он считал, что фундаментальным условием процесса обучения является “обеспечение интеллектуальной свободы”¹³³.

Всю жизнь Эйнштейн будет тепло отзываться о Цюрихском политехникуме, но при этом оговариваться, что ему не нравилась зубрежка, присущая системе проведения экзаменов. Он говорил:

“Порочность [такой системы], конечно, была в том, что к экзамену нужно было запихнуть в свою голову всю эту чепуху независимо от того, нравится тебе эта дисциплина или нет. Это насилие вызывало такой эффект отторжения, что после того, как я сдал выпускной экзамен, мне целый год было противно размышлять над любой научной проблемой”¹³⁴.

В действительности это не могло быть правдой, да оно правдой и не было. Он восстановился в течение нескольких

¹³² Данные по дипломным работам, СРАЕ 1: 67.

¹³³ Письмо Эйнштейна Вальтеру Лайху 24 апреля 1950 г., АЕА 60–253; письмо Вальтера Лайха, описывающее Эйнштейна, 6 марта 1957 г., АЕА 60–257.

¹³⁴ Einstein 1949b, 17.

недель и, когда позже в июле отправился с матерью и сестрой на летние каникулы в Швейцарские Альпы, взял с собой несколько научных книг, включая книги Густава Кирхгофа и Людвигу Больцмана. Оттуда он написал Марич: “Я многое прочитал, в основном знаменитое исследование движения твердого тела Кирхгофа”. Он признался, что уже оправился от экзаменов. “Мои нервы достаточно успокоились, и я уже способен опять с удовольствием работать. А что с твоими нервами?”¹³⁵

¹³⁵ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 1 августа 1900 г.



Милева Марич. 1896 г.

Глава четвертая

Любовники

1900–1904

Летние каникулы 1900 года

В конце июля 1900 года Эйнштейн, только что получивший диплом, взяв с собой книгу Кирхгофа и другие книги по физике, отправился на летние каникулы к семье, отдыхающей в маленькой деревушке Мельхталь, затерянной в Швейцарских Альпах между озером Люцерн и северной границей Италии. Его сопровождала “страшная тетушка” Юлия Кох. На станции их встретили мать и сестра, которые осыпали Эйнштейна поцелуями, потом все вместе сели в повозку и отправились вверх, в горы.

Уже когда они приблизились к отелю, Эйнштейн с сестрой сошли, чтобы прогуляться пешком и поговорить. Майя призналась, что не решилась обсудить с матерью его отношения с Милевой Марич, называемые в семье “роман с Долли” (поскольку Долли – прозвище Милевы). И Майя попросила Эйнштейна не идти на конфликт с матерью, но, как он позднее напишет в письме Марич, не в его характере было “держат свой большой рот на замке”. Не в его привычках

также было щадить чувства Марич и не сообщать ей все драматические детали того, что произошло потом¹³⁶.

Он вошел в комнату матери, и, после того как он рассказал об экзаменах, она спросила его: “Ну и что теперь станет с твоей Долли?”

Попытавшись ответить на вопрос матери в таком же беспечном тоне, в котором он был задан, он сказал: “Она станет моей женой”.

Эйнштейн вспоминал потом, что его мать “бросилась на кровать, зарылась лицом в подушку и зарыдала как ребенок”. Но потом взяла себя в руки и продолжила атаку. “Ты разрушаешь свое будущее и лишаешь себя всех возможностей, – сказала она, – ни одна уважающая себя семья не примет ее. Если она забеременеет, твоему положению не позавидуешь”.

При этих словах настала очередь Эйнштейна выйти из себя. “Я категорически отрицал, что мы жили во грехе, – отчитывался он перед Марич, – и резко ее отчитал”.

Как раз когда он собирался излить свой гнев, к матери пришла ее подруга – “маленькая живая дама, старая курица самой приятной их разновидности”. И они быстро перешли к обычной светской болтовне о погоде, новых курортниках и непослушных детях.

И потом приступили к обеду и музицированию.

Это чередование бурных выяснений отношений и спокой-

¹³⁶ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, примерно 29 июля 1900 г.

ных периодов продолжалось все время каникул. Каждый раз, когда Эйнштейн уже думал, что кризис миновал, его мать возвращалась к этой теме. Однажды она сказала: “Она [Милева], как и ты, книжный червь, а у тебя должна быть жена”. В другой раз она напомнила, что ей уже двадцать четыре, а ему только двадцать один. “К тому времени, когда тебе будет тридцать, она станет старой каргой”.

Отец Эйнштейна, все еще работавший в Милане, помог ему встать на путь истинный с помощью “поучающего письма”. Точка зрения родителей Эйнштейна – по крайней мере относительно отношений с Милевой Марич (но не с Мари Винтелер) – состояла в том, что жена была “роскошью”, которую мужчина может позволить иметь, только если он в состоянии заработать на комфортную жизнь. “Я очень невысокого мнения о таком взгляде на отношения между женщиной и женщиной, – писал он Марич, – потому что тогда жена и проститутка различаются только в том, что с первой заключается пожизненный контракт”¹³⁷.

В последующие месяцы были периоды, когда казалось, что его родители смирились с его отношениями с Марич. В августе Эйнштейн написал Марич: “Мама постепенно успокаивается”. И потом повторил в сентябре: “Они, кажется, смирились с неизбежным. Я думаю, что, когда они познакомятся с тобой, ты им очень понравишься”. И опять, в октябре: “Мои родители, хотя и неохотно и с колебаниями, отсту-

¹³⁷ Письмо Эйнштейна Милеве, 6 августа 1900 г.

пили в битве за Долли – они увидели, что проигрывают”¹³⁸.

Но каждый раз после тех периодов, когда казалось, что они вроде бы смирились с его решением, их сопротивление вновь разгоралось, иногда доходя до крайней степени иступления. “Мама часто горько плачет, и у меня нет ни одной спокойной минуты, – писал он в августе, – мои родители оплакивают меня так, как будто я уже умер. Опять и опять они жалуются, что своей привязанностью к тебе я навлекаю на себя несчастья. Они считают, что ты нездорова”¹³⁹.

Смятение его родителей только в малой степени объяснялось тем, что Марич не еврейка, ведь и Мари Винтелер тоже не была еврейкой. Неважно было и то, что она сербка, хотя, безусловно, это не делало ее в их глазах привлекательней. Прежде всего, по-видимому, они, как и друзья Эйнштейна, считали ее неподходящей женой потому, что она была старше его, болезненна, хромала, была некрасивой и хоть и умной, но не суперинтеллектуалкой.

Весь этот эмоциональный прессинг только раздувал бунтарский инстинкт Эйнштейна и усиливал его влечение к “маленькому оборванцу”, как он ее называл. “Только теперь я чувствую, как неистово меня влечет к тебе!” Их отношения, какими они предстают из переписки, являются в равной степени интеллектуальными и эмоциональными, но эмоциональная их сторона теперь наполняется огнем, которого

¹³⁸ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 1 августа, 13 октября 1900 г.

¹³⁹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 30 августа 1900 г.

трудно было ожидать от того одинокого волка, каким он себя считал. Как-то он написал: “Я только что осознал, что целый месяц не мог тебя поцеловать, и понял, как сильно по тебе скучаю”.

Во время короткой поездки в Цюрих в августе, предпринятой для того, чтобы посмотреть, каковы перспективы на получение работы, он вдруг осознал, что бродит как в тумане. “Без тебя я теряю уверенность в себе и не испытываю удовольствия от работы и жизни – одним словом, без тебя мне жизнь не в радость”. Он даже попробовал написать стихотворение, посвященное ей, которое начиналось так: “О боже, мальчик Джонни сгорает от желания, и, когда думает о своей Долли, его подушка раскаляется”¹⁴⁰.

Но их страсть, по крайней мере в их представлении, была возвышенной. С присущим им эгоистичным высокомерием, характерным и для других молодых немцев – завсегдатаев кафе, начитавшихся Шопенгауэра, они не смущаясь разглагольствовали о мистическом различии между их собственными возвышенными душами и низменными инстинктами и желаниями основной массы людей. “У моих родителей, как и у большинства людей, рассудок контролирует эмоции, – писал он в самый разгар внутрисемейных августовских войн, – а у нас благодаря счастливому стечению обстоятельств нашей жизни возможности получения радостей от жизни зна-

¹⁴⁰ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 1 августа, 6 августа, примерно 14 августа, 20 августа 1900 г.

чительно расширились”.

Надо отдать должное Эйнштейну, он все-таки иногда на-поминал Марич (и себе самому): “Мы не должны забывать, что своим существованием обязаны многим людям, в частности моим родителям”. Простой и честный образ жизни людей типа его родителей обеспечил развитие цивилизации. “И поэтому я пытаюсь не травмировать своих родителей, при этом не идя на компромисс в чем-то важном для меня, а это ты, моя дорогая!”

В их семейном отеле в Мельхтале, пытаясь подластиться к матери, Эйнштейн вел себя как примерный сын. Он находил бесконечные трапезы чересчур обильными, а “расфуфыренных” клиентов – “ленивыми и избалованными”, но для друзей матери он послушно играл на скрипке, поддерживал вежливую беседу и демонстрировал веселое настроение. И это срабатывало. “Моя популярность среди гостей и мои музыкальные достижения действуют как бальзам на материнское сердце”¹⁴¹.

Что касается отца, то Эйнштейн решил, что лучший способ успокоить его, а также снять эмоциональное напряжение, возникшее из-за отношений с Марич, – приехать к нему в Милан, посетить его новые электрические мастерские и что-то понять про семейную фирму, “чтобы в случае необходимости я смог занять его место”. Герман Эйнштейн, казалось, так обрадовался, что пообещал после этой ознакоми-

¹⁴¹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 6 августа 1900 г.

тельной поездки свозить его в Венецию.

“Я уезжаю в субботу в Италию, чтобы поучаствовать в обряде приобщения к «святым тайнам», который будет отправлять мой отец, но твой «доблестный шваб»¹⁴² не боится”.

Визит Эйнштейна к отцу в целом прошел хорошо. Хотя он и жил далеко от родителей, но у него было сильное чувство долга, и его очень удручал (даже больше, чем его отца) каждый семейный финансовый кризис. Но в данный момент дела шли хорошо, и это поднимало настроение Герману Эйнштейну. Эйнштейн писал Марич: “Сейчас, когда решились финансовые проблемы, мой отец стал совершенно другим человеком”. Напряженность в отношениях из-за “связи с Долли” возникла лишь однажды и чуть не привела к преждевременному отъезду Эйнштейна, но угроза этого всполошила отца, и сын вернулся к своим первоначальным планам. Похоже, он был польщен тем, что отец ценил и его общество, и его готовность уделять внимание семейному бизнесу¹⁴³.

Вполне возможно, что в конце лета 1900 года Эйнштейн мог бы решить стать инженером, особенно если бы его об этом попросил отец после путешествия в Венецию или если бы обстоятельства заставили его занять отцовское место, хотя периодически он забраковывал эту идею. В конце концов,

¹⁴² Прозвище Доблестный Шваб, которым Эйнштейн часто называл себя, взято из поэмы “Швабская сказка” Людвиг Уланда.

¹⁴³ Письма Эйнштейна Милеве Марич, примерно 9 августа, 14 августа, 20 августа 1900 г.

он был не лучшим выпускником педагогического колледжа, у него не было ни предложений преподавательской работы, ни каких-либо научных достижений, ни, конечно, академических влиятельных покровителей.

Если бы он сделал именно этот выбор в 1900 году, он, скорее всего, стал бы достаточно хорошим инженером, но, вероятно, не великим. С годами изобретательство стало его хобби, и у него возникали некоторые хорошие идеи разных устройств – от бесшумных холодильников до приборов по измерению сверхнизких напряжений. Но ни одна идея не привела к прорыву в области инженерии или к большому успеху на рынке. Хотя он и был бы лучшим инженером, чем его отец или дядя, не факт, что в финансовом отношении он был бы успешнее их.

Один из многих удивительных фактов в жизни Альберта Эйнштейна – это то, с каким трудом он столкнулся при получении академического места. Действительно, только через целых девять лет после своего окончания Цюрихского политехникума в 1900 году и через четыре года после “года чудес”, в течение которого он не только перевернул с ног на голову всю физику, но и защитил наконец докторскую диссертацию, он смог получить место ассистента профессора.

И это происходило не из-за отсутствия желания с его стороны. В середине августа 1900 года – в промежутке между каникулами, проведенными в Мельхтале с семьей, и его визитом к отцу в Милан – Эйнштейн съездил в Цюрих, что-

бы узнать, нельзя ли получить место ассистента профессора в Политехникуме. Это было обычной практикой – каждый выпускник, если он хотел получить это место, его получал. Эйнштейн считал, что так будет и с ним. За это время он отказался от предложения друга помочь ему получить место в страховой компании, сказав, что эта работа – “восемь часов бессмысленной рутины в день”. Как он сказал Марич, “отупляющей работы нужно избегать”¹⁴⁴.

Проблема была в том, что два профессора-физика в Политехникуме были отлично осведомлены о его наглости, но мало знали о его гениальности. Место ассистента профессора Перне, с подачи которого он получил выговор, даже не рассматривалось. Что касается профессора Вебера, то у него развилась такая аллергия на Эйнштейна, что, когда не оказалось других свободных выпускников физического и математического отделений, которые могли бы занять место его ассистента, он предпочел взять двух выпускников инженерного отделения.

Оставался профессор математики Адольф Гурвиц. Когда один из ассистентов Гурвица освободил место, найдя вакансию учителя старшей школы, Эйнштейн радостно сообщил Марич: “Это означает, что, даст бог, я стану помощником Гурвица”. К сожалению, он прогулял большую часть лекций

¹⁴⁴ Письма Эйнштейна Милеве Марич, примерно 9 августа, примерно 14 августа 1900 г. Оба написаны во время его приезда в Цюрих.

Гурвица, и это неуважение, видимо, не было забыто¹⁴⁵.

К концу сентября Эйнштейн все еще оставался в Милане с родителями и так и не получил предложений работы. “Я планирую поехать в Цюрих первого октября и поговорить с Гурвицем лично насчет работы, – писал он. – Это, безусловно, лучше, чем писать”.

Там он планировал поискать и какие-нибудь частные уроки: это позволило бы им пережить безденежье, пока Марич готовится к пересдаче выпускных экзаменов. “Что бы ни случилось, у нас будет лучшая в мире жизнь. Заниматься приятной работой и быть вместе – что еще можно пожелать! Мы ни от кого не зависим, сами можем стоять на ногах и наслаждаться в полной мере своей молодостью. У кого еще такая жизнь? Когда наскребем побольше денег, сможем купить велосипеды и каждую пару недель куда-нибудь ездить”¹⁴⁶.

В конце концов он решил написать Гурвицу, а не ехать к нему, что, по-видимому, было ошибкой. Два его письма – образец для будущих поколений соискателей того, как не надо писать прошение о приеме на работу. В письмах он честно признался, что не показывался на лекциях Гурвица по математическому анализу и больше интересовался физикой, чем математикой. “Поскольку из-за недостатка времени я не мог принимать участие в математических семинарах, – писал он не слишком убедительно, – мало что говорит в мою пользу,

¹⁴⁵ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 13 сентября 1900 г.

¹⁴⁶ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 19 сентября 1900 г.

кроме того что я присутствовал на большинстве лекций”. И довольно бесцеремонно добавил, что ждет “с нетерпением ответа, поскольку получение гражданства в Цюрихе, заявку на которое я подал, было поставлено в зависимость от моей способности доказать, что у меня есть постоянное место работы”¹⁴⁷.

Нетерпеливость Эйнштейна была под стать его самоуверенности. “Гурвиц все еще не ответил мне, – написал он всего через три дня после отсылки этого письма, – но я не сомневаюсь, что получу это место”. Однако он его не получил. На самом деле он умудрился стать единственным выпускником Политехникума, который не получил работы. Позднее он вспоминал: “Неожиданно все мне отказали”¹⁴⁸.

К концу октября 1900 года и он, и Марич вернулись в Цюрих, где он проводил теперь большую часть времени в ее квартире за чтением и писанием. В заявлении с просьбой о предоставлении гражданства, поданном в том же месяце, в графе “вероисповедание” он написал – “отсутствует”, а в графе про место работы – “в настоящее время до получения постоянного места даю частные уроки математики”. Он смог найти только восьмерых учеников, и родственники прекратили финансово поддерживать его. Но Эйнштейн делал хорошую мину при плохой игре. “Мы живем частными урока-

¹⁴⁷ Письма Эйнштейна Адольфу Гурвицу, 26 сентября, 30 сентября 1900 г.

¹⁴⁸ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 3 октября 1900, письмо Эйнштейна миссис Марсель Гроссман, 1936; Seelig 1956a, 208.

ми, когда те находятся, что бывает не всегда, – писал он подруге Марич, – чем это не образ жизни ремесленника или даже цыгана? Но я верю, что мы и при этом, как всегда, не потеряем оптимизма”¹⁴⁹. Кроме того, что рядом была Марич, оптимизма ему прибавляли его теоретические статьи, над которыми он тогда в одиночестве работал.

¹⁴⁹ Заявка Эйнштейна на получение муниципального гражданства Цюриха, октябрь 1900 г., СРАЕ 1: 82; письмо Эйнштейна Элен Кауфлер, 11 октября 1900 г.; протокол заседания муниципальной комиссии по натурализации г. Цюриха, 14 декабря, 1900 г., СРАЕ 1: 84.

Первая опубликованная работа

Первая из его этих статей касалась хорошо известной каждому школьнику темы – капиллярного эффекта, благодаря которому, в частности, вода смачивает стенки соломинки и поднимается по ней. Хотя он позднее и называл эту заметку “нестоящей”, она интересна с биографической точки зрения. И не только потому, что это первая опубликованная работа Эйнштейна. Из текста уже следует, что он полностью принял важнейшую предпосылку о том, что молекулы (и составляющие их атомы) действительно существуют и что многие природные явления могут быть объяснены с помощью анализа взаимодействий этих частиц друг с другом. И хотя до того момента она все еще считалась гипотезой, она станет базовой во всех его статьях, написанных им в последующие пять лет.

Во время летних каникул 1900 года Эйнштейн прочитал работу Людвиг Больцмана, который построил теорию газов, основанную на анализе поведения отдельных молекул, дрейфующих в разных направлениях. Он с восторгом писал Марич в сентябре: “Больцман абсолютно великолепен. Я твердо уверен в правильности принципов его теории, то есть я убежден в том, что в случае газов мы действительно имеем дело с отдельными частицами определенного размера, которые движутся в соответствии с определенными условия-

ми”¹⁵⁰.

Чтобы понять капиллярный эффект, однако, требуется рассмотреть силы взаимодействия молекул не в газе, а в жидкости. Такие молекулы притягивают друг друга, что объясняет поверхностное натяжение в жидкости, капиллярный эффект, а также тот факт, что капли сливаются друг с другом. Идея Эйнштейна состояла в том, что эти силы могут быть аналогом ньютоновских сил притяжения, когда два объекта притягиваются друг к другу с силой, пропорциональной их массе и обратно пропорциональной квадрату расстояния друг от друга.

Эйнштейн проанализировал зависимость капиллярного эффекта от атомных весов в различных жидкостях. Он воодушевился и решил поискать какие-то экспериментальные данные, чтобы проверить правильность своей теории. “Результаты по капиллярному эффекту, которые я получил недавно в Цюрихе, выглядят совершенно новыми, несмотря на их простоту, – писал он Марич, – когда мы вернемся в Цюрих, мы попытаемся получить какие-то эмпирические данные по этой теме... Если за ними обнаружится закон природы, мы пошлем результаты в *Annalen*”¹⁵¹.

В конце концов он и отправил статью в декабре 1900 года в *Annalen der Physik* – ведущий европейский физический журнал, который опубликовал ее в марте следующего года.

¹⁵⁰ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 13 сентября 1900 г.

¹⁵¹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 3 октября 1900 г.

Статья лишена элегантности и яркости, присущих его более поздним статьям, в ней в лучшем случае содержится мало-значительный вывод. “Я начал с простой идеи существования сил притяжения между молекулами и проверил выводы экспериментально, – писал он, – и буду руководствоваться аналогией с гравитационными силами”¹⁵². В конце статьи он делает невразумительный вывод: “Таким образом, вопрос о том, нет ли какой-либо связи между нашими силами и силами гравитации, должен оставаться пока совершенно открытым”¹⁵³.

Статья не вызвала никакой дискуссии и не внесла никакого вклада в историю физики. Базовые положения статьи оказались неправильными, поскольку зависимость сил от расстояния отличается для различных пар молекул¹⁵⁴. Но это была его первая публикация. Это означало, что теперь у него

¹⁵² Эйнштейн А. *Следствия из явлений капиллярности* // Собрание научных трудов: в 4 т.

¹⁵³ Einstein, *Conclusions Drawn from the Phenomena of Capillarity*, *Annalen der Physik*, CPAE 2: 1, получена 13 декабря 1900, опубликована 1 марта 1901 г. Как пишут авторы John N. Murrell and Nicole Grobert в *The Centenary of Einstein's First Scientific Paper, The Royal Society* (London), 22 января 2002 г. (см. также www.journals.royalsoc.ac.uk/app/home/content.asp), “статья очень трудна для понимания, не в последнюю очередь – из-за большого числа очевидных опечаток, можно только предположить, что она не была отправлена на независимое рецензирование из-за туманности изложения... Но для недавнего выпускника, который не консультировался по научным вопросам ни с кем, она была чрезвычайно сильной работой”.

¹⁵⁴ Dudley Herschbach, *Einstein as a Student*, март 2005 г., неопубликованная статья, текст ее предоставлен автором.

есть напечатанная статья, и ее можно приложить к письмам с просьбой о приеме на работу, которыми он стал забрасывать профессоров по всей Европе.

В письме к Марич при обсуждении планов опубликования этой статьи Эйнштейн использовал местоимение “мы”. В двух письмах, написанных в следующем месяце после публикации, он называл теорию “нашей теорией молекулярных сил”, а исследования – “нашими исследованиями”. Так были запущены исторические дискуссии на тему того, каков вклад внесла Марич в создание теорий Эйнштейна.

В данном случае, как кажется, она участвовала в основном в поисках некоторых данных, которые он использовал. В его письмах содержались мысли насчет молекулярных сил, а в ее письмах не было ничего, касающегося науки. И по ее письму к лучшей подруге видно, что Марич выбрала для себя роль любовницы и помощницы, а не научного соавтора. “Альберт написал статью по физике, которая, вероятно, очень скоро будет опубликована в *Annalen der Physik*, – писала она. – Можешь себе вообразить, как я горжусь своим возлюбленным. Это не обычная статья, а очень важная.

Она касается теории жидкостей”¹⁵⁵.

¹⁵⁵ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 15 апреля, 30 апреля 1901 г.; письмо Милевы Марич Элен Савич, 20 декабря 1900 г..

Мучения безработного

Прошло уже четыре года с тех пор, как Эйнштейн отказался от немецкого гражданства, и все это время он был апатридом – человеком без гражданства. Каждый месяц он откладывал немного денег, пытаясь скопить на пошлину, которую должен был заплатить, чтобы стать швейцарским гражданином. Он страстно желал этого, в основном потому, что восхищался швейцарской государственной системой, ее демократическим устройством, уважительным отношением к личности и частной жизни. Позже он скажет: “Я люблю Швейцарию, потому что швейцарцы в целом более человечны по сравнению с другими людьми, среди которых я жил”¹⁵⁶. Были и практические мотивы: чтобы получить место государственного служащего или учителя в государственной школе, он должен был иметь швейцарское гражданство.

Власти Цюриха проверяли его довольно сурово, они даже послали в Милан запрос о его родителях. К февралю 1901 года они наконец удовлетворились, и он стал гражданином Швейцарии. Он сохранял это гражданство всю жизнь, даже когда принимал другие гражданства: немецкое (повторно), австрийское и американское. Действительно, он так хотел быть швейцарским гражданином, что даже забыл о своих антивоенных убеждениях и был готов, как положено, про-

¹⁵⁶ Письмо Эйнштейна Г. Веслеру, 24 августа 1948 г., АЕА 59–26.

ходить военную службу, и получил отказ по причине потливости ног (*hyperhidrosis ped*), плоскостопия (*pes planus*) и варикоза (*varicosis*). Швейцарские армейские службы, видимо, были очень придирчивы, и в его воинском билете был поставлен штамп “не годен”¹⁵⁷.

Однако через несколько недель после получения гражданства родители стали настаивать, чтобы он вернулся в Милан и жил с ними. К концу 1900 года они поставили ему ультиматум: он может оставаться в Цюрихе до Пасхи, но если он не найдет места до этого момента, то должен будет вернуться. Пасха пришла, а он все еще был безработным.

Марич (не без основания) считала, что его вызов в Милан обусловлен антипатией его родителей к ней. Своей подруге она написала: “Что меня ужасно расстраивает, так это то, что наше расставание должно произойти таким неестественным способом из-за интриг и клеветы”. С рассеянностью, которую Эйнштейн впоследствии сделал своей отличительной особенностью, он забыл в Цюрихе свою пижаму, зубную щетку, расческу, щетку для волос (тогда он ее еще использовал) и другие туалетные принадлежности. “Пошли все моей сестре, – инструктировал он в письме Марич, – когда она поедет домой, она захватит все это с собой”. Через четыре дня он добавляет: “Оставь пока мой зонт. Мы приду-

¹⁵⁷ Maja Einstein, Sketch, 19; Reiser, 63; протокол муниципальной комиссии по натурализации г. Цюриха, 14 декабря 1900 г., CPAE 1: 84; отчет швейцарского информационного бюро, 30 января 1901 г., CPAE 1: 88; записи в журнале воинского призыва, 13 марта 1901 г., CPAE 1: 91.

маем, что делать с ним дальше”¹⁵⁸.

И в Цюрихе, и потом в Милане Эйнштейн рассылал бесчисленные письма к профессорам по всей Европе с просьбой взять его на работу, и тон писем становился все более жалобным. К письмам он прилагал свою работу по капиллярному эффекту, которая, как оказалось, не слишком впечатляла, и он редко получал даже вежливый ответ. Марич он писал: “Скоро каждый физик от Северного моря и до южной оконечности Италии будет удостоен моим предложением”¹⁵⁹.

К апрелю 1901 года Эйнштейн переходит к более простому способу подачи заявок: покупает кипу открыток с оплаченным вложением для ответа в слабой надежде получить по крайней мере ответ. В двух случаях эти умоляющие открытки сохранились и, по иронии судьбы, стали раритетами для коллекционеров. Одна из открыток, адресованная голландскому профессору, выставлена теперь в Лейдене, в музее истории науки. В обоих случаях оплаченное вложение для ответа не было использовано, Эйнштейну даже не сочли нужным прислать вежливый отказ. “Я сделал все от меня зависящее и не потерял чувства юмора при этом, – писал он своему другу Марселю Гроссману, – Бог сотворил осла и дал ему толстую шкуру”¹⁶⁰.

¹⁵⁸ Письмо Милевы Марич Элен Савич, 20 декабря 1900 г.; письма Эйнштейна Милеве Марич, 23 марта, 27 марта 1901 г.

¹⁵⁹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 4 апреля 1901 г.

¹⁶⁰ Письмо Эйнштейна Хейке Камерлинг-Оннесу, 12 апреля 1901 г.; письмо

Одним из великих физиков, которым Эйнштейн писал письма, был Вильгельм Оствальд, профессор химии из Лейпцига, получивший Нобелевскую премию за работы по теории растворов.

Эйнштейн ему написал: “Ваша работа по общей химии вдохновила меня написать приложенную к письму статью”. Затем от лестных заявлений он перешел к делу, спросив, “не будет ли ему полезен специалист в области математической физики”, и закончил мольбой: “Я сижу без денег, и только место вроде этого позволит мне продолжить занятия”. Ответа он не получил. Через две недели Эйнштейн написал опять, начав со ссылки на предыдущее письмо:

“Я не уверен, что указал свой обратный адрес... Ваша оценка моей статьи очень важна для меня”. И на этот раз он не получил ответа¹⁶¹.

Отец Эйнштейна, у которого он жил в Милане, тоже втихомолку переживал за сына и пытался на свой лад помочь ему. Когда и на второе письмо Оствальда ответ не был получен, Герман Эйнштейн взял инициативу на себя и без ведома сына предпринял необычную и неуклюжую попытку переубедить Оствальда, написав ему душераздирающее письмо:

“Пожалуйста, простите отца, уважаемый герр

Эйнштейна Марселю Гроссману, 14 апреля 1901 г.; Fölsing, 78; Clark, 66; Miller 2001, 68.

¹⁶¹ Письма Эйнштейна Вильгельму Оствальду, 19 марта, 3 апреля, 1901 г.

профессор, который взял на себя смелость обратиться к вам и просить за сына. Альберту двадцать два года, он учился в Цюрихском политехникуме четыре года, прошлым летом очень хорошо сдал экзамены. С тех пор он безуспешно пытался найти место ассистента, которое ему позволило бы продолжить образование в области физики. Все, кто мог судить о его способностях, говорят, что у него талант. Могу уверить вас, что он чрезвычайно прилежный и старательный юноша и отличается большой любовью к науке. Поэтому он сейчас глубоко опечален тем, что не может найти место, и все больше и больше убеждается в том, что ему придется поменять род деятельности. К тому же он очень подавлен тем, что является бременем для нас – людей скромного достатка. Поскольку мне кажется, что вами мой сын восхищается и уважает вас больше других ученых-физиков, я взял на себя смелость обратиться именно к вам с нижайшей просьбой прочитав его статью и, если возможно, написать ему несколько одобрительных слов, которые помогли бы ему вернуть радость жизни и желание работать. Если бы вы к тому же могли предложить ему место ассистента, моей благодарности не было бы границ. Я прошу вас простить меня за то, что осмелился написать вам. Мой сын ничего не знает о моем необычном поступке”¹⁶².

Оствальд тогда так и не ответил. Однако, по иронии судьбы, на которую так щедро история, через девять лет он ока-

¹⁶² Письмо Германа Эйнштейна Вильгельму Оствальду, 13 апреля 1901 г.

жется в числе первых, кто номинирует Эйнштейна на Нобелевскую премию.

Эйнштейн был убежден, что за все его трудности ответственен его злой гений в Цюрихском политехникуме Генрих Вебер. Взяв на место своего ассистента не Эйнштейна, а двух инженеров, он одним этим явно дал ему плохую рекомендацию. После того как Эйнштейн послал заявку на место ассистента геттингенского профессора Эдуарда Рикке, он поделился предчувствиями с Марич: “Я считаю, что эту позицию я, скорее всего, не получу. Я не могу поверить, что Вебер пропустит такую удобную возможность нанести вред”. Марич посоветовала ему написать непосредственно Веберу и расставить точки над “i”. Эйнштейн ответил, что он так и сделал. “Он должен по крайней мере знать, что не может делать такие вещи за моей спиной. Я написал ему, что знаю, что мое назначение теперь зависит только от его отзыва”.

Но и это не сработало. Эйнштейну опять было отказано. “Отказ Рикке меня не удивил, – писал он Марич, – я абсолютно уверен, что виноват Вебер”. Он был удручен, решил, что продолжать поиски бесполезно, и по крайней мере на время прекратил их.

“В этих обстоятельствах больше не имеет смысла писать профессорам, поскольку если они заинтересуются предложением, то наверняка обратятся к Веберу, а тот опять даст плохую рекомендацию”. В письме Гроссману он посетовал: “Я бы мог давно найти работу, если бы не происки Вебе-

ра”¹⁶³.

В какой степени тут повлиял антисемитизм? Эйнштейн считал, что он сыграл некую роль, и стал искать место работы в Италии, где антисемитизм не был так выражен. В письме Марич он писал: “Здесь отсутствует одно из главных препятствий к устройству на работу, а именно антисемитизм, который в немецкоязычных странах и сам по себе неприятен, и мешает получить место”. И она, в свою очередь, сетовала подруге на трудности, которые испытывает ее возлюбленный: “Ты знаешь, у моего возлюбленного острый язык, да к тому же он еврей”¹⁶⁴.

К своим поискам работы в Италии Эйнштейн привлек одного из своих друзей, с которым сблизился во время учебы в Цюрихе, – инженера Мишеля Анжело Бессо. Как и Эйнштейн, Бессо происходил из еврейской семьи, принадлежавшей к среднему классу, постраниствовавшей по Европе и наконец осевшей в Италии. Он был на шесть лет старше Эйнштейна и к тому времени, как они встретились, уже окончил Политехникум и работал в инженерной фирме. Они стали близкими друзьями, и эта дружба продолжалась до конца их дней (они оба умерли в 1955 году с разницей в несколько недель).

¹⁶³ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 23 марта, 27 марта 1901 г.; письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 14 апреля 1901 г.

¹⁶⁴ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 27 марта 1901 г.; письмо Милевы Марич Элен Савич, 9 декабря 1901 г.

На протяжении многих лет Бессо и Эйнштейн делились как самыми сокровенными личными переживаниями, так и самыми глубокими научными идеями. Как написал Эйнштейн в одном из 229 писем, которыми они обменялись за жизнь, “никого у меня нет ближе тебя, никто не знает меня так хорошо, как ты, никто так не расположен ко мне, как ты”¹⁶⁵.

Бессо обладал высоким интеллектом, но ему не хватало сосредоточенности, энергии и трудолюбия. Как и Эйнштейна, его однажды попросили уйти из школы, из-за того что он не соблюдал субординацию (он написал заявление с жалобами на учителя математики). Эйнштейн называл Бессо “ужасно слабавольным [человеком] ... который не может заставить себя совершить любое действие как в жизни, так и в научной деятельности, но который обладает хотя и беспорядочным, но чрезвычайно тонким умом, за работой которого я наблюдаю с большим удовольствием”.

В Арау Эйнштейн познакомил Бессо с Анной Винтелер, сестрой Мари, на которой тот в конце концов и женился. В 1901 году они с Анной переехали в Триест. Когда Эйнштейн там с ними встретился, он нашел Бессо таким же умным, смешным и ужасно рассеянным, как всегда. Незадолго до этого начальник Бессо попросил его съездить проинспектировать электростанцию, и он решил поехать накануне

¹⁶⁵ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 4 апреля 1901; письмо Эйнштейна Миселю Бессо, 23 июня 1918; Overbye, 25; Miller 2001, 78; Fölsing, 115.

ночью, чтобы прибыть вовремя. Но пропустил поезд, не сумел попасть туда и на следующий день и, наконец, приехал на третий – “но, к своему ужасу, понял, что забыл, что ему надлежало сделать”. Тогда он послал открытку в контору с просьбой прислать инструкции. Его начальник тогда заключил, что Бессо “совершенно бесполезен и довольно неуравновешен”.

Оценка Бессо Эйнштейном была более снисходительной. “Мишель – ужасный шлемазл”, – писал он Марич, используя слово из идиша, означающее невезучего горемыку. Однажды Бессо и Эйнштейн провели почти четыре часа, беседуя о науке, в частности о мистическом эфире и “определении состояния абсолютного покоя”. Эти идеи расцвели четыре года спустя и превратились в релятивистскую теорию, которую он обсуждал с Бессо, игравшим роль его камертона. “Он интересуется нашими исследованиями, – писал он Марич, – хотя часто заикливается на мелочах и не видит картины в целом”.

У Бессо были некоторые связи, которые, как Эйнштейн надеялся, могли оказаться полезными. Его дядя был профессором математики в Миланском политехникуме, и по плану Эйнштейна Бессо должен был представить его своему дяде: “Я схвачу его за шиворот и отволоку к дяде, а сам буду там говорить”. Бессо смог уговорить дядю написать рекомендательные письма Эйнштейну, но из этих усилий ничего не вышло. И Эйнштейн провел большую часть 1901 года, переби-

ваясь репетиторством и иногда заменяя заболевших преподавателей¹⁶⁶.

В конце концов Эйнштейн получил работу, хотя и не ту, которую хотел, и получил он ее благодаря другому близкому другу по Цюриху, его однокурснику, составителю конспектов – Марселю Гроссману. Как раз когда Эйнштейн начал впадать в отчаяние, Гроссман написал ему, что, похоже, открывается вакансия на место эксперта в Швейцарском патентном бюро, расположенном в Берне. Отец Гроссмана знал директора и готов был порекомендовать Эйнштейна.”Я глубоко тронут твоей преданностью и сочувствием, которые не позволили тебе забыть твоего друга-неудачника, – писал Эйнштейн. – Я был бы счастлив получить это замечательное место и не пожалею усилий, чтобы оправдать твои рекомендации”. Марич он написал радостное письмо: “Ты только подумай, какое это замечательное место для меня! Я сойду с ума от радости, если из этого что-то получится”.

Он знал, что пройдут месяцы, прежде чем появится место в патентном бюро, если это вообще когда-либо случится. И он пока согласился занять временную ставку учителя в городке Винтертуре, освободившуюся на два месяца, на которые постоянный учитель отправился на военные сборы. Занятий было много, а что еще хуже, он должен был преподавать начертательную геометрию – область, в которой ни тогда, ни позже он не был силен. “И тут не дрогнет храбрый

¹⁶⁶ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 27 марта, 4 апреля 1901 г.

шваб” – цитировал он свои любимые стихи¹⁶⁷.

Тем временем у них с Марич появился шанс провести вместе романтические каникулы, которые имели для обоих судьбоносное значение.

¹⁶⁷ Письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 14 апреля 1901; письмо Эйнштейна Милеве Марич, 15 апреля 1901 г.

Озеро Комо, май 1901 года

“Ты непременно должна приехать ко мне на Комо, маленькая ведьмочка, – писал он Марич в конце апреля 1901 года, – и ты увидишь сама, каким веселым и бодрым я стал и уже не хмурю брови”.

Семейные разборки и неудачи в поисках работы сделали его раздражительным, но он пообещал, что теперь все останется в прошлом. Он извинялся: “Все мои придирки к тебе – из-за нервозности”. Чтобы загладить вину, он предложил совершить совместную романтическую приятную поездку в одно из самых романтических и приятных мест в мире – на озеро Комо, огромное, вытянутое в длину озеро, альпийскую жемчужину. В начале мая на берегах озера, расположенного высоко в горах на границе Италии и Швейцарии, деревья покрываются пышной листвой и замечательно смотрятся на фоне величественных заснеженных вершин. “Привези с собой мой синий халат, мы сможем в него завернуться, – писал он, – я обещаю тебе пикник, подобного которому ты никогда не видела”¹⁶⁸.

Марич сразу согласилась, но потом передумала, поскольку получила письмо от своей семьи из Нови-Сада, “которое

¹⁶⁸ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 30 апреля 1901 г. Официальный перевод – “голубая ночная рубашка”, но слово, которое использует в оригинале Эйнштейн, – шлафрок – более правильно было бы перевести как “домашний халат”.

отняло у меня все желание не только развлекаться, но и вообще жить”. Он должен ехать один, писала она в расстройстве. “Кажется, мне ничего не дается без того, чтобы за этим не последовала расплата”. Но потом все-таки поменяла решение. “Вчера я писала тебе маленькую открытку, будучи в отвратительном настроении из-за полученного письма. Но, когда сегодня я прочитала твое письмо, я немного взбодрилась, потому что вижу, как сильно ты меня любишь, и решила, что несмотря ни на что мы поедem в это путешествие”¹⁶⁹.

Так и случилось: 5 мая 1901 года ранним утром в воскресенье Альберт Эйнштейн ждал Милеву Марич на железнодорожной станции в итальянской деревне Комо “с распростертыми объятиями и бьющимся сердцем”. Они провели там день, любуясь готическим собором и старым городом за стенами, а затем сели на один из великолепных белых пароходов, неторопливо обходивших деревушки, рассыпанные по берегам озера.

Они остановились, чтобы посетить виллу “Карлотта” – самый роскошный из всех особняков, которыми усыпано побережье озера, – с ее украшенными фресками потолками, копией эротической скульптуры Антонио Кановы “Купидон и Психея” и 500 видами растений. Марич позже написала подруге, как она восхищалась “изумительным садом, который я сохранила в своем сердце, тем более что нам не разрешили сорвать ни одного цветка”.

¹⁶⁹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 2 мая 1901 г.

После ночи в гостинице они решили сходить в горы и дойти до Швейцарии, но обнаружили, что в горах толщина снежного покрова местами достигает шести метров. Тогда они наняли небольшие сани – “которыми обычно пользуются влюбленные друг в друга люди, в них достаточно места для двоих, а кучер стоит сзади на маленькой скамейке, бормочет все время и называет тебя сеньорой, – писала Марич, – можешь ли ты представить себе что-нибудь более прекрасное?”

Везде, куда ни бросишь взгляд, весело падает снег, “и от этой холодной белой бесконечности меня бросало в дрожь, и под пальто и шальями я крепко держала возлюбленного в своих объятиях”. На пути вниз они потопали и попинали снег, стараясь спустить маленькие лавины и “таким образом немножко попугать людей внизу”¹⁷⁰.

Через несколько дней Эйнштейн вспоминал: “Как прекрасно было в последний раз, когда ты позволила мне прижать к себе мою дорогую малютку самым естественным образом”¹⁷¹. И этим самым естественным образом Милева Марич зачала ребенка от Альберта Эйнштейна.

После возвращения в Винтертур, где он замешал постоянного учителя, Эйнштейн написал Марич письмо, в котором есть упоминание о ее беременности. Странно – или, возможно, совсем и не странно, – но начал он с вопросов не личных, а научных.

¹⁷⁰ Письмо Милевы Марич Элен Савич, вторая половина мая 1901 г.

¹⁷¹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, вторая половина мая 1901 г.

“Я только что прочитал замечательную статью Ленарда по испусканию катодных лучей под действием ультрафиолетового света, – написал он в начале письма, – под впечатлением от такой замечательной статьи я весь переполнился радостью и счастьем и должен поделиться ими с тобой”. Вскоре Эйнштейн, опираясь на результаты работы Ленарда, произведет революцию в науке, построив теорию световых квантов для объяснения фотоэлектрического эффекта. И тем не менее странно или по крайней мере удивительно, что, восторженно говоря о желании поделиться “радостью и счастьем” с только что забеременевшей возлюбленной, он описывает статью об испускании пучков электронов.

Только после излияния этого научного восторга он кратко упоминает об их ожидаемом ребенке, которого он называет мальчиком: “Как ты, дорогая? Как мальчик?”

Дальше идет специфическое высказывание о том, как он представляет себе их будущее, когда они станут родителями: “Можешь ли ты вообразить, как приятно будет, когда мы опять сможем работать, абсолютно никто нас не потревожит и никто не будет указывать нам, что делать!”

Больше всего он пытался быть убедительным. Он обещал, что найдет работу, даже если для этого потребуется заниматься страхованием. Они вместе создадут удобный дом. “Будь счастлива и не волнуйся, дорогая. Я не брошу тебя и приведу все к счастливому завершению. Ты только наберись терпения! Ты увидишь, что мои руки достаточно надежны,

чтобы в них можно было чувствовать себя спокойно, хотя ситуация и не очень легкая”¹⁷².

Марич готовилась к пересдаче выпускных экзаменов, надеялась продолжить занятия в докторантуре и стать физиком. И она, и ее родители в течение многих лет прикладывали огромные усилия, как финансовые, так и эмоциональные, чтобы достичь этой цели. Она могла бы, если бы захотела, прервать беременность. Цюрих становился в то время центром контроля за рождаемостью, в частности, там базировалась фирма, пересылающая по почте препараты, вызывающие выкидыш.

Однако она решила, что хочет иметь ребенка от Эйнштейна – даже несмотря на то, что он еще не выражал желания жениться на ней. Рождение ребенка вне брака тогда было вызовом, учитывая их воспитание, но не было редкостью. Официальная статистика свидетельствовала, что в Цюрихе в 1901 году 12 % детей рождались вне брака. Еще вероятнее незамужней женщине было забеременеть в Австро-Венгрии. На юге Венгрии 33 % детей рождались вне брака. У сербов был самый высокий процент незаконнорожденных детей, а у евреев намного меньший¹⁷³.

Это решение Марич заставило Эйнштейна всерьез задуматься о будущем. “Я буду искать работу немедленно, какой

¹⁷² Письмо Эйнштейна Милеве Марич, предположительно датированное в СРАЕ 28 мая 1901 г. На самом деле, видимо, написано примерно неделей позже.

¹⁷³ Overbye, 77–78.

бы унижительной она ни была, – говорил он ей, – мои цели в науке и мое личное самолюбие не помешают мне согласиться даже на самое непрестижное место”. Он решил позвонить отцу Бессо и директору местной страховой компании и обещал жениться на ней, как только получит место. “И тогда никто не сможет бросить камень в твою дорогую маленькую головку”.

Беременность могла бы разрешить проблемы (по крайней мере, он надеялся на это), возникшие у них с обеими семьями. “Когда твои и мои родители будут поставлены перед свершившимся фактом, им придется, хотя бы они того или нет, принять его”¹⁷⁴.

Марич, вынужденная лежать в постели из-за токсикоза, страшно взволновалась. “И ты, мой дорогой, хочешь немедленно найти работу? И чтобы я переехала к тебе?” Это предложение им не было явно высказано, но она немедленно заявила, что “рада” его принять. “Дорогой мой, конечно, это не значит, что нужно соглашаться на действительно плохое место, – добавила она, – иначе я буду чувствовать себя отвратительно”. По совету сестры она попыталась убедить Эйнштейна приехать к ее родителям в Сербию на летние каникулы. “Это бы сделало меня такой счастливой, – уговаривала она, – и, когда мои родители увидели бы нас обоих перед собой, их сомнения улетучились бы”¹⁷⁵.

¹⁷⁴ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 7 июля 1901 г.

¹⁷⁵ Письмо Милевы Марич Эйнштейну, после 7 июля 1901 г. (опубликовано

Но Эйнштейн, к ее ужасу, решил опять провести летние каникулы с матерью и сестрой в Альпах. И в результате в конце лета 1901 года его не оказалось рядом, и он не помог и не поддержал ее при пересдаче экзаменов. Возможно, из-за беременности и сложной ситуации, в которой она оказалась, Милева и во второй раз не смогла сдать экзамены, получив 4 балла из 6, и вторично оказалась единственной из группы, не сумевшей получить диплом.

Таким образом, Милеве Марич пришлось отказаться от своей мечты стать ученым. Она приехала домой в Сербию одна и рассказала родителям о крахе своей академической карьеры и о беременности. Перед отъездом она попросила Эйнштейна написать письмо ее отцу об их планах и, вероятно, попросить разрешения жениться на ней.

“Не пришлешь ли ты мне это письмо, чтобы я увидела, что ты написал, – просила она, – мало-помалу я буду выдавать ему необходимую информацию, включая неприятные новости”¹⁷⁶.

уже в SPAE vol. 8 as 1:116, поскольку это письмо обнаружили, уже когда том 1 был напечатан).

¹⁷⁶ Письмо Милевы Марич Эйнштейну, примерно 31 июля 1901 г.; High-field and Carter, 80.

Диспуты с Друде и другими учеными

Самоуверенность Эйнштейна и его презрение к условностям – качества, которые в нем поддерживала и Марич, – в полной мере в 1901 году проявились как в его научной деятельности, так и в личной жизни. Он – безработный энтузиаст – в том году вступил в серию конфликтов с академическими авторитетами.

Тон перепалки показывает, что Эйнштейн не испытывал никакого страха, задирая научных гуру. Напротив, это, казалось, его веселило. В разгар споров, которые он затеял в том году, он заявил Йосту Винтелеру, что “слепое преклонение перед авторитетами – главный враг истины”. Это могло бы стать прекрасным кредо, и его стоило бы выгравировать на гербе Эйнштейна, если бы он захотел его завести.

Содержание его споров того года обнаруживает еще более глубокую особенность его научного мышления: у него было горячее желание, а по существу – навязчивая идея объединять концепции, существующие в различных областях физики. Когда он приступил той весной к попытке связать свою работу по капиллярному эффекту с теорией газов Больцмана, он написал своему другу Гроссману: “Это упоительное ощущение, когда находишь общность в ряду явлений, которые сначала казались совершенно несвязанными”. Эта фраза больше любых других раскрывает веру, лежащую в основе

научного предназначения Эйнштейна, которая, как стрелка его детского компаса, уверенно вела его на протяжении всего научного пути, начиная с его первой работы и заканчивая последним, начертанным на смертном одре уравнением поля¹⁷⁷.

Среди потенциально объединительных концепций, которые притягивали Эйнштейна и многих других физиков, были те, которые вышли из кинетической теории, получившей развитие в конце XIX века, когда принципы механики были применены к явлениям типа переноса тепла и к описанию поведения газов. К примеру, газ рассматривался как ансамбль огромного числа маленьких частиц (в данном случае молекул, состоящих из одного или более атомов), которые свободно блуждают, иногда сталкиваясь друг с другом.

Кинетическая теория подстегнула развитие статистической механики, которая описывает поведение большого количества частиц с помощью статистических методов. Естественно, невозможно проследить путь каждой молекулы и зарегистрировать каждое столкновение в газе, но с помощью статистики оказалось возможным получить работающую теорию, объясняющую поведение миллиардов молекул в разных условиях.

Ученые расширили применение этих концепций и стали

¹⁷⁷ Письмо Эйнштейна Йосту Винтелеру, 8 июля 1901 г.; письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 14 апреля 1901 г. Сравнение со стрелкой компаса принадлежит Овербау: Overbye, 65.

использовать их не только для объяснения поведения газов, но также и для явлений, происходящих в жидкостях и твердых телах, в том числе для объяснения электропроводности и излучения. “Появилась возможность применить методы кинетической теории газов к совершенно другим областям физики, – написал позднее близкий друг Эйнштейна Пауль Эренфест, сам являвшийся специалистом в этой области, – помимо всего прочего, теория была применена к движению электронов в металлах, к броуновскому движению микроскопических частиц во взвесах и к теории излучения черного тела”¹⁷⁸.

Многие ученые использовали концепцию атомов при исследованиях в своих узких областях, а для Эйнштейна это был способ найти связи и развить теории, объединяющие многие области. В апреле 1901 года, например, он видоизменил молекулярную теорию, использованную им для объяснения капиллярного эффекта в жидкостях, и применил ее для описания диффузии молекул газа. Он написал Марич: “Мне пришла в голову очень удачная идея, которая позволяет применить нашу теорию молекулярных сил также и к газам”. А с Гроссманом он поделился: “Я теперь убежден, что моя теория о силах притяжения между атомами может быть

¹⁷⁸ Renn 2005a, 109. Юрген Ренн – директор берлинского Института истории науки Макса Планка и издатель *Collected Papers of Albert Einstein* (“Избранных трудов Альберта Эйнштейна”). Я благодарен ему за помощь в этом вопросе.

применена и к газам”¹⁷⁹.

Затем он заинтересовался электропроводностью и теплопроводностью, и это побудило его изучить электронную теорию металлов Пауля Друде. Как отмечает специалист по творчеству Эйнштейна Юрген Ренн, “электронная теория Друде и кинетическая теория газов Больцмана были не какими-то случайными объектами интереса для Эйнштейна, наоборот, с некоторыми другими темами более ранних его исследований их объединяла важная общая черта: обе были примерами применения атомистических идей к физическим и химическим проблемам”¹⁸⁰.

В электронной теории Друде утверждалось, что в металле есть частицы, которые движутся так же свободно, как молекулы в газе, и, следовательно, могут являться переносчиками тепла и электричества. Когда Эйнштейн изучил теорию, она ему понравилась, хотя и не во всем. “У меня перед глазами работа Пауля Друде по электронной теории, которая просто легла мне на душу, хотя там и содержатся некоторые очень мутные вещи”, – написал он Марич. И через месяц с присутствием ему отсутствием пиетета по отношению к авторитетам добавил: “Возможно, я напишу Друде письмо и укажу на его ошибки”.

Так он и сделал. В июньском письме к Друде Эйнштейн

¹⁷⁹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 15 апреля 1901 г.; письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 15 апреля 1901 г.

¹⁸⁰ Renn 2005a, 124.

сообщил, что, как ему кажется, в статье имеется две ошибки. “Вряд ли у него есть какие-нибудь осмысленные возражения, – злорадно писал он в письме к Марич, – ведь мои замечания очень логичны”. И возможно, считая, что лучший способ получить работу – указать именитому ученому на его предполагаемые упущения, Эйнштейн включил в одно из своих писем просьбу взять его на работу¹⁸¹.

Удивительно, что Друде вообще ответил. И неудивительно, что он отмел возражения Эйнштейна. Эйнштейн был возмущен. “Это настолько очевидное доказательство убеждения автора, что дальнейших комментариев от меня и не требуется, – приписал Эйнштейн, пересылая письмо Друде Марич. – Отныне я к таким людям не буду обращаться лично, а буду безжалостно атаковать их в журналах, как они этого и заслуживают. Неудивительно, что мало-помалу становишься мизантропом”.

Кроме того, Эйнштейн выплеснул свое раздражение в отношении Друде и в письме Йосту Винтелеру, по-отечески к нему относившемуся в Арау. В этом письме содержалась декларация о том, что слепое уважение к авторитетам является самым большим врагом истины. “Он [Друде] отреагировал ссылкой на то, что еще один «непогрешимый» его коллега разделяет его точку зрения. Вскоре я поставлю на место это-

¹⁸¹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 4 апреля и примерно 4 июня 1901 г. Письма Эйнштейна Друде и ответ Друде не сохранились, так что в чем точно состояли возражения Эйнштейна, неизвестно.

го человека с помощью безупречной публикации”¹⁸².

В опубликованных статьях Эйнштейн не раскрывает имя этого “непогрешимого” коллеги, на которого ссылался Друде, но расследование Ренна привело к находке письма от Марич, в котором его имя называется – Людвиг Больцман¹⁸³. Это объясняет, почему Эйнштейн углубился в изучение трудов Больцмана. “Я с головой ушел в изучение работ Больцмана по кинетической теории газов, – написал он Гроссману в сентябре, – а за последние несколько дней и сам написал короткую статью, где вставил недостающие звенья в цепь доказательств, которую он выстроил”¹⁸⁴.

Больцман, тогда работавший в Лейпцигском университете, был признанным европейским мэтром в статистической физике. Он был одним из создателей кинетической теории и доказывал, что атомы и молекулы реально существуют. Работая над этими вопросами, он считал необходимым переосмыслить великий Второй закон термодинамики, для которого существует много эквивалентных формулировок. Он

¹⁸² Письмо Эйнштейна Милеве Марич, примерно 7 июля 1901 г.; письмо Эйнштейна Йосту Винтелеру, 8 июля 1901 г.

¹⁸³ Renn 2005a, 118. Замечание Ренна по поводу этого источника информации звучит так: “Я очень благодарен м-ру Феликсу де Мэрез-Ойенсу из аукционного дома “Кристи”, который обратил мое внимание на отсутствующую страницу в письме Эйнштейна к Милеве Марич, написанного примерно 8 июля 1901 г. Поскольку, к сожалению, у меня нет копии этой страницы, моя интерпретация ее основывается на примерном пересказе обсуждаемого отрывка”.

¹⁸⁴ Письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 6 сентября 1901 г.

гласит: тепло обычно перетекает от горячего к холодному, но не наоборот. В другой его формулировке используется понятие энтропии – степени беспорядка и случайности распределения элементов в системе. В этой формулировке этот закон гласит: любой спонтанный процесс увеличивает энтропию системы. Например, молекулы духов диффундируют из открытого флакона наружу, в комнату, и никогда (по крайней мере, об этом говорит наш повседневный опыт) спонтанно не собираются вместе и не влетают обратно во флакон.

Слабость Больцмановской теории состояла в том, что он рассматривал столкновения молекул как механические ньютоновские процессы, а такие процессы все обратимы. При таком подходе спонтанное уменьшение энтропии, по крайней мере в теории, должно быть возможно. И оппоненты Больцмана, например Вильгельм Оствальд, не веривший в реальность атомов и молекул, использовали против него убийственный аргумент об абсурдности предположений о том, что вылетевшие из флакона молекулы могут спонтанно опять собраться во флаконе или что тепло может перетекать от холодного тела к горячему. “Предположение о том, что все естественные процессы могут быть в конечном счете сведены к механическим, нельзя использовать даже в качестве рабочей гипотезы, это просто ошибка, – писал Оствальд, – необратимость процессов в природе как раз доказывает то, что процессы не могут быть описаны уравнениями механики”.

Больцман отреагировал тем, что пересмотрел Второй закон, так что он в его формулировке стал не абсолютным, а статистическим (то есть необратимость лишь почти исключена). Теоретически возможно, чтобы миллионы молекул духов, случайно блуждающие в пространстве, смогли в определенный момент собраться опять во флаконе, но это очень маловероятно, примерно в триллионы раз менее вероятно, чем если бы новую колоду карт 100 раз перемешали, и после этого все карты в ней и по масти, и по достоинству легли бы в точности так же, как в начале¹⁸⁵.

Когда в сентябре 1901 года Эйнштейн довольно нескромно объявил, что нашел недостающее “звено” в больцмановской цепи доказательств, он собирался вскоре опубликовать эти результаты. Но сначала он послал в *Annalen der Physik* статью¹⁸⁶, которая включала в себя электрический метод измерения молекулярных сил, включавший расчеты, полученные на основании данных чужих экспериментов, в которых использовался электрод, опущенный в солевой раствор¹⁸⁷.

¹⁸⁵ Overbye, 82–84. Здесь содержится полезный обзор дискуссии между Больцманом и Оствальдом.

¹⁸⁶ “О термодинамической теории разности потенциалов между металлами и полностью диссоциированными растворами их солей и об электрическом методе исследования молекулярных сил” в: Эйнштейн А. Собр. науч. трудов: в 4 т. М., 1966. Т. 3.

¹⁸⁷ Einstein. *On the Thermodynamic Theory of the Difference in Potentials between Metals and Fully Dissociated Solutions of Their Salts*. Апрель 1902 г. Ренн в своем анализе спора Эйнштейна с Друде не упоминает эту статью, а ограничивается обсуждением только статьи от июня 1902 г.

И уже после этого он опубликовал свою статью¹⁸⁸ с критикой больцмановских теорий. Он заметил, что они хорошо объясняли перенос тепла в газах, но их нельзя было распространять на другие области. “Как ни велики достижения кинетической теории теплоты в области физики газов, – писал он, – но теория эта до сих пор не имеет под собой удовлетворительной механической основы”. Он поставил себе цель “заполнить этот пробел”¹⁸⁹.

Это было достаточно самонадеянное заявление для не особенно выдающегося студента Политехникума, который не смог еще ни защитить диссертацию, ни устроиться на работу. Сам Эйнштейн позже признавал, что эти статьи мало что добавили в копилку физической мудрости. Но они отражали сущность его разногласий с Друде и Больцманом, возникших в 1901 году. Он чувствовал, что их теории не отвечают максиме, которую он сформулировал Гроссману ранее в этом году: самое интересное – обнаружить скрытое единство в совокупности явлений, которые кажутся совершенно не связанными между собой.

Тем временем в ноябре 1901 году Эйнштейн предпринял

¹⁸⁸ “Кинетическая теория теплового равновесия и второго начала термодинамики” в: Эйнштейн А. Собр. науч. трудов: в 4 т. М., 1966. Т. 3.

¹⁸⁹ Einstein. *Kinetic Theory of Thermal Equilibrium and the Second Law of Thermodynamics*. Июнь 1902 г.; Renn 2005a, 119; Jos Uffink, *Insurmountable Difficulties: Einstein’s Statistical Road to Molecular Physics, Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 37 (2006): 38; Clayton Gearhart, *Einstein before 1905: The Early Papers on Statistical Mechanics*. American Journal of Physics (май 1990 г.).

попытку подать докторскую диссертационную работу профессору Альфреду Кляйнеру в университет Цюриха. Текст диссертации не сохранился, но Марич писала подруге, что “в ней речь шла об исследовании молекулярных сил в газах с использованием разных известных явлений”. Эйнштейн был уверен в успехе и сказал о Кляйнере: “Он не посмеет отклонить мою диссертацию. В противном случае этот близорукий человек мне мало интересен”¹⁹⁰.

К декабрю Кляйнер даже не ответил, и Эйнштейн стал предполагать, что, возможно, ему неудобно принять диссертационную работу, дезавуирующую результаты таких мэтров, как Друде и Больцман, поскольку должность профессора делает его уязвимым. Эйнштейн сказал: “Если он осмелится отвергнуть мою диссертацию, тогда я опубликую его отказ вместе со своей работой и выставлю его дураком. А если он примет ее, увидим, что умного сможет сказать старый добрый герр Друде”.

Чтобы поставить все точки над “i”, он решил увидеться с Кляйнером лично. Удивительно, но встреча прошла спокойно. Кляйнер признался, что он еще не читал диссертацию, и Эйнштейн сказал, что подождет. Затем они стали обсуждать разные идеи, над которыми работал Эйнштейн и часть из которых в конечном итоге войдут в его теорию относительности. Кляйнер пообещал Эйнштейну, что тот может рассчи-

¹⁹⁰ Письмо Милевы Марич Элен Савич, примерно 23 ноября 1901 г.; письмо Эйнштейна Милеве Марич, 28 ноября 1901 г.

тывать на него, и, когда появится следующая okazия в виде места преподавателя, он напишет рекомендательное письмо. “Он не так глуп, как я думал, – вынес свой вердикт Эйнштейн, – более того, он хороший парень”¹⁹¹.

Кляйнер, может, и был хорошим парнем, но когда он наконец нашел время и прочитал диссертацию Эйнштейна, она ему не понравилась. Особенно его задели нападки Эйнштейна на научные авторитеты. И он отклонил ее. А точнее, он предложил Эйнштейну отозвать ее добровольно и тем самым сэкономил ему его взнос – 230 франков. В книге, написанной мужем его приемной дочери, утверждается, что Кляйнер поступил так “из уважения к своему коллеге Людвигу Больцману, чью систему рассуждений Эйнштейн жестко критиковал”. Эйнштейн, чуждый такой деликатности, по совету друга направил огонь критики непосредственно на Больцмана¹⁹².

¹⁹¹ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 17 и 19 декабря 1901 г.

¹⁹² Чек для возвращения оплаты за заявку на получение степени доктора, 1 февраля 1902 г., CPAE 1: 132; Fölsing, 88–90; Reiser, 69; Overbye, 91. Из письма Эйнштейна Милеве Марич, примерно 8 февраля 1902 г.: “Я объяснил [Конраду] Габихту содержание работы, которую я послал Клейнеру. Он очень вдохновлен моими отличными идеями и уговаривает меня послать Больцману часть статьи, которая касается его книги. Я собираюсь так и поступить”.

Лизерль

В какой-то момент Марсель Гроссман написал Эйнштейну, что, похоже, он сможет получить место в патентном бюро, хотя вакансия тогда еще не открылась. И через пять месяцев Эйнштейн мягко напомнил Гроссману, что ему все еще нужна помощь. Прочитав в газете, что Гроссман получил по конкурсу место учителя старшей школы, Эйнштейн в письме к нему выразил “огромную радость” по этому поводу, а после этого печально добавил: “Я тоже подавал на этот конкурс, но только для того, чтобы мне не укорять себя за то, что не хватило смелости подать”¹⁹³.

Осенью 1901 года Эйнштейн согласился на еще более скромное место учителя в маленькой частной академии в Шаффхаузене – деревеньке на Рейне в 32 километрах к северу от Цюриха. Его обязанности состояли исключительно в том, чтобы обучать богатого английского школьника. Со временем за возможность обучаться у Эйнштейна можно будет назначать любую плату. Но тогда владелец школы Якоб Ньюэш неплохо нажился на его уроках. С семьи мальчика он брал 4 тысяч франков в год, из которых Эйнштейну оплачивалась квартира, питание и жалованье 150 франков в месяц.

Эйнштейн продолжал уверять Марич, что она “получит хорошего мужа, как только это станет возможным”, но в это

¹⁹³ Письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 6 сентября 1901 г.

время больше всего был озабочен получением работы в патентном бюро.

“Вакансия в Берне все еще не объявлена, и я постепенно теряю надежду на получение этого места”¹⁹⁴.

Марич охотно была бы рядом с ним в это время, но из-за ее беременности они не могли появляться вместе на людях. И поэтому она провела большую часть ноября в маленьком отеле в соседней деревушке. Их отношения становились напряженными. Несмотря на ее мольбы, Эйнштейн приезжал к ней довольно редко, обычно объясняя это нехваткой денег. Получив очередное уведомление, отменявшее его визит, она делала вид, что не поверила этому: “Ты, конечно, хочешь сделать мне сюрприз, не так ли?” Просительный и сердитый тон чередовались, часто в одном и том же письме:

“Если бы ты знал, как я скучаю по дому, то наверняка бы приехал. У тебя действительно нет денег? Это мило! Мужчина зарабатывает 150 франков в месяц, у него бесплатное жилье и питание, а в конце месяца у него на счету нет ни цента! Пожалуйста, не используй эту отговорку в воскресенье. Если к этому времени у тебя не останется денег, я пошлю тебе немного... Если бы только знал, как сильно я хочу тебя снова увидеть! Я думаю о тебе весь день, а еще больше – ночью”¹⁹⁵.

¹⁹⁴ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 28 ноября 1901 г.

¹⁹⁵ Письмо Милевы Марич Эйнштейну, 13 ноября 1901 г.; Highfield and Carter, 82.

Типичное для Эйнштейна неуважительное отношение к начальству вскоре привело к его столкновениям с владельцем академии. Он попытался уговорить своего ученика переехать с ним в Берн и платить ему напрямую, но мать мальчика отказалась. Тогда Эйнштейн попросил Ньюэша платить ему за питание наличными, чтобы он мог питаться не вместе с семьей Ньюэша, а отдельно.

“Вы знаете наши условия, – ответил Ньюэш, – нет оснований их менять”.

Естественно, Эйнштейн начал угрожать, что найдет другое место, и Ньюэш в ярости уступил. Эйнштейн описал сцену Марич и сформулировал еще одну максиму своей жизни, ликуяще добавив: “Да здравствует наглость! Это мой ангел-хранитель в этом мире”.

И тем же вечером, когда он в последний раз сидел за столом с семьей Ньюэша, рядом со своей тарелкой он нашел письмо, адресованное ему. Оно было от его реального ангела-хранителя – Марселя Гроссмана. Гроссман писал, что вакансия эксперта в патентном бюро вот-вот откроется, и Эйнштейн, без сомнения, получит это место. Эйнштейн написал Марич экзальтированное письмо, что их жизни вскоре “чудесным образом изменятся к лучшему”. Он продолжил: “У меня голова идет кругом от радости, когда я думаю об этом. Я радуюсь даже больше за тебя, чем за себя. Вместе мы наверняка будем самыми счастливыми людьми на земле”.

Оставался еще вопрос о том, что делать с их ребенком, ко-

торый должен был родиться меньше чем через два месяца – в первых числах февраля 1902 года. “Единственная проблема, которую остается решить, – это как сделать так, чтобы наша Лизерль смогла жить с нами, – писал Эйнштейн Марич, которая вернулась к своим родителям в Нови-Сад (теперь он стал считать еще не рожденного ребенка девочкой), – мне бы не хотелось отказаться от нее”. Это было благородное предложение с его стороны, ведь он знал, что ему будет трудно явиться на работу в Берн, имея незаконнорожденного ребенка. “Спроси своего отца, он опытный человек и знает жизнь лучше, чем твой непрактичный изможденный Джонни”. В качестве помощи он предложил совет – “не поить ребенка, когда тот родится, коровьим молоком, а то девочка вырастет глухой”. Материнское молоко, сказал он, будет полезнее¹⁹⁶.

Эйнштейн был готов посоветоваться с семьей Марич, но не собирался говорить собственной семье о том, что худшие опасения его матери – беременность и возможная женитьба – реализовываются. Его сестра, похоже, догадалась, что они с Марич втайне от всех планируют пожениться, и сказала об этом членам семейства Винтелеров в Арау. Но никто из них не высказал подозрения, что здесь замешан ребенок. Мать Эйнштейна узнала о предполагаемой помолвке от госпожи Винтелер. Паулина Эйнштейн ответила: “Мы решительно против связи Альберта с фрейлейн Марич, и мы

¹⁹⁶ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 12 декабря 1901; Fölsing, 107; Zackheim, 35; Hightfield and Carter, 86.

никогда не захотим иметь с ней ничего общего”¹⁹⁷.

Мать Эйнштейна предприняла даже некий экстраординарный шаг – написала оскорбительное письмо родителям Марич, которое подписал и ее муж. “Эта дама, – жаловалась Марич подруге на мать Эйнштейна, – как будто поставила целью своей жизни как можно больше отравить не только мою жизнь, но и жизнь своего сына. Я не могла и подумать, что бывают такие бессердечные и злые люди! Они не чувствовали угрызений совести, когда написали письмо моим родителям, в котором поносили меня так, что это выглядело безобразно”¹⁹⁸.

Наконец, в конце декабря 1901 года появилось объявление о вакансии эксперта патентного бюро. Директор, Фридрих Галлер, очевидно, составил требования так, чтобы Эйнштейн смог получить это место. Кандидатам не требовалась докторская степень, но они должны были разбираться в технике и знать физику. Эйнштейн сказал Марич: “Галлер написал это объявление под меня”.

Галлер написал Эйнштейну дружеское письмо, дав понять, что он основной кандидат, а Гроссман позвонил и поздравил его. “Уже больше нет сомнений, – торжествовал Эйнштейн в письме к Марич, – вот посмотришь, вскоре ты станешь моей счастливой маленькой женой. Теперь наши несчастья закончились. Только теперь, когда этот ужасный

¹⁹⁷ Письмо Паулины Эйнштейн Полине Винтелер, 20 февраля 1902 г.

¹⁹⁸ Письмо Милевы Марич Элен Савич, примерно 23 ноября 1901 г.

груз упал с моих плеч, я понимаю, как сильно я тебя люблю... Скоро я смогу обнять свою Долли и назвать ее своей перед всем миром”¹⁹⁹.

Однако он взял с нее обещание, что они не превратятся после брака в сытую буржуазную пару: “Мы вместе будем неустанно заниматься наукой, так что мы не станем старыми мещанами, правда?” Даже его сестра, он почувствовал, становится “довольно пошлой” в своем стремлении к комфортной жизни. “Ты лучше не становись на этот путь, – писал он Марич, – это было бы ужасно. Ты должна быть всегда моей ведьмочкой и уличным мальчишкой. Все, кроме тебя, кажутся мне чужаками, они как будто отгорожены от меня невидимой стеной”.

В ожидании места в патентном бюро Эйнштейн отказался от занятий с учеником, которого обучал в Шаффхаузене, и в конце января 1902 года переехал в Берн. Он навсегда сохранит благодарность Гроссману, который и в последующие несколько лет будет разными способами помогать ему. “Гроссман пишет свою диссертацию на тему, связанную с неевклидовой геометрией, – писал Эйнштейн Марич. – Я не понимаю в точности, что это”²⁰⁰. Через несколько дней после того, как Эйнштейн приехал в Берн, Милева Марич, оставшаяся в доме своих родителей в Нови-Саде, родила ребенка – девочку, которую назвали Лизерль. Роды были тяже-

¹⁹⁹ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 11 и 19 декабря 1901 г.

²⁰⁰ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 28 декабря 1901 г.

лыми, и следующие несколько дней Марич не могла писать письма. Новости Эйнштейну сообщил отец Милевы. “Здорова ли она, кричит ли так, как должна, – написал он Марич, – какие у нее глазки? На кого из нас она похожа? Кто ее кормит молоком? Она не голодает? У нее совершенно не должно быть волос. Я ее уже так люблю, но даже не знаю ее совсем!” Однако было похоже, что его любовь к новорожденной дочери существует в основном в теории, поскольку ее оказалось недостаточно, чтобы сестра в поезд и приехать в Нови-Сад²⁰¹.

Эйнштейн о рождении Лизерль не сказал ни матери, ни сестре, ни друзьям. Нет свидетельств того, что он вообще когда-либо говорил им об этом. Ни разу он публично не сказал о ней и не признал ее существования. И в его переписке, кроме нескольких писем, которыми обменялись Марич и Эйнштейн, нет упоминания о ее существовании. А эти письма были спрятаны от публики вплоть до 1986 года, и исследователи и издатели его работ очень удивились, узнав о существовании Лизерль²⁰².

Но и в этом письме к Марич, написанном сразу после рождения Лизерль, проявилась ироничная натура Эйнштейна:

²⁰¹ Письма Эйнштейна Милеве Марич, 4 февраля 1902 г., 12 декабря 1901 г.

²⁰² Это письмо было обнаружено Джоном Стэчелом, работавшим в проекте “Документы Эйнштейна”, в пачке из 400 семейных писем, которые хранились в Калифорнии, в сейфе второй жены сына Эйнштейна Ганса Альберта. Их туда привезла его первая жена, после того как съездила в Цюрих, чтобы прибраться в квартире Милевы Марич после ее смерти в 1948 году. – *Прим. авт.*

“Она [Лизерль] уже точно умеет плакать как надо, но еще долго не узнает, как надо улыбаться, – в этом глубокая истина”.

Отцовство побудило его сосредоточиться на поисках временного заработка, пока он ждал места в патентном бюро. И на следующий день в газете появилось объявление: “Частные уроки математики и физики... самым добросовестным образом проводятся Альбертом Эйнштейном, обладателем федерального диплома преподавателя, выданного Политехникумом... Пробные уроки бесплатно”.

Из-за рождения Лизерль у Эйнштейна даже проявилось желание свить домашнее гнездо. Он нашел в Берне большую комнату и нарисовал для Марич ее план, на котором была изображена кровать, шесть стульев, три шкафа, он сам (Джонни) и кушетка с надписью “Взгляни на нее!”²⁰³ Однако Марич не собиралась переезжать туда вместе с ним. Они не были женаты, и государственный служащий в Швейцарии, рассчитывающий сделать карьеру, не мог открыто сожительствовать с женщиной в этой ситуации. Вместо этого через несколько месяцев Марич вернулась в Цюрих, ожидая, когда он получит место и, как обещал, женится на ней. Лизерль она с собой не взяла.

Эйнштейн и его дочь, вероятно, никогда так и не увидели друг друга. Она заслужила, насколько нам известно, только одно краткое упоминание в сохранившейся их с Марич пере-

²⁰³ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 4 февраля 1902 г.

