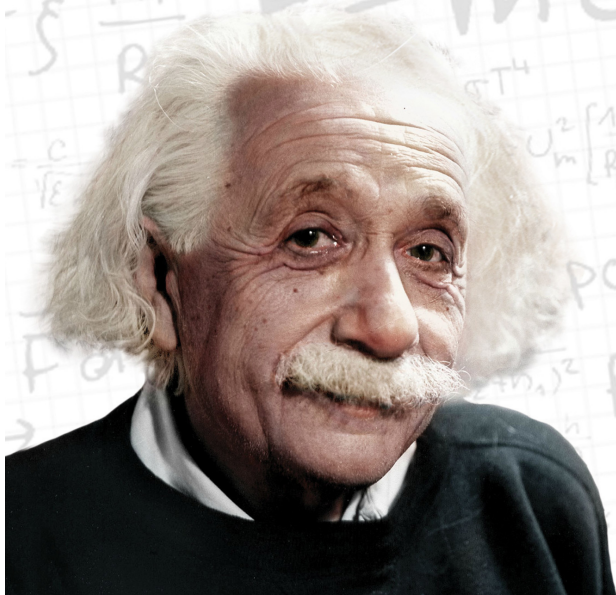


Альберт Эйнштейн

ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ

**Мои искания
и стремления**



Альберт Эйнштейн

Относительность. Мои

искания и стремления

Серия «Главная тема»

Текст книги предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=50307474

Относительность. Мои искания и стремления: Родина; Москва; 2020

ISBN 978-5-907255-71-5

Аннотация

Альберт Эйнштейн – самый известный ученый XX века, физик-теоретик, создатель «теории относительности», лауреат Нобелевской премии по физике – был еще и крупнейшим общественным деятелем, писателем, автором около 150 книг и статей в области истории, философии, политики.

В книгу, представленную вашему вниманию, вошли наиболее значительные произведения А. Эйнштейна, в которых дает свое видение мира, человека, будущего мировой цивилизации и науки. Цель книги обозначена самим Эйнштейном: «Я думаю, что показать своим ищущим собратьям, какими представляются собственные искания и стремления – дело хорошее. А мысленный охват, в рамках доступных нам возможностей, вневещного мира представлялся мне как высшая цель».

Содержание

Вместо предисловия	5
На чем стоит мир	24
Мотивы научного исследования	24
Галилей	29
Исаак Ньютон	42
Конец ознакомительного фрагмента.	48

Альберт Эйнштейн (Albert Einstein)

Относительность

Мои искания и стремления

*** * ***

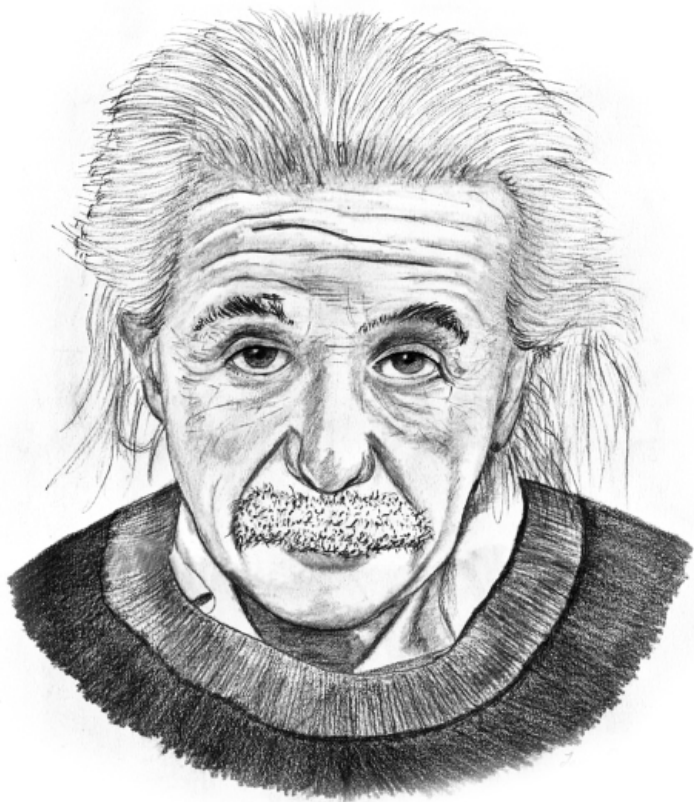
© Эйнштейн А. (Einstein A.), правообладатели, 2020

© Перевод А. Сазыкина, Ю. Данилова, А. Чичерина, К. Федченко, В. Иванова, А. Любиной, С. Суворова, А. Френка, Т. Казавчинской, Н. Цыркун, 2020

© ООО «Издательство Родина», 2020

Вместо предисловия

Вот я здесь сижу и пишу на 68-м году жизни что-то вроде собственного некролога. Делаю я это не только потому, что меня уговорили; я и сам думаю, что показать своим ищущим собратьям, какими представляются, в исторической перспективе, собственные стремления и искания, – дело хорошее. После некоторого размышления я, однако, почувствовал, как неполна и несовершенна должна оказаться такая попытка. Ведь как бы ни была коротка и ограничена трудовая жизнь, как бы ни преобладали в ней ошибки и блуждания, все же отобрать и изложить то, что этого заслуживает, – задача нелегкая. Когда человеку 67 лет, то он не тот, каким был в 50, 30 и 20 лет. Всякое воспоминание подкрашено тем, что представляет человек сейчас, а нынешняя точка зрения может ввести в заблуждение. Это соображение могло бы отпугнуть. Но, с другой стороны, из собственных переживаний можно почерпнуть многое такое, что недоступно сознанию другого.



Самое непостижимое в этом мире – это то, что он постижим

Еще будучи довольно скороспелым молодым человеком, я живо осознал ничтожество тех надежд и стремлений, ко-

которые гонят сквозь жизнь большинство людей, не давая им отдыха. Скоро я увидел и жестокость этой гонки, которая, впрочем, в то время прикрывалась тщательнее, чем теперь, лицемерием и красивыми словами. Каждый был вынужден участвовать в этой гонке ради своего желудка. Участие это могло удовлетворить желудок, но никак не всего человека как мыслящего и чувствующего существа. Выход отсюда указывался прежде всего религией, которая насаждается всем детям традиционной машиной воспитания. Таким путем я, хотя и был сыном совсем нерелигиозных (еврейских) родителей, пришел к глубокой религиозности, которая, однако, уже в возрасте 12 лет резко оборвалась. Чтение научно-популярных книжек привело меня вскоре к убеждению, что в библейских рассказах многое не может быть верным. Следствием этого было прямо-таки фанатическое свободомыслие, соединенное с выводами, что молодежь умышленно обманывается государством; это был потрясающий вывод. Такие переживания породили недоверие ко всякого рода авторитетам и скептическое отношение к верованиям и убеждениям, жившим в окружавшей меня тогда социальной среде. Этот скептицизм никогда меня уже не оставлял, хотя и потерял свою остроту впоследствии, когда я лучше разобрался в причинной связи явлений.

