

Введение

Рядом с нами существует тайный мир — скрытая параллельная Вселенная, полная красоты и гармонии, тесно переплетенная с нашей. Это мир математики. И для большинства из нас он остается невидимым. Моя книга — приглашение в этот волшебный мир.

Задумайтесь о следующем парадоксе. С одной стороны, математика вплетена в полотно нашей повседневной жизни. Каждый раз, совершая покупку в Интернете или пытаясь найти в сети необходимую информацию, отправляя текстовое сообщение или используя GPS-устройства, мы прибегаем к помощи математических формул и алгоритмов. С другой стороны, математика повергает большинство людей в трепет. Она превратилась, по словам поэта Ганса Магнуса Энциенсбергера, в «слепое пятно в нашей культуре — чуждую территорию, на которой лишь элита, лишь несколько посвященных сумели укрепиться». Очень редко, считает он, случается нам «встретить человека, который с пеной у рта будет доказывать, что одна лишь мысль о том, чтобы прочитать роман, полюбоваться картиной или посмотреть кино, вызывает у него нестерпимые мучения»; при этом «разумные, образованные люди» частенько заявляют, «демонстрируя удивительную смесь презрения и гордости», что математика — это «чистая пытка» или «кошмар», который «наводит на них скуку».

Чем же объясняется эта аномалия? На мой взгляд, на это есть две причины. Во-первых, математика более абстрактна, чем другие предметы, и, следовательно, менее доступна. Во-вторых, то, что мы изучаем в школе, — это лишь крохотная часть математики, разработанная в основном более тысячи лет назад. С тех пор математика невероятно продвинулась вперед, однако большинство из нас даже не подозревает о том, какие сокровища от нас скрывают.

Представьте себе, что в школе вас заставляли посещать «уроки искусства», где вас учили только лишь как покрасить забор и никогда не показывали произведения Леонардо да Винчи и Пикассо. Смогли бы вы при этом научиться ценить искусство? Захотели бы вы узнать о нем побольше? Сомневаюсь. Скорее всего, вы отзывались бы о подобных уроках примерно так: «Эти уроки искусства

в школе были пустой тратой времени. Ведь если мне понадобится покрасить забор, я просто найму подходящего человека». Разумеется, это звучит нелепо, но именно так математика преподается сегодня, так что в представлении большинства из нас она стала интеллектуальным эквивалентом наблюдения за сохнувшей краской. При этом, в то время как произведения величайших мастеров живописи доступны для всех, математика великих мастеров остается тайной за семью печатями.

Однако волшебство математики кроется не только в ее эстетической красоте. Всем известно знаменитое изречение Галилео: «Книга Природы написана на языке математики». Математика — это способ описания реальности, путь к выяснению того, как работает наш мир, универсальный язык, ставший золотым стандартом истины. В нашем мире, где важнейшую роль в развитии общества играют наука и технология, математика становится все более явственным источником власти, богатства и прогресса. Следовательно, на передовой прогресса оказываются те из нас, кто способен бегло говорить на этом новом языке.

Одно из распространенных заблуждений, касающихся математики, заключается в том, что ее можно использовать только лишь как «инструмент». Так, например, биолог ставит эксперименты, собирает данные, а затем пытается построить математическую модель, соответствующую этим данным (возможно, при участии математика). Хотя такой формат сотрудничества важен, математика в действительности предлагает нам *намного больше*: она позволяет совершать фундаментальные прорывы, делать открытия, означающие полную смену парадигмы, которые без ее помощи были бы попросту невозможны. Например, когда Альберт Эйнштейн понял, что гравитация вызывает искривление пространства, он не пытался описать с помощью уравнений какие-то данные. На самом деле, таких данных вовсе не было. В то время никто даже представить себе не мог, что наше пространство искривлено: все «знали», что мы живем в плоском мире! Однако Эйнштейн понял, что это единственный способ обобщить его специальную теорию относительности на безынерционные системы в сочетании с его догадкой о том, что гравитация и ускорение оказывают одинаковое влияние. Это был интеллектуальный скачок высочайшего уровня в сфере математики, который Эйнштейн мог совершить, только лишь полагаясь на работу математика Бернарда Рима-

на, сделанную пятьюдесятью годами ранее. Человеческий мозг запрограммирован таким образом, что мы не в состоянии вообразить искривленные пространства размерностью больше двух; единственный способ изучения и описания их — посредством математики. И что вы думаете? Эйнштейн оказался прав! Наша Вселенная действительно искривлена; более того, она расширяется. Вот она, мощь математики, о которой я веду речь!