писке менее чем через два года, в сентябре 1903-го, и больше ее имя нигде не встречается. А пока ее оставили в Нови-Саде с родственниками или друзьями ее матери, так что Эйнштейн мог тем временем вести не обремененную семейными заботами жизнь и пытаться приобрести буржуазную респектабельность, необходимую для швейцарского чиновника.

Есть зашифрованный намек на то, что женщиной, которая взяла на себя опеку над Лизерль, могла быть близкая подруга Марич – Элен Кауфлер-Савич, с которой она подружилась в 1899 году, когда они жили в одном пансионе в Цюрихе. Савич происходила из венской еврейской семьи, а в 1900 году вышла замуж за инженера из Сербии. Во время беременности Марич написала ей письмо, в котором излила все свои горести, но, не отправив его, порвала. За два месяца до рождения Лизерль она сказала Эйнштейну, что рада, что сделала это: “Думаю, что мы пока не должны говорить что-то о Лизерль”. Марич добавила, что Эйнштейн должен время от времени писать Савич и посылать ей несколько приветливых слов: “Мы теперь должны вести себя с ней очень мило. Она, в конце концов, должна будет помочь нам в очень важном деле”²⁰⁴.

²⁰⁴ Письмо Милевы Марич Эйнштейну, 13 ноября 1901 г. Чтобы понять контекст, см. книгу Поповича, внука Савич, где собраны письма, которыми обменивались Марич и Савич.

Патентное бюро

Пока Эйнштейн ждал, что ему предложат место в патентном бюро, он познакомился с работавшим там сотрудником. Тот пожаловался, что работа скучная, и сказал, что позиция, которую собирался занять Эйнштейн, самого “низкого ранга”, во всяком случае, он не должен беспокоиться о том, что кто-то еще будет претендовать на нее.

Эйнштейна это отнюдь не расстроило. Он сказал Марич: “Некоторым людям все кажется скучным”. Что касается того, унизительно ли занять должность низшего ранга, Эйнштейн написал, что они должны как раз испытывать противоположные чувства:

“Нам должно быть наплевать на то, что мы не возвращаемся в высших кругах”²⁰⁵.

Наконец 16 июня 1902 года Эйнштейн получил долгожданное место. На сессии Швейцарского совета он был официально утвержден “в качестве временного технического эксперта третьего класса Федерального бюро по интеллектуальной собственности с годовым жалованьем 3500 франков”, которое в действительности было больше жалованья младшего профессора²⁰⁶.

Его офис находился в новом здании почтамта и телеграфа

²⁰⁵ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 17 февраля 1902 г.

²⁰⁶ Письмо Швейцарского федерального совета Эйнштейну, 19 июня 1902 г.

Берна рядом с всемирно известной башней с часами над старыми городскими воротами (см. фотографию перед гл. 6). Эйнштейн, отправляясь из дома на работу, поворачивал налево и каждый день проходил мимо нее. Часы были сделаны почти сразу после того, как в 1191 году был основан город, а в 1530 году к ним была добавлена хитроумная вращающаяся карта неба с изображением звезд и планет. Каждый час в часах разыгрывается представление: выскакивает приплясывающий шут и звенит колокольчиками, потом происходит парад медведей, поет петух, выходит вооруженный рыцарь, после чего появляется Хронос со скипетром и песочными часами.

Часы являлись официальными контрольными для близлежащей железнодорожной станции, по ним отправлялись поезда и выставлялись все другие часы, расположенные на платформах станции. Поезда, прибывавшие из других городов, где местное время не всегда было синхронизовано, проносясь через город, тоже выставляли свои собственные часы по часам бернской Часовой башни²⁰⁷.

И так получилось, что Альберт Эйнштейн провел семь самых активных в творческом отношении лет своей жизни (даже после того, как написал статьи, перевернувшие представления о физике), приходя на работу к восьми утра и изучая

²⁰⁷ См. изложение Питером Галисоном проблемы синхронизации часов в Европе в тот самый период: Galison, 222–248. Более полное обсуждение роли, которую это могло сыграть в создании Эйнштейном специальной теории относительности, см. в главе 6.

патентные заявки, и так шесть дней в неделю. “Я ужасно занят, – писал он другу через несколько месяцев, – каждый день я провожу восемь часов в офисе и один час трачу на частные уроки, и кроме того, я занимаюсь научной работой”. Но было бы неправильно думать, что разбор патентных заявок был скучной рутинной. Он говорил: “Мне очень нравится моя работа, потому что она необычайно разнообразна”²⁰⁸.

Вскоре он обнаружил, что может разобраться в патентных заявках настолько быстро, что днем у него остается время для собственных научных изысканий. “Всего за два-три часа я выполнял работу, которую нужно делать целый день, – вспоминал он, – оставшуюся часть дня я мог работать над своими идеями”. Его начальник Фридрих Галлер был добродушным ворчливым скептиком, обладал замечательным чувством юмора и смотрел сквозь пальцы на кипы бумаг, обычно устилавших стол Эйнштейна и исчезающих в ящиках стола, когда к нему приходили посетители. “Когда кто-то проходил мимо, я засовывал свои записки в ящик стола и делал вид, что занимаюсь патентной работой”²⁰⁹.

На самом деле мы не должны жалеть Эйнштейна из-за того, что он не был допущен в академические чертоги. И сам он пришел к выводу, что работа не в замкнутом академическом святилище, а в “мирской обители, где я разработал свои наиболее красивые идеи, пошла научной деятельности

²⁰⁸ Письмо Эйнштейна Гансу Воленду, осень 1902 г.; Fölsing, 102.

²⁰⁹ Интервью Эйнштейна, Bucky, 28; Reiser, 66.

на пользу, а не во вред”²¹⁰.

Каждый день он ставил свои мысленные эксперименты по поиску скрытых сущностей, основанных на теоретических предположениях. Как он позже вспоминал, сосредоточенность на проблемах реальной жизни “стимулировала меня к тому, чтобы видеть физические последствия теоретических концепций”²¹¹. Среди идей, содержащихся в патентах, которые он должен был рецензировать, были десятки новых методов для синхронизации часов и координации времени с помощью сигналов, посланных со скоростью света²¹².

Вдобавок у его шефа Галлера было кредо, в равной мере полезное и для креативного теоретика-бунтаря, и для патентного эксперта: “Будьте всегда начеку и оставайтесь критически настроенными”. Ставьте под вопрос каждую предположку, подвергайте сомнению принятые мнения, никогда не считайте что-то истинным только потому, что все считают это очевидным. Не разрешайте себе быть излишне доверчивыми. “Когда вы берете заявку, – наставлял экспертов Галлер, – априори считайте, что все, что говорит изобретатель,

²¹⁰ Письмо Эйнштейна Мишелю Бессо, 12 декабря 1919.

²¹¹ Интервью Эйнштейна, Bucky, 28; Einstein 1956, 12. В обоих источниках говорится, по существу, об одном и том же, разница только в словах и переводе. Reiser, 64.

²¹² К сожалению, по истечении восемнадцати лет все патентные заявки, как правило, уничтожаются, и хотя Эйнштейн к этому времени был всемирно знаменит, его замечания на заявках на изобретения, сделанные в течение 1920-х гг., были ликвидированы, Fölsing, 104.

неправильно”²¹³.

Эйнштейн рос в семье, где патенты писались и их пытались использовать в бизнесе, и он считал этот процесс приносящим удовлетворение. Это развило в нем один из его талантов: способность проводить мысленные эксперименты, в процессе которых он мог себе наглядно представлять, как теория будет работать на практике, и это помогало ему отбрасывать второстепенные факты, затеняющие существо проблемы²¹⁴.

Получи он вместо этого место ассистента профессора, он бы чувствовал себя обязанным штамповать не вызывающие сомнений публикации и быть предельно осторожным в оспаривании принятых представлений. Как он отметил позднее, оригинальность и креативность не были в числе приоритетов, которыми руководствуются при продвижении ученого по карьерной академической лестнице, особенно в немецкоязычных странах, и он бы чувствовал давление, заставляющее его придерживаться предрассудков или убеждений его руководителей. Он говорил: “Академическая карьера, требующая от человека публиковать в огромном количестве работы, создает угрозу интеллектуальной поверхностности”²¹⁵.

По-видимому, случайность, в результате которой он ока-

²¹³ Galison, 243; Flückiger, 27.

²¹⁴ Fölsing, 103; C. P. Snow, *Einstein* в Goldsmith et al., 7.

²¹⁵ Интервью Эйнштейна, Bucky, 28; Einstein 1956, 12. См. Don Howard, *A kind of vessel in which the struggle for eternal truth is played out*, AEA Cedex-H.

зался экспертом в Швейцарском патентном бюро, а не послушником в академическом монастыре, похоже, взрастила в нем некоторые черты, благодаря которым он достиг успеха: веселый скептицизм по отношению к тому, что напечатано на бумаге, и независимость суждений, позволявшие ему пересматривать базовые аксиомы. В патентном бюро не было систем поощрения или давления на патентных экспертов, побуждавших их вести себя иначе.

“Академия Олимпия”

Однажды на прогулке во время пасхальных каникул 1902 года Морис Соловин – румын, изучавший философию в университете Берна, – увидел объявление в газете, данное Эйнштейном, в котором тот предлагал давать уроки по физике (“пробные уроки бесплатно”). Щеголеватый дилетант с коротко остриженными волосами и эпатирующей бородкой, Соловин был на четыре года старше Эйнштейна, но тогда еще не решил, хочет ли он стать философом, физиком или кем-то еще. И он пошел по указанному адресу, позвонил в дверь и в следующее мгновение услышал громкий возглас: “Сюда!” Эйнштейн с первого взгляда произвел на него сильное впечатление, и Соловин позже вспоминал: “Я был поражен необычным сиянием его огромных глаз”²¹⁶.

Первая беседа длилась два часа, после чего Эйнштейн вышел вместе с Соловиным на улицу, где они проговорили еще полчаса. Потом они договорились встретиться на следующий день. На третьем занятии Эйнштейн объявил, что свободная беседа доставляет больше удовольствия, чем обучение за деньги. “Вам не нужно обучаться физике, – сказал он, – просто приходите ко мне когда захотите, и я буду рад побеседовать с вами”. Они решили читать великих мыслителей вместе и потом обсуждать их идеи.

²¹⁶ Solovine, 6.

К их заседаниям присоединился Конрад Габихт – сын банкира, обучавшийся ранее в Цюрихском политехникуме математике. Считая, что участие в помпезных научных заседаниях – пустая трата времени и не доставляет никакого удовольствия, они провозгласили себя “Академией Олимпия”. Эйнштейна, хоть он и был самым младшим, назначили президентом, а Соловин изготовил сертификат, на котором под связкой сосисок был изображен поясной портрет Эйнштейна в профиль. Надпись гласила: “Человек невероятно эрудированный, обладающий исключительными, изысканными и элегантными знаниями, с головой погруженный в революционные исследования космоса”²¹⁷. Обычно их ужин был скромной трапезой из сосисок, сыра грюйер, фруктов и чая. Но на день рождения Эйнштейна Соловин и Габихт решили сделать ему сюрприз и поставили на стол три баночки икры. Эйнштейн тогда был погружен в анализ принципа инерции Галилея и, пока рассказывал о нем, отправлял в рот икру ложку за ложкой и, казалось, не замечал, что ест. Габихт и Соловин украдкой обменялись взглядами. Наконец Соловин спросил: “Ты заметил, что ел?” “О боже, – воскликнул Эйнштейн, – это ведь знаменитая икра! – выждал секунду и добавил: – Когда вы предлагаете такие изыски всякой деревенщине вроде меня, вы должны понимать, что этого не оценят”.

После дискуссий, которые могли продлиться всю ночь,

²¹⁷ Maurice Solovine, Dedication of the Olympia Academy, A. D. 1903, CPAE 2: 3.

Эйнштейн иногда играл на скрипке, а в летнее время они иногда отправлялись в горы, окружающие Берн, и встречали там рассвет.

“Вид мерцающих звезд производил на нас сильное впечатление и вдохновлял на разговоры об астрономии, – вспоминал Соловин. – Мы были зачарованы медленным приближением солнца к горизонту, которое наконец появлялось во всем великолепии, чтобы залить мистическим розовым светом Альпы”. Потом они ждали, пока откроется кафе, расположенное в горах, чтобы выпить черного кофе, прежде чем спуститься вниз и засесть за работу.

Соловин однажды пропустил заседание, которое должно было проводиться в его квартире, поскольку его соблазнили отправиться в это время на концерт чешского квартета. В качестве извинения он оставил яйца и записку на латыни: “Крутые яйца и приветствие”. Эйнштейн и Габихт, зная, как Соловин ненавидит запах табака, в отместку курили в его комнате сигары и трубки, навалили мебели и тарелок на кровать и оставили записку, тоже на латыни: “Густой дым и приветствие”. Соловин рассказывал, что, вернувшись домой, “почти задохнулся” от дыма: “Я думал, что задохнусь, широко открыл окно и стал снимать с кровати груды нагроможденных почти до потолка вещей”²¹⁸.

Соловин и Габихт останутся друзьями Эйнштейна на всю жизнь, и впоследствии он будет вспоминать о “нашей весе-

²¹⁸ Solovine, 11–14.

лой академии, которая все же была менее «несерьезной», чем те уважаемые организации, которые я позже узнал поближе». В ответ на поздравительную открытку к его семьдесят четвертому дню рождения, посланную двумя его товарищами из Парижа, он в шуточной форме, обращаясь к «Академии Олимпия», написал:

«Ваши члены создали вас, чтобы посмеяться над вашими давно созданными сестрами-академиями. Насколько точно их ирония попала в цель, я смог вполне убедиться за долгие годы тщательных наблюдений»²¹⁹.

Круг чтения в «Академии» включал книги классиков на темы, которые интересовали Эйнштейна, например пронзительную пьесу Софокла о неповиновении власти – «Антигона», эпический роман Сервантеса об упрямце, борющемся с мельницами, – «Дон Кихот». Но чаще всего три «академика» читали книги, в которых переплетались научные и философские темы: «Трактат о человеческой природе» Давида Юма, «Анализ ощущений» и «Механика в ее историческом развитии» Эрнста Маха, «Этику» Баруха Спинозы и «Наука и гипотеза» Анри Пуанкаре²²⁰. Именно под влиянием этих авторов молодой патентный эксперт начал разрабатывать собственную философию науки.

²¹⁹ Письмо Эйнштейна Морису Соловину, 25 ноября 1948 г.; Seelig 1956a, 57; письма Эйнштейна Милеве Марич, Конраду Габихту и Марселю Соловину, 3 апреля 1953 г.; Hoffmann 1972, 243.

²²⁰ Издатели работ Эйнштейна во введении к т. 2 (xxiv – xxv) описывают книги и специальные издания, которые читали в «Академии Олимпия».

Из всех этих авторов наибольшее влияние на Эйнштейна оказал шотландский эмпирик Давид Юм (1711–1776). Следуя традициям Локка и Беркли, Юм относился скептически ко всем знаниям, кроме тех, которые могут быть непосредственно восприняты органами чувств. Даже очевидные законы причинности у него попали под подозрение: он считал, что это не законы, а просто привычки ума. По Юму, то, что мяч, сталкивающийся с другими мячами, каждый раз ведет себя в точном соответствии с тем, что предсказывают законы Ньютона, не означает, строго говоря, что в следующий раз он будет вести себя аналогично. Эйнштейн отмечал: “Юм ясно видел, что определенные концепции, например концепция причинности, не могут быть выведены логическим путем из нашего восприятия действительности”.

Одна из версий этой философии, иногда называемая позитивизмом, отрицала справедливость любой концепции, выходящей за рамки описания явлений, которые мы непосредственно воспринимаем через опыт. Такие взгляды импонировали Эйнштейну, по крайней мере вначале. “Теория относительности корнями уходит в позитивизм, – говорил он, – это направление мысли оказало громадное влияние на мои исследования, особенно работы Маха и даже больше – Юма, чей «Трактат о человеческой природе» я жадно и с восхищением изучал незадолго до открытия теории относительности”²²¹.

²²¹ Письмо Эйнштейна Морицу Шлику, 14 декабря 1915 г. В эссе 1944 г. о Бер-

У Юма он нашел подтверждение своему скептическому отношению к концепции абсолютного времени. Юм говорил, что не имеет смысла считать время абсолютной сущностью, не зависящей от наблюдаемых объектов, движение которых позволяет нам определить время. “Идею времени мы образуем из последовательности идей и впечатлений, – писал Юм, – время же само по себе никогда не может предстать перед нами или быть замечено нашим умом”²²². Идея о том, что нет такой вещи, как абсолютное время, позднее отозвалась эхом в теории относительности Эйнштейна. Конкретные идеи Юма об абсолютном времени, однако, меньше повлияли на него, чем его более общее убеждение, что рискованно говорить о концепциях, которые нельзя проверить с помощью органов чувств или наблюдений²²³.

Вслед за увлечением Юмом к Эйнштейну пришло увлечение философскими идеями Иммануила Канта (1724–1804) – немецкого метафизика, с трудами которого его еще в школьном возрасте познакомил Макс Талмуд. Эйнштейн про него говорил так: “Кант вышел на сцену с идеей, которая ознаменовала продвижение в решении дилеммы Юма”. Некоторые

тране Расселе Эйнштейн написал: “Прозрачный тезис Юма рассыпается: сырой материал, поступающий от наших органов чувств, – главный источник наших знаний – в силу привычки может привести нас к вере и ожиданиям, а не к знанию и еще меньше – к пониманию закономерностей”, Einstein 1954, 22. См. также Einstein, 949b, 13.

²²² Юм Д. *Трактат о человеческой природе*. М., 1998. Пер. С. Церетели.

²²³ David Hume, *Treatise on Human Nature*, book 1, part 2; Norton 2005a.

истины попали в категорию “точно установленного знания”, которое “основано на самом разуме”.

Другими словами, Кант различал два типа истин – аналитические суждения, исходящие из логики и “самого разума”, но не из наблюдений за миром (например, “все холостяки не женаты”, “два плюс два равно четыре”, “сумма всех углов в треугольнике составляет 180 градусов”), и синтетические суждения, основанные на опыте и наблюдениях (например, “Мюнхен больше Берна” или “все лебеди белые”). Синтетические суждения могут быть пересмотрены при появлении новых эмпирических фактов, а аналитические – нет. Мы можем обнаружить черного лебедя, но не можем обнаружить женатого холостяка или треугольник с суммой углов 181 градус (по крайней мере, так считал Кант). Эйнштейн сказал по поводу первой категории истин по Канту: “Они включают, например, положения геометрии и принцип причинности. Эти и некоторые другие типы знаний... не должны быть предварительно получены с помощью ощущений, другими словами, это априорные знания”.

Эйнштейн вначале посчитал удивительным то, что некоторые истины могут быть открыты с помощью чистого интеллекта. Но вскоре он начал сомневаться в четком разделении кантовских аналитических и синтетических суждений. “Мне кажется, что объекты, с которыми имеет дело геометрия, – писал он, – не отличаются от объектов чувственного восприятия”. А позднее это кантовское различие он отвергнет как

ошибочное: “Я убежден, что эта дифференциация ошибочна”. Суждение, которое кажется чисто аналитическим, – например, что сумма углов в треугольнике равна 180 градусов, – может оказаться ошибочным в неевклидовой геометрии или в искривленном пространстве (как это произойдет в общей теории относительности). Как он позже сказал о концепциях в геометрии и принципе причинности, “в настоящее время всем, разумеется, известно, что упомянутые выше понятия не обладают ни достоверностью, ни внутренней определенностью, которые им приписывал Кант”^{224, 225}

Следующий шаг в продвижении эмпиризма Юма сделал Эрнст Мах (1838–1916), австрийский физик и философ, чьи работы Эйнштейн прочитал по настоянию Мишеля Бессо. Он стал одним из любимейших авторов для членов “Академии Олимпия” и помог укрепить в Эйнштейне скептицизм в отношении полученных знаний и принятых аксиом, что станет отличительным признаком его творчества. В словах, которые могут быть в той же мере отнесены и к нему самому,

²²⁴ Эйнштейн А. *Замечания о теории познания Бертрانا Рассела* // Собр. науч. трудов: в 4 т. М., 1966. Т. 4.

²²⁵ Есть разные интерпретации работы Канта “Критика чистого разума” (1781). Я старался здесь придерживаться собственной точки зрения Эйнштейна на Канта: Einstein, *Remarks on Bertrand Russell's Theory of Knowledge* (1944) в Schilpp; Einstein 1954, 22; Einstein, 1949b, 11–13; Einstein, *On the Methods of Theoretical Physics*, лекция в Оксфорде 10 июня 1933 г. в Einstein 1954, 270; Mara Beller, *Kant's Impact on Einstein's Thought*, в Howard and Stachel 2000, 83–106. См. также Einstein, *Physics and Reality* (1936) в Einstein 1950a, 62; Yehuda Elkana, *The Myth of Simplicity* in Holton and Elkana, 221.

Эйнштейн впоследствии сформулирует, что гений Маха частично обусловлен его “неизбывным скептицизмом и независимостью мысли”²²⁶.

Сущность философии Маха, по словам Эйнштейна, состояла в том, что “концепции имеют смысл, только если мы укажем объекты, к которым они относятся, и правила, по которым они соотносятся с этими объектами”²²⁷. Другими словами, чтобы концепция имела смысл, нужно иметь ее работающее определение, в котором будет описано, как вы будете изучать эту концепцию в действии. Эти размышления принесут свои плоды, когда через несколько лет Эйнштейн и Бессо будут думать о том, какие наблюдения придадут смысл кажущемуся простым понятию “одновременности” двух событий.

Больше всего на Эйнштейна Мах повлиял в том, что он применил этот подход к ньютоновским концепциям “абсолютного времени” и “абсолютного пространства”. Мах утверждал, что эти концепции нельзя определить в терминах тех наблюдений, которые можно произвести. Следовательно, они бессмысленны. Мах высмеивал ньютоновское “концептуальное уродство понятия абсолютного пространства” и называл его “чистой выдумкой, которую нельзя увидеть в опыте”²²⁸.

²²⁶ Einstein 1949b, 21.

²²⁷ Einstein. Некролог на смерть Эрнста Маха, 14 марта 1916 г., CPAE 6: 26.

²²⁸ Philipp Frank, *Einstein, Mach and Logical Positivism*, в Schilpp, 272; Overbye,

Последним интеллектуальным героем для членов “Академии Олимпия” стал Барух Спиноза (1632–1677) – еврейский философ из Амстердама. Его влияние касалось в основном религиозных чувств: Эйнштейн воспринял его концепцию аморфного Бога, отраженного во внушающей трепет красоте, рациональности и единстве законов природы. Как и Спиноза, Эйнштейн не верил в персонифицированного Бога, который награждал, наказывал и вмешивался в частную жизнь людей.

Вдобавок Эйнштейн позаимствовал у Спинозы веру в детерминизм: ощущение того, что если мы смогли бы понять законы природы, то увидели бы, что они определяют неизменные причинно-следственные связи и что Бог не играет в кости, позволяя каким-то событиям происходить по случайным или неопределенным причинам. Спиноза утверждал, что “Бог есть производящая причина (*causa efficiens*) всех вещей, какие только могут быть представлены бесконечным разумом”²²⁹. И даже когда квантовая механика вроде показала, что это не так, Эйнштейн упорно верил в это²³⁰.

25, 100–104; Gerald Holton, Mach, *Einstein and the Search for Reality*, Daedalus (весна 1968 г.): 636–673, перепечатано в Holton 1973, 221; Clark, 61; письмо Эйнштейна Карлу Силигу, 8 апреля 1952 г.; Einstein, 1949b, 15; Norton 2005a.

²²⁹ Спиноза Б. *Этика* // Избр. произведения: в 2 т. М., 1957. Т. 1. Пер. с лат. Н. Иванцова.

²³⁰ Spinoza, *Ethics*; Jammer 1999, 47; Holton 2003, 26–34; Matthew Stewart, *The Courtier and the Heretic* (New York: Norton, 2006).

Брак с Милевой

Герману Эйнштейну не суждено было увидеть, как его сын в будущем добьется чего-то большего, чем стать патентным экспертом третьего класса. В октябре 1902 года здоровье отца начало ухудшаться, и Эйнштейн отправился в Милан, чтобы провести последние дни вместе с ним. Их отношения в течение долгого времени представляли собой смесь отчужденности и привязанности и закончились они на той же ноте. “Когда пришел конец, – рассказала позже помощница Эйнштейна Хелен Дукас, – Герман попросил всех выйти из комнаты, чтобы он смог уйти из жизни в одиночестве”.

До конца жизни Эйнштейна не покидало чувство вины из-за этого момента, который показал его неспособность установить настоящую связь с его отцом. Впервые он был потрясен, “переполнен безысходным отчаянием”. Впоследствии он назвал смерть своего отца глубочайшим шоком, который он когда-либо испытывал. Это событие, однако, решило одну важную проблему. На смертном одре Герман Эйнштейн дал свое согласие на женитьбу сына на Милеве Марич²³¹. Шестого января 1903 года коллеги Эйнштейна по “Академии Олимпия” Морис Соловин и Конрад Габихт собрались на специальную сессию, чтобы стать свидетелями на скромной

²³¹ Pais, 1982, 47; Fölsing, 106; Hoffmann 1972, 39; Maja Einstein, xvii; Overbye, 15–17.

церемонии в бернском бюро регистраций актов гражданских состояний, где Эйнштейн женился на Милеве Марич. Никто из родственников – ни мать Эйнштейна, ни его сестра, ни родители Милевы – не приехал в Берн. Небольшая группа друзей-интеллектуалов отпраздновала этим вечером свадьбу в ресторане, а затем Эйнштейн и Милева вместе отправились в его апартаменты. Почему-то нас не удивляет тот факт, что он забыл ключ и молодоженам, чтобы попасть в квартиру, пришлось будить хозяйку²³².

“Ну вот, теперь я женатый человек, и жизнь наша с женой очень приятна и уютна, – отчитался он перед Мишелем Бессо через две недели, – она прекрасно заботится обо всем, хорошо готовит и всегда жизнерадостна”. В свою очередь Марич²³³ писала своей лучшей подруге: “Я сейчас даже ближе к своему любимому, если это вообще возможно, чем это было в пору нашей жизни в Цюрихе”. Иногда она присутствовала на заседаниях “Академии Олимпия”, но в основном в качестве наблюдателя. Соловин вспоминал: “Милева была умна и необщительна, слушала внимательно, но никогда не вмешивалась в нашу беседу”.

Но тем не менее облака уже начали сгущаться. Марич жаловалась на рутинную работу по дому и ту роль простого на-

²³² Свидетельство о браке, CPAE 5: 6; Miller 2001, 64; Zackheim, 47.

²³³ После замужества она обычно называла себя Милевой Марич-Эйнштейн, а когда они развелись, опять стала подписываться Милевой Марич. Во избежание недоразумений я везде называю ее Марич. – *Прим. авт.*

блюдателя, которую она играла в обсуждении научных вопросов: “Мои новые обязанности требуют немалых жертв”. Друзья Эйнштейна отмечали, что она становится все более угрюмой. Временами она казалась неразговорчивой и даже подозрительной. И Эйнштейн, по крайней мере как он заявлял позже, тоже становился недоверчивым. Женясь на Марич, как он рассказывал позднее, он чувствовал “внутреннее сопротивление”, но преодолел его из чувства долга.

Марич вскоре начала искать способы восстановить магию их прежних отношений. Она надеялась, что им удастся избежать буржуазной рутины, присущей быту семей швейцарских госслужащих, и найти возможность восстановить их прежний богемно-академический стиль жизни. Они решили, или по крайней мере Марич на это надеялась, что Эйнштейн найдет преподавательское место где-нибудь подальше отсюда и, возможно, поближе к оставленной дочери. “Мы попытаемся найти где-нибудь работу, – писала она своей подруге в Сербию, – как ты думаешь, люди нашего типа могут найти что-нибудь в Белграде?” Марич написала, что они могут преподавать все что угодно, даже немецкий язык в средней школе. “Как видишь, мы сохранили свой старый авантюрный дух”²³⁴.

Насколько нам известно, Эйнштейн никогда в Сербию не

²³⁴ Письмо Эйнштейна Мишелю Бессо, 22 января 1903 г.; письмо Милевы Марич Элен Савич, март 1903 г.; Solovine, 13; Seelig 1956a, 46; письмо Эйнштейна Карлу Силигу, 5 мая 1952 г.; АЕА 39–20.

приезжал – ни для того, чтобы найти работу, ни для того, чтобы увидеть дочь. Через несколько месяцев после их женитьбы, в августе 1903 года, тайна, которой была покрыта их жизнь, неожиданно приобрела новую, трагическую окраску. Марич получила весть о том, что Лизерль, которой исполнилось девятнадцать месяцев, подхватила скарлатину. Марич быстро собралась и села на поезд, идущий в Нови-Сад. Когда он сделал остановку в Зальцбурге, купила почтовую открытку с изображением местного замка и написала несколько слов, а потом отправила ее из Будапешта: “Все идет быстро, но очень тяжело. Я неважно себя чувствую. Что ты делаешь, маленький Джонзиль, напиши мне поскорее, ладно? Твоя бедная Долли”²³⁵.

Очевидно, ребенок был отдан на удочерение. Единственный ключ к разгадке, который мы имеем, – это зашифрованное письмо, которое Эйнштейн написал Марич в сентябре, когда она уже пробыла в Нови-Саде месяц: “Мне очень жаль того, что случилось с Лизерль. После скарлатины часто остаются следы. Только бы все кончилось хорошо. Как Лизерль зарегистрирована? Мы должны быть очень осторожны, чтобы у ребенка в будущем возникло меньше трудностей”²³⁶.

Чем бы ни руководствовался Эйнштейн, задавая этот во-

²³⁵ Письмо Милевы Марич Эйнштейну, 27 августа 1903 г.; Zackheim, 50.

²³⁶ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 19 сентября 1903 г.; Zackheim; Роровиц ♦; устные обсуждения и обмен письмами по интернету автора с Робертом Шульманом.

прос, ни документов по регистрации Лизерль, ни каких-либо других бумажных свидетельств ее существования, насколько известно, не сохранилось. Разные исследователи, как сербские, так и американские, включая Роберта Шульмана, работавшего в проекте “Документы Эйнштейна”, и писательницу Мишель Закхайм, которая написала книгу о поисках Лизерль, проверили записи в церквях, отделах регистрации, синагогах и кладбищах, но безрезультатно.

Все свидетельства существования дочери Эйнштейна тщательно уничтожены. Почти все письма, которыми обменивались Марич и Эйнштейн летом и осенью 1902 года, во многих из которых, вероятно, упоминается Лизерль, уничтожены. Переписка между Марич и ее подругой Элен Савич была целенаправленно сожжена семьей Савич. До конца жизни, даже после того, как они развелись, Эйнштейн и Марич с поразительным упорством делали все что могли, чтобы скрыть не только судьбу своего первого ребенка, но и сам факт его существования.

Одним из немногих фактов, которые не были поглощены черной дырой истории, было то, что в сентябре 1903 года Лизерль была еще жива. Беспокойство Эйнштейна, выраженное в письме к Марич в этом месяце о возможных трудностях “для ребенка в будущем”, делает этот факт установленным. Из письма также понятно, что к этому времени она была отдана на удочерение, поскольку Эйнштейн говорил о желательности наличия “заменяющего” ребенка.

Существует два правдоподобных объяснения тайны судьбы Лизерль. Первое – что она выжила после того, как перенесла скарлатину, и ее воспитала приемная семья. В паре случаев впоследствии, когда женщины приходили к Эйнштейну, заявляя, что они его незаконные дочери (и оказываясь самозванками), Эйнштейн не отвергал этой возможности с порога, но, учитывая то, сколько у него было романов, нет свидетельств, что он предполагал, что это могла быть Лизерль.

Одна из версий, которую поддерживал Шульман, состояла в том, что подруга Марич Элен Савич удочерила Лизерль. Она на самом деле растила дочь Зорку, ослепшую в детстве (возможно, в результате осложнения после скарлатины), которая никогда не была замужем, и от людей, которые осаждали просьбами дать интервью, ее всегда ограждал племянник. Зорка умерла в 1990-х годах.

Племянник, который опекал Зорку, – Милан Попович – отвергал эту возможность. В книге, которую он написал о дружбе и переписке Марич с его бабушкой Элен Савич, “В тени Альберта”, Попович утверждал, что “была выдвинута гипотеза о том, что моя бабушка удочерила Лизерль, но изучение истории моей семьи показывает безосновательность этого”. Однако он не присовокупил к этому никакого документального подтверждения вроде свидетельства о рождении своей тети, которое могло бы доказать это. Его мать сожгла большую часть писем Элен Савич, в том числе касаю-

щихся Лизерль. Собственная гипотеза Поповича, частично основанная на семейных историях, рассказанных сербской писательницей Мирой Алешкович, состоит в том, что Лизерль умерла от скарлатины в сентябре 1903 года – уже после письма Эйнштейна, отправленного в том же месяце. Мишель Закхайм в своей книге, описывающей ее поиски Лизерль, приходит к такому же выводу²³⁷.

Что бы ни произошло, это усилило депрессию Марич. Вскоре после смерти Эйнштейна писатель Питер Микельмор, ничего не знавший о Лизерль, написал книгу, частично основанную на беседах с сыном Эйнштейна – Гансом Альбертом. Рассказывая о первом годе после их свадьбы, Микельмор отмечает: «Между ними двумя что-то произошло, но Милева говорила только, что это «глубоко личное». Что бы это ни было, она тяготилась этим, и Эйнштейн, кажется, каким-то образом был за это ответствен. Друзья предлагали Милеве рассказать об этих проблемах и не загонять их внутрь. Но она настаивала, что это слишком личное, и не открыла секрета до конца жизни. Таким образом, жизненно важная часть биографии Альберта Эйнштейна осталась окутанной тайной»²³⁸.

Болезнь, на которую жаловалась Марич в своей открытке, посланной из Будапешта, была, похоже, новой беремен-

²³⁷ Popovic ♦, 11; Zackheim, 276; обсуждения автора и переписка по интернету с Робертом Шульманом.

²³⁸ Michelmor, 42.

ностью. Когда оказалось, что так оно и есть, она испугалась, что это рассердит ее мужа. Но Эйнштейн, узнав новость, выразил радость по поводу того, что скоро появится замена его дочери. “Я ничуть не сержусь, что бедная Долли высиживает нового цыпленка, – написал он, – в действительности я рад этому и уже подумал, не должен ли я рассматривать это как возможность для тебя завести новую Лизерль. В конце концов, нельзя тебе отказывать в том, на что имеет право каждая женщина”²³⁹.

Ганс Альберт Эйнштейн родился 14 мая 1904 года. Рождение нового ребенка подняло настроение Марич и вернуло некоторую радость в их брак, по крайней мере так она пишет своей подруге Элен Савич: “Перебираюсь обратно в Берн, так что опять смогу увидеться с тобой и показать тебе моего дорогого любимого малютку, которого уже называли Альбертом. Не могу тебе передать, как много радости он мне доставляет, когда, просыпаясь, весело смеется или сучит ножками, когда я его купаю”.

Марич отметила, что Эйнштейн ведет себя “достойным отца образом” и проводит время, изготавливая игрушки для своего новорожденного сына, например канатную дорожку, которую он сделал из спичечных коробков и шнурка. “Это была одна из самых любимых игрушек, которые у меня были в то время, и она работала, – Ганс Альберт даже во взрослом состоянии смог ее вспомнить, – из куска шнурка, спичечных

²³⁹ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, примерно 19 сентября 1903 г.

коробков и всяческой всячины он мог делать самые замечательные штуки”²⁴⁰.

Милош Марич был так переполнен радостью по случаю рождения внука, что приехал и привез богатое приданое, составляющее, как гласят семейные предания (возможно, преувеличивая), 100 тысяч швейцарских франков. Но Эйнштейн отверг дар, сказав, что женился на его дочери не из-за денег. Милош вспоминал об этом позднее со слезами на глазах. И действительно, дела у самого Эйнштейна пошли неплохо – после почти года, проведенного в патентном бюро, у него закончился испытательный срок и изменился его статус²⁴¹.

²⁴⁰ Письмо Милевы Марич Элен Савич, 14 июня 1904 г.; Popović ♦, 86; Whitrow, 19.

²⁴¹ Overbye, 113, цитата из Desanka Trbuhovic-Gjuric, *Im Schatten Albert Einstein* (Bern: Verlag Paul Haupt, 1993), 94.



Глава пятая

Год чудес: кванты и молекулы

1905

Начало нового века

Рассказывают, что лорд Кельвин, выступая в 1900 году перед Британской ассоциацией содействия развитию науки, сказал: “В физике уже не осталось ничего нового, и открывать больше нечего. Остается только проводить все более точные измерения”²⁴². Он оказался неправ.

Ньютон (1642–1727) заложил основы классической физики в конце XVII века. Основываясь на открытиях Галилео Галилея и других ученых, он вывел законы, описывающие очень понятную механистическую Вселенную: падающее с дерева яблоко и вращающаяся по орбите Луна подчиняются одним и тем же правилам, связывающим гравитацию, массу,

²⁴² Эта цитата из выступления лорда Кельвина перед Британской ассоциацией содействия развитию науки в 1900 г. приводится во множестве книг и других источников. Я не нашел прямого свидетельства того, что это действительно было произнесено, поэтому я предварил ее словами “как говорят”. Этой цитаты нет и в двухтомной биографии Кельвина, первоначально опубликованной в 1910 г.: Silvanus P Thompson. *The Life of Lord Kelvin*. New York, 1976.

силу и параметры движения. Причина вызывает следствие, силы действуют на объекты, а теория все может объяснить, определить и предсказать.

Математик и астроном Лаплас, восхищенный ньютоновскими законами, описывающими Вселенную, сказал: “Разум, которому в каждый определенный момент времени известны все силы, приводящие природу в движение, и положение всех тел во Вселенной, смог бы объять единым законом движение величайших тел Вселенной и мельчайших атомов; для такого разума ничего не было бы неясного, и будущее было бы открыто ему точно так же, как прошлое”²⁴³.

Эйнштейн восхищался такой прямолинейной интерпретацией причинно-следственной связи и называл ее “глубочайшей чертой ньютоновского учения”²⁴⁴. С легким сарказмом он кратко изложил историю физики так: “В начале (если такое понятие существует) Бог создал ньютоновские законы движения, а одновременно с ними – требуемые для них массы и силы”. Что особенно восхищало Эйнштейна, так это “успешность применения механики в тех областях, которые ничего общего с механикой не имеют”, таких как кине-

²⁴³ Pierre-Simon Laplace, *A Philosophical Essay on Probabilities* (1820). Этот известный принцип детерминизма сформулирован во введении к опусу по теории вероятности. Полная формулировка состоит в том, что в конечном итоге все должно быть детерминировано, но в реальности мы видим проявление вероятностных процессов. Достичь полного знания о них невозможно, так что нам приходится иметь дело с вероятностями.

²⁴⁴ Einstein, *Letter to the Royal Society on Newton's Bicentennial*, март 1927 г.

тическая теория, которой он занимался и согласно которой поведение газов определялось взаимодействием миллиардов сталкивающихся друг с другом молекул²⁴⁵.

В середине 1800 годов ньютоновская механика дополнилась еще одним великим открытием. Майкл Фарадей (1791–1867), сын кузнеца и самоучка, открыл электрические и магнитные поля и описал их свойства. Он показал, что электрический ток создает магнитное поле, а меняющееся магнитное поле может создать электрический ток: когда магнит движется относительно петли из проволоки или, наоборот, петля относительно магнита, в ней возникает электрический ток²⁴⁶.

Работы Фарадея по электромагнитной индукции позволили разным предприимчивым и изобретательным бизнесменам вроде отца Эйнштейна и его дяди конструировать разные новые типы электрических генераторов из катушек с намотанной на них проволокой и движущихся магнитов. Таким образом, юный Эйнштейн о фарадеевых полях имел не только теоретическое представление.

В свою очередь физик Джеймс Клерк Максвелл (1831–1879), импозантный шотландец с кустистой бородой, вывел замечательные уравнения, которые, в частности, описывали то, как изменяющиеся электрические поля приводят к

²⁴⁵ Einstein 1949b, 19.

²⁴⁶ По поводу влияния теорий индукции Фарадея на Эйнштейна см.: Miller 1981, гл. 3.

появлению магнитных полей, а меняющиеся магнитные поля приводят к появлению электрических полей. Переменное электрическое поле действительно может создать переменное магнитное поле, а оно в свою очередь может создать меняющееся электрическое поле и так далее, и в результате этого взаимопревращения возникает электромагнитная волна.

Эйнштейн свое предназначение видел в том числе и в развитии идей великого шотландца (знаковое совпадение: Ньютон родился в тот год, когда умер Галилей, а Эйнштейн родился в год смерти Максвелла). Это был теоретик, сбросивший господствующие предубеждения, который позволил мелодиям математики увести его в неизведанные дали, нашел гармонию, основанную на красоте и простоте теории поля.

Всю свою жизнь Эйнштейн восхищался теориями поля. Например, в учебнике²⁴⁷, написанном им вместе с коллегой, он так описал развитие концепции поля:

“В физике появилось новое понятие, самое важное достижение со времен Ньютона, – поле. Потребовалось большое научное воображение, чтобы уяснить себе, что не заряды и частицы, а поле в пространстве между зарядами и частицами существенно для описания физических явлений. Понятие поля оказалось весьма удачным и приводит к формулированию уравнений Максвелла, описывающих

²⁴⁷ Эйнштейн А. *Эволюция физики* // Собр. науч. трудов: в 4 т. М., 1965. Т. 4.

Сначала казалось, что теория электромагнитного поля совместима с механикой Ньютона. Например, Максвелл верил, что электромагнитные волны, включая свет, можно объяснить в рамках классической механики, если предположить, что Вселенная заполнена неким невидимым и очень легким “светоносным эфиром” – физической субстанцией, которая совершает колебательные движения при распространении электромагнитных волн. Роль эфира можно сравнить с ролью, которую играет вода при распространении волн по морской глади или воздух при распространении звуковых волн.

Однако к концу XIX века в фундаменте классической физики наметились трещины. Во-первых, ученые, как ни старались, не смогли найти свидетельств нашего движения через предполагаемый светоносный эфир. А изучение испускания света и других электромагнитных волн физическими телами поставило еще одну проблему. На стыке ньютоновской физики, описывающей механическое движение дискретных частиц, и теории поля, описывающей электромагнитные явления, происходили странные вещи.

Но до того, как погрузиться в эти проблемы, Эйнштейн опубликовал пять статей, не получивших большой известности. Они не помогли ему ни получить степень доктора, ни даже найти место учителя средней школы. Если бы он тогда

²⁴⁸ Einstein and Infeld, 244; Overbye, 40; Bernstein 1996a, 49.

отказался от занятий теоретической физикой, научное сообщество и не заметило бы потери. А Эйнштейн мог бы, продвигаясь по служебной лестнице, сделать карьеру в Швейцарском патентном бюро и стать его главой и на этом месте, видимо, преуспел бы.

Ничто не предвещало того, что он вот-вот станет героем нового *annus mirabilis*²⁴⁹, подобного которому наука не знала с 1666 года. Тогда Исаак Ньютон, скрываясь от чумы, свирепствовавшей в Кембридже, в доме своей матери в деревне Вулсторп, смог за год разработать дифференциальное исчисление, проанализировать спектр белого света и открыть закон тяготения.

И вот теперь физика опять готова была совершить кульбит, и именно Эйнштейну суждено было стать человеком, который поможет ей это сделать. Во-первых, у него было нахальство, необходимое для того, чтобы отбросить все наслонения общепринятых теорий, мешающие разглядеть трещины в фундаменте физики. А еще у него было живое воображение, позволившее ему сделать концептуальный скачок, на который не отважились ученые, мыслящие более традиционно.

О прорывах, которые ему удалось совершить в течение сумасшедшей четырехмесячной работы с марта по июнь 1905 года, он оповестил Конрада Габихта в письме, ставшем одним из самых известных личных писем в истории науки. Га-

²⁴⁹ Год чудес (*лат.*).

бихт – его приятель по философскому кружку, названному его участниками “Академией Олимпия”, – незадолго до этого уехал из Берна, что, к счастью для историков, дало повод Эйнштейну в конце мая написать ему письмо:

“Милый Габихт!

Между нами длилось священное молчание, и то, что я его прерываю малозначительной болтовней, покажется кощунством...

Ну а вообще что делаете, вы, замороженный кит, высохший и законсервированный обломок души? Почему вы не присылаете мне свою диссертацию? Разве вы, жалкая личность, не знаете, что я буду одним из полутора парней, которые прочтут ее с удовольствием и интересом? За это я вам обещаю прислать четыре свои работы. Первая посвящена излучению и энергии света и очень революционна, как вы сами убедитесь, если сначала пришлете мне свою работу. Вторая работа содержит определение истинной величины атомов... Третья доказывает, что согласно молекулярной теории тепла тела величиной порядка $1/1000$ мм, взвешенные в жидкости, испытывают видимое беспорядочное движение, обязанное тепловому движению молекул. Такое движение взвешенных тел уже наблюдали физиологи – они назвали его броуновским молекулярным движением. Четвертая работа пока еще находится в стадии черновика, она представляет собой электродинамику движущихся тел и меняет

представление о пространстве и времени”²⁵⁰.

²⁵⁰ Письмо Эйнштейна к Конраду Габихту, 18 или 25 мая 1905 г.

Кванты света, март 1905 года

Как Эйнштейн и упоминал в письме Габихту, из статей, написанных в 1905 году, именно первая, а не самая известная – последняя, содержащая объяснение теории относительности, – заслужила определение революционной. Она и на самом деле стала, возможно, крупнейшим революционным прорывом в физике – ведь в ней содержится утверждение о том, что приходящий свет можно представлять в виде не только волн, но и небольших пакетов – квантов света, которые потом окрестили фотонами. Это утверждение, даже более таинственное и странное, чем загадочные аспекты теории относительности, погружает нас в странный и туманный мир.

Эйнштейн признает это, дав этой статье, поданной 17 марта 1905 года в *Annalen der Physik*, довольно странное название: “Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света”²⁵¹. Эвристической? Это означает гипотезу, указывающую направление, в котором должна решаться проблема, и дающую указания по поискам решения, но никак не окончательное решение проблемы. От первой своей публикации, посвященной квантовой

²⁵¹ Послано 17 марта 1905 г. и опубликовано в *Annalen der Physik* 17 (1905). Я выражаю благодарность профессору Йельского университета Дугласу Стоуну за помощь в написании этого фрагмента.

теории, и до последней, вышедшей ровно через пятьдесят лет после первой, незадолго до его смерти, Эйнштейн всегда описывал концепцию квантов света и их непонятных применений в лучшем случае как эвристическую, то есть как предварительную и неполную, к тому же не очень совместимую с его собственными представлениями о базовых принципах природы.

В основу статьи Эйнштейна легли вопросы, мучившие физиков на рубеже XIX и XX веков (хотя фактически ученые задавались ими еще со времен древних греков, да и до сих пор это делают), а именно состоит ли Вселенная из частиц, в частности атомов и электронов, или это неделимый континуум, каким, видимо, являются электромагнитные или гравитационные поля? А если оба способа описания правильны, каждый в своей области параметров, что случается в пограничной области?

С 1860-х годов ученые занимались как раз областью на стыке этих представлений, исследуя так называемое излучение абсолютно черного тела. Как знает каждый, кто имел дело с газовой горелкой или печью для обжига, свечение железа или подобного ему материала меняет цвет при нагреве. Сначала железо кажется красным, при дальнейшем нагреве оно начинает светиться оранжевым светом, потом – белым и, наконец, – голубым. Для исследования этого свечения Густав Кирхгоф с коллегами сконструировали закрытый металлический контейнер с маленьким отверстием, через ко-

торое выходило наружу небольшое количество света. Результатом их экспериментов стали графики зависимости интенсивности от длины волны при разных температурах, причем при каждой температуре измерялось равновесное значение интенсивности. Независимо от материала или формы стенок контейнера результаты оставались теми же самыми, форма кривой зависела только от температуры.

Однако оставалась одна проблема. Никто не мог обосновать формулу, описывающую колоколообразную форму этих кривых.

Когда Кирхгоф умер, его профессорская должность в Берлинском университете перешла к Макс Планку. Планк родился в 1858 году в семье, в которой насчитывалось несколько поколений крупных ученых, теологов и юристов. У Планка было многое из того, чего не было у Эйнштейна. Безупречно одетый, в пенсне, немного застенчивый, всегда следовавший принятым решениям, консерватор по складу характера, чопорный в общении с окружающими, он был немцем в лучшем смысле этого слова. Их общий с Эйнштейном друг Макс Борн сказал как-то: “Трудно вообразить себе двух столь разных людей. Эйнштейн – гражданин мира, не слишком привязанный к окружающим его людям, не подверженный влиянию эмоциональных настроений в обществе. Планк же – пылкий патриот, глубоко укорененный в традиции семьи и нации, гордящийся историческим величием Германии и осознанно придерживающийся прусского взгляда на роль

государства”²⁵².

Скептицизм Планка по отношению к атомам и частицам вообще (как к альтернативе волнам и непрерывным полям) обусловлен его консерватизмом. В 1882 году он написал: “Несмотря на огромный успех атомной теории, которым она до сих пор пользовалась, в конце концов она будет сметена, и восторжествует концепция непрерывного строения материи”. По иронии судьбы и Планк, и Эйнштейн войдут в историю как основатели квантовой механики, и оба отступятся от нее, когда станет ясно, что она подрывает принципы прямой причинности и детерминизма, которые оба исповедовали²⁵³.

В 1900 году Планк вывел уравнение, частично, как он выразился, с помощью “случайной догадки”, которое описывало зависимость интенсивности от длины волны при каждой температуре. При выводе уравнения он пользовался статистическими методами Больцмана, которые вообще-то не признавал. Но это уравнение имело некоторую странность: для того чтобы оно правильно описывало зависимости, в него должна была войти константа, равная необычайно ма-

²⁵² Макс Борн, некролог на смерть Макса Планка, *Royal Society of London*, 1948.

²⁵³ John Heilbron, *The Dilemmas of an Upright Man* (1986). Внятное объяснение работы Эйнштейна по квантам, из которых взят этот фрагмент, содержится в книгах: Gribbin and Gribbin; Bernstein 1996a, 2006; Overbye, 118–121; Stachel 1998; Rigden; A. Douglas Stone, *Genius and Genius²: Planck, Einstein and the Birth of Quantum Theory*, Aspen Center for Physics, неопубликованная лекция 20 июля 2005 г.

ленькой величине (примерно $6,62607 \times 10^{-34}$ Дж/с). Вскоре ее окрестили постоянной Планка h , и теперь она считается одной из нескольких фундаментальных констант природы.

Вначале Планк не имел понятия, какой физический смысл имеет эта математическая константа (если вообще имеет). Но потом у него возникла теория, которая, как он считал, объясняет не природу самого света, а процесс, происходящий при испускании света или его поглощении материальным телом. Он предположил, что любая поверхность, испускающая свет и тепло, такая как, например, стенки модели абсолютно черного тела, содержит “колеблющиеся молекулы” или “гармонические осцилляторы”, похожие на маленькие колеблющиеся пружины²⁵⁴. Эти гармонические осцилляторы могут поглощать или испускать энергию только в форме дискретных пакетов или сгустков энергии. Энергия этих пакетов может принимать только фиксированные значения, определяемые постоянной Планка, и не может ни составлять часть от этих значений, ни принимать непрерывные значения.

Планк считал, что его константа – просто математический кунштюк, который объясняет процесс излучения или поглощения, а к фундаментальной природе света отношения не имеет. Тем не менее, произнося доклад на заседании Бер-

²⁵⁴ Подход Планка, возможно, более сложен и включает предположение об ансамбле осцилляторов с общей энергией, равной целому числу квантов. Bernstein 2006, 157–161.

линского физического общества в декабре 1900 года, он сделал важное утверждение:

“Мы считаем – и это является самой существенной частью всех расчетов, – что поток энергии состоит из совершенно определенного количества одинаковых конечных пакетов”²⁵⁵.

Эйнштейн быстро понял, что квантовая теория подрывает основы классической физики. “Все это мне стало ясно вскоре после выхода в свет фундаментальной работы Планка, – писал он позже, – все мои попытки согласовать теоретические основы физики с этими открытиями полностью провалились. Было похоже, что из-под нас вытащили фундамент, а нового твердого основания что-то нигде не было видно”²⁵⁶.

Вдобавок к загадке смысла константы Планка возникла еще одна требующая объяснения проблема, связанная с излучением. Проблема называлась фотоэлектрическим эффектом – испусканием электронов из металла при падении света на металлическую поверхность. Падающий свет расшатывает электроны и вырывает их из металла. В письме, которое Эйнштейн написал Марич (между прочим, сразу после того, как узнал о ее беременности) в мае 1901 года, он выражал восторг по поводу “красивой работы” Филиппа Ленарда на эту тему.

²⁵⁵ Доклад Макса Планка перед Берлинским физическим обществом 14 декабря 1900 г. См. Lightman 2005, 3.

²⁵⁶ Einstein 1949b, 46. Miller 1984, 112; Miller 1999, 50; Rynasiewicz and Renn, 5.

Ленард в своих экспериментах обнаружил неожиданное свойство: когда он увеличивал частоту света, двигаясь от инфракрасных (тепловых) длин волн к красным и дальше к фиолетовым и ультрафиолетовым, энергия испускаемых электронов увеличивалась. Потом он стал увеличивать интенсивность, используя свет электрической дуги с графитовыми электродами, в которой яркость света могла меняться в 1 тысячу раз. Поскольку чем ярче свет, то есть чем выше его интенсивность, тем больше поток энергии, логично было бы предположить, что выбитые электроны будут обладать большей энергией и получат большее ускорение. Но в эксперименте этого не наблюдалось. Более интенсивный свет выбивал большее количество электронов, но энергия каждого из них оставалась прежней. Этого факта волновая теория света не могла объяснить.

Эйнштейн размышлял над работами Планка и Ленарда четыре года. В его итоговой работе, относящейся к 1904 году, – “К общей молекулярной теории теплоты”²⁵⁷ – содержался расчет флуктуаций средней энергии системы молекул. Результаты своего расчета он сравнил с данными эксперимента, в котором исследовался объем, заполненный излучением черного тела, и увидел, что теоретические и экспериментальные результаты согласуются. Последняя фраза статьи звучала так: “Я думаю, что согласие... невозможно при-

²⁵⁷ Эйнштейн А. *К общей молекулярной теории теплоты* // Собр. науч. трудов: в 4 т. Т. 3.

писать случайности”²⁵⁸. Сразу после завершения этой работы 1904 года он написал своему другу Конраду Габихту: “Теперь я нашел самое простое соотношение между величиной элементарных квантов материи и длиной волны излучения”. Таким образом, похоже, Эйнштейн уже был готов к построению квантовой теории, то есть к тому, чтобы заявить, что поле излучения состоит из квантов²⁵⁹.

В статье о световых квантах, вышедшей годом позже, в 1905 году, он как раз это и сделал – взял математическую константу, которую ввел Планк, соотнес с результатами Ленарда по фотоэлектрическому эффекту и стал рассматривать свет так, как будто он не является непрерывной волной, а действительно состоит из точечных частиц, названных им квантами света.

Эйнштейн начал свою статью с описания огромной разницы между теориями, основанными на концепции частиц (например, кинетической теорией газов), и теориями, использующими непрерывные функции (например, для электромагнитного поля в волновой теории света). “Существует глубинное формальное различие между теориями, которые физики построили для газов и других тел с массой, и теорией Максвелла, описывающей электромагнитные процессы в так на-

²⁵⁸ Einstein, *On the General Molecular Theory of Heat*, 27 марта 1904 г.

²⁵⁹ Письмо Эйнштейна Конраду Габихту от 15 апреля 1904 г. Обсуждение сравнения статей 1904 и 1905 гг. см. в электронной переписке с Джереми Бернштейном в июле 2005 г.

зываемом пустом пространстве, – пишет он. – В то время как мы считаем, что состояние тела полностью определяется положением и скоростями очень большого, но конечного числа атомов и электронов, для того, чтобы описать электромагнитное состояние данного объема, мы используем пространственно-непрерывные функции”²⁶⁰.

Прежде чем дать обоснование своей корпускулярной теории света, он подчеркнул, что не обязательно отказываться от волновой теории, которая будет оставаться полезной. “Волновая теория света, которая имеет дело с непрерывными пространственными функциями, хорошо работает в чисто оптических явлениях и, возможно, никогда не будет заменена другой теорией”.

Его способ совмещения волновой и корпускулярной теорий состоял в том, чтобы “эвристически” считать, что наше наблюдение волн включает статистическое усреднение положений бесчисленного количества частиц. “Нужно иметь в виду, – говорил он, – что при оптических измерениях наблюдаются усредненные по времени, а не мгновенные величины”.

Далее в тексте статьи следовала, быть может, самая революционная фраза из всех написанных Эйнштейном. В ней была сформулирована мысль о том, что свет состоит из дискретных частиц или энергетических пакетов: “Согласно

²⁶⁰ Einstein, *On a Heuristic Point of View Concerning the Production and Transformation of Light*, 17 марта 1905 г.

предположению, которое будет здесь рассмотрено, если луч света идет от точечного источника, энергия не распределяется в расширяющемся объеме непрерывно, а состоит из конечного числа энергетических квантов, локализованных в точках пространства, причем излучаться и поглощаться они могут только неделимыми порциями”.

Эйнштейн проверял эту гипотезу, выясняя, действительно ли объем, заполненный излучением абсолютно черного тела, которое он теперь считал состоящим из дискретных квантов света, может вести себя так же, как объем, заполненный газом, состоящим, как известно, из отдельных частиц. Эйнштейн взял формулу, описывающую изменение энтропии газа при изменении его объема, сравнил с тем, как меняется энтропия абсолютно черного тела при изменении его объема, и обнаружил, что энтропия излучения “меняется при изменении объема по тому же самому закону, что и энтропия идеального газа”.

Он сделал расчет, используя формулы Больцмановской статистики для энтропии. При описании излучения абсолютно черного тела он использовал тот же самый математический аппарат статистической механики, который используется для описания разреженного газа частиц. Эти расчеты и привели Эйнштейна к выводу, что излучение “в термодинамическом смысле ведет себя так, как будто состоит из независимых энергетических квантов”. Он также нашел способ расчета энергии “частиц” света при определенной частоте,

значение которой совпало со значением, найденным Планком²⁶¹.

Дальше Эйнштейн показал, как существование этих световых квантов могло объяснить результаты эксперимента Ленарда по фотоэлектрическому эффекту, милостиво названного им “новаторской работой”. Если считать, что свет распространяется в виде дискретных квантов, то энергия каждого кванта просто определяется частотой света, умноженной на постоянную Планка. Эйнштейн предположил: если считать, “что световой квант передает всю свою энергию одному электрону”, то из этого следует, что свет с большей частотой будет выбивать электроны с большей энергией. С другой стороны, увеличение интенсивности (но не частоты) будет просто означать, что будет вылетать больше электронов, но при этом энергия каждого останется неизменной.

Именно такой результат Ленард наблюдал в своем эксперименте, но Эйнштейн, желая подчеркнуть, что результаты получены чисто теоретически, а не являются простой ин-

²⁶¹ Историк науки Джон Д. Нортон написал: “Мы поражаемся, видя, что случилось с волнами света, описанными в теории в XIX веке, и удивляемся, как Эйнштейн смог разглядеть дискретную структуру в гладких формулировках термодинамики. Эйнштейн берет то, что кажется малоинтересным объектом термодинамики – тепловое излучение и эмпирически выведенное выражение для энтропии объема высокочастотного теплового излучения, делает несколько хитрых умозаключений, и это выражение превращается в простую вероятностную формулу, из которой однозначно следует, что энергия излучения пространственно локализуется в большом, но конечном числе независимых точек”: Norton 2006с, 73, см. также Lightman 2005, 48.

терпретацией экспериментальных данных, с некоторой осторожностью, а может быть, скромностью во введении к статье утверждает, что свет состоит из маленьких квантов, и, “насколько можно видеть, наша концепция не противоречит свойствам фотоэффекта, которые наблюдал герр Ленард”.

Раздув костер, зажженный Планком, Эйнштейн превратил его в пламя, которое опалило всю классическую физику. Что именно содержится в статье Эйнштейна 1905 года такого, что делает ее по-настоящему прорывной и стоящей особняком, и почему она оценивается выше работы Планка?

В действительности, как пояснил Эйнштейн в статье, написанной в следующем году, его роль состояла в том, что он осознал физическое значение того, что открыл Планк²⁶². Для Планка – революционера поневоле – квант был математическим приемом, который объяснял, как энергия испускается и поглощается при взаимодействии с материей. Но он не видел, как это связано с физической сущностью света в частности и электромагнитного поля вообще. Историки науки Джеральд Холтон и Стивен Браш писали: “Можно считать, что в статье Планка 1900 года квантовая гипотеза использовалась как математический прием, введенный для то-

²⁶² В статье Эйнштейна 1906 г. ясно говорится, что Планк не в полной мере осознал все следствия квантовой теории. Очевидно, Бессо убедил Эйнштейна не слишком углубляться в критику Планка. Как написал Бессо много позже, “помогая тебе в редактировании твоей статьи по квантам, я пригласил немного сияние твоей славы, но зато сделал Планка твоим другом”, письмо Мишеля Бессо к Эйнштейну, 17 января 1928 г. См. Rynasiewicz and Renn, 29; Bernstein 1991, 155.

го, чтобы найти статистическое распределение, а не как новая физическая концепция”²⁶³.

Эйнштейн, напротив, считал, что квант света – реальный объект, загадочный, невообразимый, раздражающий, некое безумное завихрение космоса. Для него эти кванты энергии (которые только в 1926 году назвали фотонами²⁶⁴) существовали, даже когда свет распространялся сквозь вакуум. Он писал: “Мы хотим показать, что определение Планком элементарных квантов до некоторой степени независимо от его теории излучения абсолютно черного тела”. Другими словами, Эйнштейн утверждал, что корпускулярная природа света – это свойство самого света, а не просто способ описания взаимодействия света с материей²⁶⁵.

Даже после опубликования Эйнштейном статьи Планк не признал того прорыва, который совершил Эйнштейн. Через два года он предупредил молодого самоуверенного клерка из патентного бюро, что тот зашел слишком далеко и что на самом деле кванты просто описывают процессы, происходящие во время поглощения и излучения света, а не реальные свойства излучения в вакууме. Планк изложил ему

²⁶³ Holton and Brush, 395.

²⁶⁴ Гилберт Льюис придумал термин “фотон” в 1926 г. Эйнштейн открыл квант света в 1905 г. Только позднее, в 1916 г., он стал обсуждать момент фотона и его нулевую массу покоя. Джереми Бернстайн отметил, что одним из наиболее интересных открытий, которые не сделал Эйнштейн в 1905 г., был фотон: Jeremy Bernstein, письмо редактору, *Physics Today*, май 2006 г.

²⁶⁵ Gribbin and Gribbin, 81.

свою точку зрения так: “Я не вижу смысла в понятии «квант действия» (квант света) в вакууме, оно имеет смысл только в месте, где происходит поглощение и испускание”²⁶⁶.

Планк не принимал концепцию физической реальности квантов света и в дальнейшем. Когда через восемь лет после опубликования статьи Эйнштейна Планк предложил ему долгожданное место в Прусской академии наук, в рекомендательном письме, написанном им и еще несколькими учеными и содержащем много похвал Эйнштейну, Планк сделал приписку: “То, что иногда в своих построениях он может зайти слишком далеко, например в своей гипотезе о квантах света, вряд ли заслуживает серьезного осуждения”²⁶⁷.

Незадолго до смерти Планк объяснил, почему ему долгое время не хотелось признавать, что следствия, вытекающие из его открытия, существуют в реальности. “Мои безуспешные попытки как-то встроить квант действия в классическую теорию продолжались много лет и потребовали от меня значительных усилий, – писал он, – многие из моих коллег воспринимали это почти как трагедию”.

По иронии судьбы теми же словами можно описать и то, что происходило с Эйнштейном. Он постепенно становился все более “равнодушным и скептически настроенным” по отношению к квантовой теории, которую сам создавал, го-

²⁶⁶ Письмо Макса Планка Эйнштейну от 6 июля 1907 г.

²⁶⁷ Письмо Макса Планка и трех других ученых Прусской академии наук от 12 июня 1913 г., CPAE 5: 445.

ворил об Эйнштейне Бор. “И многие из нас восприняли это как трагедию”²⁶⁸.

Из теории Эйнштейна возник экспериментально проверяемый закон для фотоэлектрического эффекта: энергия испущенных электронов линейно зависит от частоты света, причем коэффициентом служит постоянная Планка. Позже было экспериментально доказано, что формула верна. Ключевой эксперимент провел физик Роберт Милликен, возглавивший впоследствии Калифорнийский технологический институт, куда пытался позвать Эйнштейна.

Но даже после подтверждения правильности формул Эйнштейна для фотоэффекта Милликен не согласился с теорией. Он утверждал, что “несмотря на очевидный и полный успех уравнения Эйнштейна, физическая теория, на основании которой оно было выведено и стало свидетельством ее правильности, так неубедительна, что Эйнштейн сам, как мне кажется, уже не придерживается ее”²⁶⁹.

Милликен был неправ, когда говорил, что теория фотоэлектрического эффекта Эйнштейна была отвергнута. Фактически именно за открытие закона фотоэлектрического эффекта Эйнштейн получил свою единственную Нобелевскую премию. С появлением в 1920-х годах квантовой механики

²⁶⁸ Max Planck, *Scientific Autobiography* (1949), 44; Max Born, *Einstein's Statistical Theories*, в Schilpp, 163.

²⁶⁹ Процитировано из: Gerald Holton, *Millikan's Struggle with Theory*, *Europhysics News* 31 (2000): 3.

фотоны стали реальностью и фундаментальной частью физики.

Однако в одном важном пункте Милликен был прав. Эйнштейн находил все больше зловещих следствий из гипотезы квантов и корпускулярно-волнового дуализма света, и это его сильно тревожило. В письме, которое Эйнштейн написал почти в конце жизни своему близкому другу Мишелю Бессо, уже после того, как квантовая механика была принята почти всеми жившими в то время физиками, он пожаловался: “Все эти пятьдесят лет размышлений не приблизили меня к ответу на вопрос о том, что же это такое – кванты света”²⁷⁰.

²⁷⁰ Письмо Эйнштейна Мишелю Бессо от 12 декабря 1951 г., АЕА 7–401.

Докторская диссертация: размер молекул, апрель 1905 года

Эйнштейн уже написал статью, которая впоследствии перевернет фундаментальную физику, но ему так и не удалось защитить докторскую диссертацию. И он решил сделать еще одну попытку и написать такую диссертацию, которая была бы принята.

Он понял, что для этого нужно выбрать безопасную тему, и она точно не должна быть связана ни с квантами, ни с теорией относительности. И он выбрал в качестве темы вторую из тем, над которыми в то время работал, – “Новое определение размеров молекул”. Он закончил писать диссертацию 30 апреля, а в июле отправил ее в Цюрихский университет²⁷¹.

Возможно, из предосторожности и уважения к консервативным взглядам своего научного руководителя Альфреда Кляйнера он не прибег к новаторским методам статистической физики, которые использовал в предыдущих работах (и в статье о броуновском движении, которую закончил спустя одиннадцать дней), а использовал в основном методы клас-

²⁷¹ Завершена 30 апреля 1905 г., представлена в Цюрихский университет 20 июля 1905 г., подана в переработанном виде в *Annalen der Physik* 19 августа 1905 г. и опубликована в *Annalen der Physik* в январе 1906 г. См.: Norton 2006c и www.pitt.edu/~jdnorton/Goodies/Einstein_stat_1905/.

сической термодинамики²⁷². Тем не менее он смог продемонстрировать, как поведение бесчисленных маленьких частиц (атомов, молекул) проявляется в наблюдаемых явлениях и что наблюдаемые явления могут рассказать нам о природе этих маленьких невидимых частиц.

Почти на сотню лет раньше итальянский ученый Амедео Авогадро (1776–1856) выдвинул гипотезу, оказавшуюся впоследствии правильной, о том, что одинаковые объемы любого газа при одинаковой температуре содержат одинаковое количество молекул. И возникла сложная задача – выяснить, сколько именно молекул содержится в определенном объеме.

Обычно выбирается объем, занимаемый молем газа²⁷³, который составляет 22,4 литра при нормальных температуре и давлении. Количество молекул, находящееся в этом объеме при таких условиях, стали потом называть числом Авогадро. Точное определение этой величины было, да и остается, довольно сложным делом, сейчас она считается равной $6,02214 \times 10^{23}$. (Это большое число: если рассыпать такое количество кукурузных зерен по территории Соединенных Штатов, они покроют всю площадь слоем толщиной пример-

²⁷² Jos Uffink, *Insurmountable Difficulties: Einstein's Statistical Road to Molecular Physics*. *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* 37 (2006): 37, 60.

²⁷³ Масса газа, выраженная в граммах, численно равная его молекулярному весу, выраженному в атомных единицах.

но пятнадцать километров²⁷⁴).

Большая часть предыдущих измерений выполнялись в газах, и, как Эйнштейн отметил в первой фразе своей статьи, “физические явления, наблюдаемые в жидкостях, до сих пор не использовались для определения размеров молекул”. Эйнштейн стал первым, кто получил разумные результаты (после исправления в своей диссертации нескольких математических ошибок и внесения поправок в экспериментальные данные), используя жидкости.

В его методе использовались данные по вязкости, то есть по тому сопротивлению, которое оказывает жидкость движущемуся через нее телу. Например, смола и патока имеют очень большую вязкость. Если растворять сахар в воде, раствор будет тем более вязким, чем он слаще. Эйнштейн представил себе, что молекулы сахара постепенно протискиваются через маленькие молекулы воды и диффундируют в ее объем. Он вывел два уравнения с двумя неизвестными – размером молекул сахара и их количеством, – которые и нужно было решить. Он сумел это сделать и нашел два неизвестных. Таким образом он определил число Авогадро, которое оказалось у него равным $2,1 \times 10^{23}$.

К сожалению, это число оказалось не слишком близким к правильному значению. Когда он сразу после того, как работа была принята Цюрихским университетом, в августе подал статью в *Annalen der Physik*, редактор Пауль Друде (к сча-

²⁷⁴ bulldog.u-net.com/avogadro/avoga.html

стью, не ведавший, что Эйнштейн раньше собирался высмеять его) задержал публикацию статьи, поскольку знал о работе, в которой были получены более точные экспериментальные данные о свойствах раствора сахара. Используя эти новые данные, Эйнштейн получил результат, равный $4,15 \times 10^{23}$, который гораздо ближе к правильному.

Через несколько лет один французский студент применил этот подход в своем эксперименте и обнаружил, что кое-что было упущено. Тогда Эйнштейн попросил ассистента в Цюрихе проверить результаты еще раз и обнаружил небольшую ошибку, подправил цифру, оказавшуюся теперь равной $6,5 \times 10^{23}$, и это уже было вполне хорошим результатом²⁷⁵.

Позже Эйнштейн сказал, возможно полушутя, что, когда он подавал свою диссертацию, профессор Кляйнер сначала отклонил ее из-за того, что в ней слишком мало страниц. А когда он добавил в нее всего одно предложение, ее сразу приняли. Этому нет документального подтверждения²⁷⁶, но, так или иначе, эта диссертационная работа стала одной из его самых цитируемых и в практическом отношении ценных статей, и у метода появилось множество приложений в различных областях – от перемешивания цемента до производства молочных продуктов и аэрозолей. И хотя это и не помогло ему получить академическую ставку, зато теперь он мог называться доктором Эйнштейном.

²⁷⁵ Rigden, 48–52; Bernstein 1996a, 88; Gribbin and Gribbin, 49–54.

²⁷⁶ Hoffmann 1972, 55; Seelig 1956b, 72; Pais 1982, 88–89.

Броуновское движение, май 1905 года

Через одиннадцать дней после завершения работы над диссертацией Эйнштейн закончил еще одну статью, посвященную поискам свидетельств существования невидимых частиц. Для того чтобы показать, как невидимые частицы проявляют себя в видимом мире, он воспользовался, как всегда делал после 1901 года, статистическим анализом случайных взаимодействий.

Применив такую методику, Эйнштейн объяснил явление, называемое броуновским движением, которое к тому времени поражало ученых почти восемьдесят лет. Действительно, удивительно, как маленькие частицы примеси в такой жидкости, как вода, все время беспорядочно скачут в разных направлениях. В качестве “побочного результата” этой работы в ней было раз и навсегда убедительно доказано, что атомы и молекулы в физических объектах действительно существуют.

Броуновское движение было так названо в честь шотландского ботаника Роберта Броуна, который в 1828 году опубликовал свои детальные наблюдения за тем, как рассматриваемые через сильный микроскоп очень мелкие частицы пылицы, взвешенные в воде, качаются и блуждают. Изучение других частиц, в частности мельчайших крупинок, отшелушенных от древнеегипетского Сфинкса, дало похожие результа-

ты. Было предложено множество объяснений, например наличие мелких течений в объеме воды или воздействие света. Но ни одна из теорий не казалась правдоподобной.

Когда в 1870 году была разработана кинетическая теория, в которой использовались случайные движения молекул для объяснения, например, поведения газов, многие пытались с ее помощью объяснить и броуновское движение. Но, поскольку частицы примеси были в 10 тысяч раз крупнее молекул воды, казалось, что у молекул не хватит сил сдвинуть с места частицу (как бейсбольный мяч не может сдвинуть предмет диаметром 800 метров)²⁷⁷.

Эйнштейн показал, что, хотя одна молекула за одно столкновение действительно не может сдвинуть частицу с места, миллионы случайных столкновений в секунду могут объяснить случайное блуждание частиц, которое и наблюдал Броун. “В этой статье – объявил он в первом предложении, – будет показано, что согласно молекулярно-кинетической теории теплоты взвешенные в жидкости объекты такого размера, что их можно увидеть с помощью микроскопа, должны в результате тепловых молекулярных движений совершать движения на такие расстояния, что их можно легко наблюдать в микроскоп”²⁷⁸.

Он продолжил, сказав на первый взгляд странную вещь:

²⁷⁷ *Brownian motion introduction*, СРАЕ 2 (нем), 206; Rigden, 63.