Для меня ясно, что утраченный таким образом религиозный рай молодости представлял первую попытку освободиться от пут «только личного», от существования, в кото-

ром господствовали желания, надежды и примитивные чувства.

Там, вовне, существовал большой мир, существующий независимо от нас, людей, и стоящий перед нами как огромная вечная загадка, доступная, однако, по крайней мере отчасти, нашему восприятию и нашему разуму. Изучение этого мира манило как освобождение, и я скоро убедился, что многие из тех, кого я научился ценить и уважать, нашли свою внутреннюю свободу и уверенность, отдавшись целиком этому занятию. Мысленный охват, в рамках доступных нам возможностей, этого внеличного мира представлялся мне, наполовину сознательно, наполовину бессознательно, как высшая цель. Те, кто так думал, будь то мои современники или люди прошлого, вместе с выработанными ими взглядами были моими единственными и неизменными друзьями. Дорога к этому раю была не так удобна и завлекательна, как дорога к религиозному раю, но она оказалась надежной, и я никогда не жалел, что по ней пошел.

То, что я сейчас сказал, верно только в известном смысле, подобно тому как рисунок, состоящий из немногих штрихов, только в ограниченном смысле может передать сложный предмет, с его запутанными мелкими подробностями. Если данная личность особенно ценит остро отточенную мысль, то эта сторона ее существа может выделяться ярче других ее сторон и в большей степени определять ее духовный мир. Может тогда случиться, что в ретроспектив-

ном взгляде эта личность усмотрит систематическое саморазвитие там, где фактические переживания чередовались в калейдоскопическом беспорядке. В самом деле, многообразие внешних обстоятельств в соединении с тем, что в каждый данный момент думаешь только об одном, вводит в сознательную жизнь каждого человека своего рода атомную структуру. В развитии человека моего склада поворотная точка достигается тогда, когда главный интерес жизни понемногу отрывается от мгновенного и личного и все больше и больше концентрируется в стремлении мысленно охватить природу вещей. С этой точки зрения, приведенные выше схематические заметки содержат верного столько, сколько вообще может быть сказано в таких немногих словах.

Что значит, в сущности, «думать»? Когда при восприятии ощущений, идущих от органов чувств, в воображении всплывают картины-воспоминания, то это еще не значит «думать». Когда эти картины становятся в ряд, каждый член которого пробуждает следующий, то и это еще не есть мышление. Но когда определенная картина встречается во многих таких рядах, то она, в силу своего повторения, начинает служить упорядочивающим элементом для таких рядов благодаря тому, что она связывает ряды, сами по себе лишенные связи. Такой элемент становится орудием, становится понятием. Мне кажется, что переход от свободных ассоциаций (или «мечтаний») к мышлению характеризуется той более или менее доминирующей ролью, какую играет при этом

«понятие». Само по себе не представляется необходимым, чтобы понятие соединялось с символом, действующим на органы чувств и воспроизводимым (со словом); но если это имеет место, то мысль может быть сообщена другому лицу.

* * *

По какому же праву, спросит теперь читатель, оперирует этот человек так бесцеремонно и кустарно с идеями в такой проблематической области, не делая притом ни малейшей попытки что-либо доказать? Мое оправдание: всякое наше мышление – того же рода; оно представляет собой свободную игру с понятиями. Обоснование этой игры заключается в достижимой при помощи нее возможности обозреть чувственные восприятия. Понятие «истины» к такому образованию еще совсем неприменимо; это понятие может, по моему мнению, быть введено только тогда, когда имеется налицо условное соглашение относительно элементов и правил игры.

Для меня не подлежит сомнению, что наше мышление протекает, в основном минуя символы (слова) и к тому же бессознательно. Если бы это было иначе, то почему нам случается иногда «удивляться», притом совершенно спонтанно, тому или иному восприятию? Этот «акт удивления», по-видимому, наступает тогда, когда восприятие вступает в конфликт с достаточно установившимся в нас миром понятий.

В тех случаях, когда такой конфликт переживается остро и интенсивно, он, в свою очередь, оказывает сильное влияние на наш умственный мир. Развитие этого умственного мира представляет собой в известном смысле преодоление чувства удивления – непрерывное бегство от «удивительного», от «чуда».

Чудо такого рода я испытал ребенком 4 или 5 лет, когда мой отец показал мне компас. То, что эта стрелка вела себя так определенно, никак не подходило к тому роду явлений, которые могли найти себе место в моем неосознанном мире понятий (действие через прикосновение). Я помню еще и сейчас – или мне кажется, что я помню, – что этот случай произвел на меня глубокое и длительное впечатление. За вещами должно быть что-то еще, глубоко скрытое. Человек так не реагирует на то, что он видит с малых лет. Ему не кажется удивительным падение тел, ветер и дождь, он не удивляется луне и тому, что она не падает, не удивляется различию между живым и неживым.

В возрасте 12 лет я пережил еще одно чудо совсем другого рода: источником его была книжечка по евклидовой геометрии на плоскости, которая попалась мне в руки в начале учебного года. Там были утверждения, например о пересечении трех высот треугольника в одной точке, которые хотя и не были сами по себе очевидны, но могли быть доказаны с уверенностью, исключавшей как будто всякие сомнения. Эти ясность и уверенность произвели на меня неопишемое

впечатление. Меня не беспокоило то, что аксиомы должны быть приняты без доказательства. Вообще, мне было вполне достаточно, если я мог в своих доказательствах опираться на такие положения, справедливость которых представлялась мне бесспорной. Я помню, например, что теорема Пифагора была мне показана моим дядей еще до того, как в мои руки попала священная книжечка по геометрии. С большим трудом мне удалось «доказать» эту теорему при помощи подобных треугольников; при этом мне казалось, однако, «очевидным», что отношение сторон прямоугольного треугольника должно полностью определяться одним из его острых углов. Вообще, мне казалось, что доказывать нужно только то, что не «очевидно» в этом смысле. И предметы, с которыми имеет дело геометрия, не казались мне другой природы, чем «видимые и осязаемые» предметы, т. е. предметы, воспринимаемые органами чувств. Это примитивное понимание основано, конечно, на том, что бессознательно учитывалась связь между геометрическими понятиями и наблюдаемыми предметами (длина – твердый стержень и т. п.). Возможно, что это понимание лежит в основе известной кантовской постановки вопроса относительно возможности «синтетического суждения априори».