Можно привести множество подобных примеров, относящихся не только к физике, но и к другим научным областям (некоторые из них мы обсудим далее). История показывает, что математические идеи преобразуют науку и технологию с большей и большей скоростью; даже математические теории, первоначально считавшиеся исключительно абстрактными и эзотерическими, часто становятся впоследствии незаменимыми для решения прикладных задач. Чарльз Дарвин, чья работа на первых порах не опиралась на математику, позднее написал в своей автобиографии: «Я глубоко сожалел о том, что не продвинулся в математике, по крайней мере, настолько, чтобы уметь хотя бы немного разбираться в ее великих руководящих началах, ибо люди, овладевшие ею, кажутся мне наделенными каким-то дополнительным орудием разума». Я считаю это превосходным наставлением последующим поколениям: мы должны научиться пользоваться безграничным потенциалом математики.

Когда я рос, я не знал о существовании скрытого мира математики. Как и большинство людей, я полагал, что математика — сухой, скучный предмет. Однако мне повезло: учась в выпускном классе школы, я познакомился с профессиональным математиком, который открыл для меня этот волшебный мир. Я узнал о том, что математика полна бесконечных возможностей, что по элегантности и красоте она не уступает поэзии, живописи и музыке. Я влюбился в математику.

Дорогой читатель, с помощью этой книги я хочу сделать для вас то, что мои учителя и наставники сделали для меня: открыть для вас силу и красоту математики, помочь вам войти в этот волшебный мир, как когда-то удалось сделать мне, даже если вы из тех людей, кто никогда бы не использовал слова «математика» и «любовь» в одном предложении. Математика проникнет под вашу кожу так же, как она проникла под мою, и ваша картина мира изменится навсегда.

* * *

Математическое знание не похоже ни на какое другое. Наше восприятие физического мира всегда может быть искажено, но восприятие математических истин не допускает искажений. Это объективные, вечные, незыблемые истины. Математическая формула или теорема означает одно и то же для кого угодно и где угодно независимо от пола, религии и цвета кожи. Она будет нести тот же самый смысл и через тысячу лет. Однако еще поразительнее то, что все это принадлежит нам. Никто не вправе запатентовать математическую формулу — все эти формулы наши, общие. Нет ничего в этом мире, что, будучи настолько глубоким и изысканным, в то же время одинаково доступно для всех. В то, что такой резервуар знаний действительно существует, почти невозможно поверить. Это знание слишком ценно, чтобы отдать его лишь нескольким «избранным». Оно принадлежит каждому из нас.

Одна из ключевых функций математики — упорядочивание информации. Именно это отличает мазки кисти Ван Гога от простых пятен краски. Появление трехмерной печати ознаменует радикальную трансформацию привычной нам реальности: из сферы физических объектов все начинает перетекать в сферу информации и данных. Благодаря 3D-принтерам скоро мы сможем создавать материю из информации так же просто, как сегодня преобразуем PDF-файлы в книги, а MP3-файлы в музыкальные произведения. В этом дивном новом мире математика займет еще более важное, центральное место — как способ организации и упорядочения информации и как средство преобразования информации в физическую реальность.

В этой книге я расскажу об одной из величайших идей, возникших в математике за последние пятьдесят лет, — программе Ленглендса, которую многие считают теорией Великого Объединения математики. Эта увлекательнейшая теория сплетает паутину глубоких связей между областями математики, которые, казалось бы, должны находиться на расстоянии световых лет друг от друга: алгеброй, геометрией, теорией чисел, анализом и квантовой физикой. Если представлять себе эти области как континенты тайного мира математики, то программа Ленглендса — это как бы такое телепортационное устройство, способное мгновенно переносить нас с одного континента на другой и обратно.

