

RUDOLF STEINER

Geisteswissenschaftliche Impulse zur
Entwicklung der Physik

Zweiter naturwissenschaftlicher Kurs

Die Wärme auf der Grenze positiver
und negativer Materialität

Vierzehn Vorträge, gehalten
in Stuttgart vom 1. bis 14. März 1920

RUDOLF STEINER VERLAG
DORNACH / SCHWEIZ
1982

РУДОЛЬФ ШТЕЙНЕР

**Духовнонаучные импульсы к развитию
физики**

Второй естественнонаучный курс

Тепло на границе позитивной и негативной материи

Четырнадцать лекций, прочитанных
в Штутгарте с 1 по 14 марта 1920 г.

«НОВАЛИС»

МОСКВА

2005

*К публикациям лекций
Рудольфа Штейнера*

Все лекции Рудольфа Штейнера – за исключением некоторых специальных курсов в рамках Свободной Высшей школы духовной науки при Гетеануме – с 1924 г. общедоступны. В марте 1925 г. он пишет по этому поводу в автобиографии:

«Итог моей антропософской деятельности представлен двумя видами изданий: это, во-первых, мои книги, опубликованные и всем доступные; во-вторых, целый ряд курсов, которые сначала предназначались для частного издания и должны были продаваться только членам Теософского (позже Антропософского) общества. Это были более или менее удачные записи моих лекций, которые из-за отсутствия времени не могли быть мной исправлены. Я хотел, чтобы устно произнесённое слово оставалось бы только устно произнесённым словом. Но члены Общества хотели частных выпусков этих курсов, и это привело к их изданию. Если бы у меня было время на проверку, то с самого начала не было бы необходимости ставить на них пометку «Только для членов Общества».

...На этих лекциях присутствовали только члены Общества. Они были знакомы с основами антропософских знаний, поэтому к ним можно было обращаться как к уже продвинутому в области антропософии. Весь образ этих закрытых лекций был таким, каким не могли обладать письменные сочинения, предназначенные для открытой публикации.

Закрытом кругу я мог говорить о вещах иначе, чем должен был бы о них говорить, будь они с самого начала предназначены для открытой печати.

Нигде и не в малейшей степени не было сказано ничего такого, что в чистом виде не представлялось бы результатом развития антропософии.

Читающий эти частные публикации может принимать их в самом полном смысле слова за то, что должно быть сказано антропософией. Поэтому можно было без колебаний отступить от прежнего обычая распространять эти издания только в кругу членов Общества.

Однако приходится допускать, что в не просмотренных мною записях возможны ошибки.

Но право на суждение о содержании подобной частной публикации может быть отдано, конечно, только тому, кто признаёт исходные посыпки, необходимые для такой оценки. Такими посылками для большей части этих лекций является, по крайней мере, антропософское познание человека и Космоса, ибо в антропософии представлено существо человека, а также знание того, что сообщениях из духовного мира даётся как «антропософская история».

Первоначально Рудольф Штейнер часто применял в своих лекциях слова «теософия» и «теософский» для определения основанной им в начале XX века антропософски ориентированной духовной науки. Позже в соответствующих случаях он начал употреблять такие понятия, как «духовная наука» или «антропософия», как «духовнонаучный» или «антропософский». По его указанию эти позднейшие обозначения введены в большинство последующих изданий его лекций. Такие же (или

соответствующие им по смыслу) понятия и определения используются и в переводе этих лекций на русский язык.

СОДЕРЖАНИЕ

Лекция первая, Штутгарт, 1 марта 1920 года

Ощущения тепла и термометр. Апория Ахилеса и черепахи. Трагизм мышления, лишённого созерцания. Атомизм. Космические теории. Устройство солнца: материя со знаком минус. Противоположность созерцания красок и восприятия тепла. Механическая теория теплоты. Необходимость органических и крупных неорганических процессов; дифференциальное и интегральное исчисления в их отношении к действительности.

Лекция вторая, Штутгарт, 2 марта 1920 года

Расширение теплоты в одном, двух и трёх измерениях. Манкирование высшими потенциями размывает существенное. Индивидуальное расширение у твёрдых тел и общее у газообразных тел как симптом. Академия дель Чименто как переход к новой физике. Богатый материал частных наблюдений на фоне обеднённых представлений. Нерегулярности в проявлениях воды космические силы в греческой физике. Их последующее введение в атом.

Лекция третья, Штутгарт, 3 марта 1920 года

Застывание температур при плавлении и кипении. Исчезновение точек в высшем измерении. Гётевская физика. Температура как четвёртое измерение у Крукса. Индивидуальная форма твёрдых тел, давление газов.

Лекция четвёртая, Штутгарт, 4 марта 1920 года

Связь между давлением и объёмом у газов. Существо теплоты в связи с механическими фактами. Выход за пределы трёхмерного пространства. Тезис: теплота превращается в работу. Изолированные органы внешних чувств для света и звука, весь человек как орган восприятия тепла и давления. Сознательные пассивные представления просачиваются из восприятий высших чувств. Недоступность для восприятия воли изнутри и электричества снаружи.

Лекция пятая, Штутгарт, 5 марта 1920 года

Высшие представления и восприятия внешних чувств, математические представления и воля. Преодоление дуализма. Разучивание одного стихотворения. Абстрактное мышление и мышление имагинативное. Познание пространства и времени, с одной стороны, и массы – с другой, Кант. Собственная форма у твёрдых тел и уровень поверхности у жидких. Газ и Космос. Вода как особое исключение.

Лекция шестая, Штутгарт, 6 марта 1920 года

Давление пара. Плавление железа под давлением. Понижение точки плавления у сплавов. Силовые линии твёрдых тел и уровень их поверхности. У жидкостей они материальны. Твёрдое тело – образ жидкого; жидкость – образ газа; газ как образ теплоты.

Лекция седьмая, Штутгарт, 7 марта 1920 года

Плавление железа под давлением как образ воздуха. Отказ от основополагающего представления современного естествознания. Эдуард фон Гартман. Значение нашего Исследовательского института. Нагревание воды при помощи работы. Твёрдая планета: сила тяжести; газообразная планета: негативная тяжесть; жидкая планета: нулевая сфера. Полиэдрическая форма, негативная форма, шар или нулевая сфера. Отношение к твёрдому, газообразному, жидкому. Ночное и дневное тепло.

Лекция восьмая, Штутгарт, 8 марта 1920 года

Паровая машина. Превращение теплоты в работу и наоборот. Оба основные положения теории теплоты у Эдуарда фон Гартмана. И. Р. Майер: борьба вокруг «замкнутой системы» в отношении твёрдых тел. Схема агрегатных состояний: форма в твёрдом теле и сгущение – разряжение в газообразном, жидкое как промежуточное; теплота между сгущением – разряжением и материализацией – одухотворением. Общепринятый спектр и замкнутый цветовой круг Гёте. Сравнение со схемой агрегатных состояний.

Лекция девятая, Штутгарт, 9 марта 1920 года

Водяное колесо и паровая машина. Мощность зависит разницы уровней. Перенесение физических явлений на человека. Путь И. Р. Майера. Область телесного: каждый имеет в другом свой образ. Фигуры поляризации. Сгущение – разряжение и звук. Радуга и побочная радуга. В рамках общепринятого спектра нечто остаётся неизвестным. Мировая окружность в связи с областью физического.

Лекция десятая, Штутгарт, 10 марта 1920 года

Выделение действия теплоты из светового цилиндра при помощи квасцов. Прохождение тепла через ледяную линзу. О теплопроводности. Область агрегатных состояний тел и человека. Формообразующая сила – представление; теплота – воля. Негативная материя в человеке. Всасывание вместо давления.

Лекция одиннадцатая, Штутгарт, 11 марта 1920 года

Красная, синяя и зелёная части спектра. Отделение теплового воздействия при помощи квасцов, химического действия при помощи эскулина, светового

действия при помощи йода. Общепринятый спектр – результат земных сил. Сравнение с воздействием магнитов. Затемнение - просветление. Материализация – дематериализация. Теплота как интенсивное движение вместо экстенсивного движения атома. Воля и представление. Теплота как пограничная область между давлением и всасыванием. Э. Мах относительно пределов формулы энергии. Теплота как духовно-физический вихрь.

Лекция двенадцатая, Штутгарт, 12 марта 1920 года

Прозрачность. Уравнение теплопроводности. Распространение соответствующего эффекта на различные части спектра. Позитивное, негативное, мнимое. Сверхмнимые числа и изгибание спектра. Отношение жизни к неорганической природе.

Лекция тринадцатая, Штутгарт, 13 марта 1920 года

Опыты с квасцами, тинктурой йода и эскулином. Теплота действует в газе – свет проходит через него, не распадаясь: образ от образа. Химический эффект в жидкости. Жизненный эффект в твёрдом отсутствует. Теплота как состояние равновесия между эфирным и материальным. Указание на физику прошлого и будущего. Нулевая сфера как пространственная граница современной физики. Об энтропии.

Лекция четырнадцатая, Штутгарт, 14 марта 1920 года

В спектре видны чистые проявления эффектов. Химический эффект – химический процесс; химический эффект – воздействие звука. Проявление эффекта при помощи земли в одном случае и периферическое воздействие в другом. Весомые и невесомые воздействия. Различия уровней внутри одной области действительности и различия от области к области. Восприятие звука. Наполнение пространства – опорожнение пространства. Земля и планеты. Космические воздействия вложены в атом. Разрывание пространства, молния. Абстрактные представления - мышление, соразмерное действительности. Народные высшие школы, существо Академии, техника. Космические истоки зарождения и его наблюдение в микроскоп.

Примечания

ЛЕКЦИЯ ПЕРВАЯ

Штутгарт, 1 марта 1920 г.

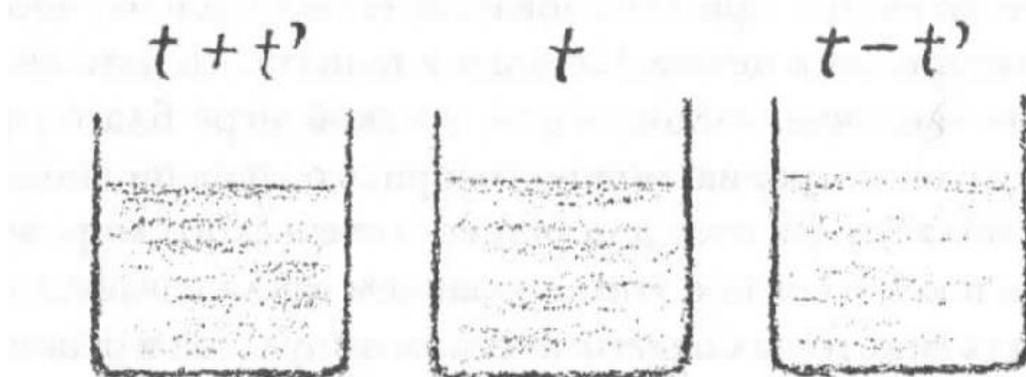
Естественнонаучные рассмотрения, проведенные мною во время моего последнего пребывания здесь¹, должны получить какое-то продолжение. На этот раз я буду исходить из рассмотрения тепловых соотношений в мире, а именно из того раздела физики, который приобретает особое значение при обосновании естественнонаучного

мировоззрения в целом. Сегодня я попытаюсь дать своего рода введение, изложив вам, в какой мере благодаря такому рассмотрению можно говорить о значении познания в области физики для общечеловеческого мировоззрения и как в связи с этим познанием закладывается основа для некоторых педагогических импульсов в отношении естествознания. Данным введением, имеющим принципиальный характер, мы хотим указать на объём и содержание всего курса докладов.

Так называемое учение о теплоте приняло в XIX веке некий облик, чрезвычайно сильно способствующий материалистическому рассмотрению окружающего мира. Ибо тепловые соотношения, имеющиеся в мире, дают повод наблюдателю отвлечься от самой природы теплоты, от её сущности и направить взгляд на механические явления, проистекающие из этих тепловых соотношений.

Человек познаёт теплоту прежде всего благодаря определённым ощущениям, обозначая их словами: тепло, прохладно, холодно и так далее. Однако очень скоро он начинает обращать внимание на то, что в этих ощущениях, как ему кажется, содержится нечто неопределённое, во всяком случае, нечто субъективное. В этом можно легко убедиться, если провести следующий простой эксперимент. Мы не будем его сейчас проводить, чтобы не терять время, но каждый из вас может осуществить такой опыт сам.

Представьте себе, что у вас есть сосуд с водой², имеющий определённую температуру t ; справа от него тоже сосуд с водой при температуре $t - t'$, которая заметно ниже, чем в первом сосуде. И ещё один сосуд с водой при температуре $t + t'$. Погрузив пальцы рук сначала в два крайних сосуда, вы ощутите их тепловое состояние. А затем, если сразу переместить руки в средний сосуд, то вода в нём покажется теплее для пальцев, которые до этого пребывали в сосуде с более низкой температурой, и холоднее для пальцев, погружённых прежде в более тёплую жидкость. Одна и та же температура для субъективного ощущения представляется по-разному в зависимости от того, какую температуру вы ощущали сначала. Входит человек в погреб летом или зимой – температура в погребе будет казаться ему неодинаковой. Если он войдёт зимой, то ему покажется тепло, а если войдёт летом, то при той же самой температуре в погребе, ему покажется холодно. Из этого делают вывод: субъективное ощущение теплоты не определяет её меру; надо иметь возможность объективно устанавливать тепловое



состояние того или иного тела. Мы не будем здесь входить в рассмотрение элементарных явлений и говорить об элементарных инструментах для измерения температуры – всё это известно вам. Поэтому я скажу здесь следующее. Если объективно измеряют при помощи

термометра величину температуры какого-либо тела или помещения, то имеют тогда такое чувство: да, мы тут измеряем градусы от нулевой точки вверх и вниз и получаем объективную меру теплового состояния. Размышляя над этим, мы можем оценить существенную разницу между объективной констатацией, к которой человек, так сказать, непричастен, и субъективной констатацией посредством ощущения, в которой участвует сам человек.

Для того, к чему стремились в течение XIX столетия, эта разница была, можно сказать, чем-то таким, что в известном отношении явилось действенным и дало успешные результаты. Но мы теперь уже вступили в то время, когда надо обратить особое внимание ещё на другие вещи, если мы хотим плодотворным образом пойти дальше в той или иной области познания жизненной практики. Поэтому сегодня надо, исходя из самой науки, поставить определённые вопросы, которые раньше просто не замечали, руководствуясь такими умозаключениями, пример которых я только что привёл. Возникает вопрос: есть ли действительно объективная разница между констатацией посредством моего организма температуры какого-либо пространства, какого-либо тела и показанием термометра, - или же я заблуждаюсь (хотя мне может быть полезно для жизни провести эту разницу), если вношу эту разницу в мои идеи и понятия, которые должна развивать наука? – Весь курс лекций послужит тому, чтобы показать, как сегодня должны ставиться подобные вопросы. Ибо я, исходя из этих принципиальных вопросов, собираюсь перейти к тому, что сегодня при отсутствии внимания к таким вещам просто упускается из вида в важных областях практической жизни. Как это происходит в области техники вы ещё увидите. Теперь же я хочу указать только на главное: в наблюдениях, к описанию которых я перейду, собственно, совсем утрачена способность придавать значение сущности самой теплоты. А в следствии этого утрачена возможность привести сущность теплоты во взаимоотношение с той организацией, с которой в определённых областях жизненной практики нам надо её привести во взаимоотношение, а именно – с человеческим организмом. Когда мы сегодня просто характеризуем (это ведь пока своего рода введение) то, с чем связаны подобные вещи, мы должны иметь в виду, что нам приходится в отдельных случаях измерять температуру человеческого организма, например, при лихорадке. Вы видите, что отношение до сих пор неразгаданной сущности тепла к человеческому организму имеет всё-таки определённое значение. Самое радикальное, конечно, обнаруживается тогда, когда речь идёт о химических и технических процессах, но я рассмотрю их позднее. Ибо мы никогда не сможем верным образом направить внимание на отношение сущности тепла к человеческому организму, если будем исходить из механической концепции сущности тепла. Тогда от нас ускользает тот факт, что в человеческом организме, в его органах имеется различная восприимчивость к теплоте, - сердце, печень, лёгкие обладают разными способностями по отношению к сущности тепла. Поэтому невозможно провести действительное изучение симптомов болезней, не зная о теплоёмкости отдельных органов. Они, эти симптомы, не поддаются истолкованию потому, что одно только физическое воззрение на теплоту не предлагает никакой основы для этого. Физическое воззрение, которое мы в течение XIX века образовали в отношении теплоты, мы не можем сегодня внести в область органического. Теперь это уже заметно тому, кто видит вред, приносимый современными физическими так называемыми исследованиями более высоким отраслям науки, скажем, познанию органического существа. Поэтому здесь мы поставим определённые вопросы, которые служат прежде всего следующей цели: достижению ясных, прозрачных понятий. Ни от чего мы так сильно не страдаем ныне в так называемых точных науках, как от неясных, непрозрачных понятий.

Что же, собственно, означает, когда я говорю: погрузив пальцы обеих рук в правый и левый сосуды, а затем погрузив их в средний сосуд с жидкостью определённой температуры, я получаю различные ощущения? Что это значит? Является ли действительно объективной разница методов в характеристике этих понятий и в так называемой объективной констатации при помощи термометра? Продумайте это ещё раз: вот вы погружаете вместо пальцев рук термометр сюда, в правый сосуд, а затем туда, в средний сосуд; вы тогда получаете различные показания термометра в зависимости от того, погрузили вы его туда или сюда. Если вы затем вместо пальцев рук погрузите в сосуды оба термометра, то заметите, что ртутные столбики в одном и другом термометре также претерпят различные фактические изменения. Вы получите здесь (справа) более низкое, а тут (слева) более высокое состояние температур; затем одно из них пойдёт вверх, другое вниз. Вы видите, что с термометрами происходит то же, что испытывали ваши собственные ощущения. Для наглядного представления тут нет никакой разницы между обоими термометрами и ощущениями пальцев ваших обеих рук. Тут и там утверждается в сущности то же самое, а именно, различие по сравнению с более ранним состоянием. И то, к чему мы приходим в наших ощущениях, можно выразить так: мы не несём в себе никакого нулевого пункта. Если бы в нас была точка отсчёта, то тогда мы имели бы не просто непосредственное восприятие, а устройство, позволяющее отнести температуру, субъективно ощущаемую нами, к некой нулевой точке внутри нас и по причине того, чего собственно в нас нет и что не имеет ничего общего с процессами, в нас происходящими, мы могли бы регистрируемое посредством термометра регистрировать также и в себе. Итак, вы видите, что при установлении понятия тут нет никакой разницы.

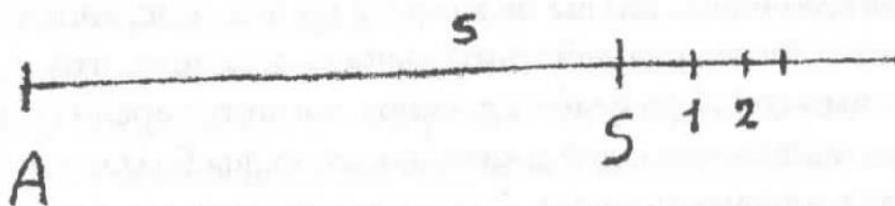
И это надо поставить теперь как вопрос, если мы вообще хотим в учении о теплоте прийти к ясным понятиям. Ибо все существующие теперь понятия оказываются в сущности неясными. Но не думайте, что такое положение вещей не имеет своих последствий. То, что мы не можем установить в себе никакой нулевой точки, связано со всей нашей жизнью. Если бы мы могли установить в себе нулевую точку, то мы имели бы совсем другое состояние сознания и должны были бы иметь совсем другую душевную жизнь. Как раз потому, что эта нулевая точка от нас закрыта, наша жизнь оказывается именно такой, какая она есть.

Видите ли, многое в жизни покоится на том, что мы не воспринимаем известных процессов, происходящих в человеческом организме, - то же самое, конечно, можно сказать и об организме животного. Если вы вынуждены переживать в своих объективных ощущениях все процессы вашего организма, то подумайте, что бы вы тогда стали делать? Представьте себе процесс пищеварения, представьте себе, что вы вынуждены участвовать своим сознанием во всех его конкретных стадиях. Многое из того, что принадлежит к нашим жизненным условиям, основывается как раз на том, что мы не участвуем своим сознанием в определённых процессах, происходящих в организме. Сюда же относится и отсутствие в сознании нулевой точки, в результате чего мы вовсе не являемся какими-либо термометрами. Поэтому различие объективного и субъективного, как его устанавливают, является совершенно недостаточным для более глубокого рассмотрения физических феноменов.

Речь идёт о том, что, собственно говоря, составляет один и тот же вопрос, который со времён древней Греции в очень смутной форме встаёт перед человеческим способом рассмотрения мира и который смог сохраниться в этой смутной форме до сих пор. Но для будущего он в таком виде больше неприемлем. Хотя я могу показаться вам педантичным, но я должен обратить внимание на то, что уже древнегреческие философы, а из них

прежде всего Зенон³, указывали на известные процессы, совершающиеся в человеческом мышлении и находящиеся в вопиющем противоречии с внешней действительностью.

Достаточно привести парадокс об Ахиллесе – я о нём уже не раз говорил. Представьте себе, что здесь обозначен путь (s), который Ахиллес (A) преодолевает за определённый промежуток времени, так быстро, как он может его пробежать. А здесь у нас черепаха (S). Она находится впереди Ахиллеса с опережением AS . Ахиллес гонится за черепахой. В тот момент, когда он добегает до точки S , черепаха успевает проползти ещё немного, скажем, до точки 1 . Ахиллес, чтобы её догнать, должен бежать дальше. Когда он достигает точки 1 , черепаха опять-таки продвигается немного вперёд в точку 2 . Черепаха всегда оказывается на маленький отрезок пути впереди Ахиллеса, а он должен сперва пробежать тот отрезок пути, который черепаха уже проползла. Таким образом, Ахиллес

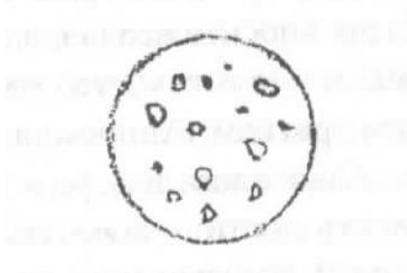


никогда не сможет догнать черепаху.

Этот вопрос решается людьми так, как его решают многие из тех, здесь присутствует. Я вижу их среди вас. Они думают: совершенно точно, что Ахиллес нагонит черепаху и просто глупо ставить этот вопрос. Разве не глупо думать, говорят эти люди, что Ахиллесу надо всегда пробегать тот отрезок пути, на который черепаха опережает его, и что поэтому он никогда её не догонит. На самом деле всё обстоит совсем иначе. Приведённое умозаключение об Ахиллесе и черепахе является логически абсолютно убедительным и правильным; против него ничего нельзя возразить. Оно вовсе не глупое, это умозаключение; наоборот, оно чрезвычайно умное – в рамках человеческого рассудка; оно логически абсолютно строгое, и его никак нельзя обойти. В целом оно основано на том, что до тех пор, пока вы только размышляете, вы не можете думать по-другому, чем гласит данное умозаключение. Но вы не можете на нём и остановиться, ибо вы созерцаете действительность и знаете, что Ахиллес, само собой разумеется, скоро догонит черепаху. Связывая мышление с действительностью, вы больше не пускаетесь в размышления. Люди ведь поступают, исходя не из одного только мышления, и потому говорят: «Кто думает так, тот просто глуп». Однако путём мышления нельзя добыть ничего иного, кроме как утверждения, что Ахиллес не догонит черепаху. На чём же основывается вывод, что он её всё-таки догонит? Этот вывод основывается на том, что если мы последовательно прилагаем наше мышление к действительности, то мы констатируем: оно оказывается неприемлемым в отношении фактов действительности. И оно должно быть таковым. Коль скоро мы прилагаем к действительности наше рационалистическое мышление, то нам ничего не остаётся, как констатировать ложность подобных истин. Мы утверждаем, что когда Ахиллес гонится за черепахой, он преодолевает каждый отрезок пути, который черепаха уже проползла. В понятиях всё совершенно верно, но в действительности он этого не проделывает, он не касается этих точек. Ноги Ахиллеса делают гораздо более широкие шаги, чем ноги черепахи. Он движется не так, как черепаха. Следовательно, мы должны сначала взглянуть на то, что делает Ахиллес. Мы не можем заниматься одними

только размышлениями. Иначе мы придём к ложному результату. Эти вещи порой совсем мало тяготят человека, но на самом деле они имеют чрезвычайно большое значение. Можно сказать, они приобретают величайшее значение в ходе развития современной науки. Мы справимся с ними, когда увидим, сколько реальности присутствует в нашем мышлении относительно природных явлений, когда перейдём от созерцания к так называемым объяснениям.

Видите ли, данное нам в восприятии есть то, что следует просто описывать. Я могу проделать следующий опыт, который сводится к простому описанию. Вот у меня шар, я опускаю его в отверстие, он проваливается. Сейчас это – моё восприятие. Затем мы немного нагреем шар. Видите: когда я теперь снова кладу его в отверстие, он не проваливается, а застревает. Он опять провалится, если достаточно охлаждён. В тот момент, когда я охладил его, поливая водой, он проходит через отверстие. Таково



зрительное восприятие. Именно его мне следует просто описывать. Но представьте себе, что я начинаю теоретизировать. Я хочу это сделать пока очень приблизительно, поскольку речь идёт лишь о введении в существо теплоты. Итак, шар состоит из определённого числа малых частиц, молекул, атомов – назовите их как угодно. Теперь уже нет зрительного восприятия, а есть нечто такое, что я мысленно к нему добавил. В это мгновение я расстался с восприятием. И в это мгновение я оказываюсь в чрезвычайно трагическом положении. Трагизм ощущается теми, кто может вникать в подобные вещи. Ибо когда вы задаётесь вопросом, может ли Ахиллес догнать черепаху, вы размышляете так: Ахиллес должен преодолеть путь, пройденный черепахой, но он никогда её не догонит. Безусловно это можно доказать. Теперь обратимся к опыту. Поставим черепаху и Ахиллеса или какого-либо другого человека, который бежит вовсе не так быстро, как Ахиллес. И вы убедитесь в следующем. Ваше восприятие обнаруживает нечто противоположное тому, о чём говорит вам умозаключение. Человек очень скоро настигает черепаху.

Однако когда вы начинаете теоретизировать о шаре, о том, как расположены его атомы и молекулы, вы поначалу также расстаётесь с восприятием, но тут вы лишены возможности заглянуть в шар и проследить что-то дальше, тут вы можете лишь теоретизировать. В этой области вы оказываетесь не в лучшем положении, чем тогда, когда вы размышляете о пути, который не может преодолеть Ахиллес. Но вы вносите всё несовершенство вашего рассудка в размышление о том, что уже не является наглядным. Вот в чём трагизм. Лишившись восприятия, мы строим и строим объяснения и верим в гипотезы и теории, и в возможность достичь ясности. В результате мы вынуждены следовать нашему голому мышлению, а это мышление изменяет нам в то мгновение, когда мы выходим за пределы восприятия. Тогда мышление больше не согласуется с восприятием.

На это различие я указывал в предыдущем курсе лекций⁴, проводя чёткую границу между форономическим и механическим. Форономия описывает только процессы

движения или процессы, ведущие к равновесию, но при этом она ограничивается тем, что констатирует наглядное восприятие. С того момента, как вы переходите от форономии к механике, когда должны быть введены понятия силы и массы, - с этого момента мы не можем больше довольствоваться голым мышлением, но то, что происходит, начинаем считать с наглядного восприятия. С простейшими физическими процессами, в которых известную роль играет масса, мы больше ничего не можем делать при помощи одного только мышления. Все теории, созданные в течение XIX столетия, оказались практически пригодными в той или иной ограниченной области, хотя это ничего не значит. Чтобы доказать их истинность, было бы необходимо проделать эксперименты с самими молекулами и атомами. Но сказанное здесь о малом верно также и в отношении большого. Вспомните, ведь я в моих лекциях неоднократно обращал внимание на то, что теперь выступит перед нами в этих рассуждениях, имея уже чисто научный характер. Я часто говорил следующее: исходя из того, о чём физик ныне теоретизирует относительно тепловых отношений, а также других вещей, которые с ними связаны, он строит себе определённые представления о Солнце. С известной претензией на то, что это соответствует действительному положению вещей, он описывает физические условия, как он выражается, которые имеются на Солнце. И вот я всегда говорил: физики были бы чрезвычайно изумлены, если бы могли в действительности проделать такой опыт, как их «поездка» на Солнце, ибо они тогда увидели бы, что ничего из того, что они, исходя из земных соотношений, вычислили или натеоретизировали, не соответствует реальностям, существующим на Солнце. Ныне эти вещи на самом деле имеют уже определённое практическое значение, особенно в отношении научного развития эпохи. Как раз в эти дни по всему миру распространилось сообщение о том, что добытые путём больших усилий английскими учёными результаты об отклонении света звёзд в мировом пространстве уже обсуждались раньше в Берлине перед учёным обществом. Тут по праву было указано на следующее: Да исследования Эйнштейна⁵ и его последователей получили известное подтверждение, но нечто окончательное можно было бы сказать лишь тогда, когда эти исследования продвинулись бы настолько далеко, что можно было бы исследовать с помощью спектрального анализа, как в конце концов, обстоят дела с солнечным светом, особенно при его исследовании в момент солнечного затмения. Тогда можно было бы увидеть нечто такое, что сегодня ещё не может быть подтверждено при помощи физических инструментов, которые находятся в нашем распоряжении. Об этом сообщалось на последнем заседании Берлинского физического общества⁶. Чрезвычайно интересно, что ближайшим шагом вперёд был бы, конечно, поиск возможности действительно произвести исследование солнечного света посредством спектрального анализа. Для этого необходимы такие измерительные инструменты, которых ещё нет в нашем распоряжении. Тогда некоторые вещи, раскрытые из духовно-научных оснований, просто получили бы дополнительное подтверждение⁷, как это уже имело место в течение этих лет в отношении многих фактов благодаря физическим экспериментам последнего времени. Тогда научились бы понимать, что просто невозможно то, что мы в состоянии вычислить, исходя из наблюдений за тепловыми явлениями в земной сфере, переносить на процессы и закономерности, имеющиеся в мировом пространстве, переносить на Солнце и представлять себе, что солнечная корона и тому подобное обязаны своим происхождением тем же самым обстоятельствам, знания о которых мы почерпнули из наблюдения земных процессов и закономерностей. Подобно тому, как наше мышление становится ошибочным, когда мы расстаёмся с непосредственным восприятием и, теоретизируя, входим в мир молекул и атомов, оно приводит нас к заблуждению и тогда,

когда мы обращаемся к макрокосмическому и установленные нами посредством наглядного восприятия в земных условиях данные переносим, например, на Солнце. Тогда думают, что Солнце – это нечто вроде раскалённого газового шара. Но о каком-либо раскалённом газовом шаре не может быть и речи в отношении Солнца. На Солнце перед нами предстаёт нечто совсем другое. Подумайте хоть раз о следующем. Мы имеем земную материю. Всякая земная материя, измеренная тем или иным способом, обладает определённой степенью своего воздействия на плотность и тому подобное – не важно, на что. Она имеет некоторую интенсивность воздействия. Но её интенсивность может стать также и нулевой. Это значит: мы можем встретиться, по-видимому, с пустым пространством. Но и здесь мы не доходим до конца; столь же мало доходим мы до конца при рассмотрении следующего случая. Представьте себе, что вы говорите: у меня есть сын. Этот парень отличается легкомыслием вертопраха. Я передал ему небольшое состояние, и он его растрчивает. Но спуститься ниже нуля он не может, утешаюсь я. Всё растратив, он окажется при нуле. Потом, однако, я вынужден разочароваться в своей надежде: парень начал делать долги. Он не остался при нулевом состоянии, - произошла история, ещё худшая, чем с нулём. Подобные вещи имеют очень реальное значение. Ибо как отец я буду, конечно, менее состоятельным, раз парень делает долги, а не остановился на нуле.

Видите ли, тот же способ рассмотрения лежит в основе воззрений относительно условий на Солнце. Тут доходят не до нуля, но идут вплоть до наибольшего разрежения материи; говорят о разреженном раскалённом газе. Сперва спускаются к нулю, а затем идут дальше – за нуль. То, что мы находим на Солнце, вообще не сравнимо ни с чем из окружающего нас материального мира; оно не сравнимо также и с нашим пустым пространством, соответствующим нулю. Оно выходит за эти пределы, за нуль. Солнце находится в состоянии отрицательной материальной интенсивности. Там, где мы видим Солнце, мы нашли бы, так сказать, дыру, входящую в пустое пространство. Она – менее, чем пустое пространство. Так что все те процессы, которые мы наблюдаем на Солнце, надо рассматривать как процессы всасывания, а не как процессы, связанные с действием давления и тому подобного. Мы не должны рассматривать солнечную корону таким образом, как её ныне рассматривает физик; мы же осознаём: тут происходит не то, что можно описать, как действие давления со стрелкой, направленной наружу, но тут в пространстве выступают действия всасывания, происходящие от дыры, от отрицания материи. Здесь наш рассудок не работает. Наше мышление изменяет нам как в отношении микрокосмического, так и в отношении макрокосмического. В том случае, которого я уже сегодня коснулся, мы можем только теоретизировать по поводу атомистичности.

Когда мы субъективно судим о тепловых состояниях нашего окружения, мы переживаем не действительные тепловые состояния, но различия между ними. Термометр также показывает различие; тут нет никакой разницы с нами. Мы переживаем различие между нашим собственным тепловым состоянием и тем тепловым состоянием, в которое вступаем. Если мыслить в соответствии с фактами, то то же самое проделывает и термометр. Мы лишь маскируем действительное положение вещей, привлекая сюда то, что не имеет никакого отношения к фактам, подлежащим рассмотрению, когда устанавливаем нулевую точку температуры. Это чрезвычайно важно принять во внимание. Когда мы направляем наше внимание на световые явления, то дело обстоит таким образом, что световые явления мы прослеживаем по существу при помощи органа, очень сильно изолированного внутри организма. В предыдущем курсе лекций я уже говорил вам, что благодаря этому мы никогда не наблюдаем собственно свет. Свет есть

абстракция, а мы наблюдаем различные цветовые явления. Когда же мы субъективно воспринимаем тепло, органом ощущения тепла, органом его восприятия является весь наш организм. Организм в целом соответствует нашему глазу. Он – не изолированный орган. Мы как целое переживаем состояние тепла. Если какой-либо член нашего организма подвергается воздействию тепла, например, палец, то это подобно какой-то одной части глаза по сравнению с целым глазом. Глаз есть изолированный орган, и мир света он объективирует для нас в цвета, краски. Но с теплом это не так. Мы сами суть целостный орган восприятия тепла. Вследствие этого явления тепло подступает к нам извне не так изолированно, как изолированно подступает к нам явление света. Наш глаз объективирован в нашем организме. Но аналогичное теплу мы не можем так пережить, ибо мы сами являемся им. Подумайте теперь – если бы ваш глаз не видел никаких красок, но различал бы только яркость, а краски, как таковые, оставались чисто субъективными переживаниями, оставались лишь чувствованиями, вы никогда не видели бы красок. Вы говорили бы лишь о той или иной степени светлоты или темноты, но краски ничего не вызывали бы в вас. Так именно обстоит дело при восприятии тепла. Тех различий, которые вы воспринимаете в связи со светом из-за изолированности глаза, вы уже не воспринимаете в мире тепла. Однако они живут в вас. Итак, когда вы говорите о синем цвете или о красном цвете, то это синее красное существует вовне. Если же вы хотите провести аналогию с теплом, то аналогичное синему и красному вы имеете внутри себя, вы сами – это, ибо вы сами суть органы восприятия тепла. Поэтому вы и не можете об этом говорить. Отсюда следует, что для наблюдения объективно существующего тепла необходимы совсем другие методы, чем для наблюдения объективно существующего света. А в способе наблюдения XIX века ничто не действовало, я бы сказал, так соблазнительно, как стремление всё унифицировать, упростить до схем. В физиологии вы обнаруживаете «физиологию чувств». Как будто это вообще что-нибудь даёт! Как будто это даёт что-нибудь там, где в одинаковом значении говорится об ухе, о глазе или даже о чувствах осязания и тепла. Это бессмыслица – физиология чувств вообще и чувственное восприятие того или иного. Можно рассматривать только отдельно восприятие глаза, восприятие уха, восприятие всего нашего организма как органа тепла и так далее. Всё это – совершенно различные вещи. Можно прийти только к пустым абстракциям, если иметь в этом некий унифицированный процесс восприятия наших внешних чувств. Однако мы повсюду находим склонность унифицировать подобные вещи. Возникают выводы, к которым можно было бы отнестись юмористически, если бы они не были столь пагубны для всей нашей жизни. Допустим, что кто-нибудь рассказывает: вот один мальчик побил другого, а вчера одного из них побил учитель. В обоих случаях я наблюдаю рукоприкладство и не вижу в нём никакой разницы. Отсюда я делаю заключение, что вчерашний учитель и сегодняшний драчун-мальчик – это то же самое по своей внутренней сути. Согласитесь, было бы нелепостью прийти к такому заключению. А между тем проводят следующий эксперимент. Вы знаете, что когда световые лучи определённым образом ловятся вогнутым зеркалом, то они выходят параллельно; если они задержаны дополнительным вогнутым зеркалом, то собираются в фокусе и вызывают световые явления. То же самое проделывают с так называемыми тепловыми лучами и утверждают: можно и эти лучи поймать вогнутым зеркалом, сконцентрировать их, и тогда возникает своего рода тепловой фокус, измеряемый с помощью термометра. С теплом, говорят, происходит тот же самый процесс, что и со светом; итак, свет и тепло основаны на одном и том же. Другими словами, рукоприкладство вчерашнее и рукоприкладство сегодняшнее продуцируются одним источником. Если бы такое умозаключение было сделано

человеком в повседневной жизни, то его сочли бы дураком. Но если его делают в науке, как это теперь происходит повсюду в научном мире, то это уже не дурак, но скорее задающая тон личность.

В настоящее время необходимо добиваться ясных, прозрачных понятий, без этих ясных, прозрачных понятий мы не продвинемся вперёд. Если не пытаться именно в физической области приходить к ясным образным представлениям, то никогда не будет создана основа для универсального мировоззрения. Вы ведь уже знаете (и это было прояснено, по крайней мере до определённой степени, в моём предыдущем курсе лекций), что, например, в области световых явлений Гёте смог навести некоторый порядок, правда, не нашедший признания.

В области тепловых явлений это сделать особенно трудно потому, что после Гёте тепловые явления были полностью вовлечены в хаос теоретических воззрений. В XIX столетии так называемая механическая теория тепла нагромождала одно несоответствие за другим, хотя в то же время она дала наглядные представления в области, куда не достигает созерцание, и для каждого, кто считается умеющим мыслить, но мыслить не может, дала легко достижимые понятия. С помощью таких понятий представляют себе



следующее. Пусть некий газ содержится в полностью замкнутом сосуде; этот газ состоит из крошечных частиц, которые находятся не в состоянии покоя, а в непрерывном движении. И, естественно, эти газовые частицы, находящиеся в движении, в подавляющем большинстве случаев будут проскакивать мимо друг друга, не сталкиваясь, так как сами газовые частицы малы, а расстояния между ними достаточно велики; однако иногда газовая частица всё же наталкивается на другую и отскакивает назад, и таким образом, ударяясь друг о друга, они приходят в движение. Они непрерывно бомбардируют друг друга. Если суммировать эти маленькие толчки, то мы получим давление, оказываемое газом на стенки сосуда, в котором он заключён. С другой стороны, имеется возможность измерить температуру газа. И тогда говорят себе так. Вот там внутри газовые частицы находятся в определённом состоянии движения, они бомбардируют друг друга. Целое представляет собой возбуждённое движение частиц, когда они взаимно наталкиваются друг на друга, а также на стенки сосуда. При нагревании эти газовые частицы приходят во всё более и более быстрое движение, они всё сильнее и сильнее сталкиваются со стенками сосуда. И мы получаем возможность ответить на вопрос: что такое теплота? - Это есть движение мельчайших элементов. Известно, что сегодня под натиском фактов такие представления уже отчасти отброшены⁸, однако они отброшены лишь внешним образом. Весь способ мышления ещё покоится на том же основании. Это так называемая механическая теория тепла была предметом большой гордости учёных, она в состоянии объяснить многое. Она, например, даёт такое

объяснение. Если я просто провожу пальцем по какой-либо поверхности, то усилие, которое я применяю, работа, кинетическая энергия, превращается в тепло. Я могу, наоборот, преобразовать тепло в работу, например, в паровой машине, где посредством тепла вызывается поступательное движение. И вот, таким образом возникает расхожее, очень удобное представление. Если я извне наблюдаю происходящее в пространстве, то это суть механические процессы. Локомотивы и вагоны движутся поступательно. Или я, скажем, произвожу какую-либо работу, и возникает тепло. Происходит, собственно, не что иное, как преобразование внешне воспринимаемого движения в движение мельчайших частиц вещества. Это удобное представление. Можно сказать: всё в мире основывается на движении и происходит преобразование движения, доступного восприятию, в движение, недоступное восприятию. И оно воспринимается как тепло. Само же тепло – это столкновение и натиск маленьких газовых грубиянов, они толкаются, стучат в стенку и тому подобное. Вот так теплота постепенно превращается по существу во что-то совсем другое. Как если бы весь этот круг слушателей внезапно пришёл в движение и если бы все начали непрерывно толкать друг друга, наталкиваясь на стены этого помещения и так далее. Это и есть представление Клаузиуса⁹ о пространстве, заполненном газом. Это – теория, которая возникла вследствие того, что парадокс об Ахиллесе приложили к невидимому. Упустили из вида, что находятся пол властью невозможного, так же как и в том случае, когда пользуются мышлением, рассуждая об Ахиллесе и черепахе. На самом деле всё обстоит не так, как мыслят. Внутри наполненного газом пространства всё происходит иначе, чем мы представляем себе, перенося невоспринимаемые наглядно понятия на зрительное восприятие.

Это я хотел сегодня сказать в порядке введения. Вы должны понять, что по существу вся методология наблюдений, которая была выработана именно в течение XIX столетия, пошатнулась в своих основах. Ибо подобные способы рассмотрения большей частью основываются на следующем. Наблюдая видимый факт, трактуют его таким образом, что математическим выражением этого видимого факта становится представление, дифференциал. Относительно пространства, заполненного газом под определённым давлением, можно, выражаясь математически, взять за основу представление: происходящие движения мельчайших частиц, такое можно представить в виде дифференциала, а затем произвести интегрирование, уверовав, что при этом извлекаешь нечто, свидетельствующее о самой реальности. Вот тут-то и необходимо осознать: когда совершается переход от обычных вычислительных представлений к дифференциальным уравнениям, тогда невозможно – иначе происходит полное выпадение из действительности – эти дифференциальные уравнения в свою очередь интегрировать. Ложное понимание об отношении между интегралами и дифференциалами, положенное в основу физики XIX столетия, привело к ложным представлениям о самой действительности. Надо же уяснить себе следующее. В известных случаях можно дифференцировать, но то, что показывают различные дифференциалы, нельзя понимать таким образом, как будто их можно снова интегрировать; ибо тогда приходят не к действительности, но к чему-то чисто понятийному. Очень важно это видеть, когда имеешь дело с природными явлениями.

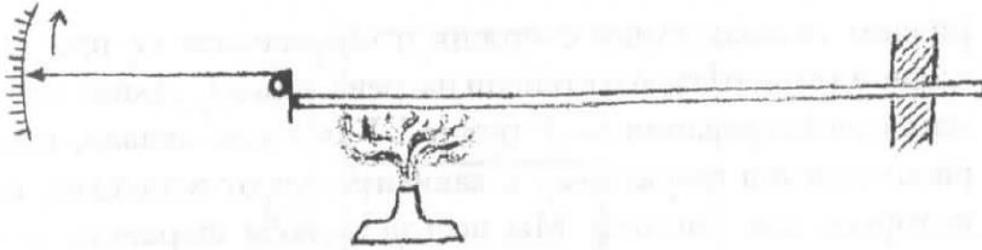
Вы поймёте, в какой мере имеет значение для неорганической природы и как раз для тепловых явлений, если я произвожу определённый процесс преобразования, скажем, произвожу работу и получаю тепло, а потом из тепла снова получаю работу. Что же касается какого-либо органического процесса, то я не могу так просто действовать в обратном направлении. Даже великие процессы неорганического мира я не могу

повернуть обратно. Таковы, например, планетарные процессы. Мы не можем представить себе обратимым процесс, который протекает, начиная от образования корня растения и вплоть до его цветения и плодоношения. Этот процесс от зародыша плода не может быть направлен в обратную сторону, подобно тому или иному процессу, происходящему в мире неорганической природы. Однако в наших вычислениях мы этого не учитываем. Если мы остаёмся в пределах мира неорганической природы, то для известных макрокосмических процессов обратимость неприменима. Я не могу также в математическую формулу, выражающую рост растения, если бы я её составил (и такая формула получилась бы очень сложной), ввести некоторые величины как отрицательные, ибо они не совпали бы с действительностью. Процесс возникновения цветка путём преобразования листа я не могу ввести в формулу как отрицательное выражение, ибо этот процесс не происходит в обратном направлении. Я не могу повернуть в обратном направлении реальные процессы, относящиеся к крупным мировым явлениям. Но это касается не самого вычисления. Если я сегодня наблюдал лунное затмение, то мне нетрудно вычислить, когда лунное затмение было до нашего летосчисления, например, во время жизни Фалеса. Значит, в вычислениях, несомненно, этот процесс я проделываю в обратном направлении, но в действительности процесс наступления лунных затмений необратим. Мы не можем от современной стадии космического развития посредством обращения процесса развития прийти к более ранним его стадиям, например, в отношении лунных затмений, скажем, во времена Фалеса. Производя вычисления, я двигаюсь вперёд и назад; однако то, что я получаю посредством вычислений, большей частью не совпадает с действительностью. Вычисления витают над действительностью. Необходимо уяснить себе, в какой мере наши представления и вычисления являются только содержанием представлений. Хотя наши представления и вычисления обратимы, на самом деле не существует никаких обратимых процессов. