

Современное научное мировоззрение.

В. Агри.

I.

Мы переживаем теперь один из величайших кризисов; все наше мышление, вся этика, вся жизнь, все наше духовное и нравственное существование находятся в состоянии какого то умственного брожения; те незыблемые законы и даже принципы, на которых строилось все наше мировоззрение и вся наша жизнь, пересматриваются, отбрасываются и взамен им вырастает новая система, более общая, более широкая которая должна сделаться руководящим учением на многие десятилетия и даже столетия.

Эти новые принципы должны будут направить всю нашу интеллектуальную и нравственную жизнь на новый путь, по которому человечество немного ближе подойдет к познанию истины и к увеличению счастья на земле, по которому, другими словами, будет достигнут известный прогресс. Особенность человеческого мышления состоит в том, что оно всегда стремится построить систему мира возможно стройную, которая охватывала бы все явления природы, предвидела бы их, давала бы объяснения всему происходящему, и служила бы руководящей нитью для всех поступков человека. При этом стремлении построить стройную систему мировоззрения человек старается свести все явления природы к минимальному количеству общих принципов, из которых логически выводились бы все человеческие действия, как нравственные, так и духовные.

Если проследить развитие человеческой мысли с древних времен до наших дней, то можно отметить следующие главные этапы:

1) Период до Аристотеля; 2) от Аристотеля до 16 столетия; 3) от Галилея, Декарта и Ньютона до начала 20 столетия; и наконец, 4) теперь переживаемый кризис, виновником которого является физик Эйнштейн.

II.

Дать первые основные законы логического мышления, установить понятия вещества формы, субстанции, силы, движения, времени, пространства, активного и потенциального действия; построить ряд основных законов, к которым сводятся все явления природы, и наконец дать теорию строения вселенной, ее движений, ее возникновения и ее будущего, все это было творчеством одного из величайших умов, которые человечество видело до сих пор,—Аристотеля, жившего две тысячи лет тому назад.

Мощность этого учения объясняет то огромное влияние, которое оно имело на дальнейшее изучение природы. Ведь все безконечные трактаты, учения, дебаты и процессы, оканчивавшиеся сжиганием на костре отрицавших принципы Аристотеля, вся своеобразная культурная жизнь средних веков, имели своим главным центром учение Аристотеля. Целый ряд основных вопросов были поставлены Аристотелем: эти вопросы по их общности и значению настолько важны, что остались и до сих пор краеугольными камнями, на которых строится все наше научное мировоззрение.

Первый вопрос относится к существованию абсолютных законов природы.

Когда мы наблюдаем какое-нибудь явление и стараемся вывести те законы, по которым оно протекает, то ведь мы наблюдаем это явление при определенных условиях например, на земле, и спрашивается, не являются ли те законы, которые мы выводим, относительными, так что, если бы мы перенеслись в другие условия, то получили бы иные законы. Так, например, можем ли мы считать, что явления природы подчиняются одним и тем же законам на земле, на Юпитере, на Солнце и на какой-нибудь звезде, скажем на Сириусе.

Аристотель отвечает на этот вопрос положительно. Такой же положительный ответ на него давали все ученые и философы до настоящих времен. И этот вопрос не вызывал, казалось, особенных затруднений. Универсальность законов движения, притяжения, теплоты, электричества, магнетизма и лучеиспускания тел признается всеми, как основа, позволяющая создать стройную систему строения и возникновения мира.

Однако, при более тщательном анализе этого вопроса встретилось одно очень серьезное затруднение. Мы знаем, что свет распространяется с известной скоростью, равной тремстам тысячам километров в секунду, так что вокруг земли он обошел бы в $\frac{1}{8}$ секунды; от солнца до земли свет проходит в восемь минут; от самых близких звезд он доходит в несколько лет, от звезд более отдаленных в несколько тысяч

лет: а от недавно открытых огромных спиральных туманностей, составляющих целую систему вселенной, в несколько миллионов лет.

Но ведь эта скорость света была определена на земле, а земля сама движется вокруг солнца со скоростью 30 километров в секунду. На первый взгляд эта скорость очень мала по сравнению со скоростью света, но методы астрономии и физики так точны, что требуют принятия во внимание и таких сравнительно медленных движений. Спрашивается, следовательно, не является ли скорость света, которую мы измеряем на земле, величиной относительной, т.-е. зависящей от скорости движения земли? Весьма тщательные опыты над скоростью распространения света на земле, как параллельно движению земли, так и перпендикулярно к этому направлению, показали, что скорость света совершенно одинакова во всех случаях; это и есть сущность знаменитых опытов Майкельсона и Морлея; попытки эти были начаты еще в 1881 году и производились при различных условиях до 1905 года.

Итак опыт показал, что скорость распространения света в пустоте есть величина абсолютно постоянная, т.-е. в каких бы условиях мы ее не измеряли, находясь на движущемся предмете, или на неподвижном, мы всегда найдем одну и ту же величину. Представим себе, напр., что с колокольни Ивана Великого в Москве дают световой сигнал и говорят всем находящимся на некотором расстоянии людям, чтобы они заметили момент, когда он до них дойдет, спрашивается, как будут расположены по отношению к колокольне Ивана Великого все те люди, которые одновременно увидят данный сигнал? Ведь земля движется вокруг солнца со скоростью 30 км. в секунду; кроме того она вращается вокруг своей оси со скоростью почти пол-километра в секунду, следовательно, казалось бы очевидным, что те люди, которые переносятся землей на встречу идущему к ним сигналу, увидят его раньше, чем те, которые уносятся землей в том же направлении, как световой луч, посланный с Ивана Великого.

Однако оказывается, что все те, до которых одновременно дойдет световой сигнал, будут находиться на круге, центром которого будет колокольня Ивана Великого. В этом результате мы чувствуем что-то непонятное, противоречащее нашему обычному логическому мышлению. Ведь когда курьерский поезд, идущий со скоростью 90 верст в час, перегоняет пассажирский, идущий со скоростью в 50 верст, то людям, сидящим в пассажирском поезде, кажется, что перегоняющий их курьерский идет со скоростью равной 90 минус 50, т.-е. 40 верст в час; это составляет сущность принципа относительности движения, который был введен Галилеем и который всякому очевиден.

Если же мы едем в поезде или несемся на аэроплане, или в ядре, с какой угодно скоростью и нам посылают в догонку световой сигнал, то он перегоняет нас и скорость его по отношению к нам со-

вершенно та же, как если бы мы не двигались. Даже если бы мы пробегали 290 тысяч километров в секунду и нам послали бы в догонку луча света, то он бы нас перегнал, так как его скорость равна 300 тысячам километров в секунду, и, нам бы казалось, что скорость луча света по отношению к нам равна не 300—290, т.-е. 10 тысячам километров в секунду, как этого требует принцип относительности движений, а что этот луч идет с той же скоростью, как бы это было, если бы мы не двигались.

Тут есть какое-то противоречие.

III.

Согласно принципу, принятому уже Аристотелем и лежавшему в основе всех учений до настоящего времени, законы природы имеют одинаковое значение, независимо от условий, в которых они наблюдаются; так с одной стороны закон относительности скоростей, выведенный Галилеем для движения, и с другой стороны закон постоянства скорости света, представляют из себя вполне общие законы природы; и вот оказывается, что между этими двумя основными законами существует противоречие. В чем же тут дело? Как помирить эти два закона между собою? Вот задача, которая возникла сначала двадцатого столетия и которая теперь получила вполне стройное незыблемое решение, представляющее из себя научное исследование, настолько же красивое и гармоничное, как наилучшие произведения классического искусства.

Для решения этого вопроса мы опять обратимся к Аристотелю. Аристотель уделяет большую часть своей физики выяснению понятий времени, пространства и движений. Он показывает, что эти три понятия связаны между собою. Мы судим о движении по времени и обратно сводим время к какомунибудь движению; также, чтобы судить о пространстве, напр. о длине какойнибудь линии, мы пользуемся или движением или отмечаем положение, занимаемое одновременно обоими концами этой линии, т.-е. подчиняем пространство или движению, которое занимает известное время, или же понятию об одновременности двух происшествий. Но если мы определяем время по движению, то спрашивается, не будет ли измерение времени зависеть от состояния более или менее быстрого движения. И на этот основной вопрос Аристотель обстоятельно отвечает, что „для движений, происходящих одновременно, время измеряется одинаково, независимо от скоростей этих движений, даже если одно тело находится в покое, а другое движется“.

Этот основной принцип, что длительность какогонибудь явления не зависит от состояния покоя или движения тела, на котором наблю-

дается это движение, был положен в основу всеми учениями от Аристотеля, Галилея, Декарта, Ньютона до современных ученых—Гельмгольца, Кельвина, Пуанкаре и др.

На нем зиждилась вся механика и все представление о законах природы. Это считалось самым общим принципом мирозерцания.

Мы имеем следовательно три принципа: постоянство измерения времени, относительность скоростей и постоянство скорости света. Мы видели выше, что если принять независимость измерения времени от состояния движения тел, то между принципом относительности скоростей и постоянством скорости света получается противоречие.

Спрашивается, является ли постоянство времени действительно обязательным принципом, или же можно отказаться от него и таким образом помирить между собою относительность скоростей и постоянство скорости света? Таков первый вопрос, который был поставлен знаменитым немецким физиком Эйнштейном в 1905 году, когда ему было едва 28 лет. Он решительно заявил, что мы должны отказаться от принципа постоянства времени и заменить его более общим, а именно принципом относительности самого времени.

Так как все явления природы протекают во времени, то это изменение влечет за собою пересмотр абсолютно всех законов природы и ведет к построению совершенно нового мирозерцания.

Необходимость приложения принципа относительности ко времени вытекает непосредственно из строго логического рассуждения. Действительно представим себе, что мы имеем длинный поезд в сто вагонов, катящийся очень быстро по полотну железной дороги; каким образом могли бы мы установить точно, что какое-нибудь явление происходит одновременно в первом и последнем вагоне?

Самый точный способ состоит в том, чтобы это явление вызвало оптический сигнал, напр., яркую искру, как в первом, так и в сотом вагоне, и чтобы мы наблюдали эти сигналы, находясь в середине поезда; тогда мы скажем, что оба явления происходили одновременно, если мы в середине поезда получим одновременно лучи света из первого и из последнего вагона. Но совершенно другое заключение относительно одновременности этих двух явлений будет сделано зрителем, находящимся неподвижно на полотне дороги, как раз против середины поезда, в тот момент, когда дают сигналы в первом и последнем вагоне. Для этого зрителя искра в первом вагоне покажется сверкающей позже, чем искра в сотом вагоне. Действительно, наблюдатель, находящийся в поезде продвигается навстречу лучу света, идущему от первого вагона, он его видит, следовательно, немного раньше, чем наблюдатель, находящийся в покое на полотне дороги.

Итак, два явления, происходящие в различных местах, будут считаться или одновременными или первое предшествующим второму

или обратно, в зависимости от состояния движения или покоя наблюдателя или регистрирующего прибора.

Следовательно, когда мы говорим о каком-нибудь явлении, происходящем далеко от нас, что оно происходит в такой-то момент, то это определение времени зависит от состояния движения или покоя, как наблюдателя, так и тела, на котором происходит это явление.

Измерение времени является, таким образом, величиной относительной. А так как расстояние двух точек связано непосредственно с измерением времени, то очевидно, что и измерение длины будет зависеть от состояния покоя или движения. Так, напр., если едущий в поезде будет сравнивать длину какой-нибудь линейки, находящейся на полотне железной дороги, то он найдет, что его линейка короче неподвижной.

Легко, напр., вычислить, что если наблюдатель движется со скоростью равной 135 тысячам километров в секунду, то линейка в один метр длиной будет для него по сравнению с неподвижной линейкой равна 90 сантиметрам, а его часы будут показывать 60 секунд, в то время как неподвижные часы покажут 67 секунд. Другой пример более яркий, может быть представлен ядром Жюль Верна. Вообразим себе, что из гигантской пушки выстрелили ядром, в котором находится человек, и что скорость полета ядра немного меньше скорости света и равна 299990 километров в секунду, человек летит и через год прилетает на какую-нибудь звезду, откуда его обратно посылают на землю, ему опять кажется, что он летит год, его часы, все его жизненные отправления, все протекает так, что ему представляется, что его путешествие продолжалось два года, и вот, вернувшись на землю, он ничего не узнает, потому что в это время на земле прошло не два года, а двести лет.

Невольно спрашивается, неужели подобные результаты могут иметь какое-нибудь реальное значение. Неужели есть случаи, когда действительно измерения времени и пространства меняются от того, что тело движется. Не есть ли это только отвлеченное учение, построенное лишь для того, чтобы согласовать между собой два принципа.

Мы с несомненностью можем ответить, что эти новые воззрения на пространство и время не только имеют огромное значение для объяснения различных явлений природы, но позволили предвидеть целый ряд новых явлений и дали возможность построить стройную систему мира, в которой число законов сведено до минимума.

IV.

В своей физике Аристотель, для изучения движения тел, дает ряд принципов, которые являлись основами всей механики средних

веков, которые не признавать считалось ересью, преследуемою церковью. Вот главные из этих законов: тело движется только тогда, когда на него действует сила; под влиянием постоянной силы тело движется с постоянной скоростью; если приложить к данному телу какую-нибудь силу, то она заставит двигаться тело только тогда, если величина этой силы превышает некоторый минимум; тела падают с различными скоростями, в зависимости от их веса; пустота невозможна, потому что в пустоте тела падали бы с бесконечной скоростью. Нам понятно, каких невероятных усилий стоило Галилею, Декарту, Ньютону и другим отвергнуть все эти принципы, на которых воспитывались поколения и на которых строилось все научное мышление их современников. Ведь Джордано Бруно, читавший в Париже лекции, в которых он протестовал против принципов Аристотеля, был сожжен в Риме на костре в 1600 г., Галилей чуть не подвергся той же участи, Декарт осторожно оставался в Голландии и не решался издавать своего трактата о мире.

Принцип инерции Галилея, согласно которому тело, не подвергнутое влиянию внешних сил, продолжает двигаться прямолинейно с постоянной скоростью, движение равномерно ускоряется под влиянием постоянной силы, доказанное Галилеем, приведение в движение данного тела, под влиянием всякой силы, как бы она ни была слаба, одинаковая скорость падения всех тел, независимость их веса, осуществление пустого пространства и, наконец, открытие притяжения тел. Все эти завоевания науки семнадцатого столетия привели к совершенно новому мирозерцанию, которое вылилось в самой полной и универсальной форме в учении Ньютона.

И вот мы переживаем теперь опять новый кризис во всех науках. Одна из основных величин, на которой построена вся механика, а именно—масса какого-нибудь тела, считалась до сих пор чем то неизменным, оказывается, что она может подвергаться изменениям под влиянием излучения с одной стороны, и под влиянием движения с другой. И это изменение не есть только вывод теории относительно-сти времени, а есть факт, заключенный из непосредственных опытов над движением мельчайших частиц материи, называемых электронами, которые выбрасываются радиоактивными телами, раскаленными телами и особенно солнцем с очень большой скоростью. Эти то частицы, которые посылает нам солнце в огромном количестве, попадая в высшие слои земной атмосферы на высоте 100 верст, производят сильное свечение газов, которое мы наблюдаем в виде северных сияний, они же вызывают на земле электрические бури. Величина или масса этих частиц может быть измерена, также и их скорость и вот оказывается, что масса их меняется со скоростью движения. Это изменение коли-

чественно совпадает с тем, которое предвидит теория относительности Эйнштейна.

В связи с массой тела находится непосредственно связанной сила притяжения, как это было показано Ньютоном, и мы, следовательно, должны ожидать, что законы движения тел под влиянием притяжения будут находиться также в зависимости от принципа относительности Эйнштейна.

В этом случае вопрос является необыкновенно сложным, так как мы имеем дело с движениями ускоренными и сила притяжения меняется в зависимости от расстояния; таким образом, чтобы приступить к решению этого сложного вопроса Эйнштейну пришлось преодолеть огромный математический труд, в котором он расширил принцип относительности, приложив его ко всем случаям движения под влиянием сил действующих неравномерно. Предполагая, что скорость распространения силы притяжения равна скорости света, Эйнштейн показывает, что во всех случаях—равномерного, неравномерного и даже вращающегося движения мы должны рассматривать время, пространство и массу, как величины зависящие от скорости движения. Эта строго математическая зависимость вводит поправку во все уравнения небесной механики, т. е. заставляет астрономов пересмотреть все их вычисления относительно движения небесных тел.

Один случай был перевычислен самим Эйнштейном, это движение самой маленькой планеты Меркурия. Согласно теории Эйнштейна, движение это происходит по эллиптической орбите, которая в свою очередь вращается вокруг солнца, оставаясь в той же плоскости. Эта особенность была давно замечена и все астрономы, начиная с Леллерье, тщетно искали объяснения этому сложному движению Меркурия, однако оно не только качественно объясняется теорией Эйнштейна, но даже количественно точно совпадает; действительно, вычисленное передвижение перигелия Меркурия равняется 42,9 секунды в столетие, тогда как наблюдаемое равно 43 секундам.

Итак, масса всякого тела зависит от состояния его движения, с другой стороны мы знаем, что кинетическая энергия движущегося тела равна произведению половины массы на квадрат его скорости, следовательно мы легко себе представляем, что масса вообще есть выражение некоторой энергии, которая меняется, когда тело движется. Всякое излучение, видимое или невидимое, представляет из себя некоторую потерю энергии, следовательно, принцип относительности Эйнштейна нам говорит, что масса какого-нибудь тела, излучающего тепловые, видимые или ультра-фиолетовые лучи уменьшается, если мы следовательно предположим, что когда-то давно, различные элементы: азот, кислород, медь, свинец, золото и т. д. образовались из соединения элементарных атомов водорода и гелия, то с тех пор происходило

постоянное излучение энергии и масса этих элементов должна была уменьшиться, вот почему атомные веса различных элементов не равны точно целым числам. Мы можем из атомного веса узнать историю происхождения элементов.

Эта гипотеза происхождения элементов, построенная знаменитым французским физиком Ланжевеном, получила в этом году замечательное подтверждение в опытах английского физика Резерфорда, которому удалось показать, что под влиянием α -лучей азот распадается и выделяет водород.

Развитие теории тяготения, основанное на принципе относительности, привело Эйнштейна к тому результату, что свет, который представляет из себя одну из форм энергии, при распространении вблизи какой-нибудь массы, не идет по прямой линии, но описывает некоторую кривую, так что принцип прямолинейности распространения света должен также быть отброшен и заменен более общим. Результат этот мог быть проведен наблюдениями во время солнечного затмения 29 мая 1919 года. Еще в 1914 году Эйнштейн вывел из своей теории, что, если наблюдать во время солнечного затмения звезды, находящиеся за солнцем (так что луч их проходит очень близко к солнцу), то кажущееся положение этих звезд будет изменено потому что луч, проходя мимо такого большого тела, как солнце, будет им притягиваться и следовательно опишет некоторую кривую. Предполагалось послать экспедицию для наблюдения солнечного затмения в августе 1914 года. Но война все остановила и только 29 мая 1919 года удалось проделать измерения. Две экспедиции были организованы английскими астрономами Гринвича и Кембриджа одна в северную Бразилию в Собраль, другая на остров Принца, возле берегов Африки в Гвинейском заливе. Затмение было очень удачное для подобных измерений, так как область неба, находящаяся за солнцем, была очень богата звездами. — их приходилось около двадцати, расположенных вокруг самого диска солнца. Фотографии показали существование отклонения лучей при прохождении мимо солнца; это отклонение равно — для наблюдений в Бразилии 1,98 секунды, а на острове Принца 1,6 секунды, что составляет в среднем отклонение в 1,79 секунды, т.е. число совершенно точно совпадающее с отклонением, вычисленным Эйнштейном.

Итак принцип относительности времени позволил, в результате строгого логического построения, предвидеть существование совершенно нового общего явления и связать таким образом Ньютоновскую силу притяжения тел со светом, а следовательно с электричеством и магнетизмом.

До сих пор сила притяжения стояла совершенно обособленной и при построении законов природы приходилось трактовать отдельно законы механики и астрономии, законы теплоты и наконец законы

химических превращений; теперь, благодаря всеобщему обобщающему принципу относительности, удалось связать, массу с энергией, свет с притяжением, теплоту со светом так что ставится возможным построить одну общую систему, охватывающую все явления природы и подчиняющую их нескольким основным универсальным законам.

Красота подобного построения настолько велика, наша душевная жизнь находит в нем такое огромное наслаждение и удовлетворение. что это дает силу и веру для борьбы со всеми невзгодами и заставляет быть оптимистами, так как творческая работа ведет к счастью, а критика и разрушение к пессимизму.

Но что же сделано из этой обширной системы мира. Мы находимся в начале огромного движения и развития. Нам даны новые методы, даны доказательства прочности основ, на которых мы можем во всех направлениях, каждый в своей специальности строить здание науки.

Изучение явлений радиоактивности привело к заключению о единстве материи. Спектральный анализ и изучение лучей Рентгена позволили дать весьма цельную теорию строения атомов, а приложение теории относительности к движениям происходящим внутри атомов, позволило предвидеть количественно целый ряд особенностей спектра элементов. Приложение новых методов оптики позволило наблюдать непосредственно движения молекул, определять их число и величину. Законы статистики в приложении к физическим и химическим явлениям позволили связать явление теплоты со светом и привели к основному заключению, что, как материя состоит из мельчайших частиц называемых атомами и электронами, так и энергия должна рассматриваться, как состоящая из маленьких элементарных частиц, называемых квантами. Приложение принципа относительности в его общей современной форме к изучению теплоты, выделяемой химическими реакциями, показывает, что эта теплота зависит от силы притяжения так что, например, одна и та же реакция выделяет больше теплоты на солнце, чем на земле. В области биологии не менее важные пути открываются перед искателем: законы эволюции организмов заменяются законами мутаций, т.-е. скачков. Развитие клеток и тканей может происходить вне организма, напр., если взять крохотный кусочек сердца цыпленка и положить его в определенную жидкость, то он растет, дает волокна и начинает сокращаться. Раздражение нервов, а в частности и наше зрение, могут быть в точности сведены к чисто физико-химическим процессам и вычислены наперед. Вообще мы проникаем все глубже и глубже в понимание законов мира, и перед нами открывается славное будущее когда, гармония всех областей будет достигнута.

В этой дружной работе русские ученые играли очень большую

руководящую роль; *Левоев, Менделеев, Ляпунов и Мечников*, вот четыре великие творца, положившие основы физики, химии, небесной механики и биологии, на которые опираются ученые всего мира.

И мы знаем, что ничто и никто не может сокрушить и остановить научного творчества и гения, так как он верует в великое этическое значения искание истины.

Париж. Январь 1920.