Программа Ленглендса была инициирована в конце 1960-х годов Робертом Ленглендсом — математиком, который в настоящее время занимает кабинет Альберта Эйнштейна в Институте высших исследований в Принстоне. В корне этой программы лежит теория симметрий. При этом основы ее были заложены два столетия назад вундеркиндом французом незадолго до того, как в возрасте двадцати лет он был убит на дуэли. Впоследствии она была обогащена другим поразительным открытием, которое не только позволило сформулировать доказательство Великой теоремы Ферма, но и революционизировало наши представления о числах и уравнениях. И еще одна проницательная догадка продемонстрировала, что в математике существует собственный розеттский камень, полный загадочных аналогий и метафор. Следуя этим аналогиям как ручьям, текущим в зачарованной стране Математике, идеи программы Ленглендса перелились в сферы геометрии и квантовой физики, создавая порядок и гармонию из, казалось бы, неподдающегося приручению хаоса.

Я хочу рассказать вам обо всем этом, чтобы вы увидели те стороны математики, на которые редко кто обращает внимание: вдохновение, глубокие идеи, потрясающие откровения. Математика — это способ вырваться из стесняющих нас рамок привычного, безграничный полет фантазии в поисках истины. Георг Кантор, создатель теории бесконечности, написал: «Суть математики лежит в ее свободе». Математика учит нас анализировать реальность, исследовать факты, следовать за ними, куда бы они нас ни вели. Она освобождает нас от догматов и предубеждений, питает наш новаторский потенциал. Таким образом, то, что математика дарует нам, далеко выходит за пределы самого предмета.

Но этот дар может быть использован как во благо, так и во вред, поэтому мы всегда должны следить за тем, какое влияние математика оказывает на реальный мир. Например, глобальный экономический кризис был в значительной степени вызван широким использованием на финансовых рынках неадекватных математических моделей. Многие люди, ответственные за принятие решений, вследствие собственной математической безграмотности не до конца понимали суть этих моделей, но продолжали самоуверенно применять их, руководствуясь лишь своей алчностью, пока это практически не привело к краху всей системы. Они злоупотребляли преимуществами асимметричного доступа к ин-

формации в надежде, что никто не откроет их блеф, ведь остальные также особо не стремились узнать, как в действительности работают эти математические модели. Возможно, если бы больше людей понимали суть функционирования этих моделей и то, как на самом деле работает система, мы не позволили бы так долго морочить себе голову.

Приведем другой пример. В 1996 году комиссия, назначенная правительством США, на секретном совещании изменила формулу вычисления индекса потребительских цен, показателя инфляции, который определяет налогообложение, параметры социального обеспечения, медицинского страхования и других индексированных платежей. Затронуты были интересы десятков миллионов американцев, однако никакого публичного обсуждения новой формулы и ее последствий не было. А недавно была предпринята еще одна попытка воспользоваться этой формулой как «задней дверью», для того чтобы оказать закулисное влияние на экономику США.¹

Куда меньше секретных сделок подобного рода было бы возможно в математически грамотном обществе. Математика — это строгость плюс интеллектуальная честность, помноженные на опору на факты. В мире, главной движущей силой которого сегодня становится математика, у нас всех должен быть свободный доступ к математическому знанию, необходимому нам для того, чтобы защититься от произвольных решений, принимаемых небольшой кучкой властей предрержащих. Где нет математики, нет и свободы.

* * *

Математика в той же мере является частью нашего культурного наследия, что и искусство, литература, музыка. Мы, люди, обладаем врожденным стремлением к неизведанному, к достижению новых целей, к познанию Вселенной и нашего места в ней. К сожалению, нам уже не придется найти новый континент, подобно Колумбу, или же первыми ступить на поверхность Луны. Но что, если я скажу вам, что совсем не нужно переплывать океаны или отправляться в космос в поисках непознанных чудес нашего мира? Они здесь, прямо перед нами, переплетенные с волокнами нашей повседневной реальности. В каком-то смысле, они — часть нас. Математика направляет потоки Вселенной, скрывается за каждым ее изгибом и формой, держит узды всего сущего — от крохотных атомов до гигантских звезд.

Моя книга — приглашение в этот богатый, ослепительный мир. Я написал ее для людей, не имеющих математического образования. Если вы думаете, что математика слишком сложна и вы ничего не поймете, если математика пугает вас, но в то же время вам любопытно, а нет ли в ней чего-то, что действительно стоит знать, — тогда эта книга для вас.