Хотя это выглядело так, будто путем чистого размышления можно получить достоверные сведения о наблюдаемых предметах, но такое «чудо» было основано на ошибке. Все же тому, кто испытывает это «чудо» в первый раз, кажется

удивительным самый факт, что человек способен достигнуть такой степени надежности и чистоты в отвлеченном мышлении, какую нам впервые показали греки в геометрии.

* * *

Раз я позволил себе прервать начатый с грехом пополам некролог, я уже не буду стесняться выразить здесь в нескольких фразах свое гносеологическое кредо, хотя кое-что из этого было уже попутно сказано ранее. Эти мои убеждения складывались медленно и сложились много позднее; они не соответствуют тем установкам, которые у меня были, когда я был моложе.

Я вижу, с одной стороны, совокупность ощущений, идущих от органов чувств; с другой – совокупность понятий и предложений, записанных в книгах. Связи понятий и предложений между собою – логического характера; задача логического мышления сводится исключительно к установлению соотношений между понятиями и предложениями по твердым правилам, которыми занимается логика. Понятия и предложения получают смысл, или «содержание», только благодаря их связи с ощущениями. Связь последних с первыми – чисто интуитивная и сама по себе нелогической природы. Научная «истина» отличается от пустого фантазирования только степенью надежности, с которой можно провести эту связь или интуитивное сопоставление, и ничем иным.

Система понятий есть творение человека, как и правила синтаксиса, определяющие ее структуру. Хотя системы понятий сами по себе логически совершенно произвольны, но их связывает то, что они, во-первых, должны допускать, возможно, надежное (интуитивное) и полное сопоставление с совокупностью ощущений; во-вторых, должны стремиться обойтись наименьшим числом логически независимых элементов (основных понятий и аксиом), т. е. таких понятий, для которых не дается определений, и таких предложений, для которых не дается доказательств.

Предложение верно, если оно выведено внутри некоторой логической системы по принятым правилам. Содержание истины в системе определяется надежностью и полнотой ее соответствия с совокупностью ощущений. Вернее, предложение заимствует свою «истинность» из запаса истины, содержащегося в системе, его заключающей.

Юм ясно понял, что некоторые понятия, например понятие причинности, не могут быть выведены из опытных данных логическим путем. Кант, убежденный в том, что без некоторых понятий обойтись нельзя, считал эти понятия в их принятой форме необходимыми предпосылками всякого мышления и отличал их от понятий эмпирического происхождения. Я же уверен, что это разграничение ошибочно и не охватывает естественным образом задачу. Все понятия, даже и ближайшие к ощущениям и переживаниям, являются с логической точки зрения произвольными положения-

ми, точно так же, как и понятие причинности, о котором в первую очередь шла речь.

* * *

Возвращаюсь теперь к некрологу. В возрасте 12–16 лет я ознакомился с элементами математики, включая основы дифференциального и интегрального исчисления. При этом, на мое счастье, мне попались книги, в которых обращалось не слишком много внимания на логическую строгость, зато хорошо была выделена везде главная мысль. Все это занятие было поистине увлекательно; в нем были взлеты, по силе впечатления не уступавшие «чуду» элементарной геометрии, — основная идея аналитической геометрии, бесконечные ряды, понятие дифференциала и интеграла. Мне посчастливилось также получить понятие о главнейших результатах и методах естественных наук по очень хорошему популярному изданию, в котором изложение почти везде ограничивалось качественной стороной вопроса (бернштейновские естественно-научные книги для народа — труд в 5–6 томов); книги эти я читал, не переводя дыхания. К тому времени, когда я в возрасте 17 лет поступил в Цюрихский политехникум в качестве студента по физике и математике, я уже был немного знаком и с теоретической физикой.

Там у меня были прекрасные преподаватели (например, Гурвиц, Минковский), так что, собственно говоря, я мог

бы получить солидное математическое образование. Я же большую часть времени работал в физической лаборатории, увлеченный непосредственным соприкосновением с опытом. Остальное время я использовал главным образом для того, чтобы дома изучать труды Кирхгофа, Гельмгольца, Герца и т. д. Причиной того, что я до некоторой степени пренебрегал математикой, было не только преобладание естественно-научных интересов над интересами математическими, но и следующее своеобразное чувство. Я видел, что математика делится на множество специальных областей и каждая из них может занять всю отпущенную нам короткую жизнь. И я увидел себя в положении буриданова осла, который не может решить, какую же ему взять охапку сена. Дело было, очевидно, в том, что моя интуиция в области математики была недостаточно сильна, чтобы уверенно отличить основное и важное от остальной учености, без которой еще можно обойтись.

Кроме того, и интерес к исследованию природы, несомненно, был сильнее; мне как студенту не было еще ясно, что доступ к более глубоким принципиальным проблемам в физике требует тончайших математических методов. Это стало мне выясняться лишь постепенно, после многих лет самостоятельной научной работы. Конечно, и физика была разделена на специальные области, и каждая из них могла поглотить короткую трудовую жизнь, так и не удовлетворив жажды более глубокого познания. Огромное количество

недостаточно увязанных эмпирически фактов действовало и здесь подавляюще. Но здесь я скоро научился выискивать то, что может повести в глубину, и отбрасывать все остальное, все то, что перегружает ум и отвлекает от существенного.

Тут была, однако, та загвоздка, что для экзамена нужно было напихивать в себя – хочешь не хочешь – всю эту премудрость. Такое принуждение настолько меня запугивало, что целый год после сдачи окончательного экзамена всякое размышление о научных проблемах было для меня отравлено. При этом я должен сказать, что мы в Швейцарии страдали от того принуждения, удушающего настоящую научную работу, значительно меньше, чем страдают студенты во многих других местах. Было всего два экзамена; в остальном можно было делать более или менее то, что хочешь. Особенно хорошо было тому, у кого, как у меня, был друг, аккуратно посещавший все лекции и добросовестно обрабатывавший их содержание. Это давало свободу в выборе занятия вплоть до нескольких месяцев перед экзаменом, свободу, которой я широко пользовался; связанную же с ней нечистую совесть я принимал как неизбежное, притом значительно меньшее, зло.

В сущности, почти чудо, что современные методы обучения еще не совсем удушили святую любознательность, ибо это нежное растение требует наряду с поощрением прежде всего свободы – без нее оно неизбежно погибает. Большая ошибка думать, что чувство долга и принуждение могут спо-

собствовать находить радость в том, чтобы смотреть и искать. Мне кажется, что даже здоровое хищное животное потеряло бы жадность к еде, если бы удалось с помощью бича заставить его непрерывно есть, даже когда оно не голодно, и особенно если принудительно предлагаемая еда не им выбрана.