²⁷⁸ Einstein, *On the Motion of Small Particles Suspended in Liquids at Rest Required by the Molecular-Kinetic Theory of Heat*. Подана в *Annalen der Physik* 11 мая 1905 г.

эта его работа написана совсем не для того, чтобы объяснить броуновское движение. И действительно, при построении своей теории он даже не был уверен, что законы движения, которые он получил с помощью своей теории, те же, что управляют движениями частиц, увиденных Броуном. “Возможно, что движения, которые обсуждаются в данной работе, идентичны так называемому броуновскому движению, но данные, которые оказались в моем распоряжении, настолько неточны, что я не могу на их основании сделать какое-либо заключение”. Позднее он еще больше дистанцировался от намерения объяснить в своей работе броуновское движение: “Не зная, что наблюдения над броуновским движением уже давно велись, я открыл, что атомистическая теория приводит к существованию доступного для наблюдения движения взвешенных микроскопических частиц”²⁷⁹.

На первый взгляд, отрицание Эйнштейном того, что его теория описывала броуновское движение, выглядит странным и даже лицемерным. В конце концов, не он ли писал Конраду Габихту за несколько месяцев до этого: “Такие движения взвешенных в жидкости частиц раньше наблюдали физиологи, назвавшие их броуновским молекулярным движением”? Но эта позиция Эйнштейна в таких вопросах была и правильна и важна, поскольку его работа не начиналась с описания экспериментального наблюдения броуновского движения и не завершалась объяснением этих результатов.

²⁷⁹ Einstein 1949b, 47.

Скорее, она была продолжением его более раннего подхода – использования статистического анализа для демонстрации видимых проявлений невидимых молекул.

Другими словами, Эйнштейн хотел убедить читателей, что он построил теорию, выведенную из основных принципов и постулатов, а не сконструировал ее на основе анализа экспериментальных данных (по этой же причине в своей статье про кванты света он дал ясно понять, что она возникла не как результат знакомства с экспериментами Филиппа Ленарда по фотоэффекту). Как мы вскоре увидим, это отличие он также подчеркнет, утверждая, что его теория относительности была построена не на основании рассмотрения результатов экспериментов по измерению скорости света и поискам эфира.

Эйнштейн показал, что удар одной молекулы воды не заставит взвешенную частичку пыли продвинуться на заметное расстояние. Однако в любой заданный момент времени частицу толкают со всех сторон тысячи молекул. В какой-то момент времени частица получит гораздо больше толчков с одной стороны, а в следующий момент залповые удары обрушатся на другую ее сторону.

В результате частицы будут двигаться, бросаясь из стороны в сторону, как говорят, случайно блуждая. Лучший способ представить себе это – вообразить пьяного, который оттолкнулся от фонарного столба и отправился в путь, но в следующую секунду его бросает в сторону, и он делает один шаг

в случайном направлении, и так все время. Он может за два шага – один вперед, а другой назад – вернуться обратно к столбу, а может сделать два шага в одном и том же направлении и уйти от столба на два шага, а может сделать один шаг на запад, а следующий – на северо-восток. При построении графиков обнаруживается одно интересное свойство таких случайных блужданий: среднее квадратичное расстояние пьяницы от столба будет пропорционально корню квадратному из количества шагов или истекших секунд²⁸⁰.

Эйнштейн понял, что невозможно, да и не нужно измерять каждый зигзаг броуновского движения, равно как не нужно измерять и скорость частиц в каждый момент времени. Но расстояния, которые проходят случайно блуждающие частицы, измерить очень просто, поскольку они растут со временем.

Эйнштейн хотел сделать конкретные предсказания для этих расстояний, которые можно было измерить, и использовал и свои теоретические знания, и имеющиеся экспериментальные данные по вязкости и скорости диффузии, получив в результате зависимости средних расстояний, проходимых частицами, от их размера и температуры жидкости.

²⁸⁰ Среднеквадратичное смещение при больших временах наблюдения равно $\sqrt{2n}/\pi$. Хороший анализ взаимосвязи случайных блужданий и броуновского движения по Эйнштейну см. в книгах: Gribbin and Gribbin, 61; Bernstein 2006, 117. Я выражаю благодарность Джорджу Странахану из Аспеновского физического центра за объяснение математики, которая использовалась при выводе соответствующих формул.

В качестве примера он вычислил, что при температуре 17°C для взвешенных в воде частиц диаметром в одну тысячную миллиметра “среднее смещение за одну минуту будет равно примерно 6 микронам”.

Это был конкретный результат, который можно было реально проверить, и из него вытекали очень важные следствия. “Если движение, которое здесь обсуждается, действительно можно наблюдать, – писал он – тогда классическую термодинамику уже нельзя считать в строгом смысле справедливой”. Поскольку он был сильнее в теоретических рассуждениях, чем в проведении экспериментов, закончил он призывом к экспериментаторам: “Если бы какому-либо исследователю удалось вскоре ответить на поднятые здесь вопросы, важные для теории теплоты!”²⁸¹

Через несколько месяцев немецкий экспериментатор Генри Зидентопф, используя микроскоп с сильным увеличением, подтвердил предсказания Эйнштейна. С практической точки зрения физическая реальность атомов и молекул этим была окончательно доказана. Позже физик-теоретик Макс Борн вспоминал: “В то время атомы и молекулы еще отнюдь не рассматривались в качестве реальных объектов. Я думаю, что эти работы Эйнштейна больше, чем любые другие рабо-

²⁸¹ Эйнштейн А. *О движении взвешенных в покоящейся жидкости частиц, требуемом молекулярно-кинетической теорией теплоты* // Собр. науч. трудов: в 4 т. Т. 3.

ты, убедили физиков в реальности атомов и молекул”²⁸².

В качестве маленького бонуса Эйнштейн в своей статье предложил альтернативный метод вычисления числа Авогадро. Абрахам Пайс сказал об этой статье: “Она изобилует идеями, а заключительный вывод о том, что число Авогадро можно определить из наблюдений с помощью обычного микроскопа, каждый раз вызывает чувство восхищения, даже если ты уже читал статью раньше и знаком с ходом рассуждений”.

Мощь интеллекта Эйнштейна была такова, что он мог обдумывать несколько разных идей одновременно. Даже когда он размышлял над пляшущими частицами в жидкости, он одновременно еще и бился над различными теориями, связанными с движением тел и скоростью света. Через пару дней после того, как он отослал в журнал свою статью по броуновскому движению, он устроил новый мозговой штурм в дискуссии со своим другом Мишелем Бессо. Как он и написал Габихту в том же месяце в своем знаменитом письме, из этого получится “модифицированная теория пространства и времени”.

²⁸² Einstein, *On the Theory of Brownian Motion*, 1906, CPAE 2: 32 (в этой работе он цитирует результаты Зидентопфа); Gribbin and Gribbin, 63; Clark, 89; Max Born, *Einstein's Statistical Theories*, в Schilpp, 166.



Часовая башня в Берне

Глава шестая

Специальная теория относительности

1905

История вопроса

Концепция теории относительности проста. Суть ее в том, что фундаментальные законы физики неизменны и не зависят от того, как вы движетесь.

В специальном случае, когда наблюдатель движется с постоянной скоростью, эта концепция представляется естественной. Вообразите себе мужчину, сидящего дома в кресле, и женщину, медленно проплывающую над ним в самолете. Каждый из них может налить чашку кофе, стукнуть по мячу, посветить фонариком, подогреть булочку в микроволновке, и для обоих законы физики будут одними и теми же.

В действительности нет способа определить, кто из них находится “в движении”, а кто “в покое”. Мужчина в кресле может считать, что он находится в покое, а самолет – в движении. И наоборот, женщина в самолете может считать, что она находится в состоянии покоя, а Земля проплывает ми-

мо. Не существует эксперимента, с помощью которого можно установить, кто из них прав.

На самом деле установить точно, кто из них прав, невозможно. В данном случае можно только сказать, что каждый из них движется относительно другого и, естественно, что оба они очень быстро движутся относительно других планет, звезд и галактик²⁸³.

Специальная теория относительности, которую Эйнштейн сформулировал в 1905 году, применима только к этому специальному случаю (отсюда и название), то есть к случаю, когда наблюдатели движутся друг относительно друга равномерно и по прямой, то есть с постоянной скоростью. Такие системы называются “инерциальными системами отсчета”²⁸⁴.

Труднее объяснить более общий случай, когда человек ускоряется или движется по криволинейной траектории – например, крутится, тормозит, вообще движется произволь-

²⁸³ Человек, находящийся в состоянии покоя на экваторе, в действительности вращается вместе с Землей со скоростью 1674 км/ч и одновременно с ней вращается вокруг Солнца со скоростью 109 000 км/ч. Когда я говорю, что наблюдатели движутся с постоянной скоростью, я не учитываю изменение их скоростей из-за того, что они находятся на вращающейся и движущейся по орбите планете, поскольку это не влияет на большинство экспериментов. См.: Miller 1999, 25. – *Прим. авт.*

²⁸⁴ Современные исследования по истории создания специальной теории относительности начинаются с очерка Джералда Холтона *On the Origins of the Special Theory of Relativity* (“Об истоках специальной теории относительности”) (1960), перепечатанной в: Holton 1973, 165.

ным образом, то есть находится в некоторой форме неравномерного движения. В этом случае у него и кофе наливается не так, и мяч отскакивает по-другому, чем у людей, совершающих эти действия в равномерно и плавно движущемся поезде, самолете или просто на Земле. И как мы увидим, Эйнштейну потребовалось еще десятилетие, чтобы прийти к так называемой общей теории относительности, включившей в теорию гравитации ускоренное движение, и попытаться применить к ней концепцию относительности²⁸⁵.

История теории относительности началась в 1632 году, когда Галилей провозгласил принцип, согласно которому все законы движения и механики (законы электромагнетизма еще не были открыты) остаются одними и теми же во всех системах координат, движущихся с постоянной скоростью друг относительно друга. В своем “Диалоге о двух главнейших системах мира” Галилей хотел защитить идею Коперника о том, что представление о Земле, расположенной в центре Вселенной и находящейся в состоянии покоя, и вращающихся вокруг нее всех остальных телах неправильно. Скептики оспаривали эту точку зрения и говорили, что, если бы Земля двигалась так, как утверждал Коперник, мы бы это почувствовали. Галилей опроверг их доводы, предложив в качестве доказательства провести кристально ясный мыслен-

²⁸⁵ См. обзор Janssen 2004, в котором рассматривается попытка Эйнштейна распространить общую теорию относительности на произвольное, в том числе вращательное, движение и приводится мнение, что эта попытка была не вполне успешна и, возможно, не так уж необходима, как он думал.

ный эксперимент в каюте плавно плывущего корабля: “Давайте представим себе, что вы с другом заперлись в каюте, расположенной под палубами большого корабля, и вместе с вами там оказалось несколько мух, бабочек и еще каких-нибудь маленьких летающих насекомых. Кроме того, там находится большой сосуд с водой, в котором плавают рыбки. Подвесим бутылку, из которой жидкость капля за каплей вытекает в расположенный под бутылкой широкий сосуд. Когда корабль неподвижен, наблюдайте внимательно, как маленькие насекомые летают по каюте в разных направлениях с одинаковыми скоростями. Рыбки тоже плавают в разных направлениях с равными скоростями, капли падают прямо в сосуд под бутылкой. И когда вы кидаете какую-либо вещь своему другу, стоящему то по одну, то по другую сторону от вас на одинаковом расстоянии, вам нужно приложить одинаковые усилия, чтобы она долетела до него. Если же вы будете прыгать, отталкиваясь двумя ногами, вы выпрыгнете на одинаковое расстояние в любом направлении. И если вы убедились во всем этом, теперь сделайте так, чтобы корабль плыл с любой заданной вами скоростью, но только равномерно, без качки и рывков. И вы не обнаружите ни малейшей разницы во всех перечисленных явлениях, и ни по одному из этих явлений вы не сможете определить, движется ли корабль или стоит на месте”²⁸⁶.

²⁸⁶ Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems* (1632), перевод на английский – Stillman Drake, 186.

Лучше принцип относительности нельзя описать – или по крайней мере объяснить, как его применять к системам, движущимся друг относительно друга с постоянной скоростью.

Внутри корабля Галилея можно с легкостью беседовать, поскольку воздух, в котором распространяются звуковые волны, движется плавно вместе с людьми в каюте. Подобным же образом, если один из пассажиров корабля Галилея бросит камешек в сосуд с водой, от места его падения пойдут такие же волны, как если бы этот сосуд стоял на берегу. Это происходит потому, что вода, на поверхности которой распространяются эти волны, плавно движется вместе с сосудом и всем остальным в каюте.

Природа как звуковых волн, так и волн, расходящихся на поверхности воды, легко объясняется с помощью классической механики: это просто перемещающееся колебание некоторой среды. Вот почему звук не может распространяться в вакууме, но может проходить через воздух, воду или металл. Например, в воздухе при комнатной температуре звуковые волны – колебательные возбуждения сжатия-разрежения воздуха – распространяются со скоростью примерно 1260 км/ч.

Внутри корабля Галилея воздух и вода ведут себя так же, как на берегу, потому что воздух в каюте и вода в сосуде движутся с той же скоростью, что и пассажиры. А теперь вообразите, что вы выходите на палубу и рассматриваете волны в океане или же измеряете скорость звуковых волн другого

корабля, издающего гудок. Скорость, с которой эти волны приходят к вам, зависит от скорости вашего движения относительно среды (воды или воздуха), в которой они распространяются.

Другими словами, скорость, с которой волны в океане приходят к вам, зависит от того, насколько быстро вы движетесь в направлении источника этих волн или удаляетесь от него. Аналогично, скорость звуковых волн относительно вас зависит от вашего движения относительно воздуха, в котором распространяется эта звуковая волна.

Относительные скорости – ваша и источника – суммируются. Представьте себе, что вы в океане, волны движутся к вам со скоростью 16 км/ч. Если вы вскочите на гидроцикл и направите его на скорости 83 км/ч навстречу волнам, то увидите, что они приближаются к вам и проносятся мимо со скоростью (относительно вас) 99 км/ч. Аналогично, представьте себе, что звук идет к вам из рупора на борту далекого корабля, и в неподвижном воздухе в направлении берега он распространяется со скоростью 1260 км/ч. А если вы вскочите на гидроцикл и помчитесь в направлении этого корабля со скоростью 66 км/ч, звуковые волны будут проноситься мимо вас со скоростью 1326 км/час.

И тогда напрашивается вопрос, который мучил Эйнштейна уже с шестнадцати лет, когда он вообразил себя скользящим рядом с лучом света: ведет ли себя свет аналогично?

Ньютон считал, что свет – прежде всего поток частиц, ис-

пущенных источником. Но во времена Эйнштейна большинство ученых приняли альтернативную теорию, разработанную современником Ньютона Христианом Гюйгенсом, согласно которой свет нужно считать волной.

К концу XIX века большое количество экспериментов подтвердили правоту волновой теории. Например, Томас Юнг поставил знаменитый эксперимент, который сейчас воспроизводят ученики средней школы и который демонстрирует, что свет, проходящий через две щели, формирует интерференционную картину, напоминающую картину, образованную волнами на поверхности воды, прошедшими через две щели. В обоих случаях горбы и впадины волн, исходящих из каждой щели, встречаясь, в некоторых местах усиливают друг друга, а в других – друг друга гасят.

Джеймс Клерк Максвелл содействовал упрочению этой волновой теории, установив связь между светом, электрическим и магнитным полями. Он вывел уравнения, которые описывали поведение электрических и магнитных полей. Максвелл показал, что эти электромагнитные волны должны распространяться с определенной скоростью – примерно $300\,000\text{ км/с}$ ²⁸⁷. Это совпало со значением, которое ученые уже получили в экспериментах для скорости света, и

²⁸⁷ Точнее – $299\,792\,458\text{ м/с}$ в вакууме. Если не оговорено специально что-то иное, под скоростью света понимается скорость света в вакууме, и это относится ко всем электромагнитным волнам, видимым и невидимым. Эта величина, как обнаружил Максвелл, является также и скоростью распространения электрического поля в проводящей проволоке – *Прим. авт.*

они поняли, что это не простое совпадение²⁸⁸.

Стало ясно, что свет – это та часть электромагнитного спектра, которая воспринимается нашим зрением. А весь спектр включает радиоволны, которые мы сейчас называем *АМ*²⁸⁹ (средние и длинные волны радиоволны с длиной волны порядка километра), *FM* (короткие радиоволны, длина волны порядка метра) и микроволновое излучение (длина волны порядка сантиметра). При уменьшении длины волны (увеличении ее частоты) электромагнитные волны переходят в видимый диапазон, простирающийся от красного (примерно 700 нм) до фиолетового (примерно 400 нм). Еще более короткие волны попадают в диапазон ультрафиолетовых, рентгеновских волн и гамма-лучей. Когда мы говорим о “свете” или “скорости света”, мы имеем в виду не только видимые глазом, а вообще все электромагнитные волны.

И тут возникают важные вопросы. Что это за среда, в которой эти волны распространяются? А их скорость 300 000 км/с – это скорость относительно чего?

Ответ вроде бы напрашивался сам собой: световые волны – это возмущение невидимой среды, которая называется эфиром, и скорость света – это скорость его движения относительно эфира. Другими словами, эфир для света должен

²⁸⁸ Miller, 1999, 102.

²⁸⁹ На самом деле это обозначение не диапазона длин волн, а способа модуляции – амплитудной (*АМ*) и частотной (*FM*). Раньше радиоволны обычно делили по длинам волн на длинные – ДВ (1–10 км), средние – СВ (100 м – 1 км), короткие – КВ (10–100 м) и ультракороткие – УКВ (10 мм – 10 м).

играть примерно ту же роль, что и воздух для звуковых волн. Позже Эйнштейн заметил:

“Предположение о том, что свет можно представить себе как колебательный процесс в упругой инертной среде, заполняющей все пространство, казалось неоспоримым”²⁹⁰.

К сожалению, этому гипотетическому эфиру пришлось приписать многие странные свойства. Поскольку свет даже от очень удаленных звезд может доходить до Земли, эфир должен был бы заполнять всю известную Вселенную. Он должен был бы покрывать все как паутиной и, образно говоря, быть настолько эфемерным, чтобы не оказывать влияния на движение не только планет, но даже легких пушинок и в то же время быть достаточно упругим, чтобы в нем могли возникать колебания огромной частоты.

Все эти странности привели к тому, что на эфир в конце XIX века была устроена настоящая охота. Если бы свет был действительно рябью в эфире, мы бы увидели, что волны проходят мимо нас с большей скоростью, когда мы двигаемся сквозь эфир в направлении источника излучения. Ученые изобрели всевозможные гениальные устройства и придумали хитроумные схемы экспериментов, позволяющие уловить эту разницу. Они выдвинули массу гипотез того, что может представлять собой эфир. Они искали эфир в виде неподвижной субстанции, через которую движется Земля. Они

²⁹⁰ Einstein, *Ether and the Theory of Relativity*, доклад, произнесенный в Университете Лейдена 5 мая 1920 г..

считали, что часть эфира увлекается Землей и образует что-то вроде пузыря, наподобие того как это происходит с ее атмосферой. Они даже рассмотрели невероятную гипотезу о том, что Земля представляет собой единственный неподвижный относительно эфира объект, а все остальные космические тела, включая другие планеты, Солнце и звезды, вращаются вокруг нее, что, вероятно, заставило Коперника перевернуться в гробу.

Один из экспериментов, про который Эйнштейн позже сказал, что тот “был чрезвычайно важным для специальной теории относительности”²⁹¹, проделал французский физик Ипполит Физо, попытавшийся измерить скорость света в движущейся среде. Он расщепил луч на два с помощью полупрозрачного посеребренного углового зеркала, которое направляло один из лучей на поток воды в направлении его движения, а другой – в противоположном направлении. Оба луча потом встречались. Если бы свет проходил один из путей за большее время, чем другой, горбы и впадины обеих волн при их встрече уже не должны были совпасть. Экспериментатор, если такое случилось бы, мог бы это заметить по возникшей в этом месте интерференционной картине.

Другой и гораздо более знаменитый эксперимент поставили в 1887 году Альберт Майкельсон и Эдвард Морли. Они сконструировали хитроумную установку, в которой, как и у Физо, световой луч расщеплялся на два, один из лучей на-

²⁹¹ Там же; Einstein 1916, chapter 13.

правлялся на зеркало в плечо, ориентированное вдоль скорости движения Земли, и там претерпевал несколько отражений, двигаясь по направлению движения Земли и против него, а второй луч – в перпендикулярное плечо. И после того, как оба луча встречались, полученную интерференционную картину (или ее отсутствие) анализировали, чтобы понять, возникает ли разность фаз, то есть больше ли времени требовалось лучу, пролетающему часть пути против предполагаемого эфирного ветра, чем второму лучу, двигавшемуся в перпендикулярном направлении, чтобы долететь до детектора.

Но вне зависимости от того, кто проводил эксперимент, как смотрели и какие делались предположения относительно поведения эфира, никто так и не смог увидеть неуловимую субстанцию. Вне зависимости от того, как и что в эксперименте двигалось, наблюдалась всегда одна и та же скорость света.

И ученые, хотя и не без колебаний, направили свои усилия на разрешение дилеммы: почему, если эфир существует, ни в одном эксперименте его не удастся обнаружить. Наиболее известная гипотеза возникла в начале 1890-х годов и принадлежала двум ученым: гениальному космополиту Хендрику Лоренцу, голландскому мэтру теоретической физики, и ирландскому физику Джорджу Фитцджеральду, – независимо друг от друга предположившим, что все твердые тела при движении через эфир слегка сжимаются. Согласно этой ги-

потезе, сокращение Фитцджеральда – Лоренца укорачивает все, включая длину плеч в опыте Майкельсона – Морли, причем ровно настолько, чтобы влияние эфира на свет невозможно было увидеть.

Эйнштейн чувствовал, что ситуация “стала очень депрессивной”. Как он считал, сами ученые не были в состоянии объяснить электромагнетизм, используя ньютоновский “механистический взгляд на природу”, и это “привело к фундаментальному дуализму, который долго выносить было невозможно”²⁹².

²⁹² Einstein, *Ether and the Theory of Relativity*, доклад, сделанный в Университете Лейдена 5 мая 1920 г.

Путь Эйнштейна к теории относительности

Однажды Эйнштейн сказал: “Новая идея приходит неожиданно и чаще интуитивным образом”. Но поспешил добавить: “Интуиция есть не что иное, как проявление накопленного интеллектуального опыта”²⁹³.

Теория относительности так и создавалась Эйнштейном – с помощью интуиции, базирующейся на десятилетнем интеллектуальном и личном опыте²⁹⁴. Самым важным и очевидным, на мой взгляд, было его глубокое знание и понимание теоретической физики. Еще ему помогала развившаяся во время учебы в Арау способность визуализировать мысленные эксперименты. Полезным оказалось и знание основ философии: Юм и Мах приучили Эйнштейна скептически относиться к вещам и явлениям, которые невозможно наблюдать непосредственно. И этот скептицизм был усилен присущей ему бунтарской склонностью не доверять авторитетам.

Была и еще пара обстоятельств, возможно, усиливавших

²⁹³ Письмо Эйнштейна д-ру Г. Гордону, 3 мая 1949 г., АЕА 58–217.

²⁹⁴ См. книгу Alan Lightman, *Einstein's Dreams*, в которой можно найти предположения по поводу открытия Эйнштейном специальной теории относительности. Лайтману, похоже, удалось уловить дух профессиональных, личных и научных мыслей, занимавших тогда Эйнштейна.

его способность наглядно представлять себе физическую ситуацию и обнажать суть концепции. Во-первых, это его познания в технике, полученные в детстве, когда он помогал дяде Якобу отлаживать магниты и движущиеся катушки в генераторах. А во-вторых, когда он работал в патентном бюро, его начальник всячески поощрял его скептическое отношение к содержанию поданных заявок, и кроме того, тогда через его руки прошло множество заявок по новым методам синхронизации часов. Помогло и то, что Эйнштейн в Берне снимал квартиру поблизости от Часовой башни и железнодорожной станции, над помещением телеграфа, а в Европе как раз тогда началось использование электрических сигналов для синхронизации часов внутри часовых зон. И наконец, рядом оказался друг, сыгравший роль резонатора идей, – Мишель Бессо, с которым они вместе работали в патентном бюро и обсуждали заявки на электромеханические приборы²⁹⁵.

Насколько сильно каждое из этих обстоятельств повлияло на создание теории, можно оценить лишь субъективно. В конце концов, даже сам Эйнштейн не мог с уверенностью рассказать, как развивался процесс рождения теории. “Труд-

²⁹⁵ Питер Галисон – историк науки из Гарварда – наиболее убедительно доказывал, что на Эйнштейна повлияла окружающая его технологическая среда. Артур И. Миллер – более умеренный сторонник этой точки зрения. Среди тех, кто считал, что это влияние переоценивается, Джон Нортон, Тильман Зауэр и Альберто Мартинес. См. Alberto Martinez, *Material History and Imaginary Clocks in Physics in Perspective*, 6 (2004): 224.

но сказать, как я пришел к теории относительности, – говорил он, – существовало так много скрытых сложностей, которые стимулировали мою мысль”²⁹⁶.

Но одну вещь мы можем утверждать с уверенностью – мы точно знаем, с чего Эйнштейн начал. Он не раз повторял, что его путь в теорию относительности начался с мысленного эксперимента, который он провел в шестнадцать лет, когда представлял себя летящим рядом со световым лучом с той же скоростью. Как он позже рассказывал, возникал “парадокс”, который мучил его последующие десять лет, и он сформулировал его следующим образом:

“Если я лечу рядом с лучом со скоростью c (равной скорости света в вакууме), я должен воспринимать этот луч света в виде остановившегося во времени, но осциллирующего в пространстве электромагнитного поля. Но опыт подсказывает, что такого не может быть, к тому же это противоречит уравнениям Максвелла. С самого начала мне интуитивно было ясно, что для этого наблюдателя все должно происходить так же, как и для наблюдателя, находящегося в покое относительно Земли, поскольку непонятно, как первый наблюдатель узнает или сможет определить, что он находится в состоянии быстрого равномерного движения. Легко увидеть, что уже в этом парадоксе содержались зачатки

²⁹⁶ Einstein 1922c. Я основываюсь на исправленном переводе этой лекции 1922 г. на английский, из которой следует, что Эйнштейн дал несколько иное объяснение – см. объяснение в библиографии.

Этот мысленный эксперимент не обязательно опровергал эфирную теорию распространения световых волн. Действительно, теоретик, предполагавший, что эфир существует, мог вообразить застывший луч света. Но интуиция подсказывала Эйнштейну, что законы оптики должны подчиняться принципу относительности. Другими словами, уравнения Максвелла, которые определяют скорость света, должны быть одними и теми же для всех наблюдателей, движущихся с постоянными скоростями. То, что Эйнштейн сделал акцент на этом своем воспоминании, указывает на то, что представление о застывшем луче света – или застывших электромагнитных волнах – инстинктивно казалось ему неправильным²⁹⁸.

Кроме того, этот мысленный эксперимент показывает: он чувствовал, что ньютоновские законы механики противостоят постоянству скорости света, следующему из максвелловских уравнений. Все это породило в нем чувство “психо-

²⁹⁷ Einstein 1949b, 49. По поводу других версий см. Wertheimer, 214; Einstein 1956, 10.

²⁹⁸ В книге Miller 1984, 123 имеется примечание, в котором объясняется, как мысленный эксперимент 1895 г. повлиял на ход рассуждений Эйнштейна. См. также Miller 1999, 30–31; Norton 2004, 2006b. В последней работе Нортон замечает: “Это не волнует теоретиков, которые считают, что эфир существует. Из уравнений Максвелла непосредственно следует, что этот наблюдатель увидит неподвижную волну, а сторонники существования эфира считают, что в опыте нельзя увидеть неподвижную волну, поскольку в эфире мы не можем двигаться со скоростью света”.

логического напряжения”, которое его сильно нервировало. Позднее он вспоминал: “В самом начале, когда специальная теория относительности начала прорастать во мне, у меня возникали разные виды психологического дискомфорта. Когда я был молодым, я зачастую в состоянии замешательства на несколько недель забрасывал [эту тему]”²⁹⁹.

Существовало также и более специальная “асимметрия”, которая начала его беспокоить. Когда магнит движется относительно петли из проволоки, в ней возникает электрический ток. Как Эйнштейн знал по опыту обращения с генераторами, которые делали на семейных предприятиях, величина электрического тока одинакова, если магнит движется, а катушка кажется неподвижной и если катушка движется, а магнит кажется неподвижным. Кроме того, он в 1894 году прочел книгу Августа Фёппля “Введение в теорию электричества Максвелла”. В ней была глава “Электродинамика движущихся проводников”, в которой автор выражал сомнение в том, что индукция в случае, когда движется магнит, и в случае, когда движется проводящая катушка, будет разной³⁰⁰.

“Но в теории Максвелла – Лоренца, – вспоминал Эйнштейн, – теоретическая интерпретация двух этих явлений

²⁹⁹ Письмо Эйнштейна Эрике Оппенгеймер, 13 сентября 1932 г., АЕА 25– 192; Moszkowski, 4.

³⁰⁰ Джеральд Холтон был первым, кто обратил наше внимание на влияние Фёппля на Эйнштейна, процитировав слова мужа приемной дочери Эйнштейна Антона Райзера и немецкое издание биографии Филиппа Франка: Holton 1973, 210.

различается”. В первом случае, согласно закону индукции Фарадея, движение магнита через эфир создает электрическое поле. Во втором случае при движении проводящей катушки в магнитном поле возникает сила Лоренца и, следовательно, электрический ток. Эйнштейн говорил: “Мысль о том, что эти два случая должны существенно различаться, была для меня непереносимой”³⁰¹.

В течение многих лет Эйнштейн боролся с концепцией эфира, которая в этих теориях электрической индукции служила для теоретического определения понятия “покоя”. Еще будучи студентом Цюрихского политехникума, он в 1899 году написал Милеве Марич, что “введение в теорию электричества понятия «эфир» привело к введению концепции среды, движение которой можно описать, как мне кажется, только не приписывая ей какого-либо физического смысла”³⁰². Тем не менее в том же месяце он, приехав на каникулы в Арау, вместе с учителем своей старой школы стал работать над способами обнаружения эфира. Он написал Марич:

“У меня есть хорошая идея, как определить влияние движения тела относительно эфира на скорость распространения света”.

Профессор Вебер сказал тогда Эйнштейну, что его под-

³⁰¹ Einstein, *Fundamental Ideas and Methods of the Theory of Relativity* (1920), неопубликованный черновик статьи для *Nature*, CPAE 7: 31. См. также Holton 1973, 362–364; Holton 2003.

³⁰² Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 10 августа 1899 г.

ход нереалистичен. Возможно, по предложению Вебера Эйнштейн прочитал работу Вильгельма Вина, который описал тринадцать экспериментов по поискам эфира с нулевым результатом, включая эксперименты Майкельсона и Морли, а также Физо³⁰³. Кроме того, в какой-то момент (до 1905 года) он прочитал книгу Лоренца 1895 года “Попытка построения теории электрических и оптических явлений движущихся тел”, из которой узнал больше про эксперимент Майкельсона – Морли. В этой книге Лоренц, прежде чем перейти к построению своей теории сокращения предметов, привел обзор всех неудавшихся попыток найти эфир³⁰⁴.

³⁰³ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 10 сентября 1899 г.; Einstein 1922c.

³⁰⁴ Письмо Эйнштейна Роберту Шанкланду 19 декабря 1952 г. доказывает, что он прочитал книгу Лоренца до 1905 г. В своей лекции, прочитанной в 1922 г. в Киото (Einstein 1922c), он, рассказывая о том, что делал в 1899 г., когда был студентом, сказал: “Как раз в это время у меня появилась возможность прочитать работу Лоренца 1895 г.”. В письме Эйнштейна к Мишелю Бессо (22 (?) января 1903 г.) он говорит, что начинает “всеобъемлющие глубокие исследования электронной теории”. Артур И. Миллер подробно рассказывает о том, какие книги к тому времени Эйнштейн уже изучил. См. Miller 1981, 85–86.

“Индукция и дедукция в физике”

Ну и какой эффект оказали на Эйнштейна, вынашивавшего свои идеи по относительности, результаты эксперимента Майкельсона и Морли, которые не обнаружили свидетельств существования эфира и изменения наблюдаемой скорости света в зависимости от того, в каком направлении движется наблюдатель? Послушать его самого, так вообще никакого. Временами он утверждал (и ошибался), что до 1905 года вообще об этих экспериментах ничего не знал. Противоречивые заявления Эйнштейна в течение последующих пятидесяти лет о влиянии на его работы опыта Майкельсона – Морли полезно принять во внимание как напоминание о том, насколько нужно быть осторожным при анализе истории, основанной на смутных воспоминаниях³⁰⁵.

³⁰⁵ Этот раздел взят из книг Джеральда Холтона, глава *Einstein, Michelson, and the ‘Crucial’ Experiment*, в Holton 1973, 261–286, и книги Пайса: Pais 1982, 115–117. Оба исследуют меняющиеся утверждения Эйнштейна. С годами исторический подход стал другим. Например, коллега-физик и друг Эйнштейна на протяжении долгих лет Филипп Франк в 1957 г. написал: “Отправной точкой для Эйнштейна стал самый знаменитый опыт, в котором старые законы движения и распространения света не смогли объяснить результат эксперимента Майкельсона”. (Frank 1957, 134). Джералд Холтон, историк науки из Гарварда, в письме (30 мая 2006 г.) ко мне по поводу этого вопроса написал следующее: “Что касается эксперимента Майкельсона – Морли, еще 30–40 лет назад почти все писали, в частности и в учебниках, что была прямая связь между этим экспериментом и специальной теорией относительности Эйнштейна. Все это, конечно, изменилось, когда появилась возможность тщательно изучить рукописи самого

Путаница с высказываниями Эйнштейна началась в 1922 году, когда он в приветствии конференции, произнесенном им в японском городе Киото, заметил, что неудачная попытка Майкельсона обнаружить эфир была “первой ниточкой, которая привела меня к тому, что мы называем принципом специальной теории относительности”. А в тосте на обеде в Пасадене в честь Майкельсона в 1931 году Эйнштейн, отдав должное именитому экспериментатору, выразился очень витиевато: “Вы обнаружили коварное противоречие в существующей в то время «эфирной» теории света и стимулировали возникновение концепций Лоренца – Фицджеральда, из которых выросла специальная теория относительности”³⁰⁶.

Эйнштейн описал свой мыслительный процесс в беседах с основоположником гештальтпсихологии Максом Вертгеймером, который позднее назвал результаты эксперимента Майкельсона – Морли “ключевыми”, задавшими направление мыслительного процесса Эйнштейна. Но Артур И. Миллер показал, что это утверждение, возможно, было обусловлено тем, что Вертгеймер хотел использовать эту историю в

Эйнштейна, касающиеся этого вопроса... Даже непрофессиональные историки давным-давно отказались от мысли, что имела существенная связь между этим экспериментом и работой Эйнштейна”.

³⁰⁶ Einstein 1922c; тост Эйнштейна в честь Альберта Майкельсона, общество Атениум, Калтех, 15 января 1931 г., АЕА 8–328; Послание Эйнштейна в честь столетия Альберта Майкельсона, Институт Кейса, 19 декабря 1952 г., АЕА 1–168).

качестве иллюстрации успешности принципов гештальтпсихологии³⁰⁷.

В последние годы жизни Эйнштейн внес еще большую путаницу в этот вопрос, сделав ряд утверждений на эту тему в беседах с физиком Робертом Шенкландом. Сначала он заявил, что прочитал про эксперимент Майкельсона – Морли только после 1905 года, потом – что прочитал о нем в книге Лоренца до 1905 года, а в конце добавил: “Я думаю, что считал этот результат само собой разумеющимся”³⁰⁸.

Последнее утверждение – наиболее важное, поскольку Эйнштейн повторял его много раз. К тому времени как он начал серьезно работать над теорией относительности, он просто принял как само собой разумеющееся, что не нужно изучать все эксперименты, связанные с поиском движения эфира, поскольку согласно его изначальной точке зрения все попытки найти эфир были обречены на неудачу³⁰⁹. Для него

³⁰⁷ Wertheimer, глава 10; Miller 1984, 190.

³⁰⁸ Robert Shankland interviews and letters, 4 февраля 1950 г., 24 октября 1952 г., 19 декабря 1952 г. См. также письмо Эйнштейна Ф. Давенпорту, 9 февраля 1954 г.: “На мои собственные исследования результаты Майкельсона не оказали серьезного влияния, я даже не помню, знал ли я о них вообще, когда писал свою первую работу на эту тему. Объяснение состоит в том, что я был твердо убежден в том, что абсолютного движения не существует, уже из общих соображений”.

³⁰⁹ Miller 1984, 118: “Для Эйнштейна не было необходимости изучать каждый имеющийся на то время эксперимент по определению движения эфира, поскольку в его понимании их результаты были предопределены с самого начала (*ab initio*)”. Этот раздел моей книги основывается на работе Миллера и на тех советах, которые он дал при прочтении более раннего черновика.

смысл этих экспериментальных результатов состоял в том, что они укрепляли его уверенность в применимости принципа относительности Галилея и к световым волнам³¹⁰.

Это, возможно, и объясняет незаслуженно малое внимание, которое он уделил результатам экспериментов в своей статье 1905 года. Он никогда не ссылался ни конкретно на эксперимент Майкельсона – Морли, даже когда этого требовала логика изложения, ни на эксперимент Физо, использовавшего движущуюся воду. Вместо этого сразу после дискуссий о том, что имеет значение лишь относительное движение магнита и катушки, он просто упомянул “неудавшиеся попытки определить движение Земли относительно светонесущей среды”³¹¹.

Некоторые научные теории строятся в первую очередь индуктивно: анализируется множество экспериментальных данных, а потом разрабатываются теории, объясняющие эти экспериментальные данные. Но некоторые теории создаются в основном при помощи дедукции: за основу берутся элегантные принципы и постулаты, признанные незыблемыми, и из них выводятся следствия. Все ученые применяют оба

³¹⁰ Эйнштейн считал, что отрицательные результаты экспериментов по движению эфира подкрепляют правоту принципа относительности, а не постулата о том, что скорость света – величина постоянная (как иногда считается). John Stachel. *Einstein and Michelson: The Context of Discovery and Context of Justification*, 1982, в Stachel 2002a.

³¹¹ Эйнштейн А. *К электродинамике движущихся тел*. Здесь и далее цитируется русский перевод статьи. Собр. науч. трудов: в 4 т. Т. 1.

подхода в разных пропорциях. У Эйнштейна было отличное чутье на экспериментальные результаты, и он его использовал, чтобы отобрать те из них, которые можно использовать в качестве отправных точек для создания теории³¹². Но упор он делал прежде всего на дедуктивный подход³¹³.

Вспомним, как в своей статье по броуновскому движению Эйнштейн так странно, но вполне точно приуменьшил значение экспериментальных результатов в том выводе, который был, по существу, получен с помощью теоретической дедукции. С теорией относительности была похожая ситуация. То, что он имел в виду, говоря о броуновском движении, он в точности повторил по поводу роли эксперимента Майкельсона – Морли при выводе принципа относительности: “Я был совершенно уверен в справедливости этого принципа до того, как узнал об этом эксперименте и его результатах”.

На самом деле все три эпохальные статьи 1905 года начинаются с описания его намерения использовать дедуктивный подход. Каждую из них он начинает не со ссылки на

³¹² Профессор Роберт Ринасиевич из университета Джонса Хопкинса – один из тех, кто утверждает, что Эйнштейн опирался на индуктивный метод. Даже несмотря на то, что сам Эйнштейн в последние годы писал, что он часто полагался больше на дедуктивные, чем на индуктивные методы, Ринасиевич называет это утверждение “весьма спорным”. Он считает, напротив, что “*annus mirabilis* – это триумф того, чего можно достичь индуктивным методом, несмотря на отсутствие фундаментальной теории, отталкиваясь от установленных фактов”. Такой комментарий мне прислал Ринасиевич по и-мейлу, прочитав черновик этого раздела моей книги (29 июня 2006 г.).

³¹³ Miller 1984, 117; Sonnert, 289.

необъясненные экспериментальные результаты, а с указания на некоторые несообразности, которые следуют из альтернативных теорий. Затем он формулирует некие важные принципы и в то же время приуменьшает роль опытных данных, будь то броуновское движение, излучение твердого тела или скорость света³¹⁴.

В работе 1919 года “Индукция и дедукция в физике” он описал причины, по которым предпочитал такой подход:

“Простейшее представление о том, как возникает эмпирическая наука, можно получить из сравнения с индуктивным методом.

Отдельные факты отбираются и группируются таким образом, что закономерности, объединяющие их становятся очевидными...

Однако на этом пути большого продвижения в научном познании не будет. <...> По-настоящему большой прогресс в нашем постижении науки может возникнуть только на пути, диаметрально противоположном индукции. Интуитивное понимание сущности большой совокупности фактов приводит ученого к постулированию гипотетической основной закономерности или закономерностей. Из этих закономерностей он уже выводит свои заключения”³¹⁵.

Его приверженность этому методу будет возрастать со

³¹⁴ Holton 1973, 167.

³¹⁵ Einstein, *Induction and Deduction in Physics*, *Berliner Tageblatt*, 25 декабря 1919 г., СРАЕ 7:

временем.

“Чем глубже мы проникаем в суть и чем более всеохватывающими становятся наши теории, – провозгласит он в конце жизни, – тем меньше эмпирических знаний нужно для того, чтобы создать эти теории”³¹⁶.

К началу 1905 года в своих попытках объяснить электродинамику Эйнштейн уже начал отдавать предпочтение дедуктивному методу, а не индуктивному. Позднее он скажет: “Постепенно я разочаровался в возможности открыть истинные законы природы, пытаюсь конструктивно проанализировать полученные из экспериментов данные. Чем больше и чем отчаяннее я пытался это сделать, тем больше убеждался, что только открытие универсальных формальных принципов может привести нас к уверенным результатам”³¹⁷.

³¹⁶ Письмо Эйнштейна Т. Маккормаку, 9 декабря 1952 г., АЕА 36–549. Маккормак был студентом университета Брауна, написавшим Эйнштейну восторженное письмо.

³¹⁷ Einstein 1949b, 89.

Два постулата

Теперь, когда Эйнштейн решил строить свою теорию сверху вниз, то есть выводить ее из первых принципов, перед ним встал выбор: с какого постулата, с каких положений общего принципа начать?³¹⁸

Его первым постулатом стал принцип относительности, утверждавший, что все фундаментальные законы физики, в том числе уравнения Максвелла, описывающие поведение световой волны, являются одинаковыми для всех наблюдателей, движущихся относительно друг друга с постоянной скоростью. Или, если говорить более точно, они неизменны во всех инерциальных системах отсчета, то есть одинаковы для того, кто покоится относительно Земли, и того, кто движется с постоянной скоростью в поезде или космическом корабле. Он поверил в этот постулат еще со времени своего мысленного эксперимента, в котором он представлял себя летящим вдоль светового луча: “С самого начала мне интуитивно было ясно, что с точки зрения этого наблюдателя все должно подчиняться тем же законам, что и для наблюдателя, покоящегося относительно Земли”.

³¹⁸ Анализ, изложенный ниже, взят из книги Миллера (Miller 1981) и работ John Stachel, John Norton, Robert Rynasiewicz, приведенных в библиографии. Миллер, Нортон и Ринасиевич были настолько любезны, что прочитали черновик моей книги и представили свои исправления.

Для сопутствующего постулата, касающегося скорости света, у Эйнштейна было два варианта.

1. Он мог рассматривать излучение света как испускание частиц и считать, что свет вылетает из источника подобно пулям из ружья. Тогда не было необходимости в эфире. Частицы света могли распространяться в пустоте. Их скорость измерялась бы относительно источника. Если бы источник приближался к вам, вылетающие частицы летели бы к вам быстрее, чем если бы он от вас удалялся от вас. (Представьте себе питчера (подающего в бейсболе), который кидает мяч со скоростью 160 км/ч. Если он бросает мяч из машины, мчащейся на вас, мяч полетит к вам быстрее, чем если машина с подающим мяч питчером будет от вас удаляться.) Другими словами, свет, излучаемый звездой, будет распространяться со скоростью 300 000 км/с, но если звезда летела бы к Земле со скоростью 16 000 км/с, скорость испускаемого ею света относительно наблюдателя на Земле должна была бы быть равной 316 000 км/с.

2. Альтернативное утверждение состояло в том, что скорость света постоянна – 300 000 км/с – и не зависит от движения источника, что больше согласовалось с волновой теорией света. Если использовать аналогию со звуковыми волнами, в этом случае звук сирены пожарной машины не доходил бы до вас быстрее из-за того, что она мчится к вам, а не стоит на месте.

Во всех случаях звук бы распространялся через воздух со

скоростью примерно 1200 км/ч ³¹⁹.

В течение некоторого времени Эйнштейн разрабатывал первую гипотезу, то есть эмиссионную теорию. Такой подход особенно привлекателен, если вы считаете, что свет ведет себя как поток квантов. Как было показано в предыдущей главе, как раз эта концепция световых квантов была предложена Эйнштейном в марте 1905 года, когда он сражался со своей теорией относительности³²⁰.

Но при этом подходе возникали проблемы. Его использование, похоже, должно было привести к тому, что и уравнения Максвелла, и волновая теория света стали бы несправедливыми. Если скорость света зависит от скорости источника, из которого свет испускается, тогда в нем должна каким-то образом содержаться в неявном виде информация об этом. Но и эксперименты, и уравнения Максвелла указывали на

³¹⁹ Если источник звука движется на вас, волны к вам не будут приходить быстрее. Однако, согласно эффекту Доплера, волны сожмутся, длина волны уменьшится, частота увеличится, что приведет к более высокому звуку (а когда завышающая пожарная машина, промчавшись мимо вас, начнет удаляться – к более низкому). То же самое происходит со светом. Если источник движется на вас, длина волны уменьшается (частота увеличивается), так что его спектр сдвигается в более голубую часть. Спектр удаляющегося источника сдвигается в более красную область. – *Прим. авт.*

³²⁰ См. Miller, 1981, 311, где описывается связь между работами Эйнштейна по световым квантам и специальной теорией относительности. В разделе 8 работы по специальной теории относительности Эйнштейн обсуждает световые импульсы и заявляет: “Примечательно, что энергия и частота светового пакета меняются в зависимости от движения наблюдателя в соответствии с тем же законом”.

то, что этого не происходит³²¹.

Эйнштейн попытался найти способы как-то модифицировать уравнения Максвелла, чтобы они согласовывались с эмиссионной теорией световых квантов, но попытки оказались безуспешными.

“Эта теория требует, чтобы везде и в каждом определенном направлении было возможно распространение световых волн с разными скоростями, – вспоминал он свои рассуждения позднее, – и могло оказаться невозможным построить разумную теорию электромагнетизма, в которой бы такой трюк оказался выполнимым”³²².

К тому же ученые не смогли найти никакого свидетельства того, что скорость света зависит от скорости источника. Свет от разных звезд, похоже, приходит к нам с одной той же скоростью³²³.

Чем больше Эйнштейн думал об эмиссионной теории све-

³²¹ Norton, 2006a.

³²² Письмо Эйнштейна Альберту Риппенбейну, 25 августа 1952 г., АЕА 20–46. См. также письмо Эйнштейна Марио Вискардини, 28 апреля 1922 г., АЕА 25–301, где он написал: “Я тогда отверг эту гипотезу, поскольку она влекла за собой огромные теоретические трудности (например, требовалось объяснить образование тени экраном, движущимся относительно источника света)”.

³²³ Mermin, 23. Это в конце концов было окончательно доказано Вильгельмом де Ситтером, который в 1913 г. опубликовал свои исследования двойных звезд, вращающихся одна вокруг другой с громадной скоростью. Но даже и до этого ученые заметили, что нельзя было найти свидетельств, подтверждающих то, что скорость света, излучаемого движущимися звездами или любыми другими источниками, не одинакова.

та, тем больше проблем в ней находил. Как он объяснял своему другу Паулю Эренфесту, было трудно понять, что происходит, когда свет от “движущегося” источника преломляется или отражается от покоящегося экрана. Кроме того, если считать эмиссионную теорию правильной, свет от ускоряющегося источника мог бы в определенный момент направиться назад к источнику.

И поэтому Эйнштейн отверг эмиссионную теорию в пользу постулата о постоянстве скорости света, не зависящей от того, как быстро движется источник. Он говорил Эренфесту: “Я пришел к убеждению, что свет всегда должен определяться только частотой и интенсивностью и совершенно не зависеть от того, приходит ли он от движущегося источника или стационарного”³²⁴.

³²⁴ Письмо Эйнштейна Паулю Эренфесту, 25 апреля и 20 июня 1912 г. Выбрав такой подход, Эйнштейн продолжил множить противоречия с квантовой теорией, которые мучили его всю оставшуюся жизнь. В своей работе по световым квантам он превозносит волновую теорию, но в то же время выдвигает идею о том, что свет можно рассматривать как частицы. Теория излучения света хорошо сочетается с таким подходом. Но и факты, и интуиция заставили его отказаться от этого подхода в теории относительности, причем как раз в тот момент, когда он заканчивал свою статью по квантам света. В предисловии к сборнику статей (*Einstein's Miraculous Year* (Princeton: Princeton University Press, 2005), xi) физик сэр Роджер Пенроуз пишет: “Для меня было практически немислимо представить, что он написал в одном и том же году две работы, в которых излагались его гипотетические взгляды на природу и которые, как он ощущал, противоречили друг другу. Это можно объяснить только тем, что он должен был в глубине души чувствовать (и как выяснилось, так и было), что не было никакого настоящего противоречия между точностью – а на самом деле истинностью – волновой теории Максвелла и альтернативной теорией квантов, которую он изложил в своей

Теперь у Эйнштейна было два постулата: “принцип относительности” и новый, который он назвал “постулатом скорости света”. Он аккуратно сформулировал его так: “Свет в пустоте всегда распространяется с определенной скоростью V независимо от состояния движения излучающего тела”³²⁵. Например, когда вы измеряете скорость света, испускаемого фарами поезда, она всегда будет равна 300 000 км/с – и когда поезд приближается к вам, и когда поезд удаляется.

К сожалению, оказалось, этот постулат о постоянстве скорости света не сочетается с принципом относительности. Почему? Позднее Эйнштейн использовал следующий мысленный эксперимент, чтобы объяснить это явное противоречие.

Он предложил представить себе “луч света, направленный вдоль железнодорожной платформы”. Человек, стоящий на платформе, измерит скорость пролетающего мимо него луча и получит значение 300 000 км/с. А теперь представим себе женщину, сидящую в вагоне очень быстро мчащегося поезда, удаляющегося от источника света со скоростью 3200 км/

статье про кванты. Это напоминает борьбу Исаака Ньютона около 300 лет назад, по существу, с той же самой проблемой, когда тот предложил любопытный гибрид волнового и частичного подходов для того, чтобы объяснить противоречивые проявления поведения света”. Roger Penrose, предисловие к книге *Einstein's Miraculous Year* (Princeton: Princeton University Press, 2005), xi. См. также Miller 1981, 311.

³²⁵ Einstein. *On the Electrodynamics of Moving Bodies*, 30 июня 1905 г., СРАЕ 2: 23. Изначально Эйнштейн использовал для обозначения постоянной скорости света букву V , а семь лет спустя стал использовать букву c , которая и используется теперь всеми.

с. Мы предположим, что для нее скорость проносящегося мимо света будет равна всего 296 800 км/с. Эйнштейн написал: “Скорость луча света относительно мчащегося вагона тогда окажется меньшей”.

“Но этот результат приходит в противоречие с принципом относительности, – добавил он, – поскольку, как и каждый другой основной закон природы, закон распространения света должен в соответствии с принципом относительности быть одним и тем же и когда железнодорожный вагон является системой отсчета, и когда системой отсчета служит платформа”. Другими словами, уравнения Максвелла, определяющие скорость распространения света, должны быть справедливы и для движущегося вагона, и для покоящейся платформы. Нельзя придумать никакого эксперимента, включая измерение скорости света, который бы позволил различить, какая из инерциальных систем находится в состоянии “покоя”, а какая – движется с постоянной скоростью³²⁶.

³²⁶ Во втором параграфе статьи он формулирует постулат о скорости света более точно: “Каждый луч света в «покоящейся» системе координат движется с определенной скоростью V независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом”. Другими словами, в этом постулате утверждается, что скорость света остается той же самой независимо от того, с какой скоростью движется источник света. Многие писатели при формулировке постулата путают это утверждение с более сильным утверждением о том, что свет всегда движется с одинаковой скоростью в любой инерциальной системе координат независимо от того, как быстро движутся и в каком направлении (друг к другу или в противоположные стороны) источник и наблюдатель. Это утверждение тоже правильное, но оно вытекает из объединения принципа относительности и постулата о скорости света.

Это был странный результат. Женщина, едущая в поезде в направлении источника света или от него, и наблюдатель, стоящий на платформе, измеряющий скорость того же луча света, который летит мимо него, должны увидеть, что свет распространяется с одинаковой скоростью. Если женщина бежит по рельсам к поезду или от него, ее скорость движения относительно него будет разной. Но ее скорость относительно луча света от фар этого поезда будет неизменной. Все эти странности сделали, как думал Эйнштейн, эти два постулата “на первый взгляд несовместимыми”. Позже он рассказал об этом противоречии в лекции, посвященной тому, как он пришел к своей теории относительности: “Постоянство скорости света несовместимо с правилом сложения скоростей. В результате мне пришлось провести почти год в тщетных попытках найти выход”³²⁷.

Соединение постулата о скорости света с принципом относительности привело бы к тому, что наблюдатель должен был бы при измерении скорости света получать одно и то же значение независимо от того, источник ли света движется к нему или от него, он ли движется к источнику света или от него или же оба как-то движутся или находятся в состоянии покоя. Скорость света должна быть одной и той же вне зави-

³²⁷ Einstein 1922c. Эйнштейн объясняет это в своей популярной книге 1916 г.: *Relativity: The Special and General Theory*, в параграфе 7 *The Apparent Incompatibility of the Law of Propagation of Light with the Principle of Relativity* (“Кажущаяся несовместимость закона распространения света с принципом относительности”).

симости от взаимного движения источника и наблюдателя.

Так обстояли дела в начале марта 1905 года. Эйнштейн сначала выбрал принцип относительности и возвел его в ранг постулата. После этого не без колебаний принял в качестве постулата и то, что скорость света не зависит от движения источника света. И стал ломать голову над явным противоречием, состоявшим в том, что наблюдатель, бегущий по направлению к источнику света, и наблюдатель, удаляющийся от источника, увидят свет, идущий к ним с одинаковой скоростью, и эту же скорость зафиксирует наблюдатель, неподвижно стоящий на платформе и наблюдающий за движением того же луча.

Эйнштейн писал: “В связи с этой дилеммой кажется неизбежным отказаться либо от принципа относительности, либо от простого закона распространения света в пустоте”³²⁸.

А потом случилось нечто невероятное. Во время разговора с другом к Альберту Эйнштейну пришло одно из самых замечательных творческих озарений за всю историю физики.

³²⁸ Einstein 1916, параграф 7.

Прорыв

Впоследствии Эйнштейн вспоминал, что в тот день, когда он зашел за своим лучшим другом Марселем Бессо, в Берне стояла прекрасная погода. Бессо был замечательным инженером, но очень несоборанным человеком; Эйнштейн с ним познакомился еще во время учебы в Цюрихе, а затем переманил в Швейцарское патентное бюро. В течение долгого времени они ходили на работу вместе и по дороге беседовали. На этот раз Эйнштейн рассказал Бессо о той самой проблеме, которая его тогда мучила.

В какой-то момент Эйнштейн сказал: “Я готов сдаться”. Но в процессе обсуждения, как вспоминал Эйнштейн, он “неожиданно нашел ключ к решению проблемы”. На следующий день он пребывал в состоянии сильного возбуждения, и, когда увиделся с Бессо, не поздоровавшись, выпалил: “Спасибо тебе, я окончательно разобрался в проблеме”³²⁹.

Между днем, когда Эйнштейн решил проблему, и днем, когда он послал в журнал свою наиболее знаменитую статью “К электродинамике движущихся тел”, прошло всего пять недель. В статье не было ни ссылок на литературу, ни упоминаний работ других авторов, не было и никаких благодарностей, кроме изящной последней фразы: “В заключение отмечу, что мой друг и коллега М. Бессо явился верным по-

³²⁹ Einstein 1922c; Reiser, 68.

мошником при разработке изложенных здесь проблем и что я обязан ему за ряд ценных указаний”.

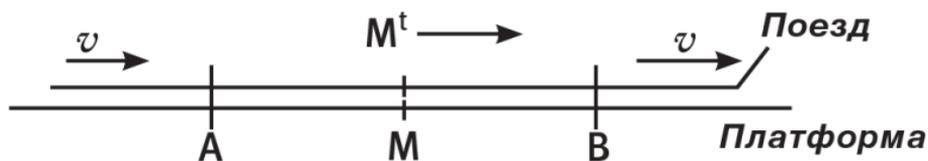
И что же за прозрение снизошло на него во время его разговора с Бессо? “Мое решение пришло при анализе самой концепции времени, – говорил Эйнштейн, – время нельзя определить абсолютно, время и скорость сигнала неразрывно связаны”.

Если разбираться более детально, ключевая идея состоит в том, что два события, кажущиеся одновременными одному наблюдателю, не будут казаться одновременными другому, движущемуся быстро относительно первого. И нет способа выяснить, кто из наблюдателей на самом деле прав. Другими словами, нет возможности утверждать, что два события действительно произошли одновременно.

Эйнштейн позже объяснил эту концепцию, используя мысленный эксперимент с движущимися поездами. Предположим, молнии ударили в железнодорожную платформу в двух разных точках – A и B . Если мы говорим, что удары молнии были одновременными, что мы имеем в виду?

Эйнштейн понял, что нам потребуется работающее определение одновременности, то есть то, которое мы сможем действительно применить и которое потребует учета скорости света. Его ответ состоял в том, что мы будем считать удары молнии одновременными, если мы стоим ровно посередине между точками A и B и свет от них доходит до нас в один и тот же момент.

Но теперь давайте представим себе, как это явление воспринимается пассажиром, быстро едущим в поезде. В своей книге 1916 года для объяснения этой идеи неспециалистам Эйнштейн использовал следующий рисунок, на котором длинный поезд изображен в виде линии вверху рисунка.



Предположим, в определенный момент (с точки зрения наблюдателя, стоящего на платформе), когда молния ударяет в точки A и B , пассажир находится в середине поезда в точке M^t , которая находится как раз напротив места, где стоял наблюдатель на платформе, то есть в точке M . Если поезд покоится относительно платформы, пассажир внутри поезда увидит удары молнии одновременно, точно так же как и наблюдатель на платформе.

Но если поезд движется направо относительно платформы, за то время, что свет идет до него, пассажир приблизится к точке B . Таким образом, к тому времени, как к нему придет свет, он уже слегка сместится вправо и, как следствие, увидит свет, исходящий из точки B , раньше, чем свет, пришедший из точки A . И он будет уверен, что в точку B молния ударила раньше, чем в точку A , то есть что удары были не

одновременными.

Эйнштейн делает вывод: “Следовательно, мы приходим к важному результату. События, одновременные относительно полотна железной дороги, не являются одновременными по отношению к поезду, и наоборот”. Принцип относительности говорит о том, что нет способа установить, что “движется”, а что “покоится” – платформа или поезд. Мы только можем сказать, что они движутся друг относительно друга. Таким образом, не существует “настоящего” или “правильного” ответа. Нельзя утверждать, что любые два события произошли “абсолютно” или “действительно” одновременно³³⁰.

Это простая идея, но очень радикальная. Из нее следует, что нет абсолютного времени, а есть много движущихся систем координат, в каждой из которых течет свое собственное относительное время. Хотя Эйнштейн воздержался от того, чтобы назвать эту идею действительно “революционной”, как он назвал идею световых квантов, фактически она перевернула науку. Вернер Гейзенберг, сам позднее совершивший похожую революцию, введя принцип квантовой неопределенности, заметил: “Благодаря этой концепции изменилось само основание физики, изменение было неожиданное и радикальное, потребовавшее смелости от молодого и радикально мыслящего гения”³³¹.

³³⁰ Einstein 1916, параграф 9.

³³¹ Einstein 1922c; Heisenberg 1958, 114.

В своей статье 1905 года Эйнштейн использовал живой образ, который, как мы можем догадываться, пришел ему в голову, когда он наблюдал движение поездов, движущихся по направлению к железнодорожному вокзалу Берна мимо рядов часов, синхронизированных с главными часами, находящимися наверху, на знаменитой городской башне. “Мы должны обратить внимание на то, что все наши суждения, в которых время играет какую-нибудь роль, всегда являются суждениями об одновременных событиях. – писал он. – Если я, например, говорю: «Этот поезд прибывает сюда в семь часов», то это означает примерно следующее: «Указание маленькой стрелки моих часов на семь часов и прибытие поезда суть одновременные события»”. Однако наблюдатели, быстро движущиеся друг относительно друга, будут иметь разные точки зрения на то, одновременно ли происходят два удаленных события.

Концепция “абсолютного времени”, которая подразумевает, что есть время, существующее в “действительности” и тикающее независимо от состояния любого наблюдателя, была краеугольным камнем в физике во все времена начиная с момента, когда Ньютон сделал такое утверждение в своем трактате *Principia*³³² за 216 лет до Эйнштейна. То же самое можно сказать об абсолютном пространстве и расстоянии. В книге 1 трактата *Principia* Ньютон написал свое знаменитое

³³² Полное название трактата – *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* – “Математические начала натуральной философии”.

утверждение: “Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно... Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным”³³³.

Но даже сам Ньютон как будто чувствовал некоторый дискомфорт от того, что эти концепции нельзя проверить прямым наблюдением. “Вместо истинного математического времени, – пишет он, – в обыденной жизни... употребляется относительное, кажущееся или обыденное время, которое есть... внешняя, постигаемая чувствами мера длительности”³³⁴. И чтобы устранить противоречие, он прибег к помощи Бога: “Он [Бог] продолжает быть всегда и присутствует всюду, всюду и везде существуя; Он установил пространство и продолжительность”^{335, 336}.

Эрнст Мах, чьи книги повлияли на мировоззрение Эйнштейна и его товарищей по “Академии Олимпия”, раскритиковал ньютоновское понятие абсолютного времени как “бессмысленную метафизическую концепцию”, которая “не мо-

³³³ Ньютон И. *Математические начала натуральной философии*. М., 1989. Пер. с лат. А. Крылова.

³³⁴ Ibid.

³³⁵ Ibid.

³³⁶ Sir Isaac Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1689); Einstein, *The Methods of Theoretical Physics*, лекция в Оксфорде, 10 июня 1933 г., в Einstein 1954, 273.

жет родиться из опыта”. Ньютон, как говорил он осуждающе, “действовал вопреки высказанному им намерению исследовать только реальные факты”³³⁷.

Анри Пуанкаре в своей книге “Наука и гипотеза” – еще одной любимой книги “академиков Олимпии” – также указал на слабость ньютоновской концепции абсолютного времени. В ней он написал: “Мы не способны к непосредственному восприятию не только равенства двух промежутков времени, но даже простого факта одновременности двух событий, происходящих в различных местах”^{338, 339}.

Как представляется, оба – и Мах, и Пуанкаре – подготовили очень важные предпосылки для революционного прорыва, совершенного Эйнштейном. Но, как он позднее признавался, даже больше этого ему помог скептицизм в отношении мысленных конструкций, оторванных от чисто реальных наблюдений, которому он научился у шотландского философа Давида Юма.

Учитывая то, сколько раз он в своих статьях использует мысленные эксперименты, включающие движущиеся поезда и удаленные часы, логично было бы предположить, что на-

³³⁷ Fölsing, 174–175.

³³⁸ Пуанкаре А. *О науке*. М., 1990.

³³⁹ Пуанкаре продолжал ссылаться на себя, утверждая, что он высказал эту идею в статье под названием *The Measurement of Time*. Артур И. Миллер заметил, что друг Эйнштейна Морис Соловин мог читать эту статью на французском и обсудить ее с Эйнштейном. Позднее Эйнштейн будет ее цитировать, и его анализ синхронизации часов напоминает ход мыслей Пуанкаре. Miller 2001, 201–202.

глядно представить результаты его мысленных экспериментов и их изложить ему помогли поезда, пронесившиеся мимо часовой башни в Берне, и ряды синхронизованных часов на станционных платформах. И действительно, существует апокриф о том, как Эйнштейн обсуждал свою новую теорию с друзьями, указывая (или по крайней мере ссылаясь) на синхронизованные часы в Берне и не синхронизованные с ними часы на шпигеле башни в соседней деревне Муни³⁴⁰.

В книге Питера Галисона “Часы Эйнштейна и карты Пуанкаре” автор анализирует технологический дух того времени и предлагает над этим подумать. Проблема синхронизации часов в то время была весьма актуальна. В 1890 году Берн представил городскую систему синхронизации часов, а десятилетием позже, к тому времени, когда туда переехал Эйнштейн, поиск способов увеличения точности синхронизации часов и координации их работы с работой часов в других городах стал для Швейцарии идеей фикс.

Кроме того, основной работой Эйнштейна и Бессо в па-

³⁴⁰ Fölsing, 155: “Прохожие видели, как он жестикулировал, указывая друзьям и коллегам на одну из колоколен Берна, а затем – на колокольню в соседней деревушке Мури”. В книге Galison, 253 пересказывается та же история. Обе цитаты приводят в качестве источника книгу: Max Flückiger, *Einstein in Bern* (1974), 95. Фактически Флюкигер просто цитирует коллегу, который рассказал, что Эйнштейн указывал на эти часы как на гипотетический пример, см. Alberto Martinez, *Material History and Imaginary Clocks*, *Physics in Perspective* 6 (2004): 229. Мартинес замечает, однако, что на самом деле интересно то, что часы на башне в Мури не были синхронизованы с часами в Берне, и Эйнштейн демонстрировал именно это, объясняя теорию друзьям.

тентном бюро была оценка электромеханических устройств. В том числе им пришлось проанализировать и массу заявок на способы синхронизации часов с помощью электрических сигналов.

С 1901 по 1904 год, как сосчитал Галисон, в Берне было выдано двадцать восемь таких патентов.

Один из них, к примеру, назывался “Установка с центральными часами для определения времени одновременно в нескольких удаленных друг от друга местах”. Похожая заявка поступила 25 апреля, всего за три недели до того дня, когда состоялся исторический разговор Эйнштейна с Бессо, во время которого на Эйнштейна сошло озарение. В заявке излагалась идея изготовления часов с управляемым электромагнитом маятником, которые могли быть синхронизованы с другими такими же часами посредством электрических сигналов. В этих заявках общим было то, что все они использовали сигналы, распространяющиеся со скоростью света³⁴¹.

Нам следует быть осторожными и не переоценивать влияние, которое оказывали заявки, поданные в патентное бюро, на ход мыслей Эйнштейна. Хотя при описании своей теории Эйнштейн использовал образ часов, все-таки главный ее пункт – трудности, с которыми наблюдатели, движущиеся друг относительно друга, сталкиваются при использовании

³⁴¹ Galison, 222, 248, 253; Dyson. Тезис Галисона основан на его собственном исследовании архива патентных заявок.

световых сигналов для синхронизации своих часов. Но как раз этого в патентных заявках не было³⁴².

Тем не менее интересно отметить, что в первых двух разделах его статьи по теории относительности были описаны, причем непосредственно и с красочными реалистическими деталями (стиль, выгодно отличавший его манеру изложения от стиля, скажем, Лоренца или Максвелла), два реальных физических явления, которые он лучше всего знал, а именно генерация “электрических токов одинаковой величины” при перемещении катушек и магнитов друг относительно друга благодаря “эквивалентности их относительно-го движения” и использование “световых сигналов”, чтобы убедиться, что “пара часов синхронизована”.

Как отметил сам Эйнштейн, его работа в патентном бюро “стимулировала к тому, чтобы видеть физические выводы из теоретических концепций”³⁴³. И, как заметил Александр

³⁴² Norton 2006a, 3, 43: “При другом упрощенном подходе слишком большое внимание уделяется той части работы Эйнштейна, которая особенно восхищает нас сегодня, – гениальной идее использовать световые сигналы и часы, для того чтобы провести анализ концепции одновременности. При этом подходе придается слишком большое значение понятиям, которые им были только кратко сформулированы в конце, спустя годы после начала работы... Они не являются необходимыми для понимания специальной теории относительности или относительности одновременности”. См. также Alberto Martinez, *Material History and Imaginary Clocks*, *Physics in Perspective* 6 (2004): 224–240; Alberto Martinez, *Railways and the Roots of Relativity*, *Physics World*, ноябрь 2003 г.; Norton 2004. Полезно мнение Дайсона, благодаря которому изыскания и соображения Галисона получают дополнительное подтверждение (см. Dyson). См. также Miller, 2001.

³⁴³ Интервью с Эйнштейном, Bucky, 28; Einstein 1956, 12.

Мошковский, который выпустил в 1921 году книгу, основанную на беседах с Эйнштейном, он считал, что “есть определенная связь между тем, что он узнал в патентном бюро, и его теоретическими результатами”³⁴⁴.

³⁴⁴ Moszkowski, 227.

“К электродинамике движущихся тел”

Теперь давайте посмотрим, как Эйнштейн все это изложил в знаменитой статье, присланной в журнал *Annalen der Physik* 30 июня 1905 года. Кроме того что эта статья имеет огромное значение, это, возможно, еще и наиболее увлекательный и приятный научный текст из всех когда-либо созданных. В ней описаны яркие мысленные эксперименты, большая часть идей изложены с помощью слов, а не сложных уравнений. Там имеется и некоторое количество вычислений, но в основном таких, которые может понять и старшеклассник. Как сказал про нее автор книг о науке Деннис Овербай, “вся статья демонстрирует, как можно простым языком передать глубокие и волнующие идеи”³⁴⁵.

Начинается статья с обсуждения “асимметрии” при рассмотрении “электродинамического взаимодействия между магнитом и проводником”, возникающего в процессе их относительного движения. Как известно, со времен Фарадея для объяснения индуцированного в проволочной петле тока существовало два разных теоретических объяснения: для случая движения магнита относительно петли и петли от-

³⁴⁵ Overbye, 135.

носителем магнита³⁴⁶. “Наблюдаемое явление зависит здесь только от относительного движения проводника и магнита, – пишет Эйнштейн, – в то время как, согласно обычному представлению, два случая, в которых движется либо одно, либо другое из этих тел, должны быть строго разграничены”³⁴⁷.

Различие между двумя случаями основывалось на представлении, которого все еще придерживалось большинство ученых, о том, что существует состояние “покоя” относительно эфира. Но ситуация с парой “магнит – катушка” в совокупности со всеми наблюдениями за светом демонстрирует, что “не только в механике, но и в электродинамике никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютно покоя”. Это побудило Эйнштейна повысить принцип относительности до “статуса постулата”, гласящего, что все законы механики и электродинамики во всех системах координат, движущихся друг относительно друга с постоянными скоростями, остаются теми же самыми.

Эйнштейн продолжает, предлагая для обсуждения другой постулат, на котором основывается его теория, – посто-

³⁴⁶ Miller 1984, 109, 114. Miller 1981, в которой в главе 3 автор объясняет влияние экспериментов Фарадея с вращающимися магнитами на специальную теорию относительности Эйнштейна.

³⁴⁷ Einstein. *On the Electrodynamics of Moving Bodies*, *Annalen der Physik* 17 (26 сентября 1905 г.). Существует множество легкодоступных изданий. В интернете текст статьи выложен на сайте www.fourmilab.ch/etexts/einstein/specrel/www/. Полезные комментарии к текстам Эйнштейна можно найти в книгах Stachel, 1998; Stephen Hawking, ed., *Selections from the Principle of Relativity* (2002); Richard Muller, ed., *Centennial Edition of The Theory of Relativity* (2005).

яньство скорости света “не зависит от состояния движения испускающего свет тела”. Затем, небрежным росчерком пера с очаровательной беззаботностью вставив слово “излишняя” по отношению к научной догме, почитавшейся двумя поколениями ученых, этот бунтарь – патентный эксперт перечеркивает ее: “Введение «светоносного эфира» окажется при этом излишним, поскольку в предполагаемой теории не вводится «абсолютно покоящееся пространство», наделенное особыми свойствами”.

Используя эти два постулата, Эйнштейн объяснил громадный концептуальный прорыв, который он совершил в ходе дискуссии с Бессо. “Два события, одновременные при наблюдении из одной координатной системы, уже не воспринимаются как одновременные при рассмотрении из системы движущейся относительно данной системы”. Другими словами, нет такого понятия как абсолютная одновременность.

Чтобы завлечь читателя, Эйнштейн в нескольких предельно простых фразах указывает на то, что само время можно определить, только опираясь на одновременные события, например, пересечение маленькой стрелкой риски с надписью 7 на циферблате часов и момент прибытия поезда. Отсюда следует очевидное, но довольно удивительное заключение: если нет такого понятия, как абсолютная одновременность, значит, нет и такого понятия, как “настоящее” или, другими словами, абсолютное время. Позже он изложил это так: “Нет таких часов, чье тиканье было бы слышно везде во всем ми-

ре и считалось бы временем”³⁴⁸.

Более того, эта концепция также означала, что еще одно допущение Ньютона, которое он изложил в начале своего трактата *Principia*, пересмотрено. Эйнштейн показал, что если время относительно, то и пространство, и расстояния – понятия относительные: “Если человек в вагоне проходит в единицу времени, измеряемого в поезде, отрезок w , то при измерении с полотна дороги этот отрезок не обязательно должен равняться w ”³⁴⁹.

Объяснил это Эйнштейн так: он попросил нас нарисовать стержень, имеющий определенную длину и находящийся в состоянии покоя относительно наблюдателя. А потом попросил представить себе, что стержень движется. Спрашивается: какую длину будет иметь этот стержень?

Один способ определить эту длину – двигаться вместе со стержнем с той же, что и он, скоростью и приложить к нему рулетку. Но какова будет его длина, если ее измеряет некто, не движущийся вместе с ним? В этом случае способ измерения, основанный на измерениях времени синхронизованными стационарными часами, будет состоять в определении точного положения каждого конца стержня в фиксированный момент времени и измерении с помощью стационарной рулетки расстояния между двумя этими точками. Эйнштейн показывает, что два этих метода дадут различные результа-

³⁴⁸ Einstein, малоизвестное дополнение к книге 1916 г.: *Relativity*, CPAE 6: 44a.

³⁴⁹ Einstein 1916.

ты.

Почему? Потому что стационарные часы были синхронизованы стационарным наблюдателем. Но что случится, если наблюдатель, который движется со скоростью стержня, попытается синхронизовать эти часы? Он синхронизирует их по-другому, поскольку у него будет другое представление об одновременности. Как написал Эйнштейн, “наблюдатели, движущиеся вместе со стержнем, найдут, что часы в точках не идут синхронно, в то время как наблюдатели, находящиеся в покоящейся системе, объявили бы эти часы синхронными”.

Другим следствием теории относительности будет то, что человеку, стоящему на платформе, будет казаться, что время в быстро движущемся поезде идет медленнее. Представьте себе, что в поезде имеются “часы”, сделанные из двух зеркал – одно на потолке и одно на полу, – и луч света бежит, отражаясь, от одного зеркала к другому. С точки зрения женщины, едущей в поезде, свет идет прямо вверх, а потом прямо вниз. Но мужчине, стоящему на платформе, покажется, что свет, выходящий из источника на полу, двигается под углом к потолочному зеркалу, которое сдвинулось чуть-чуть вперед, а затем обратно – под углом к зеркалу на полу, которое тоже немножко сдвинется вперед. Для обоих наблюдателей скорость света одна и та же (это знаменитый постулат Эйнштейна). Мужчина на платформе видит, что расстояние, которое свет должен проходить между отражениями, боль-

ше, чем расстояние, которое наблюдает женщина в движущемся поезде. Таким образом, с точки зрения мужчины на платформе, внутри быстро идущего поезда время идет медленнее³⁵⁰.

Другой способ объяснить это – использовать корабль Галилея. Вообразим луч света, посланный с верхушки мачты на палубу. Для наблюдателя на корабле свет пройдет расстояние, в точности равное длине мачты. А для наблюдателя на берегу свет пойдет по гипотенузе треугольника, образованного мачтой и отрезком пути (а это быстрый корабль!), который корабль преодолет за время, которое требуется свету для преодоления расстояния от верхушки мачты до палубы. Для обоих наблюдателей скорость света одна и та же. Для наблюдателя на земле свет преодолевает большее расстояние до палубы. Другими словами, то же самое событие (свет, посланный с верхушки мачты, доходит до палубы) займет больше времени, если оценивать его с точки зрения наблюдателя, находящегося на берегу, чем для наблюдателя на корабле³⁵¹.

Это явление, называемое релятивистским замедлением времени, приводит к так называемому парадоксу близнецов. Если юноша стоит на платформе, а его сестра-близнец отправляется в дальнее странствие на космическом корабле, летящем почти со скоростью света, она, когда вернется, ока-

³⁵⁰ Bernstein 2006, 71.

³⁵¹ Этот пример четко описан в следующих книгах: Miller 1999, 82–83; Panek, 31–32.

жется моложе своего брата. Но, поскольку движение относительно, здесь, очевидно, возникает парадокс. Сестра, летящая в корабле, считает, что это не она, а ее брат быстро движется, и, когда они вновь встретятся, она будет ожидать, что именно он состарится меньше.

Может ли каждый из них оказаться моложе другого? Конечно, нет. Явление не симметрично по отношению к обоим близнецам. Так как космический корабль движется не с постоянной скоростью, а, напротив, он должен развернуться, именно сестра в космическом корабле, а не брат на Земле будет стареть медленнее.

Явление замедления времени было экспериментально подтверждено, для этого даже использовались тесты с часами на коммерческих самолетах. Но в нашей обычной жизни это явление не особенно важно, поскольку скорость нашего движения относительно любого другого наблюдателя никогда по порядку величины не приближается к скорости света. Действительно, если вы проведете почти всю свою жизнь в самолете, к тому времени как вы опуститесь на Землю, вы состаритесь примерно на 0,00005 с меньше, чем ваш близнец на Земле, что с лихвой компенсируется вашим ускоренным старением из-за того, что в течение всей жизни вы будете есть самолетную пищу³⁵².

³⁵² Лекция Джеймса Хартгла в Аспенском центре физики, 29 июня 2005 г.; British National Measurement Laboratory, отчет по экспериментам по растяжению времени, весна 2005 г., www.npl.co.uk/publications/metromnia/issue18/

У специальной теории относительности есть еще много других странных проявлений. Представьте себе опять световые часы в поезде. Что случится, если поезд мчится мимо наблюдателя на платформе со скоростью, приближающейся к скорости света? Понадобится почти бесконечное время, чтобы луч света в поезде дошел от пола к движущемуся потолку и обратно к движущемуся полу. Таким образом, время в поезде, с точки зрения наблюдателя на платформе, почти остановится.

Когда скорость объекта приближается к скорости света, его кажущаяся масса тоже увеличивается. Закон Ньютона, утверждающий, что сила равна массе, умноженной на ускорение, все еще справедлив, но, поскольку кажущаяся масса возрастает, все большая и большая сила приводит к все меньшему и меньшему ускорению. Приложить настолько большую силу, чтобы даже легкий шарик стал двигаться быстрее скорости света, не удастся. Согласно теории Эйнштейна, скорость света – предельная скорость во Вселенной, и ни частица, ни информация не могут двигаться быстрее.

После всех этих разговоров про то, что расстояния и длительности зависят от движения наблюдателя, у некоторых может появиться искушение задать вопросы: “И какой наблюдатель «правильный»? Чьи часы показывают «действительное» время? Какова длина стержня «в действительности»? Чья точка зрения об одновременности «правильная»?”

Согласно специальной теории относительности, все инер-

циальные системы отсчета равноправны. Неважно, действительно ли стержень сжимается или время замедляется, мы знаем только, что наблюдатели в разных состояниях движения получают при измерениях разные величины. И теперь мы можем обойтись без эфира как некоей “избыточной” сущности, и значит, не существует никакой заданной “покоящейся” системы отсчета, которая имела бы преимущества перед другими системами.

Одно из самых прозрачных объяснений того, что Эйнштейн придумал, содержится в его письме коллеге по “Академии Олимпия” Соловину:

“Теория относительности может быть изложена в нескольких словах. Вопреки тому что с древних времен было известно, что движение воспринимается только как относительное движение, физика основывалась на понятии абсолютного движения. При изучении световых волн делалось предположение, что одно состояние движения – движение светоносного эфира – отличается от всех других. Было предположено, что все движения тел происходят относительно этого светоносного эфира, который считался воплощением абсолютного покоя. Но после того, как все попытки обнаружить выделенное состояние движения этого гипотетического эфира в экспериментах провалились, стало казаться, что проблему нужно переформулировать, что и сделано в теории относительности. В ней предположено, что нет

привилегированных физических состояний движения, и ставился вопрос о том, какие из этого могут вытекать следствия”.

Революционная идея Эйнштейна, как он объяснил ее Соловину, состояла в том, что нужно убрать концепции, “которые не подтверждены экспериментом”, такие как “абсолютная одновременность” и “абсолютная скорость”³⁵³.

Все же очень важно отметить, что теория относительности вовсе не предполагает, что “все относительно” или что все субъективно.

А предполагает она, что измерения времени, включая длительность и одновременность, могут зависеть от движения наблюдателя. То же самое касается измерений пространственных характеристик, таких как расстояние и длина.

Но есть комбинация этих двух переменных, которую мы называем “пространственно-временной интервал”, который остается инвариантным во всех инерциальных системах. Кроме того, есть и другие инварианты – например, скорость света.

В действительности Эйнштейн предложил называть свое детище “теорией инвариантов”, но название не прижилось. Макс Планк в 1906 году использовал термин “относительная теория” (*Relativtheorie*), а к 1907 году Эйнштейн в письме к своему другу Паулю Эренфесту уже называл ее *Relativitätstheorie* – теорией относительности.

³⁵³ Письмо Эйнштейна Морису Соловину, без даты, см. также в Solovine, 33, 35.

Один из способов убедиться в том, что Эйнштейн говорил не об относительности всего, а об инвариантности, состоит в том, чтобы рассчитать, на какое расстояние распространится свет за заданный период времени. Это расстояние будет равно скорости света, умноженной на отрезок времени, в течение которого распространяется свет. Если мы стоим на платформе и наблюдаем за этим процессом, происходящим в проносящемся мимо поезде, протекшее там время нам будет казаться короче (в движущемся поезде время кажется замедленным) и расстояние меньше (линейка в движущемся поезде кажется укоротившейся). Но между двумя этими величинами – между измеренными расстоянием и временем – существует соотношение, остающееся неизменным независимо от того, в какой системе координат проводятся измерения³⁵⁴.

Более сложный способ понять это предложил Герман Минковский – бывший преподаватель математики Эйнштейна в Цюрихском политехникуме. Прочитав работу Эйнштейна, Минковский выразил изумление (и такой отзыв был бы не прочь услышать когда-нибудь каждый нерадивый студент от снисходительного учителя). “Для меня это оказалось огромным сюрпризом, поскольку во время учебы Эйнштейн был жутким лентяем, – сказал Минковский физику Максу Борну, – он вообще никогда не интересовался математи-

³⁵⁴ Krauss, 35–47.

кой”³⁵⁵.

Минковский решил привнести в теорию формальную математическую структуру. Его подход был тем же самым, который был предложен путешественником во времени на первой странице знаменитого романа Герберта Уэллса “Машина времени”, опубликованного в 1895 году: “На самом деле существует четыре измерения, три из них мы называем пространственными, а четвертое – временным”. Минковский как раз и рассматривал все события в виде точек в четырехмерной системе координат, где в качестве четвертой координаты выступает время. Это позволяло осуществлять преобразования координат, но математические соотношения между событиями оставались инвариантными.

Минковский эффектно представил свой новый математический подход в своей лекции, прочитанной в 1908 году. “Точка зрения на пространство и время, которую я хочу изложить, возникла из экспериментальной физики, в этом ее сила, – сказал он, – она радикальна. Отныне пространство само по себе и время само по себе обречены просто уйти в тень, и только их объединение сохранится в качестве независимой реальности”³⁵⁶.

Эйнштейн, все еще не проявлявший к математике долж-

³⁵⁵ Seelig 1956a, 28. Полное математическое описание специальной теории относительности см. Taylor and Wheeler 1992.

³⁵⁶ Pais, 1982, 151, цитата из Hermann Minkowski, *Space and Time*, лекция в Университете Кельна 21 сентября 1908 г.

ного уважения, в какой-то момент охарактеризовал работу Минковского как “излишне наукообразную” и пошутил: “С тех пор как математики занялись теорией относительности, я сам перестал ее понимать”. Но в действительности тончайшая работа Минковского привела его в восхищение, и в своей популярной книге 1916 года по теории относительности он посвятил ей целую главу.

Какое великолепное сотрудничество могло бы возникнуть!

Но в конце 1908 года Минковский попал в больницу с перитонитом в терминальной стадии. Легенда гласит, что перед смертью он произнес: “Как жаль умирать как раз тогда, когда наступил век теории относительности”³⁵⁷.

И снова стоит задаться вопросом о том, почему Эйнштейн смог сформулировать теорию относительности, а его современники не смогли. И Лоренц, и Пуанкаре уже сформулировали многие положения теории относительности. Пуанкаре даже поставил под сомнение абсолютную природу времени.

Но ни Лоренц, ни Пуанкаре не дошли до конца – не сказали, что нет необходимости во введении эфира, что нет абсолютного покоя, что время – величина относительная и зависит от движения наблюдателя и то же самое можно отнести к пространству. Физик Кип Торн сказал, что оба ученых “на ощупь брели к такому же, как и Эйнштейн, пересмотру наших представлений о пространстве и времени, но они про-

³⁵⁷ Clark, 159–60.

дирались через туман устоявшихся понятий, навязанных им ньютоновской физикой”.

А Эйнштейн, напротив, был в силах сбросить с себя ньютоновские ошибочные концепции. “Его убеждение в том, что Вселенной присуща простота и красота, и его готовность руководствоваться этими принципами, даже если при этом придется нарушить основы ньютоновской физики, привела его к новому описанию пространства и времени, и он продемонстрировал ясность мысли, которая была недоступна другим”³⁵⁸.

Пуанкаре никогда не связывал между собой относительность одновременности и относительность времени, и, когда он понял, какие следствия будут иметь его идеи о локальном времени, “отшатнулся от края пропасти”. Почему он не решился пойти дальше? Несмотря на то что у него были важные революционные идеи, он был в гораздо большей степени традиционалистом в физике, чем неизвестный па-

³⁵⁸ Thorne, 79. Это различие хорошо объяснил также и Миллер: Miller 2001, 200. Он пишет: “Ни Лоренц, ни Пуанкаре, ни любой другой физик не был готов приписать локальному времени Лоренца какой-либо физический смысл... Только Эйнштейн готов был выйти за рамки формальных понятий”. См. также: Miller 2001, 240: “Эйнштейн ввел это понятие, а Пуанкаре – нет. Его мысленный эксперимент позволил ему трансформировать математический формализм в новую теорию пространства и времени, в то время, как для Пуанкаре он был просто обобщением электронной теории Лоренца”. Миллер вернулся к этой теме и в другой книге: *Scientific Creativity: A Comparative Study of Henri Poincaré and Albert Einstein*, Creativity Research Journal 5 (1992): 385.

тентный эксперт с присущим ему бунтарским характером³⁵⁹. Банеш Хоффман сказал о Пуанкаре: “Когда осталось сделать решительный шаг, у Пуанкаре сдали нервы, и он вернулся к привычному образу мыслей и старым представлениям о пространстве и времени. Если нам это кажется странным, то только потому, что мы недооцениваем смелость, с которой Эйнштейн возвел принцип относительности в аксиому и сохранил веру в него, формируя наши новые представления о времени и пространстве”³⁶⁰.

Ясное представление о консерватизме Пуанкаре и смелости Эйнштейна можно составить, прочитав то, что пишет об этом один из последователей Эйнштейна в области теоретической физики из Института перспективных исследований Фримен Дайсон:

“Существенная разница между Пуанкаре и Эйнштейном состояла в том, что Пуанкаре был по темпераменту консерватором, а Эйнштейн – бунтарем. Когда Пуанкаре пытался создать новую теорию электромагнетизма, он старался как можно больше оставить из старого. Ему нравилась идея эфира, и он продолжал в нее верить, даже когда его собственная теория указывала, что эфир ненаблюдаем. Его версия

³⁵⁹ Письмо Артура Миллера автору, 1 августа 2005 г.

³⁶⁰ Hoffmann 1972, 78. Князь Луи де Бройль, физик-теоретик, один из основоположников квантовой теории, утверждавший, что частицы могут вести себя как волны, сказал о Пуанкаре в 1954 г.: “Но Пуанкаре так и не сделал решающего шага, он предоставил Эйнштейну честь объяснить все следствия принципа относительности”. См. Schilpp, 112; Galison, 304.

теории относительности была как лоскутное одеяло. Новая идея локального времени, зависящего от движения наблюдателя, выглядела как заплатка на старой концепции абсолютного времени и пространства, основанной на жестком и неподвижном эфире. Эйнштейн же, напротив, считал рамки прежней системы громоздкими и ненужными и с удовольствием от них избавился. Его версия теории была проще и элегантнее. В ней не было абсолютного пространства и не было эфира. Все сложные объяснения электрических и магнитных сил как упругих напряжений в эфире теперь можно было выбросить в мусорную корзину истории вместе со знаменитыми старыми профессорами, все еще верившими во все это”³⁶¹.

В результате Пуанкаре сформулировал принцип относительности, в котором были идеи, сходные с эйнштейновскими, но с одним существенным отличием. Пуанкаре признавал существование эфира, и скорость света у него была постоянной только при измерении наблюдателями, находящимися в покое относительно системы координат, привязанной к этому предполагаемому эфиру³⁶².

Еще более удивительный факт, который расставляет все по местам: Лоренц и Пуанкаре так и не смогли воспринять концепцию Эйнштейна даже после того, как прочитали его работу. Лоренц все еще цеплялся за существование эфира

³⁶¹ Dyson.

³⁶² Miller 1981, 162.

и привязанную к нему “покоящуюся” систему координат. В лекции 1913 года, которую Лоренц вставил в свою книгу “Принцип относительности”, изданную в 1920 году, он сказал: “Эйнштейн считает, что бессмысленно говорить о движении относительно эфира. Он также отрицает существование абсолютной одновременности. Что касается вашего лектора, то он испытывает определенное удовлетворение от сохранения старой интерпретации, согласно которой эфир обладает по крайней мере некоторой реальностью, время и пространство можно строго разделить, а насчет одновременности можно говорить и без дальнейших пояснений”³⁶³.

И Пуанкаре, кажется, тоже так никогда полностью не понял, какой прорыв совершил Эйнштейн. Даже в 1909 году он все еще настаивал, что теория относительности требует принятия третьего постулата, состоящего в том, что “тело, находящееся в движении, подвержено деформации в направлении, в котором перемещается”. В действительности, как показал Эйнштейн, сокращение стержней не отдельная гипотеза, согласно которой происходит реальная деформация, а следствие сформулированной им теории относительности.

Пуанкаре так и не отказался от концепции эфира или по-

³⁶³ Holton 1973, 178; Pais 1982, 166; Galison, 304; Miller 1981. Все четыре автора проделали большую работу по исследованию наследия Пуанкаре и его заслуг в создании специальной теории относительности, и этот раздел моей книги основывается на их работах. Я благодарен профессору Миллеру за предоставление его статьи *Why Did Poincaré Not Formulate Special Relativity in 1905?* и помощи в редактировании этого раздела.

нятия абсолютного покоя вплоть до своей смерти в 1912 году. Вместо теории относительности Эйнштейна, которую он никогда полностью не понимал и не принимал, он говорил о своем принятии “принципа относительности по Лоренцу”. Историк науки Артур И. Миллер замечал: “Пуанкаре твердо стоял за тот принцип, что в мире восприятий есть понятие абсолютной одновременности”³⁶⁴.

³⁶⁴ Miller 1984, 37–38; Лекция Анри Пуанкаре в Университете Лондона 4 мая 1912 г., процитированная в книгах: Miller 1984, 37; Pais 1982, 21, 163–168. Пайс пишет: “Никогда в жизни Пуанкаре не понимал основ специальной теории относительности... Очевидно также, что Пуанкаре либо никогда не понимал, либо, вероятнее, никогда не принимал теорию относительности Эйнштейна”. См. также Galison, 242 и замечания по этому поводу в других разделах.

Жена-соавтор?

Еще в 1901 году Эйнштейн написал своей тогда еще любовнице Милеве Марич: “Как счастлив и горд я буду, когда мы вместе доведем до конца нашу работу по относительным движениям!”³⁶⁵ Ну вот она и доведена до конца, и Эйнштейн, когда в июне закончил черновик статьи, был так измотан, что “весь скрючился и залег в кровать на две недели”, а Марич тем временем “проверяла статью снова и снова”³⁶⁶.

А потом они совершили необычный для них поступок – устроили совместную праздничную пирушку. Как только он закончил все четыре статьи, которые он в своем памятном письме Конраду Габихту пообещал написать, он отправил своему старому соратнику по “Академии Олимпия” еще одно послание, на этот раз открытку, за двумя подписями – своей и жены. Полный ее текст был таков: “Оба мы, увы, мертвецки пьяны и лежим под столом”³⁶⁷.

Все это вместе вызывает вопрос более тонкий и деликатный, чем вопрос о влиянии Лоренца и Пуанкаре, а именно – какова была роль Милевы Марич?

Тем августом они провели отпуск вместе, поехали в Сер-

³⁶⁵ Письмо Эйнштейна Милеве Марич, 27 марта 1901 г.

³⁶⁶ Michelmores, 45.

³⁶⁷ Overbye, 139; Highfield and Carter, 114; Письмо Эйнштейна и Милевы Марич Конраду Габихту, 20 июля 1905 г.

бию повидать ее друзей и родственников. Во время пребывания там Марич была преисполнена гордости и готова была разделить лавры с мужем. Согласно рассказам, записанным позднее, она говорила отцу: “Не так давно мы закончили очень значительную работу, которая прославит моего мужа на весь мир”. Их отношения в то время как будто бы восстановились, и Эйнштейн публично выражал благодарность своей жене за помощь. “Мне нужна помощь жены, – говорил он ее друзьям в Сербии, – она решает все мои математические задачи”³⁶⁸.

Некоторые утверждали, что Марич была полноценным соавтором, и было даже свидетельство, позже опровергнутое³⁶⁹, что на ранней рукописи статьи по теории относительности стояло также и ее имя. На конференции 1990 года в Новом Орлеане Американская ассоциация перспективных исследований организовала секцию, на которой состоялись дебаты по этому вопросу Ивэна Уолкера из Мэриленда – физика и исследователя в области рака – и Джона Стэчела, руководителя проекта по наследию Эйнштейна. Уолкер

³⁶⁸ Overbye, 140; Trbuhovic-Gjuric, 92–93; Zackheim, 62.

³⁶⁹ Вопрос о том, стояло ли имя Марич в каком-то виде на рукописи статьи, очень запутан. Оказывается, единственным источником таких свидетельств являлся покойный российский физик (Абрам Иоффе), но он никогда с уверенностью не утверждал, что ее имя указывалось среди имен авторов статьи, а других свидетельств, подтверждающих этот факт, нет. Объяснение этому см. *John Stachel's appendix to the introduction of Einstein's Miraculous Year*, centennial reissue edition (2005), iv.

представил разные письма, в которых употреблялось словосочетание “наша работа”, а Стэчел отвечал, что такие фразы были просто данью романтическим отношениям и не было “никаких свидетельств того, что она [Милева] привнесла какие-либо свои собственные идеи”.

Дискуссия, что вполне объяснимо, привлекла внимание ученых и прессы. Колумнистка-феминистка Эллен Гудман написала пристрастную заметку в *Boston Globe*, в которой она привела подтверждения своей точки зрения, а *The Economist* напечатал статью под заголовком “«Относительно» важный вклад миссис Эйнштейн”. Еще одна конференция состоялась в 1994 году в Университете города Нови-Сад, и там ее организатор – профессор Растко Маглич – заявил, что наступило время “подчеркнуть заслуги Милевы, с тем чтобы она заняла заслуженное место в истории науки”. Общественная дискуссия достигла кульминации в 2003 году, когда вышел в эфир документальный фильм “Жена Эйнштейна”, в целом демонстрирующий сбалансированный подход к освещению роли Милевы, хотя авторы излишне доверчиво отнеслись к версии о том, что имя Милевы стояло на оригинале рукописи³⁷⁰.

³⁷⁰ *The Relative Importance of Einstein's Wife*, *The Economist*, 24 февраля 1990 г.; Evan H. Walker, *Did Einstein Espouse His Spouse's Ideas?* *Physics Today*, февраль 1989 г.; Ellen Goodman, *Out from the Shadows of Great Men*, *Boston Globe*, 15 марта 1990 г.; *Einstein's Wife*, PBS, 2003, www.pbs.org/opb/einsteins_wife/index.htm; Holton 2000, 191; Robert Schulmann and Gerald Holton, *Einstein's Wife*, письмо в *New York Times Book Review*, 8 октября 1995 г.; Highfield and Carter, 108–114; Svenka Savic,

Все указывает на то, что Марич для Эйнштейна была резонатором, хотя в этом качестве ее роль была не так велика, как роль Бессо. Она также помогала проверять математические выкладки, но нет свидетельств того, что она выдвигала новые математические концепции. Кроме того, она вдохновляла и терпела его (что временами было даже сложнее).

Для придания красочности нашей истории и чтобы вызвать у читателей эмоциональный отклик, было бы забавно еще пофантазировать на эту тему. Но вместо этого мы должны идти по менее увлекательному пути и придерживаться доказанных фактов. Ни в одном письме Марич и Эйнштейна друг к другу или к их друзьям не было упомянуто какого-либо примера идеи или новой концепции, касающейся относительности, принадлежащих Марич.

Да и сама она никогда – даже в письмах ее семье и близким друзьям во время их мучительного развода – не утверждала, что внесла существенный вклад в сформулированные Эйнштейном теории. Ее сын, Ганс Альберт, который был пре-

The Road to Mileva Maric-Einstein, www.zenskestudie.edu.yu/wgsact/e-library/e-lib0027.html#_fn1; Christopher Bjerknæs, *Albert Einstein: The Incurable Plagiarist*, home.com cast.net/~xtxinc/CIPD.htm; Alberto Martínez, *Arguing about Einstein's Wife*, *Physics World*, апрель 2004 г., physicsweb.org/articles/world/17/4/2/1; Alberto Martínez, *Handling Evidence in History: The Case of Einstein's Wife*, *School Science Review*, Mar. 2005, 51–52; Zackheim, 20; Andrea Gabor, *Einstein's Wife: Work and Marriage in the Lives of Five Great Twentieth-Century Women* (New York: Viking, 1995); John Stachel, *Albert Einstein and Mileva Maric: A Collaboration That Failed to Develop*, в Н. Pryciór et al., eds., *Creative Couples in Science* (1995), 207–219; Stachel 2002a, 25–37.

дан ей и жил с ней во время развода, предложил собственную версию ее участия, вошедшую в книгу Питера Микельмора: “Милева помогала ему решать определенные математические проблемы, но никто не мог помочь ему в выдвижении идей, то есть в творческой части работы”³⁷¹. Скорее всего, это заключение – отражение слов Марич, сказанных ею сыну.

В действительности нет нужды преувеличивать вклад Марич и на этом основании восхищаться ею, сочувствовать и считать соавтором новой теории. Как говорит историк науки Джеральд Холтон, оценивать ее заслуги выше того, на что она когда-либо претендовала, значит “не только исказить ее действительно значительное место в истории, но и преуменьшать трагизм ее несбывшихся девичьих надежд и перспектив”.

Эйнштейн восхищался мужеством и смелостью женщины, решившей стать физиком, несмотря на то что она произошла из тех мест, где женщинам обычно не позволялось претендовать на это. Теперь, спустя столетие, мы должны восхищаться именно проявленным Марич мужеством, когда она, войдя в мир физиков и математиков, в котором доминировали мужчины, попыталась конкурировать с ними. Именно поэтому она должна занять почетное место в истории науки, которое она действительно заслужила, безотносительно

³⁷¹ Michelmores, 45.

ее роли в создании теории относительности³⁷².

³⁷² Holton 2000, 191.

Заключительная кода E = mc^2 , сентябрь 1905 года

Своим письмом к товарищу по “Академии Олимпия” Ко-нраду Габихту Эйнштейн начал свой год чудес, а односложной открыткой ему же, написанной в пьяном виде, отметил его кульминацию. Однако в сентябре он написал еще одно письмо Габихту, на этот раз пытаюсь заманить его к себе работать в патентное бюро, из которого ясно, что образ Эйнштейна как одинокого волка создан явно искусственно и не совсем соответствует действительности. “Возможно, удастся заполучить тебя в наше сообщество патентных рабов, – писал он, – может быть, тебе покажется это относительно приятным делом. Действительно ли ты готов и хочешь приехать?”

Имей в виду, что кроме восьми часов на работе ежедневно остается еще восемь часов, чтобы подурочиться, а еще есть воскресенья.

Я бы очень хотел, чтобы ты был здесь”.

Как и в том письме, написанном шесть месяцев тому назад, он мимоходом объявил о важнейшем научном прорыве – том, который может быть описан самым известным уравнением во всей научной литературе:

“Мне пришло на ум еще одно следствие статьи по электродинамике, а именно – что принцип относительности в сочетании с уравнениями Максвелла требует, чтобы масса бы-

ла непосредственной мерой энергии, содержащейся в теле. Свет несет с собой массу. В случае с радием должно наблюдаться заметное уменьшение его массы. Идея занятная и соблазнительная; но не смеется ли надо мной всемилостивый Бог и не водит ли он меня за нос – этого мне знать не дано”³⁷³.

Эйнштейн развил эту идею с элегантною простотой. Статья, которую в *Annalen der Physik* получили от него 27 сентября 1905 года, названная “Зависит ли инерция тела от содержащейся в нем энергии?”³⁷⁴, включает в себя всего три пункта и занимает неполные три страницы. Ссылаясь на свою прежнюю работу по специальной теории относительности, он заявляет: “Результаты электродинамических исследований, недавно опубликованные мной в этом журнале, приводят к очень интересному следствию, вывод которого будет представлен в этой статье”³⁷⁵.

И на этот раз он выводит теорию из первых принципов и постулатов, не пытаясь объяснить эмпирические данные, которые начали собирать физики-экспериментаторы, изучающие катодные лучи, относительно зависимости массы от скорости частиц. Соединив теорию относительности и уравнения Максвелла, он начал (что уже не удивляет) с мысленного

³⁷³ Письмо Эйнштейна Конраду Габихту, 30 июня – 22 сентября 1905 г. (почти наверняка это было в начале сентября – после возвращения из отпуска и начала работы над статьей о $E=mc^2$).

³⁷⁴ А. Эйнштейн. Собрание научных трудов в четырех томах. Т. 1.

³⁷⁵ Einstein. *Does the Inertia of a Body Depend on Its Energy Content?* *Annalen der Physik* 18 (1905), получено 27 сентября 1905 г., CPAE 2: 24.

эксперимента. Он посчитал свойства двух световых импульсов, испущенных в противоположных направлениях телом, находящимся в покое. Затем он рассчитал свойства этих импульсов и испускающего их тела в системе координат, движущейся относительно первой, и отсюда пришел к уравнению, связывающему скорость и массу.

Результатом был элегантный вывод: масса и энергия суть разные проявления одного и того же свойства. Между двумя этими величинами есть фундаментальная взаимозависимость. Как Эйнштейн сформулировал это в своей статье, “масса тела есть мера содержащейся в нем энергии”.

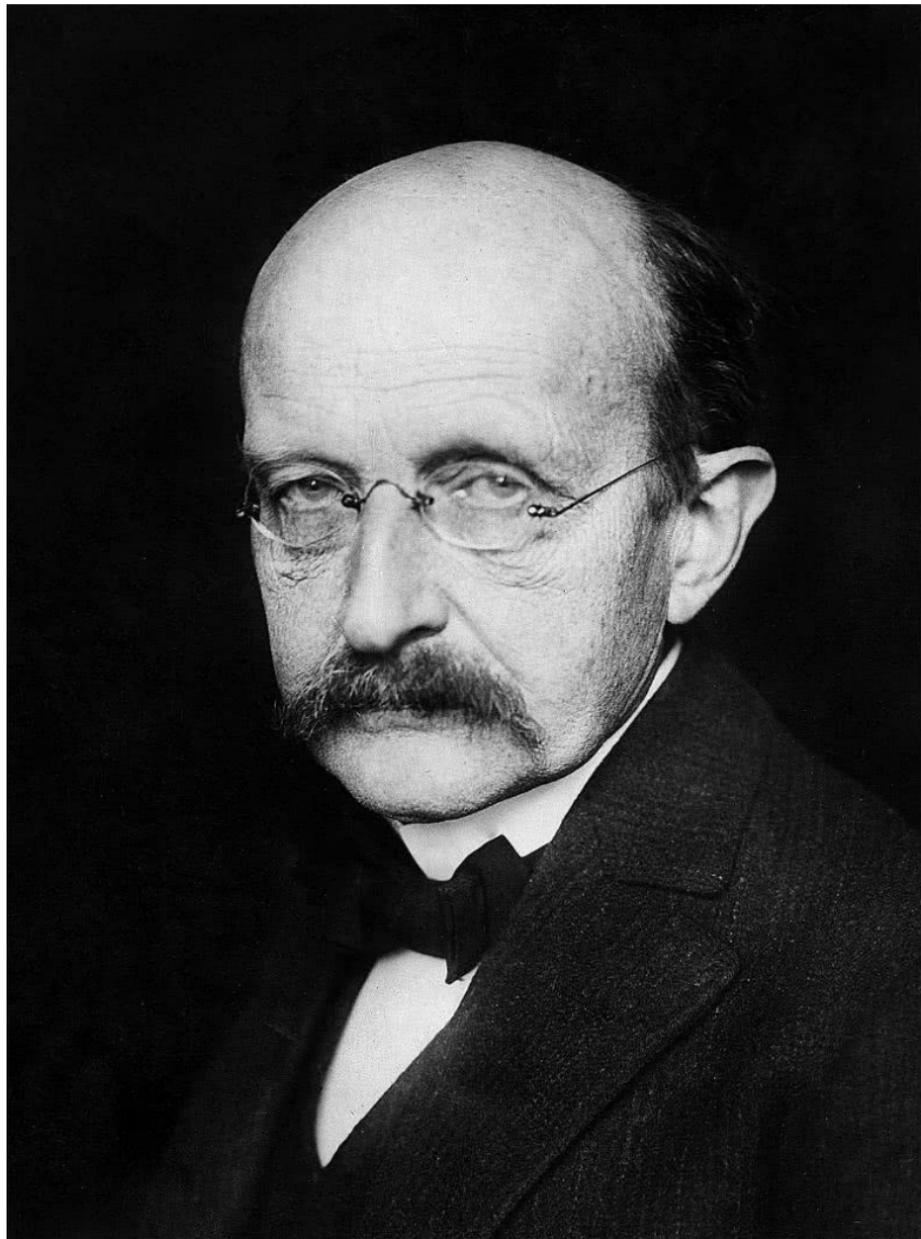
Для того чтобы описать это соотношение, он также использовал замечательно простую формулу: “Если тело отдаст энергию L в виде излучения, его масса уменьшается на величину L/V^2 ”. Можно и по-другому переписать это выражение: $L = mV^2$. До 1912 года Эйнштейн использовал для обозначения энергии букву L , а потом в рукописи перечеркнул ее и заменил более общепринятой – E . А для скорости света он сначала использовал букву V , а потом заменил ее более привычной c . Таким образом, используя обозначения, которые вскоре стали общеупотребительными, Эйнштейн вывел свое знаменитое выражение:

$$E = mc^2.$$

Энергия равна массе, умноженной на квадрат скорости света. Скорость света, как известно, огромна. Ее квадрат неизмеримо больше. Поэтому небольшое количество веще-

ства, если его массу полностью перевести в энергию, эквивалентно огромной энергии. Килограмм массы превращается примерно в 25 млрд киловатт-часов электрической энергии. Еще более наглядно: масса одной изюминки может обеспечить почти всю потребность в энергии Нью-Йорка в течение целого дня³⁷⁶. Как обычно, Эйнштейн закончил статью, предложив способ экспериментальной проверки предложенной им теории. “Не исключена возможность того, – написал он, – что эту теорию удастся проверить для веществ, энергия которых меняется в большей степени (например, солей радия)”.

³⁷⁶ Глубокое исследование следствий из уравнения Эйнштейна, а также соображений, которые привели к их выводу, см. Bodanis. У Боданиса имеется также ссылка на полезный сайт, на котором можно прочитать более детальное описание этой темы: davidbodanis.com/books/emc2/notes/relativity/sigdev/index.html. Расчет массы изюминки см. Wolfson, 156.



Макс Планк. 1930-е гг.

Глава седьмая

Самая счастливая мысль 1906–1909

Признание

Всплеск творческой активности Эйнштейна в 1905 году поражает воображение. Он разработал революционную квантовую теорию света, доказал существование атомов, объяснил броуновское движение, перевернул представления о пространстве и времени и вывел уравнение, которое потом станет самым известным уравнением в истории науки. Создается такое впечатление, что вначале заметило это не так уж много людей. По словам его сестры, Эйнштейн надеялся, что серия его статей в известном журнале обеспечит ему – неизвестному патентному эксперту третьего класса – признание академического сообщества, а возможно, даже позволит получить академическую должность. “Но он был горько разочарован, – рассказывала она. – Публикации были встречены ледяным молчанием”³⁷⁷.

Это не совсем так. Небольшая, но весьма влиятельная

³⁷⁷ Maja Einstein, xxi.

горстка уважаемых физиков вскоре обратила внимание на статьи Эйнштейна, и как оказалось, в их числе был самый важный из всех возможных его почитателей, о котором только можно было мечтать. Это был Макс Планк, признанный европейский гуру теоретической физики, чью загадочную математическую константу, объясняющую излучение черного тела, Эйнштейн превратил в элемент совершенно новой реальности. Как член редколлегии *Annalen der Physik*, ответственный за поданные в журнал теоретические работы, Планк просмотрел работы Эйнштейна, и та, что была посвящена относительности, как вспоминал он позже, “сразу же вызвала мой живой интерес”. Как только она была опубликована, Планк прочитал в Берлинском университете лекцию по относительности³⁷⁸.

Планк был первым физиком, который поверил в теорию Эйнштейна и стал на нее ссылаться. В статье, опубликованной весной 1906 года, он утверждал, что теория относительности согласуется с принципом наименьшего действия – основным принципом физики, согласно которому свет или любой объект, движущийся от одной точки к другой, выбирает наикратчайший путь³⁷⁹.

³⁷⁸ Fölsing, 202; Max Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers* (1949), 42.

³⁷⁹ Более точное определение приводится Ричардом Фейнманом в его лекциях по физике (Boston: Addison-Wesley, 1989), 19–1: “Действие в физике имеет прямой смысл. Это средняя по времени разность между кинетической энергией частицы и ее потенциальной энергией. Принцип наименьшего действия устанавливает, что частица будет двигаться вдоль того пути, который минимизирует эту

Статья Планка не только внесла вклад в развитие теории относительности, но и помогла другим физикам поверить в ее правильность. То разочарование, которое Майя Эйнштейн заметила в своем брате, улетучилось. “Мои работы были высоко оценены и породили ряд других исследований, – ликовал он в письме к Соловину, – профессор Планк недавно написал мне об этом”³⁸⁰.

Преисполненный гордости патентный эксперт и знаменитый профессор вскоре обменялись письмами. Когда какой-то теоретик выразил сомнение в точке зрения Планка на то, что теория относительности согласуется с принципом наименьшего действия, Эйнштейн принял сторону Планка и написал ему об этом в открытке. Планк был рад. “Сейчас, когда сторонники принципа относительности составляют такую небольшую группу, – ответил он Эйнштейну, – вдвойне важно, чтобы у них не было разногласий между собой”. Он добавил, что надеется посетить Берн в будущем году и встретиться с Эйнштейном лично³⁸¹.

Планк так и не приехал в Берн, но послал туда своего преданного помощника Макса Лауэ³⁸². Лауэ с Эйнштейном к этому времени уже обменялись письмами по поводу свето-

разность”.

³⁸⁰ Fölsing, 203; письмо Эйнштейна Морису Соловину, 27 апреля 1906 г.; поздравление от Эйнштейна Планку, 1913, СРАЕ 2: 267.

³⁸¹ Письмо Макса Планка Эйнштейну, 6 июля 1907 г.; Hoffmann 1972, 83.

³⁸² Позже, после смерти отца, он стал Максом фон Лауэ. – *Прим. авт.*

вых квантов, которые были описаны в работе Эйнштейна, и Лауэ писал, что согласен с его “эвристической точкой зрения на то, что излучение может поглощаться и излучаться только определенными конечными квантами”.

Однако, так же как и Планк, Лауэ полагал, что Эйнштейн неверно считает эти кванты характеристикой самого излучения, и утверждал, что кванты были всего лишь описанием способа, которым излучение испускается и поглощается веществом. “Это характеристика не электромагнитных процессов в вакууме, а излучающей или поглощающей материи, – писал Лауэ, – и следовательно, излучение не состоит из квантов света, как сказано в шестом разделе вашей первой работы”³⁸³. (В этом разделе Эйнштейн писал, что излучение “ведет себя в термодинамическом смысле так, будто состоит из не зависящих друг от друга квантов энергии”).)

В процессе подготовки к визиту в Берн летом 1907 года Лауэ обнаружил, что Эйнштейн работает не в Бернском университете, а в патентном бюро, на третьем этаже здания почтамта и телеграфа, и был поражен этим обстоятельством. Встреча с самим Эйнштейном удивила его не меньше. “Молодой человек, который пришел встретить меня, произвел на меня такое странное впечатление, что я не поверил, что это может быть автор теории относительности, – рассказывал Лауэ, – так что, когда он прошел мимо, я не окликнул его”. Через какое-то время Эйнштейн вернулся и снова про-

³⁸³ Письмо Макса Лауэ Эйнштейну, 2 июня 1906 г.

шел мимо него, и Лауэ наконец поверил, что это он.

Они гуляли и разговаривали часами, и Эйнштейн в какой-то момент предложил ему сигару, и Лауэ вспоминал, что она “была такой мерзкой, что я «случайно» уронил ее в реку”. А вот теории Эйнштейна, напротив, произвели на него приятное впечатление. Лауэ рассказывал, что “в течение первых двух часов нашего разговора он перевернул с ног на голову всю механику и электродинамику”. Он действительно пришел в такой восторг, что в последующие четыре года опубликовал восемь работ по теории относительности Эйнштейна, и они стали близкими друзьями³⁸⁴.

Некоторые теоретики сочли статьи Эйнштейна, целый шквал которых обрушился на их головы из патентного бюро, слишком абстрактными. Арнольд Зоммерфельд, позже ставший другом Эйнштейна, был одним из первых, кто усмотрел в подходе Эйнштейна к теоретическим исследованиям что-то еврейское, и эта тема позже была подхвачена антисемитами. В этом подходе многим не хватало должного уважения к понятиям порядка и абсолюта, поэтому он казался недостаточно глубоко обоснованным. “Какими бы замечательными работы Эйнштейна ни были, – писал Зоммерфельд Лоренцу в 1907 году, – мне по-прежнему кажется, что в этих постулатах, смысл которых невозможно понять и которые невозможно себе представить, есть что-то не совсем здоровое. Англичанин вряд ли создал бы подобную теорию. Как и в случае

³⁸⁴ Hoffmann 1972, 84; Seelig 1956a, 78; Fölsing, 212.

Кона, это, возможно, свойство характера семитов, склонных к абстрактным умозаключениям”³⁸⁵.

Интерес к работам Эйнштейна со стороны физиков не принес ему известности, не получил он и никаких предложений работы. “Я с удивлением узнал, что вам приходится сидеть по восемь часов в день в офисе, – писал один молодой физик, который тоже решил его посетить. – История любит дурные шутки”³⁸⁶. Но, поскольку он наконец получил докторскую степень, его по крайней мере повысили в звании в патентном бюро – с эксперта третьего класса до технического эксперта второго класса, в результате чего его жалование выросло на целых 1000 франков в год по сравнению с прежними 4500 франками³⁸⁷.

Его работоспособность поражает. Притом что он шесть дней в неделю работает в патентном бюро, он продолжает забрасывать журналы статьями и обзорами: шесть в 1906 году и еще десять в 1907 году. А еще по крайней мере раз в неделю он играл в струнном квартете. И был хорошим отцом своему трехлетнему сыну, которого с гордостью называл “наглецом”. Марич писала своей подруге Элен Савич: “Муж ча-

³⁸⁵ Письмо Арнольда Зоммерфельда Хендрику Лоренцу, 26 декабря 1907 г., см. Diana Kormos Buchwald, *The First Solvay Conference*, в *Einstein in Context* (1993), 64. Зоммерфельд ссылается на немецкого физика Эмиля Кона, специалиста по электродинамике.

³⁸⁶ Письмо Якоба Лауба Эйнштейну, 1 марта 1908 г.

³⁸⁷ Письмо от Швейцарского патентного бюро Эйнштейну, 13 марта 1906 г.

сто дома в свободное время играет с нашим мальчиком”³⁸⁸.

Начиная с лета 1907 года Эйнштейн стал часть своего времени посвящать занятиям, которые, в случае если судьба не была бы к нему благосклонна, позволили бы ему пойти по стопам дяди и отца и стать изобретателем электрических приборов, которые можно было бы продавать. В сотрудничестве с членом “Академии Олимпия” Конрадом Габихтом и его братом Паулем Эйнштейн разработал установку для усиления крошечных электрических зарядов, с помощью которой их можно было бы измерить и изучить. Эти занятия преследовали скорее теоретические, чем практические цели. Идея заключалась в создании лабораторного устройства, которое позволило бы изучать малые электрические флуктуации.

Принцип установки был простым. Если две металлические полосы поднести близко друг к другу, электрический заряд на одной из них индуцирует заряд противоположного знака на другой. Мысль Эйнштейна была в том, чтобы использовать несколько полосок, на которых этот заряд будет индуцироваться десять раз, а затем все заряды по очереди передавать в накопитель. Процесс нужно повторять до тех пор, пока исходный малюсенький заряд не увеличится многократно, и после этого его легко будет измерить. Сложность состояла в том, чтобы заставить хитроумное устройство ра-

³⁸⁸ Письмо Милевы Марич Элен Савич, декабрь 1906 г.

Учитывая его гены, воспитание и многолетнюю работу в патентном бюро, Эйнштейн, казалось, имел все шансы стать гениальным инженером. Но оказалось, что он больше приспособлен для занятий теорией. К счастью, Пауль Габихт оказался хорошим механиком, и к августу 1907 года у него уже был готовый для демонстрации прототип “машинки” (*Maschinchen*). Эйнштейн пишет ему: “Я изумлен молниеносностью, с которой вы построили нашу *Maschinchen*, и я продемонстрирую ее в воскресенье”. К сожалению, машинка не заработала. Через месяц, в течение которого они пытались усовершенствовать свое устройство, Эйнштейн пишет: “Мне ужасно любопытно, что вам уже удалось сделать”.

На протяжении 1908 года письма между Эйнштейном и Габихтами, полные сложных схем и многочисленных идей о том, как заставить устройство работать, летали туда и обратно. Эйнштейн опубликовал описание устройства в журнале, который в течение некоторого времени издавал их возможный спонсор. К октябрю Пауль Габихт смог построить улучшенную версию, но возникли проблемы с сохранением заряда. Он привез машинку в Берн, где Эйнштейн организовал лабораторию в одной из школ, и нанял местного механика. К ноябрю показалось, что машинка заработала. Потребовался еще год или около того, чтобы получить патент и начать

³⁸⁹ Einstein, *A New Electrostatic Method for the Measurement of Small Quantities of Electricity*, 13 февраля 1908 г., CPAE 2: 48; Overbye, 156.

изготовление нескольких коммерческих версий устройства. Но они так и не смогли довести свое устройство до ума и заинтересовать им рынок, и Эйнштейн постепенно потерял к нему интерес³⁹⁰.

Заниматься этими практическими делами, возможно, было весело, но искусственная изоляция Эйнштейна от общества академических физиков стала доставлять больше неудобств, чем преимуществ. В статье, которую он написал еще весной 1907 года, он с веселой самоуверенностью заявил, что у него нет ни доступа к научной литературе, ни желания узнать, что другие теоретики написали на эту тему. В статье он написал: “Представляется естественным, что последующее могло быть уже частично выяснено другими авторами раньше, однако, принимая во внимание, что затронутые здесь вопросы обсуждаются с новой точки зрения, я позволил себе отказаться от весьма затратного для меня просмотра литературы, надеясь, что этот пробел будет заполнен другими”³⁹¹. Однако, когда позднее в том же году ему было поручено написать основную статью по теории относительности в ежегодный сборник научных статей, в его письме редактору, информирующем о том, что он, возможно, не знаком со всей литературой, уже было меньше дерзости. “К со-

³⁹⁰ Письма Эйнштейна Паулю и/или Конраду Габихту, 16 августа, 2 сентября 1907 г., 17 марта, июнь, 4 июля, 12 октября, 22 октября 1908 г., 18 января, 15 апреля, 28 апреля, 3 сентября, 5 ноября, 17 декабря 1909 г.; *Overbye*, 156–158.

³⁹¹ Эйнштейн А. *Об инерции, требуемой принципом относительности* // Собр. науч. трудов: в 4 т. Т. 1.

жалению, я не в состоянии ознакомиться со всей литературой, опубликованной на эту тему, – писал он, – потому что в мое нерабочее время библиотека закрыта”³⁹².

В том же году он подал заявку на вакансию приват-доцента в Бернском университете. Это была должность на нижней ступени академической лестницы, которая предполагала чтение лекций и проверку работ студентов, за что приват-доцент мог получать от них небольшое вознаграждение. Практика работы в этой должности в большинстве европейских университетов обеспечивала в будущем преимущество претендентам на профессорское звание. К своему заявлению Эйнштейн приложил семнадцать опубликованных статей, в том числе по относительности и световым квантам. Предполагалось, что он представит также еще и неопубликованную работу – текст для хабилитации³⁹³, но он решил не утруждать себя ее написанием, поскольку от этого требования иногда освобождались те, кто имел “другие выдающиеся достижения”.

В результате только один профессор из всего преподавательского комитета высказался за то, чтобы взять его на работу, не требуя от него написания новой диссертационной работы, “с учетом важных научных достижений господина

³⁹² Einstein, *On the Inertia of Energy Required by the Relativity Principle*, 14 мая 1907 г., СРАЕ 2: 45; письмо Эйнштейна Иоханнесу Штарку, 25 сентября 1907 г.

³⁹³ Одна из процедур получения высшей академической докторской степени в некоторых европейских странах.

Эйнштейна”. Остальные высказались против, и требование написания диссертации не было отменено. Неудивительно, что Эйнштейн посчитал эпизод “забавным”. Он так и не написал тогда докторской диссертации и, соответственно, не получил должность³⁹⁴.

³⁹⁴ Письмо Эйнштейна в Департамент образования Бернского кантона, 17 июня 1907 г., CPAE 5: 46; Fölsing, 228.

Эквивалентность гравитации и ускорения

Путь Эйнштейна к общей теории относительности начался в ноябре 1907 года, когда он судорожно пытался в срок закончить статью по специальной теории относительности для ежегодного сборника научных статей. Два ограничительных условия, существовавших в этой теории, все еще не давали ему покоя: она была справедлива только применительно к прямолинейному движению с постоянной скоростью (поведение и состояние объектов менялось при изменении их скорости или направления движения) и не включала в себя теорию гравитации Ньютона.

“Я сидел на стуле в патентном бюро в Берне, и меня вдруг озарило, – вспоминал он, – ведь, если человек свободно падает, он перестает чувствовать свой собственный вес”. Эта мысль “поразила” его, запустила процесс напряженных восьмилетних усилий по обобщению специальной теории относительности и, как он выразился, “подтолкнула к размышлениям над теорией гравитации”³⁹⁵. Позже он высокопарно назвал ее “самой счастливой мыслью в своей жизни”³⁹⁶.

³⁹⁵ Einstein 1922c.

³⁹⁶ Einstein, *Fundamental Ideas and Methods of Relativity Theory*, 1920, неопубликованный черновик статьи для журнала *Nature*, CPAE 7: 31. В ней он использовал немецкое выражение “*glücklichste Gedanke meines Lebens*” (самая счастливая

История со свободно падающим человеком стала знаковой, в некоторых вариантах истории фигурирует реальный художник, упавший с крыши соседнего с патентным офисом жилого дома³⁹⁷. Как и другие самые знаменитые апокрифы про гравитационные открытия – падение предметов с Пизанской башни у Галилея и упавшее на голову Ньютона яблоко³⁹⁸, – это, скорее всего, просто легенда, укоренившаяся в массовом сознании, а на самом деле она больше похожа на мысленный эксперимент, чем на реальное событие. Несмотря на концентрацию Эйнштейна на научных проблемах и его отрешенность от повседневной жизни, даже он, увидев реальное падение человека с крыши, вряд ли в первую очередь подумал бы о теории тяготения, и тем более маловероятно, что он назвал бы эти мысли самыми счастливыми в своей жизни.

Эйнштейн усовершенствовал свой мысленный эксперимент, поместив падающего человека в закрытое пространство, например в ящик или лифт³⁹⁹, свободно падающий на

мысль в моей жизни).

³⁹⁷ *Einstein Expounds His New Theory*, New York Times, 3 декабря 1919 г.

³⁹⁸ Bernstein 1996a, 10. В книге подчеркивается, что ньютоновский мысленный эксперимент с падающим яблоком и эйнштейновский мысленный эксперимент с лифтом “стали выдающимися прорывами, которые обнаружили неожиданные глубины в повседневном опыте”.

³⁹⁹ В русском переводе книги “О специальной и общей теории относительности”, цитируемом здесь и далее в этом разделе, используется слово “ящик”. В современной литературе обычно используется слово “лифт”.

землю. В этом падающим лифте человек (по крайней мере, пока не разобьется) будет чувствовать себя невесомым. Любые вещи, которые он вытащит из кармана и выпустит из рук, будут парить с ним рядом.

Глядя на это с другой стороны, Эйнштейн представил себе человека в закрытом лифте, плавающем в глубоком космосе, “удаленном от звезд и других значительных масс”. Там он будет испытывать те же ощущения невесомости. “Для него, естественно, тяжесть не существует. Он должен прикрепить себя к полу веревками, чтобы от малейшего удара о пол не всплывать медленно к потолку”.

Потом Эйнштейн проделал другой мысленный эксперимент. Допустим, трос привязан к крышке ящика с наружной стороны, и за него тянут с постоянной силой. “Тогда ящик вместе с наблюдателем будет двигаться равномерно ускоренно «вверх»”. Человек внутри будет чувствовать, что его прижимает к полу. “Он стоит в ящике теперь совершенно так же, как и в комнате своего дома на Земле”. Если он вынет какую-то вещь из кармана и отпустит, она будет падать на пол “с ускорением”, причем для всех предметов с одним и тем же, независимо от веса объекта – точно так же, как и в поле тяжести, как это в свое время и описал Галилей. “Итак, человек в ящике придет к выводу, что он вместе с ящиком находится в постоянном во времени поле тяжести. Правда, какое-то время он будет удивлен тем, что сам ящик не падает в этом поле тяжести. Но затем он обнаружит в центре

крышки крюк с прикрепленным к нему натянутым тросом и придет к выводу, что ящик подвешен и покоится в поле тяжести”.

Эйнштейн спрашивает: “Можем ли мы посмеяться над этим человеком и сказать, что его предположение ошибочно?” Так же как в случае со специальной теорией относительности, и здесь заключение не может быть правильным или неправильным. “Мы должны также признать, что его предположение не содержит ни логических противоречий, ни противоречий с известными законами механики”⁴⁰⁰.

Его подход к решению этой проблемы типичен для его оригинального образа мыслей: он рассматривал явления, которые были так хорошо известны, что остальные ученые редко задумывались над ними. Каждый предмет имеет “гравитационную массу”, которая определяет его вес на поверхности Земли или – в более общем виде – силу притяжения между ним и любым другим предметом. Он также имеет “инертную массу”, которая определяет, какую силу нужно приложить к нему для того, чтобы его ускорить. Как отмечал Ньютон, инертная масса объекта всегда совпадает с его гравитационной массой, хотя определяются они по-разному. Совершенно очевидно, что это не простое совпадение, но никто не мог в полной мере объяснить, почему они совпадают.

Эйнштейна не устраивало, что одна и та же характеристика определяется двумя разными способами, и, чтобы до-

⁴⁰⁰ Einstein 1916, глава 20.

казать эквивалентность инертной и гравитационной масс, он использовал, как обычно, мысленный эксперимент. Если представить, что закрытый лифт движется в космосе (где нет гравитации) с ускорением вверх, то человек, находящийся внутри, ощущает силу, направленную вниз (и на предмет, висящий на привязанной к потолку веревке, действует сила, тянущая его вниз), и эта сила определяется его инертной массой. Точно так же если представить, что закрытый лифт находится в состоянии покоя в гравитационном поле, то человек, находящийся внутри, ощущает силу, направленную вниз (и на предмет, висящий на привязанной к потолку веревке, действует сила тяжести, направленная вниз), и эта сила обусловлена гравитационной массой. Но инертная масса всегда равна гравитационной массе. “Из этой аналогии, – писал Эйнштейн, – следует, что невозможно из опыта определить, является ли данная система координат ускоренной или... наблюдаемые эффекты обусловлены гравитационным полем”⁴⁰¹.

Эйнштейн назвал это “принципом эквивалентности”⁴⁰². Локальные действия гравитации и ускорения эквивалентны. Это послужило отправной точкой его попыток обобщить свою теорию относительности, сделать ее справедливой не

⁴⁰¹ Einstein, *The Fundamentals of Theoretical Physics*, *Science*, 24 мая 1940 г., в Einstein 1954, 329. См. также Sartori, 255.

⁴⁰² Эйнштейн впервые использовал эту фразу в статье *The Speed of Light and the Statics of the Gravitational Field* (“Скорость света в статическом гравитационном поле”), *CRAE* 4: 3, которую он написал для *Annalen der Physik* в феврале 1912 г.

только для систем, перемещающихся с постоянной скоростью. Основная идея, которую он развивал в течение последующих восьми лет, состояла в том, что “эффекты, которые мы приписываем действию тяжести, и эффекты, которые мы приписываем ускорению, производятся одной и той же структурой”⁴⁰³.

Подход Эйнштейна к созданию общей теории относительности еще раз продемонстрировал, как работает его мысль.

- Его всегда беспокоило, когда оказывалось, что две, казалось бы, не связанные между собой теории описывают одно и то же наблюдаемое явление. Так было с подвижной катушкой и движущимся магнитом, которые производят один и тот же наблюдаемый электрический ток. В этом случае он разрешил противоречие с помощью специальной теории относительности. Теперь та же ситуация возникла в случае с разными определениями для инертной массы и гравитационной масс, и это противоречие он начал разрешать, опираясь на принцип эквивалентности.

- Ему также становилось не по себе, когда теория предсказывала особенности, которые невозможно было наблюдать в природе. Так было с наблюдателями при равномерном движении: не было способа определить, какой из них был в состоянии покоя, а какой – в состоянии движения. Теперь, по-видимому, то же самое можно было сказать в отношении движущихся ускоренно наблюдателей: не было способа вы-

⁴⁰³ Janssen 2002.

яснить, кто из них находился в гравитационном поле, а кто ускорялся под действием других сил.

- Он стремился обобщить теории, а не довольствоваться констатацией того, что они описывают только частный случай. Он чувствовал, что не должно быть одного набора принципов для частного случая постоянной скорости движения и другого набора – для всех остальных типов движения. Всю свою жизнь он постоянно стремился к унификации теорий.

В ноябре 1907 года Эйнштейн, в спешке заканчивая к установленному сроку статью по теории относительности для ежегодного сборника статей по радиоактивности и электронике, приписывает к статье пятый раздел, в который включает свои новые идеи. Начинает он так: “До сих пор мы применяли принцип относительности... только к инерциальным системам отсчета. Возможно ли, чтобы принцип относительности был применим и к системам, которые движутся ускоренно друг относительно друга?”

Он предложил представить две среды, одна из которых ускоряется, а другая покоится в гравитационном поле⁴⁰⁴. Не существует такого физического опыта, проделав который вы заметите разницу в свойствах этих двух сред. “Поэтому в последующем обсуждении мы будем считать полностью физически эквивалентными покоящуюся систему отсчета в гравитационном поле и соответствующую ускоренную систему

⁴⁰⁴ Гравитационное поле должно быть статическим и однородным, а ускорение – постоянным и направленным по прямой.

отсчета”.

Проделав различные математические манипуляции с ускоренной системой, Эйнштейн показал, что, если его представления правильны, в более сильном гравитационном поле часы будут работать медленнее. Он также сделал много предсказаний, которые можно было проверить, в том числе о том, что луч света должен изгибаться под действием силы тяжести, и о том, что длина волны света, излучаемого источником с большой массой, например Солнцем, будет немного увеличиваться. Этот эффект впоследствии был назван гравитационным красным смещением. “На основе некоторых размышлений, хотя и слишком дерзких, но все же имеющих под собой основания, я пришел к выводу, что гравитационное поле может быть причиной смещения в красную область спектра, – объяснял он своему коллеге, – и искривление световых лучей под действием силы тяжести также можно объяснить исходя из этих аргументов”⁴⁰⁵.

Эйнштейну потребовалось еще восемь лет – до ноября 1915 года, – чтобы разработать фундамент этой теории и найти математическую форму для ее описания. Пройдет еще четыре года, прежде чем самое смелое из его предсказаний – об искривлении луча света в поле тяжести – будет обнаружено и измерено количественно в экспериментах, от смелости

⁴⁰⁵ Einstein, *On the Relativity Principle and the Conclusions Drawn from It*, Jahrbuch der Radioaktivität and Elektronik, 4 декабря 1907 г., CPAE 2:47 (“О принципе относительности и его следствиях”); письмо Эйнштейна Виллему Юлиусу, 24 августа 1911 г.

которых захватывает дух. Но именно тогда у Эйнштейна уже появилась идея – та самая, которая направила его по пути создания одной из самых элегантных и смелых теорий в истории физики – общей теории относительности.

Профессор

К началу 1908 года, когда уже такие академические звезды, как Макс Планк и Вильгельм Вин, признали его авторитет и стали посылать ему письма с просьбами объяснить свои идеи, у Эйнштейна заметно поуменьшилось желание стать профессором университета. Вместо этого он начал – хотите верьте, хотите нет – искать место учителя старшей школы. “Это мое желание, – говорил он Марселю Гроссману, который помог ему получить работу в патентном бюро, – объясняется только горячим стремлением приобрести лучшие условия для продолжения научной работы”.

Он был даже готов вернуться в техникум в Винтертур, где уже поработал раньше, замещая другого учителя. “Как нужно к этому приступить? – спрашивал он у Гроссмана. – Возможно, я позвоню кому-то и смогу его убедить в большой ценности моей восхитительной персоны как преподавателя и гражданина? Не произведу ли я на него плохое впечатление (не говорю на швейцарско-немецком диалекте, имею семитскую внешность и т. д.)?” Он уже написал статьи, которые перевернули физику, но не был уверен, что это поможет при поисках работы. “Будет ли какой-нибудь толк, если я сделаю акцент на своих научных достижениях?”⁴⁰⁶

Он также ответил на одно объявление о вакансии “учите-

⁴⁰⁶ Письмо Эйнштейна Марселю Гроссману, 3 января 1908 г.

ля математики и начертательной геометрии” в старшей школе в Цюрихе, приписав в своем заявлении: “Я готов также преподавать и физику”. В конце концов он все-таки решил приложить все статьи, которые он написал к тому моменту, включая статью по специальной теории относительности. На это объявление откликнулся и прислал заявки двадцать один претендент, но Эйнштейн не вошел даже в число трех финалистов⁴⁰⁷.

В результате Эйнштейн преодолел свою гордыню и решил написать докторскую диссертацию, для того чтобы получить место приват-доцента в Университете Берна. Как он объяснил поддержавшему его кандидатуру преподавателю университета, “беседа с вами в городской библиотеке, а также советы нескольких моих друзей побудили меня в конце концов изменить решение и во второй раз попытаться в Университете Берна, уже с хабилитацией”⁴⁰⁸.

Работа, которую он представил и которая явилась продолжением его революционной работы о световых квантах, была быстро принята, и в конце февраля 1908 года он стал приват-доцентом. Он наконец взобрался на академическую лестницу, по крайней мере на нижнюю ее ступеньку. Но его должность не была ни настолько хорошо оплачиваемой, ни

⁴⁰⁷ Письмо Эйнштейна Отделу образования Цюриха, 20 января 1908 г.; Fölsing, 236.

⁴⁰⁸ Письмо Эйнштейна Паулю Грюнеру, 11 февраля 1908; письмо Альфреда Клейнера Эйнштейну, 8 февраля 1908.

настолько престижной, чтобы отказаться от работы в патентном бюро. Его лекции в Университете Берна, таким образом, стали для него просто еще одной нагрузкой.

Темой его лекций, которые он читал по вторникам и субботам в семь утра в течение лета 1908 года, была теория теплоты, и на них вначале присутствовало только трое слушателей: Мишель Бессо и еще двое его коллег, работавших в здании почтамта. В зимнем семестре он перешел к теории излучения, и к трем его коллегам присоединился настоящий студент по имени Макс Штерн. К лету 1909 года Штерн остался единственным слушателем, и Эйнштейн прекратил читать лекции. Тем временем его внешность постепенно менялась: он приобрел профессорский вид, в жертву которому были принесены его шевелюра и одежда, в естественных условиях весьма беспорядочные⁴⁰⁹.

Альфред Кляйнер, профессор физики из Университета Цюриха, который помог Эйнштейну получить докторскую степень, призвал его не отказываться от должности приват-доцента⁴¹⁰. Кроме того, он в течение долгого времени пытался убедить власти Цюриха укрепить престиж университета, создав новую профессорскую позицию в области теоретической физики. Эти усилия увенчались успехом в 1908 году, но вместо ставки полного профессора была открыта вакансия доцента (ассистента профессора) при профессоре

⁴⁰⁹ Flückiger, 117–121; Fölsing, 238; Maja Einstein, xxi.

⁴¹⁰ Письмо Альфреда Кляйнера Эйнштейну, 8 февраля 1908 г.

Кляйнере.

Эта должность, очевидно, подходила Эйнштейну, хотя оставалось одно “но”. У Кляйнера имелся другой кандидат – его помощник Фридрих Адлер, бесцветный человек и страстный политический активист, с которым Эйнштейн подружился, когда они оба учились в Политехникуме. Адлер, чей отец был лидером Социал-демократической партии Австрии, был больше склонен заниматься политической философией, а не теоретической физикой. Однажды утром в июне 1908 года он пришел к Кляйнеру, они побеседовали и пришли к выводу, что это место было бы правильным занять не Адлеру, а Эйнштейну. В письме к своему отцу Адлер описал этот разговор и сказал, что Эйнштейн “не умеет выстраивать правильные отношения с людьми”, и поэтому “профессора в Политехникуме относились к нему с неприкрытым презрением”. Но, по словам Адлера, поскольку он гений, он заслужил это место и, скорее всего, получит его. “У них возникло чувство вины из-за того, что они так относились к нему раньше. Скандальность ситуации ощущается не только здесь, но и в Германии, где не понимают, как так получилось, что такому человеку приходится служить в патентном бюро”⁴¹¹.

Адлер сделал так, что власти Цюриха, а следовательно и все остальные, узнали, что он официально отказывается от места в пользу друга. Он заявил: “Если возможно заполучить

⁴¹¹ Письмо Фридриха Адлера Виктору Адлеру, 19 июня 1908 г.; Rudolph Ardel, *Friedrich Adler* (1984), 165–194; Seelig 1956a, 95; Fölsing, 247; Overbye, 161.

для нашего университета такого человека, как Эйнштейн, было бы абсурдно назначать меня”. Это упростило решение проблемы для советника, отвечавшего за образование и сторонника социал-демократов.

“Эрнсту хотелось назначить Адлера, так как он был его товарищем по партии, – объяснял Эйнштейн Мишелю Бессо, – но заявление Адлера, касающееся его и меня, сделало это невозможным”⁴¹².

И вот в конце июня 1908 года Кляйнер приезжает из Цюриха в Берн для проверки одной из приват-доцентских лекций Эйнштейна и, как Эйнштейн выразился, для того, чтобы “оценить масштаб бедствия”. Увы, впечатление было отнюдь не блестящим.

“Моя лекция действительно была не идеальной, – признавался Эйнштейн другу, – отчасти потому, что я не очень подготовился, а отчасти потому, что мне слегка действовало на нервы то, что я выступал в качестве экзаменуемого”. Кляйнер сидел нахмурившись и слушал, а после лекции сообщил Эйнштейну, что стиль его преподавания не соответствует профессорскому званию. Эйнштейн спокойно заявил, что это место ему “совершенно не нужно”⁴¹³.

Кляйнер вернулся в Цюрих и сообщил, что Эйнштейн “произносит монологи” и ему еще “далеко до того, чтобы стать преподавателем”. Казалось, его шансы обнулились.

⁴¹² Frank 1947, 75; письмо Эйнштейна Мишелю Бессо, 29 апреля 1917 г.

⁴¹³ Письмо Эйнштейна Якобу Лаубу, 19 мая 1909 г.; Reiser, 72.

И Адлер проинформировал своего могущественного отца: “Ситуация изменилась, и Эйнштейн вышел из игры”. Эйнштейн сделал вид, что не переживает. “История с моим профессорством провалилась, но со мной все в порядке, – написал он другу, – есть достаточно преподавателей и без меня”⁴¹⁴.

На самом деле Эйнштейн был расстроен, и он расстроился еще больше, когда услышал, что критические отзывы Кляйнера о его педагогических способностях стали известны не только в Швейцарии, но даже и в Германии. Он написал Кляйнеру письмо, сердито упрекая его “за распространение порочащих слухов”. Ему и так было трудно получить достойное академическое место, а из-за неблагоприятных отзывов Кляйнера о его лекциях он вообще мог бы распрощаться с такой возможностью.

Была в критике Кляйнера несомненная доля истины. Эйнштейн никогда не был талантливым преподавателем, и его лекции, как правило, производили впечатление бессистемных. И только уже после того, как к нему пришла слава, каждая его запинка превращалась молвой в очаровательный анекдот. Тем не менее Кляйнер смягчил свое отношение. Он сказал, что будет рад помочь Эйнштейну получить работу в Цюрихе, если только он сможет продемонстрировать “некоторые преподавательские способности”.

⁴¹⁴ Письмо Фридриха Адлера Виктору Адлеру, 1 июля 1908 г.; письмо Эйнштейна Якобу Лаубу, 30 июля 1908 г.

Эйнштейн ответил, что приедет в Цюрих, чтобы прочитать полноценную (и несомненно, хорошо подготовленную) лекцию в цюрихском Физическом обществе, что он и сделал в феврале 1909 года. “Мне повезло, – сообщает Эйнштейн вскоре после этого, – вопреки обыкновению я в этот раз прочитал хорошую лекцию”⁴¹⁵. Когда он потом зашел к Кляйнеру, профессор дал понять, что он вскоре получит предложение о работе.

Через несколько дней после того, как Эйнштейн вернулся в Берн, Кляйнер представил преподавательскому составу Университета Цюриха официальную рекомендацию. В ней он написал: “Эйнштейн является одним из ведущих физиков-теоретиков, и получил он это признание после публикации работ по принципу относительности”. По поводу педагогического мастерства Эйнштейна он выразился максимально лапидарно, сказав, что созрели все условия для его улучшения: “Доктор Эйнштейн докажет свои способности также и в качестве преподавателя, поскольку он слишком умен и слишком добросовестен, чтобы не прислушаться к советам, когда это необходимо”⁴¹⁶.

Одной из возникших проблем было еврейское происхождение Эйнштейна. Некоторые преподаватели считали это се-

⁴¹⁵ Письмо Эйнштейна Якобу Лаубу, 19 мая 1909 г.

⁴¹⁶ Альфред Кляйнер, факультетский отчет, 4 марта 1909 г.; Seelig 1956a, 166; Pais 1982, 185; Fölsing, 249. 37 Альфред Кляйнер, факультетский отчет, 4 марта 1909 г.

рьезной помехой, но Кляйнер их уверил, что Эйнштейн не имеет тех “неприятных черт характера”, которые, как считалось, присущи евреям. Итоговое решение преподавательского коллектива иллюстрирует как ситуацию с антисемитизмом, сложившуюся в то время, так и попытку университетских преподавателей подняться над ним:

“Впечатления нашего коллеги Кляйнера, основанные на личном знакомстве, были крайне важны как для комитета, так и для факультета в целом, поскольку доктор Эйнштейн является иудеем, и именно лицам этой национальности приписывают (во многих случаях не без основания) неприятные особенности характера, такие как назойливость, наглость и торгашеские наклонности, проявляющиеся в их понимании своего положения в науке. Следует, однако, отметить, что среди иудеев есть и другие люди, которые не обладают даже в малой степени этими неприятными чертами, и посему было бы неправильно отказывать кому-либо на том основании, что он является евреем. В действительности встречаются и среди людей, не принадлежащих к этой национальности, ученые, у которых развиваются черты, обычно приписываемые евреям, в частности меркантильное отношение к положению в университете и использование его в корыстных целях. Исходя из этого и комитет, и факультет в целом считают несовместимым со своим достоинством принять антисемитизм в качестве

руководства к действию”⁴¹⁷.

Результаты тайного голосования профессорско-преподавательского состава, состоявшегося в конце марта 1909 года, были следующими: десять “за” при одном воздержавшемся. Эйнштейн получил свое первое в жизни место профессора (адъюнкт-профессора) через четыре года после того, как совершил переворот в физике. К сожалению, ему предложили меньшую зарплату, чем та, которую он получал в патентном бюро, поэтому тогда он от места отказался. В конце концов власти Цюриха подняли оклад, и тогда Эйнштейн принял предложение. Своим коллегам он торжественно объявил:

“Итак, теперь я тоже стал официальным членом гильдии шлюх”⁴¹⁸.

Одной из тех, кто увидел уведомление в газете о назначении Эйнштейна, была домохозяйка из Базеля по имени Анна Майер-Шмид. Десять лет назад, когда она была еще незамужней семнадцатилетней девушкой, в какой-то из приездов Эйнштейна к матери на каникулы они встретились в отеле “Парадиз”. Большинство гостей показались ему “мещанами”, но к Анне он испытал симпатию и даже написал стихотворение в ее альбом: “О чем я могу здесь вам написать? / Я думаю, о многих вещах, / В том числе о поцелуе / В ваш крошечный ротик. / Если вы злитесь на меня за него, / Не на-

⁴¹⁷ Пайс А. *Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна*. М., 1989.

⁴¹⁸ Письмо Эйнштейна Якобу Лаубу, 19 мая 1909 г.

чинайте плакать. / Лучшее наказание – / Поцеловать меня в ответ”. И подписал: “Ваш друг-негодник”⁴¹⁹.

В ответ на поздравительную открытку Эйнштейн вежливо и мягко ответил ей довольно двусмысленным письмом. “Я, вероятно, лучше вас сохранил в памяти воспоминания о тех прекрасных неделях, которые мне было позволено провести рядом с вами в «Парадизе», – писал он, – и теперь я стал таким важным, что мое имя упоминается даже в газетах. Но я остался простым парнем”. Он признался, что женился на своей коллеге Марич, однако дал свой рабочий адрес. “Если вам когда-нибудь случится оказаться в Цюрихе и найдется время, разыщите меня. Это доставит мне большое удовольствие”⁴²⁰

⁴¹⁹ Эйнштейн, стихи в альбом Анне Шмид, август 1899, СРАЕ 1: 49.

⁴²⁰ Письмо Эйнштейна Анне Майер-Шмид, 12 мая 1909 г.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.