Распространено заблуждение, что для того чтобы понимать математику, необходимо посвятить ее изучению много лет. Некоторые люди верят, что они с рождения лишены способности ее понять. Я не могу с этим согласиться: большинство из нас слышали о таких концепциях, как Солнечная система, атомы и элементарные частицы, двойная спираль ДНК и многие другие. Для того чтобы достичь элементарного понимания этих вещей, нам не требуются специальные курсы по физике и биологии. И никого не удивляет тот факт, что эти сложные идеи являются частью нашей культуры, нашего коллективного сознания. Точно так же каждому доступно понимание ключевых концепций и идей математики — нужно лишь, чтобы они были объяснены должным образом. Тогда не потребуется годами учить математику — во многих случаях можно сразу перейти к сути вопроса, пропустив скучные шаги.

Проблема заключается в том, что хотя весь мир обсуждает планеты, атомы и ДНК, практически никто не рассказывает вам об увлекательных идеях современной математики, таких как группы симметрии, нестандартные системы счисления, в которых «два плюс два» не всегда дает четыре, и прекрасных геометрических формах, как, например, так называемые римановы поверхности. Вам как бы показывают маленькую кошку, утверждая, что это тигр. Однако в действительности тигр — совсем другое животное. Я покажу вам его во всем великолепии, чтобы вы смогли оценить его «ошеломительную симметрию», как красноречиво выразился Уильям Блейк.

Не буду вас вводить в заблуждение: прочитав эту книгу, вы не станете сразу математиком. Но я и не утверждаю, что каждый должен стремиться к тому, чтобы стать математиком. Так, выучив несколько аккордов, вы сможете сыграть довольно много песен на гитаре. Это, конечно же, не сделает вас лучшим гитаристом мира, но это обогатит вашу жизнь. В этой книге я покажу вам аккорды современной математики, которые долгое время от вас скрывали. И я обещаю, что это обогатит вашу жизнь.

Один из моих учителей, великий Израиль Моисеевич Гельфанд, говорил так: «Люди думают, что не понимают математику, но все зависит от того, как объяснять. Если вы спросите пьяницу, какое число больше — $2/3$ или $3/5$, он вам не сможет сказать. Но если вы переформулируете вопрос: что лучше, две бутылки водки на троих или три бутылки водки на пятерых, то он сразу же найдется: конечно, две бутылки на троих».

Моя цель в этой книге — объяснить все в таких терминах, которые вы поймете.

Я расскажу вам также о своей жизни в Советском Союзе, где математика стала оплотом свободы перед лицом деспотичного режима. Меня не приняли в Московский государственный университет из-за действовавшей тогда в Советском Союзе политики дискриминации. Двери захлопнулись перед моим носом. Я был изгоем. Но я не сдался. Я тайком пробирался в Университет на лекции и семинары. Я самостоятельно штудировал учебники по математике, частенько засиживаясь до поздней ночи. В конце концов мне удалось обхитрить систему. Меня не пустили через дверь, но я влетел в окно. Ведь если человек влюблен, ничто его не остановит.

Два замечательных математика взяли меня под свое крыло и стали моими наставниками. Под их руководством я начал проводить собственные математические исследования. Я все еще был студентом института, но уже пытался пробиться через границы неизведанного. Это был самый волнующий период моей жизни, и я занимался любимым делом, несмотря на то что был уверен — дискриминационная политика не позволит мне получить работу по специальности в Советском Союзе.

Однако меня поджидал сюрприз: мои первые математические работы были контрабандно вывезены за границу и обрели известность; в результате я в возрасте двадцати одного года получил приглашение занять временный пост профессора в Гарвардском университете. Чудесным образом примерно в это же время в Советском Союзе началась перестройка, которая привела к падению железного занавеса, и у советских граждан появилась возможность выезжать за рубеж. И вот я, не защитивший еще даже кандидатской диссертации, стал гарвардским профессором, в очередной раз взломав систему. После этого я продолжил движение по научному пути, что привело меня к исследованиям на переднем

краю программы Ленглендса и позволило мне внести свой вклад в развитие этой области за последние двадцать лет. В этой книге вы найдете описание потрясающих результатов, полученных выдающимися учеными, а также сможете заглянуть за кулисы происходящего.

Но в первую очередь, эта книга о любви. Однажды у меня было такое видение: математик открывает «формулу любви», и это положило начало созданию фильма «Обряды любви и математики», о котором я расскажу ближе к концу книги. На каждом показе этого фильма кто-нибудь обязательно спросит: «А формула любви правда существует?»

Мой ответ: «Каждая формула, которую мы открываем, — это формула любви». Ведь математика — это источник вечного и необъятного знания, проникающего в самое сердце всего существующего и объединяющего нас сквозь культуры, континенты и века. Я мечтаю о том, чтобы каждый из нас был способен видеть, ценить и восхищаться волшебной красотой и изысканной гармонией этих идей, формул и уравнений, которые придают новый смысл нашей любви к этому миру и друг к другу.

Совет читателям

Я приложил все усилия, для того чтобы представить математические концепции в этой книге в самой элементарной и интуитивно понятной форме. Тем не менее я понимаю, что некоторые части могут показаться перегруженными математикой (в частности, отдельные фрагменты глав 8, 14, 15 и 17). Нет ничего страшного в том, чтобы при первом прочтении пропустить материал, кажущийся вам непонятным или скучным (я сам так частенько делаю). Вернувшись к нему позднее, вооруженные новыми знаниями, вы сможете обнаружить, что он стал гораздо проще для восприятия. Однако обычно для понимания того, о чем пойдет речь далее, это не требуется.

Думаю, чрезвычайно важно подчеркнуть, что *ситуация, когда вам что-то непонятно, совершенно нормальна*. Занимаясь математикой, я нахожусь под властью этого ощущения 90 процентов времени, так что добро пожаловать в мой мир! Замешательство (а порой даже отчаяние) — чувство, неизменно сопровождающее любого математика. Однако у этой ситуации есть и светлая сторона: представьте, насколько скучной была бы жизнь, если бы все было понятно и в любом вопросе можно было бы разобраться, почти не прикладывая усилий. То, что делает математику таким волнующим предметом — это наше желание преодолеть замешательство, понять непонятное, поднять вуаль над непознанным. И чувство личного триумфа, когда мы таки понимаем то, что хотели понять, оправдывает любые переживания и затраты.

В этой книге я фокусируюсь на общей картине и логических связях между различными концепциями и разными областями математики, а не на технических деталях. Более подробное обсуждение во многих случаях можно найти в примечаниях, которые также содержат ссылки на полезные материалы и рекомендации по дополнительному чтению. Тем не менее, хотя примечания могут помочь в понимании основного материала, вы можете со спокойной душой пропускать их (по крайней мере, при первом прочтении).

Я постарался минимизировать использование формул, сделав выбор, где возможно, в пользу словесного разъяснения. Но и ничего страшного, если несколько оказавшихся в книге формул вы тоже пропустите.

Небольшое предупреждение относительно математической терминологии: занимаясь написанием этой книги, я обнаружил, к своему удивлению, что определенные термины, которые используются математиками определенным образом, для нематематиков могут означать нечто совершенно иное. Это такие термины, как «соответствие», «представление», «композиция», «петля», «многообразие», «теория». Всякий раз, когда подобные недоразумения могли возникнуть, я давал дополнительное объяснение. Также по возможности я старался заменять некоторые математические термины другими, более понятными определениями. Если какое-то слово покажется вам непонятным, вы всегда можете заглянуть в глоссарий в конце книги.

Пожалуйста, заходите на мой веб-сайт по адресу <http://edwardfrenkel.com>. Здесь вы найдете дополнительные материалы, а также сможете отправить мне сообщение, если у вас возникнет желание поделиться впечатлением об этой книге (адрес моей электронной почты указан на сайте). Я буду благодарен за любые ваши отзывы.

Глава 1. Загадочное чудовище

Как человек становится математиком? Наверное, существует множество разных путей и способов. Позвольте рассказать, как это произошло со мной.

Вы, наверное, удивитесь, но в школе я ненавидел математику. Хотя нет, «ненавидел», пожалуй, слишком сильное слово. Скажем просто, я не очень-то ее любил. Мне казалось, что математика скучная. Я усердно выполнял все задания, но не понимал, зачем мне это. Материал, который мы разбирали в классе, казался мне бессмысленным и бесполезным. Меня восхищала физика, особенно квантовая физика. Я жадно проглатывал все научно-популярные книги по этой теме, которые только попадали мне в руки. Я рос в России, и достать подобную литературу не составляло никаких проблем.

Квантовый мир меня завораживал! С древнейших времен ученые и философы мечтали о том, чтобы дать описание фундаментальной природе Вселенной. Некоторые даже предполагали, что вся материя состоит из крохотных частиц, называемых атомами. Существование атомов было доказано в начале двадцатого века, и примерно в то же время ученые обнаружили, что каждый атом можно, в свою очередь, разделить на составляющие. Выяснилось, что атом представляет собой ядро, вокруг которого вращаются электроны. А само ядро состоит из протонов и нейтронов, как показано на рис. 1.1.

Ну, а что насчет этих частиц? В популярных книгах, которые мне довелось читать, утверждалось, что строительными кирпичиками для протонов и нейтронов являются элементарные частицы, называемые кварками.

Мне понравилось это название — кварки! А еще больше мне понравилась история его происхождения. Физик Марри Гелл-Ман, открывший эти частицы, позаимствовал слово «кварк» из романа Джеймса Джойса «Поминки по Финнегану». В одном из пародийных стихотворений романа встречаются такие строчки:

Three quarks for Muster Mark!
Sure he hasn't got much of a bark
And sure any he has it's all beside the mark.

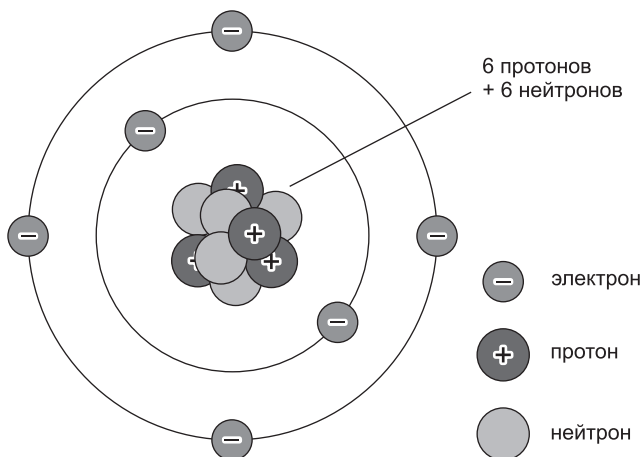


Рис. 1.1. Атом углерода

Я подумал, что это очень круто — физик назвал частицу в честь романа, да к тому же такого сложного и необычного, как «Поминки по Финнегану»! Мне тогда было около 13 лет, но я уже знал, что ученые должны быть нелюдимыми и немногословными созданиями, столь глубоко погруженными в свою работу, что заинтересоваться прочими жизненными аспектами, такими как искусство и гуманитарные науки, они не в состоянии. Я был совсем не таким. У меня была куча друзей, я любил читать и интересовался множеством других вещей, помимо науки. Мне нравилось играть в футбол, и мы с друзьями готовы были гонять мяч часами. Примерно в то же время я открыл для себя художников-импрессионистов (все началось с толстой книги об импрессионизме, обнаруженной в библиотеке родителей). Моим любимым художником был Ван Гог. Зачарованный его картинами, я даже сам пытался рисовать.

Такие разносторонние интересы заставляли меня сомневаться, что наука действительно может быть моей стезей. Поэтому я был счастлив узнать, что Гелл-Ман, лауреат Нобелевской премии, увлекался, помимо науки, и разными другими вещами (в том числе литературой, лингвистикой, археологией и не только).

Согласно Гелл-Ману, существуют два типа кварков — «верхние» и «нижние». Нейтроны и протоны образованы разными сочетаниями верхних и нижних кварков: нейтрон состоит из двух нижних и одного верхнего кварка (рис. 1.2), а протон — из двух верхних и одного нижнего (рис. 1.3).

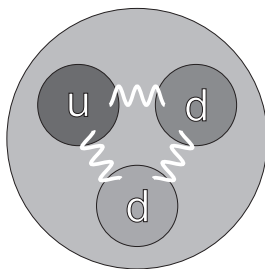


Рис. 1.2. Кварковая структура нейтрона

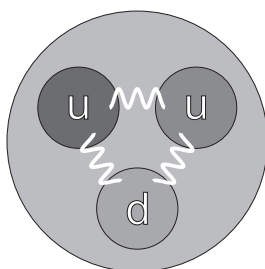


Рис. 1.3. Кварковая структура протона

Все это было довольно понятно. Однако как физики смогли догадаться о том, что протоны и нейтроны — это не цельные неделимые частицы, что они состоят из еще более мелких частиц, оставалось для меня загадкой.

В конце 1950-х годов ученые обнаружили большое количество, по всей видимости, элементарных частиц, которые получили название адронов. Нейтроны и протоны относятся к классу адронов и, являясь строительными кирпичиками вещества, играют огромную роль в повседневной жизни. Что же касается остальных адронов — их назначение было неочевидно. Ученые совершенно не понимали, для чего они нужны (или «кто их заказывал», как выразился один из исследователей). Во Вселенной оказалось так много различных типов адронов, что влиятельный физик Вольфганг Паули даже пошутил: мол, физика превращается в ботанику. Ученые отчаянно стремились навести порядок в классификации адронов, докопаться до основополагающих принципов, управляющих их поведением и способных объяснить это сводящее с ума многообразие.

Гелл-Ман и независимо от него Юваль Неэман предложили новаторскую классификацию элементарных частиц. Оба продемонстрировали, что адроны естественным образом подразделяются на небольшие семейства, каждое из восьми — десяти частиц. Эти семейства получили названия октетов и декуплетов. Принадлежащие к одному и тому же семейству частицы обладают схожими свойствами.

В популярных книгах, которыми я увлекался в то время, октеты изображались с помощью диаграмм (рис. 1.4).

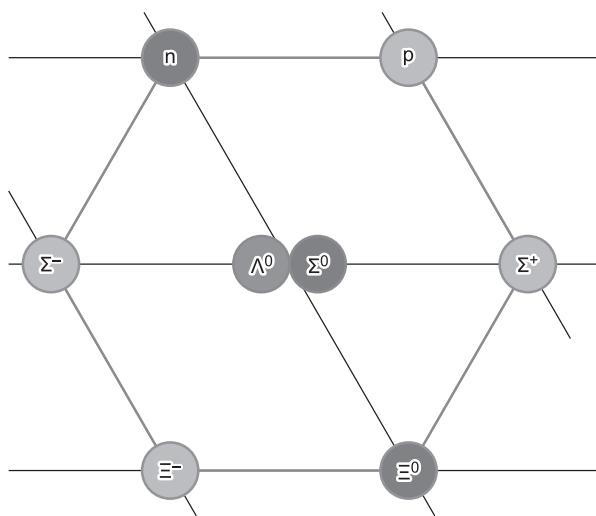


Рис. 1.4. Диаграмма октета

На диаграмме протон обозначен p^+ (знак «плюс» указывает на положительный электрический заряд), нейтрон — n^0 (ноль означает, что у этой частицы электрический заряд отсутствует), а остальные шесть частиц со странными названиями — буквами греческого алфавита.

Однако почему 8 и 10 частиц, а не, скажем, 7 и 11? В имеющихся в моем распоряжении книгах мне не удалось найти связного объяснения этому явлению. Там упоминалась загадочная теория, разработанная Гелл-Маном, — какой-то «восьмеричный путь» (по аналогии с Благородным Восьмеричным Путем в буддизме). Но нигде не говорилось о том, в чем же эта теория заключается.

Это непонимание меня удручало. Ключевые фрагменты истории оставались скрытыми от моих глаз. Мне хотелось распутать эту тайну, но я не знал, как.

По счастливой случайности помощь пришла со стороны старого друга нашей семьи. Я вырос в небольшом промышленном городке под названием Коломна, где проживало около 150 тысяч человек. Коломна находится примерно в 115 километрах от Москвы — чуть больше двух часов на электричке. Мои родители работали инженерами на большом заводе тяжелого станкостроения.

Коломна — древний город, построенный на месте слияния двух рек. Основан он был в 1177 году (всего лишь через тридцать лет после основания Москвы). К архитектурному достоянию Коломны относятся несколько прекрасных старых церквей, а стены коломенского кремля по сей день напоминают об историческом прошлом. Однако образовательным или интеллектуальным центром Коломну не назовешь. В то время в городе был только один небольшой институт, в котором готовили школьных учителей. Один из профессоров этого учебного заведения, математик Евгений Евгеньевич Петров, был большим другом моих родителей. Однажды моя мама повстречалась с ним на улице. Они долго не виделись и, конечно же, у них нашлось много тем для обсуждения. Мама всегда любила рассказывать обо мне своим друзьям, поэтому и меня они также не обошли в своем разговоре. Услышав, что я интересуюсь наукой, Евгений Евгеньевич сказал:

— Я должен встретиться с ним. Попробую обратить его в математику.

— О, нет, — возразила мама, — ему не нравится математика, он считает ее скучной. Он хотел бы заниматься квантовой физикой.

— Не беспокойся, — ответил Евгений Евгеньевич, — думаю, я знаю, как заставить его передумать.

Они договорились о встрече. Я был настроен не слишком оптимистично, но все же отправился к Евгению Евгеньевичу на работу.

Мне вот-вот должно было исполниться пятнадцать, и я заканчивал девятый — предпоследний — класс (я был на год младше своих одноклассников, так как перескочил через один класс). Евгений Евгеньевич в свои сорок с небольшим производил впечатление человека дружелюбного и непритязательного. В очках, давно не бритый, он был воплощением моего представления о математиках, и все же в оценивающем взгляде его широко распах-

нутых глаз было что-то, что моментально приковывало внимание. Они излучали любознательность — ему было интересно все, что происходило вокруг него.

Как оказалось, у Евгения Евгеньевича действительно был заготовлен хитрый план обращения меня в математическую веру. Как только я зашел в его кабинет, он ошарашил меня вопросом:

— Я слышал, тебе нравится квантовая физика. А доводилось ли тебе слышать о восьмеричном пути Гелл-Мана и кварковой модели?

— Да, я читал об этом в нескольких популярных книгах.

— Но знаешь ли ты, на чем основывается эта модель? Как ученым пришли в голову эти идеи?

— Ну...

— Тебе известно, что такое группа $SU(3)$?

— SU что?

— Как же ты сможешь разобраться в кварковой модели, если не знаком с группой $SU(3)$?

Он взял с полки пару книг, открыл их и продемонстрировал мне страницы, заполненные формулами. Я заметил знакомые диаграммы октетов, подобные той, что приведена выше, но это были не просто красивые картинки — диаграммы являлись частью какого-то связного и подробного изложения.

Конечно же, я ничего не понял в самих формулах, но мне сразу же стало ясно, что именно на этих страницах я найду ответы на столь серьезно занимающие меня вопросы. Это был момент прозрения. Формулы и слова завораживали, меня посетило доселе не знакомое чувство, которое невозможно выразить словами: я ощущал бурление энергии, вдохновение. Так чувствуешь себя, когда слушаешь музыку или рассматриваешь незнакомую картину, оставляющую неизгладимое впечатление. В голове крутилась одна мысль: «Вот это да!».

— Ты, наверное, думал, что математика — это то, что вам рассказывают в школе, — продолжил Евгений Евгеньевич. Он покачал головой. — Нет, вот, — он указал пальцем на формулы в книге, — истинная математика. Если ты хочешь по-настоящему понять квантовую физику, то начать тебе следует с этого. Гелл-Ман предсказал существование кварков с помощью красивой математической теории. На самом деле это было математическое открытие.

— Но это так сложно... Как во всем этом разобраться?

Формулы действительно выглядели пугающе.

— Не беспокойся. Первое, что ты должен изучить, — это «группа симметрии». С этого все начинается. На этом понятии основывается огромная часть математики, а также и теоретической физики. Я дам тебе несколько учебников. Начинай читать их и отмечай непонятные предложения. Мы можем встречаться с тобой раз в неделю и обсуждать прочитанное.

Он дал мне книгу о группах симметрии и еще пару томов. В них рассказывалось о так называемых p -адических числах (числовая система, совершенно не похожая на знакомые нам с детства обычные числа) и о топологии (науке о фундаментальных геометрических фигурах). У Евгения Евгеньевича оказался безупречный вкус: он нашел идеальное сочетание тем, заставивших меня посмотреть на это загадочное чудовище — *математику* — с совершенно новой точки зрения и полюбить ее.

В школе мы изучали такие вещи, как квадратные уравнения, немного дифференциального исчисления, простейшую евклидову геометрию и тригонометрию. Мне казалось, что вся математика так или иначе вращается вокруг этого — задачи со временем могут усложняться, но они всегда остаются в рамках все тех же общих концепций, с которыми я уже знаком. Однако книги Евгения Евгеньевича открыли передо мной абсолютно другой мир, о существовании которого я даже и не подозревал.

Я был обращен в ту же секунду.