* * *

Итак, в 1895 г. в шестнадцатилетнем возрасте я приехал из Италии в Цюрих, после того как без школы и без учителя провел год в Милане у родителей. Моей целью было поступление в политехникум, хотя я не совсем ясно представлял себе, как это можно осуществить. Я был своенравным, но скромным молодым человеком, который приобрел свои необходимые знания спорадически, главным образом путем самообразования. Я жаждал глубоких знаний, но обучение не казалось мне легкой задачей: я был мало приспособлен к заучиванию и обладал плохой памятью. С чувством вполне обоснованной неуверенности я явился на вступительный экзамен на инженерное отделение. Экзамен показал мне прискорбную недостаточность моей подготовки, несмотря на то что экзаменаторы были снисходительны и полны сочувствия. Я понимал, что мой провал был вполне оправдан. Отрадно было лишь то, что физик Г. Ф. Вебер сказал мне, что я могу слушать его коллег, если останусь в Цюрихе. Но рек-

тор, профессор Альбин Герцог, рекомендовал меня в кантональную школу в Аарау, где после годичного обучения я сдал экзамен на аттестат зрелости. Эта школа оставила во мне неизгладимый след благодаря своему либеральному духу и скромной серьезности учителей, которые не опирались на какие-либо показные авторитеты; сравнение с шестилетним обучением в авторитарно управляемой немецкой гимназии убедительно показало мне, насколько воспитание в духе свободы и чувства личной ответственности выше воспитания, которое основано на муштре, внешнем авторитете и честолюбии. Настоящая демократия не является пустой иллюзией...

1896–1900 гг. – обучение на отделении преподавателей специальных дисциплин швейцарского политехникума.

Вскоре я заметил, что довольствуюсь ролью посредственного студента. Для того чтобы быть хорошим студентом, нужно обладать легкостью восприятия; готовностью сконцентрировать свои силы на всем том, что читается на лекции; любовью к порядку, чтобы записывать и затем добросовестно обрабатывать преподносимое на лекциях. Всех этих качеств мне основательно не доставало, как я с сожалением установил. Так постепенно я научился ладить с не совсем чистой совестью и организовывать свое ученье так, как это соответствовало моему интеллектуальному желудку и моим интересам. Некоторые лекции я слушал с большим интересом. Но обыкновенно я много «прогуливал» и со священным

рвением штудировал дома корифеев теоретической физики. Само по себе это было хорошо и служило также тому, что нечистая совесть так действительно успокоилась, что душевное равновесие не нарушалось сколько-нибудь заметно. Это широкое самостоятельное обучение было простым продолжением более ранней привычки; в нем принимала участие сербская студентка Милева Марич, которая позднее стала моей женой. Однако в физической лаборатории профессора Г. Ф. Вебера я работал с рвением и страстью. Захватывали меня также лекции профессора Гейзера по дифференциальной геометрии, которые были настоящими шедеврами педагогического искусства и очень помогли мне позднее в борьбе, развернувшейся вокруг общей теории относительности. Но высшая математика еще мало интересовала меня в студенческие годы. Мне ошибочно казалось, что это настолько разветвленная область, что можно легко растратить всю свою энергию в далекой провинции. К тому же по своей наивности я считал, что для физики достаточно твердо усвоить элементарные математические понятия и иметь их готовыми для применения, а остальное состоит в бесполезных для физики тонкостях, — заблуждение, которое только позднее я с сожалением осознал. У меня, очевидно, не хватало математических способностей, чтобы отличить центральное и фундаментальное от периферийного и не принципиально важного.

В эти студенческие годы развилась настоящая дружба с

товарищем по учебе, Марселем Гроссманом. Раз в неделю мы торжественно шли с ним в кафе «Метрополь» на набережной Лиммат и разговаривали не только об учебе, но и, сверх того, обо всех вещах, которые могут интересовать молодых людей с открытыми глазами. Он не был таким бродягой и чудаком, как я, но был связан со швейцарской средой и в пределах возможного не потерял внутренней самостоятельности. Кроме того, он обладал в избытке как раз теми данными, которых мне не хватало: быстрым восприятием и порядком во всех отношениях. Он не только посещал все лекции, которые мы считали важными, но и обрабатывал их так замечательно, что если бы его тетради перепечатать, то их вполне можно было бы издать. Для подготовки к экзаменам он одалживал мне эти тетради, которые служили для меня спасательным кругом; о том, как мне жилось бы без них, лучше не гадать.

* * *

Несмотря на эту неоценимую помощь и вопреки тому, что все читавшиеся нам предметы сами по себе были интересными, я должен был перебороть себя, чтобы основательно изучить все эти вещи. Для людей моего типа, склонных к долгому раздумью, университетское образование не является безусловно благодатным. Если человека заставить съесть много хороших вещей, он может надолго испортить себе аппетит

и желудок. Огонек священного любопытства может надолго угаснуть. К счастью, у меня эта интеллектуальная депрессия после благополучного окончания учебы длилась только год.

Самое большое из того, что сделал для меня Марсель Гроссман как друг, было следующее. Приблизительно через год после окончания обучения он рекомендовал меня через отца директору Швейцарского патентного бюро Фридриху Галлеру, которое тогда еще называлось «Бюро духовной собственности». После обстоятельного устного испытания господин Галлер принял меня на службу. Благодаря этому в 1902–1909 гг., как раз в годы наиболее продуктивной деятельности, я был избавлен от забот о существовании. Кроме того, работа над окончательной формулировкой технических патентов была для меня настоящим благословением. Она принуждала к многостороннему мышлению, а также давала импульс для физических размышлений.

Наконец, практическая профессия вообще является благословением для людей моего типа. Ибо академическая карьера вынуждает молодых людей производить научные труды во все возрастающем количестве, что приводит к соблазну поверхностности, которому могут противостоять только сильные характеры.

Большинство практических профессий относится, далее, к такому роду, что человек нормальных способностей в состоянии выполнить то, чего от него ждут. В своем житейском существовании он не зависит от особых озарений. Ес-

ли у него есть более глубокие научные интересы, то наряду со своей обязательной работой он может погрузиться в свою любимую проблему.

Его не должна угнетать боязнь того, что его усилия могут остаться безрезультатными.

А. Эйнштейн

На чем стоит мир

Мотивы научного исследования

Храм науки – строение многосложное. Различны пребывающие в нем люди и приведшие их туда духовные силы. Некоторые занимаются наукой с гордым чувством своего интеллектуального превосходства; для них наука является тем подходящим спортом, который должен им дать полноту жизни и удовлетворение честолюбия. Можно найти в храме и других: плоды своих мыслей они приносят здесь в жертву только в утилитарных целях. Если бы посланный богом ангел пришел в храм и изгнал из него тех, кто принадлежит к этим двум категориям, то храм катастрофически опустел бы. Все-таки кое-кто из людей – как прошлого, так и нашего времени – в нем бы остался.

Я хорошо знаю, что мы только что с легким сердцем изгнали многих людей, построивших значительную, возможно, даже наибольшую, часть науки; по отношению ко многим принятое решение было бы для нашего ангела горьким. Но одно кажется мне несомненным: если бы существовали только люди, подобные изгнанным, храм не поднялся бы, как не мог бы вырасти лес из одних лишь выющихся растений. Этих людей удовлетворяет, собственно говоря, любая арена чело-

веческой деятельности: станут ли они инженерами, офицерами, коммерсантами или учеными – это зависит от внешних обстоятельств.

Но обратим вновь свой взгляд на тех, кто удостоился милости ангела. Большинство из них – люди странные, замкнутые, уединенные; несмотря на эти общие черты, они в действительности сильнее разнятся друг от друга, чем изгнанные. Что привело их в храм? Нелегко на это ответить, и ответ, безусловно, не будет одинаковым для всех. Как и Шопенгауэр, я прежде всего думаю, что одно из наиболее сильных побуждений, ведущих к искусству и науке, – это желание уйти от будничной жизни с ее мучительной жестокостью и безутешной пустотой, уйти от уз вечно меняющихся собственных прихотей. Эта причина толкает людей с тонкими душевными струнами от личных переживаний в мир объективного видения и понимания. Эту причину можно сравнить с тоской, неотразимо влекущей горожанина из шумной и мутной окружающей среды к тихим высокогорным ландшафтам, где взгляд далеко проникает сквозь неподвижный чистый воздух и наслаждается спокойными очертаниями, которые кажутся предназначенными для вечности.

Но к этой негативной причине добавляется и позитивная. Человек стремится каким-то адекватным способом создать в себе простую и ясную картину мира, для того чтобы оторваться от мира ощущений, чтобы в известной степени попытаться заменить этот мир созданной таким образом кар-

тиной. Этим занимаются художник, поэт, теоретизирующий философ и естествоиспытатель, каждый по-своему. На эту картину и ее оформление человек переносит центр тяжести своей духовной жизни, чтобы в ней обрести покой и уверенность, которые он не может найти в слишком тесном головомкружительном круговороте собственной жизни.

* * *

Какое место занимает картина мира физиков-теоретиков среди всех возможных таких картин? Благодаря использованию языка математики эта картина удовлетворяет наиболее высоким требованиям в отношении строгости и точности выражения взаимозависимостей. Но зато физик вынужден сильнее ограничивать свой предмет, довольствуясь изображением наиболее простых, доступных нашему опыту явлений, тогда как все сложные явления не могут быть воссозданы человеческим умом с той точностью и последовательностью, которые необходимы физику-теоретику. Высшая аккуратность, ясность и уверенность – за счет полноты. Но какую прелесть может иметь охват такого небольшого среза природы, если наиболее тонкое и сложное малодушно и боязливо оставляется в стороне? Заслуживает ли результат столь скромного занятия гордого названия «картины мира»?

Я думаю – да, ибо общие положения, лежащие в основе мысленных построений теоретической физики, претендуют

быть действительными для всех происходящих в природе событий. Путем чисто логической дедукции из них можно было бы вывести картину, т. е. теорию всех явлений природы, включая жизнь, если этот процесс дедукции не выходил бы далеко за пределы творческой возможности человеческого мышления. Следовательно, отказ от полноты физической картины мира не является принципиальным.

Отсюда вытекает, что высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира. К этим законам ведет не логический путь, а только основанная на проникновении в суть опыта интуиция. При такой неопределенности методики можно думать, что существует произвольное число равноценных систем теоретической физики; в принципе, это мнение безусловно верно. Но история показала, что из всех мыслимых построений в данный момент только одно оказывается преобладающим. Никто из тех, кто действительно углублялся в предмет, не станет отрицать, что теоретическая система практически однозначно определяется миром наблюдений, хотя никакой логический путь не ведет от наблюдений к основным принципам теории. В этом суть того, что Лейбниц удачно назвал «предустановленной гармонией». Именно в недостаточном учете этого обстоятельства серьезно упрекают физики некоторых из тех, кто занимается теорией познания.

Горячее желание увидеть эту предустановленную гармо-

нию является источником настойчивости и неистощимого терпения, с которыми, как мы знаем, отдался Планк общим проблемам науки, не позволяя себе отклоняться ради более благодарных и легче достижимых целей. Я часто слышал, что коллеги приписывали такое поведение необычайной силе воли и дисциплине, но мне представляется, что они не правы.

Душевное состояние, способствующее такому труду, подобно религиозности или влюбленности: ежедневное старание проистекает не из какого-то намерения или программы, а из непосредственной потребности.

Галилей

Галилеевский «Диалог о двух главных системах мира» служит неисчерпаемым источником сведений для каждого, кто интересуется историей западной культуры и ее влиянием на экономическое и политическое развитие.

Перед нами предстает человек незаурядной воли, ума и мужества, способный в качестве представителя рационального мышления выстоять против тех, кто, опираясь на невежество народа и праздность учителей в церковных облачениях и университетских мантиях, пытается упрочить и защитить свое положение. Необычайное литературное дарование позволяет ему обращаться к образованным людям своего времени на таком ясном и выразительном языке, что ему удается преодолеть антропоцентрическое и мифическое мышление своих современников и вновь вернуть им объективное и причинное восприятие космоса, утраченное с упадком греческой культуры.

Говоря так, я ясно вижу, что поддаюсь общей слабости тех, кто из чувства преданности склонен преувеличивать значительность своих героев. Очень может быть, что мышление в XVII веке уже настолько исцелилось от паралича, вызванного господством жестких традиций во времена мрачного Средневековья, что оковы отживших традиций мышления должны были пасть так или иначе – с Галилеем или без

него.

Все же эти сомнения относятся только к частному случаю общей проблемы: в какой мере отдельные личности, наделенные случайными и неповторимыми качествами, могут влиять на ход истории? Как известно, наш век занимает более скептическую позицию по отношению к роли отдельной личности, по сравнению с XVIII и первой половиной XIX века. При сильно развитой специализации профессий и знаний личность становится «заменяемой», подобно заменяемой детали какой-нибудь машины серийного выпуска.

* * *

К счастью, наша оценка «Диалога» как исторического документа не зависит от того, как мы относимся к столь рискованным вопросам. Прежде всего в «Диалоге» содержится крайне наглядное и убедительное изложение господствовавших в то время воззрений на структуру Вселенной в целом. Наивные представления о Земле как о плоском диске вместе со смутными идеями о заполненном звездами пространстве и движении небесных тел, господствовавшие во времена раннего Средневековья, представляли собой лишь ухудшенный вариант гораздо более ранних идей древних греков, и в частности Аристотеля, и последовательной птолемеевской картины пространственного расположения небесных тел и их движения. Представление о мире, царившее во вре-

мена Галилея, сводилось к следующему.

Имеется пространство, а в нем некоторая избранная точка – центр Вселенной. Материя, по крайней мере ее более плотная часть, стремится расположиться как можно ближе к этой точке. Поэтому материя принимает приближенно сферическую форму (Земля). В силу этого центр Земли практически совпадает с центром Вселенной. Солнце, Луна и звезды не могут приблизиться к центру Вселенной, ибо прикреплены к твердым (прозрачным) сферическим оболочкам, центры которых совпадают с центром Вселенной (пространства). Эти твердые сферические оболочки вращаются вокруг неподвижного земного шара (или центра Вселенной) с незначительно отличающимися друг от друга угловыми скоростями. Наименьший радиус имеет лунная сфера, внутри нее заключено все «земное». Внешние же оболочки с прикрепленными к ним небесными телами означают «небесные сферы». Небесные тела считаются вечными, неуничтожимыми и неизменными, в отличие от «более низкой, земной сферы», содержащей в себе все преходящее, смертное и «греховное».

Разумеется, греческих астрономов, пользовавшихся для представления движений небесных тел абстрактными геометрическими построениями, усложнявшимися все более и более по мере увеличения точности астрономических наблюдений, нельзя упрекать за наивность описанной выше картины. Не имея в своем распоряжении теоретической ме-

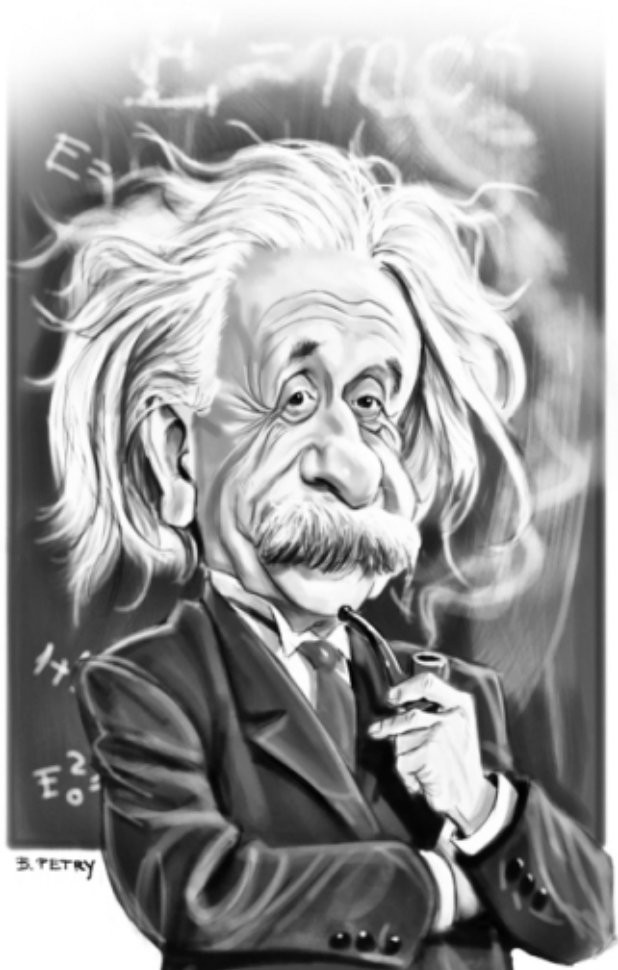
ханики, они пытались свести все сложные (наблюдаемые) движения к движению, которое считали наиболее простым: равномерному движению по окружности. Приверженность идее кругового движения как движения наиболее естественного можно еще отчетливо проследить у Галилея. Вероятно, именно этим объясняется тот факт, что он не полностью осознал закон инерции и всю его важность.

Таковы вкратце идеи древних греков, кое-как приспособленные к варварскому, примитивному уровню развития европейцев того времени. Не будучи причинными, эллинистические идеи все же были объективны и свободны от анимистических воззрений. Разумеется, эту заслугу за аристотелевой космологией можно признавать лишь условно.

Выступая в защиту учения Коперника и ведя борьбу за нее, Галилей руководствовался не только стремлением упростить представление о движении небесных тел. Его цель состояла в том, чтобы с помощью беспристрастного и напряженного поиска достичь более глубокого и более последовательного понимания физических и астрономических фактов, которое бы заменило прогнившую и ставшую бесплодной систему идей.

Форма диалога, избранная им в его книге, отчасти объясняется блестящим примером Платона. Она позволила Галилею проявить свой выдающийся литературный талант и ярко и наглядно противопоставить различные мнения. Кроме того, он хотел по возможности избежать прямых высказываний

по столь спорным вопросам, ибо это лишь дало бы инквизиции возможность уничтожить автора таких высказываний. В самом деле, Галилею было запрещено выступать в защиту учения Коперника. «Диалог» же, помимо своего революционного фактического содержания, представляет собой попытку соблюсти видимость выполнения этого приказа, хотя на самом деле речь идет о прямом его нарушении. К сожалению, оказалось, что святая инквизиция не сумела оценить столь тонкий юмор.



Только дурак нуждается в порядке – гений господствует над хаосом.

Теория неподвижной Земли основывалась на предположении о том, будто абстрактный центр Вселенной существует. Предполагалось, что этот центр вызывает падение тяжелых тел на поверхность Земли, поскольку материальные тела стремятся расположиться как можно ближе к центру Вселенной (насколько позволяет непроницаемость Земли). Из этих соображений и следовала приближенно сферическая форма Земли.

Галилей возражает против введения «ничего» (центра Вселенной), оказывающего, по предположению, действие на материальные тела, считая это совершенно неудовлетворительным.

Но он обращает внимание и на то, что эта неудовлетворительная гипотеза мало что дает. Хотя она и объясняет сферическую форму Земли, но ничего не говорит о сферической форме других небесных тел. Тем не менее фазы Луны и открытые им с помощью им же изобретенного телескопа фазы Венеры доказали, что оба эти небесные тела имеют сферическую форму. Подробные наблюдения солнечных пятен показали, что и Солнце имеет сферическую форму. Вообще, во времена Галилея вряд ли оставались какие-нибудь сомнения относительно того, что планеты и звезды имеют сферическую форму.

Поэтому гипотезу о «центре Вселенной» следовало заменить гипотезой, которая объясняла бы сферическую форму не только Земли, но и звезд. Галилей совершенно недвусмысленно заявляет о том, что должно существовать какое-то взаимодействие (стремление к сближению) между частицами вещества, образующего звезды. Та же причина должна была вызывать свободное падение тяжелых тел на земной поверхности (после того как гипотеза «центра Вселенной» будет отброшена).

* * *

Я хотел бы обратить внимание на тесную аналогию между отказом Галилея от гипотезы «центра Вселенной» при объяснении падения тяжелых тел и отказом от гипотезы об инерциальной системе при объяснении инерциального поведения материи. (Этот отказ лежит в основе общей теории относительности.) Общим для обеих гипотез является введение некоторого абстрактного объекта, обладающего следующими свойствами:

- 1) реальность этого объекта (в отличие от реальности вешной материи или «поля») не предполагается;
- 2) этот объект воздействует на материальные тела, но сами тела обратного действия оказывать не могут.

Введение таких абстрактных объектов, хотя и не является абсолютно недопустимым с чисто логической точки зрения,

противоречит инстинкту ученого.

Галилей понял также, что действие сил тяжести на свободно падающие тела проявляется в постоянстве ускорения в вертикальном направлении и что, кроме того, на равноускоренное движение по вертикали можно наложить равномерное движение по горизонтали.

В сущности, в этих открытиях содержится (по крайней мере, качественно) основа теории, впоследствии сформулированной Ньютоном. Отсутствует прежде всего общая формулировка принципа инерции, хотя ее можно было бы легко получить из галилеевского закона падения тел с помощью предельного перехода (переход к нулевым вертикальным ускорениям). Отсутствует идея, что та же материя, которая вызывает вертикальное ускорение на поверхности небесного тела, может ускорять другое небесное тело и что такое ускорение вместе с инерцией может приводить к вращательному движению. Однако Галилей знал, что наличие материи (Земля) вызывает ускорение свободных тел (у поверхности Земли).

Сегодня нам трудно оценить, какая сила воображения потребовалась, чтобы прийти к точной формулировке понятия ускорения и осознать физический смысл этого понятия.

Коль скоро представление о центре Вселенной с полным правом было отброшено, идея о неподвижности и, вообще, об исключительной роли Земли лишилась своего основания. Тем самым вопрос о том, что следует считать «находящимся

в покое» при описании движения небесных тел, стал вопросом удобства. Следуя Аристарху и Копернику, обычно подчеркивают преимущества, связанные с выбором Солнца в качестве тела, находящегося в состоянии покоя (по Галилею, этот выбор является не чистым соглашением, а гипотезой, которая может быть «истинной» или «ложной»). Указывают, что проще рассматривать вращение Земли вокруг своей оси, чем общее вращение всех неподвижных звезд вокруг Земли.

Кроме того, предположение о вращении Земли вокруг Солнца устраняет различие в движении внутренних и внешних планет и доставлявшее много хлопот возвратное движение внешних планет, позволяя объяснить его движением Земли вокруг Солнца.

Как ни сильны все эти аргументы, в особенности если рассматривать их в связи со сделанным Галилеем открытием, состоящим в том, что Юпитер со своими лунами в каком-то смысле представляет коперниканскую систему в миниатюре, все же все эти аргументы носят качественный характер. В самом деле, поскольку мы, люди, привязаны к Земле, наши наблюдения никогда не дадут нам непосредственно «истинные» движения планет, а дадут лишь движение точки пересечения луча зрения (направление Земля – наблюдаемая планета) со «сферой неподвижных звезд». Подтверждение правильности коперниканской системы, выходящее за рамки чисто качественных аргументов, стало возможно лишь после того, как были определены «истинные» орбиты

планет. Эту проблему почти непреодолимой трудности поистине гениально решил Кеплер (еще при жизни Галилея). Но этот существенный прогресс не оставил никаких следов в работе Галилея – яркая иллюстрация того, что творческие личности не всегда обладают легкостью восприятия.

Многих трудов стоило Галилею доказательство того, что гипотеза о вращении Земли вокруг собственной оси и Солнца не опровергается тем, что мы не наблюдаем никаких механических эффектов этих движений. Строго говоря, такое доказательство в то время было невозможно, поскольку тогда еще не было законченной теоретической механики. Я считаю, что именно в связи с этой проблемой своеобразие мышления Галилея проявилось с особой силой. Разумеется, Галилею было важно также показать, что неподвижные звезды слишком удалены от нас, чтобы их параллаксы, связанные с годичным движением Земли, можно было измерить с помощью имевшихся в его время приборов. Несмотря на всю свою примитивность, это исследование также гениально.

* * *

Именно стремление Галилея дать механическое доказательство движения Земли привело его к формулировке ошибочной теории приливов. Если бы не его темперамент, Галилей вряд ли бы считал, что блестящие аргументы, изложенные в последней беседе, имеют доказательную силу. Трудно

удержаться от искушения и не остановиться на этом вопросе несколько подробнее.

Лейтмотив, явственно звучащий во всей книге Галилея, — это страстная борьба против любого рода догм, основанных на авторитете. Только эксперимент и строгие рассуждения он считал критериями истины. Сейчас нам трудно даже представить себе, сколь раздражающими и революционными казались подобные взгляды во времена Галилея, когда одно лишь сомнение в истинности мнений, основанных на одном только авторитете, являлось тяжким преступлением и каралось в соответствии с этим. С тех пор, как бы мы ни льстили себе, в этом отношении мало что изменилось, но по крайней мере в теории победил принцип непредвзятого мышления, и многие следуют ему, хотя и не вполне искренне.

Часто утверждают, что Галилей стал отцом современной науки, заменив умозрительный, дедуктивный метод экспериментальным, эмпирическим методом. Думаю, однако, что подобное мнение не выдерживает более внимательной проверки. Не существует эмпирического метода без чисто умозрительных понятий и систем, и не существует систем чистого мышления, при более близком изучении которых не обнаруживался бы эмпирический материал, на котором они строятся.

Резкое противопоставление эмпирического и дедуктивного подходов неверно и было совершенно чуждо Галилею. Логические (математические) системы, полностью лишённые

какого бы то ни было эмпирического содержания, были созданы лишь в XIX веке. Кроме того, экспериментальные методы, которыми располагал Галилей, были столь несовершенны, что только с помощью чистого мышления можно было свести их в единое целое. (Например, не было способов измерения промежутков времени меньше секунды.)

В работе Галилея спор идет не о том, что верно: эмпиризм или рационализм. Галилей возражает против дедуктивных методов Аристотеля и его сторонников только потому, что считает их исходные предпосылки произвольными и несостоятельными, а вовсе не потому, что его противники пользуются дедуктивными методами. В первом диалоге он в нескольких отрывках подчеркивает, что и по Аристотелю самые правдоподобные выводы следует отбросить, если они не согласуются с эмпирическими наблюдениями. В то же время Галилей сам существенно использует логическую дедукцию. Его усилия направлены к достижению не столько «истинного знания», сколько «понимания». А ведь понять, в сущности, и означает суметь сделать выводы из принятой логической системы.

Исаак Ньютон

Несомненно, что разум кажется нам слабым, когда мы думаем о стоящих перед ним задачах; особенно слабым он кажется, когда мы противопоставляем его безумству и страстям человечества, которые, надо признать, почти полностью руководят судьбами человеческими как в малом, так и в большом. Но творения интеллекта переживают шумную суету поколений и на протяжении веков озаряют мир светом и теплом. Утешившись этой мыслью, возвратимся в эти смутные дни к памяти Ньютона, который был дарован человечеству три столетия тому назад.

Думать о нем значит думать о его творчестве. Такой человек может быть понят, только если представлять его как сцену, на которой разворачивалась борьба за вечную истину. Задолго до Ньютона находились сильные умы, полагавшие, что возможно дать убедительные объяснения явлений, воспринимаемых нашими чувствами, путем чисто логической дедукции из простых физических гипотез. Но Ньютон был первым, кому удалось найти ясно сформулированную основу, из которой с помощью математического мышления можно было логически прийти к количественному согласующемуся с опытом описанию широкой области явлений. Он в действительности мог надеяться, что фундаментальная основа его механики могла бы со временем дать ключ для по-

нимания всех явлений. Так думали его ученики и последователи вплоть до конца XVIII века, причем с гораздо большей уверенностью, чем сам Ньютон. Но как в его мозгу зародилось это чудо? Такой вопрос – пусть читатель меня извинит – нелогичен. Ибо если бы наш разум мог осилить проблему этого «как», то уже чуда в собственном смысле слова не было бы. Целью всей деятельности интеллекта является превращение некоторого «чуда» в нечто постигаемое. Если в данном случае чудо поддается такому превращению, наше восхищение силой мысли Ньютона только возрастает.

Искусно интерпретируя самые простые опытные факты, Галилей установил следующее положение: тело, на которое не действуют никакие внешние силы, сохраняет неизменной свою начальную скорость (и ее направление); если оно меняет скорость (или направление своего движения), изменение должно быть приписано внешней причине.

Чтобы из этого утверждения получить количественные результаты, надо вначале дать точную математическую интерпретацию понятиям скорости и изменения скорости, т. е. ускорения, в случае заданного движения тела, которое можно считать не имеющим размеров (материальной точкой). Эта задача привела Ньютона к открытию основ дифференциального и интегрального исчисления.

Оно само по себе было творческим достижением первого ранга. Но для Ньютона как физика оно было просто изобретением нового рода познавательного языка, в котором он

нуждался для формулировки общих законов движения. Теперь он мог выдвинуть гипотезу о том, что для заданного тела его точно определенное по величине и направлению ускорение пропорционально действующей на него силе. Коэффициент пропорциональности, характеризующий способность тела к ускорению, полностью описывает тело (без размеров) в отношении его механических свойств: так было открыто фундаментальное понятие массы.

* * *

Все предыдущее может быть названо, правда слишком скромно, точной формулировкой чего-то, сущность чего была познана еще Галилеем. Но Галилею не удалось решить главной задачи. Закон движения определяет движение тела только в том случае, если направление и величина действующей на него силы известны для всех моментов времени. Поэтому задача сводится к другой: как найти действующие силы? Для ума, менее смелого, чем ум Ньютона, эта задача могла казаться неразрешимой, если принять во внимание огромное разнообразие воздействий, которые тела Вселенной способны производить друг на друга. К тому же тела, движения которых мы можем воспринимать, совсем не являются не имеющими размеров точками, т. е. не воспринимаются как материальные точки. Как удалось Ньютону изучить подобный хаос?

Когда мы толкаем тележку по горизонтальной плоскости без трения, сила, с которой мы на нее действуем, непосредственно задана. Это идеальный случай, из которого выведен закон движения. То, что мы имеем здесь дело не с материальной точкой, кажется несущественным.

Что произойдет с телом, падающим в пространстве? Свободно падающее тело ведет себя так же просто, как и материальная точка, если рассматривать его движение в целом. Оно ускоряется вниз.

По Галилею, это ускорение не зависит от природы тела и его скорости. Понятно, что Земля играет решающую роль в существовании этого ускорения. Тогда казалось, что Земля воздействует на тела самым своим существованием. Землю можно разбить на многие части. Неизбежно возникала мысль, что на падающее тело действует каждая из этих частей, и все эффекты складываются. Казалось тогда, что существует обусловленная самим присутствием тел сила, с которой эти тела действуют друг на друга через пространство. Эти силы не должны зависеть от скоростей; считалось, что они зависят только от относительного положения и от некоторого количественного свойства различных тел, развивающих эти силы. Это количественное свойство могло быть обусловлено массой, так как казалось, что именно масса характеризует тело с механической точки зрения. Это странное воздействие предметов на расстоянии было названо гравитацией.

Чтобы теперь точно определить этот эффект, остается лишь найти, как велика сила взаимодействия двух тел заданной массы на заданном расстоянии. Что касается направления, то оно, очевидно, совпадает с прямой, их соединяющей. Наконец, остается неизвестной только зависимость этой силы от расстояния между телами. Но ее нельзя узнать априори. В этом случае мог быть полезным только опыт.

Между тем в распоряжении Ньютона такой опыт был. Ускорение Луны на ее орбите известно, и его можно было сравнить с ускорением тела, свободно падающего у поверхности Земли. Впрочем, движения планет вокруг Солнца были определены Кеплером с большой точностью; он описал их простыми эмпирическими законами. Тогда появилась возможность обрисовать, каким образом действие тяготения, идущего от Земли и от Солнца, зависит от фактора расстояния. Ньютон нашел, что все явления могут быть объяснены силой, обратно пропорциональной квадрату расстояния. Этим цель была достигнута. Зародилась наука – небесная механика, – тысячу раз подтвержденная самим Ньютоном и теми, кто пришел после него. Но как быть с остальной физикой? Гравитация и закон движения не могли объяснить всего. Чем обусловлено равновесие частей твердого тела? Как объяснить световые и электрические явления? Казалось, что если ввести материальные точки и различного рода силы, действующие на расстоянии, можно будет удовлетворительным образом вывести все из закона движения.

Эта надежда не сбылась, и теперь никто не думает о разрешении всех наших проблем на этой основе. Несмотря на это, мышление современных физиков в значительной мере обусловлено основополагающими концепциями Ньютона. До сих пор не удалось заменить единую концепцию мира Ньютона другой, столь же всеобъемлющей единой концепцией. Но то, что мы добыли до сих пор, было бы невозможно получить без ясной системы Ньютона.

Интеллектуальные средства, без которых было бы невозможно развитие современной техники, возникли в основном из наблюдения звезд. За злоупотребление этой техникой в наше время творческие умы, подобные Ньютону, так же малоответственны, как сами звезды, созерцание которых окрыляло их мысли. Это необходимо сказать, потому что в наше время интеллектуальные ценности сами по себе не вызывают такого же уважения, как в века интеллектуального возрождения.

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.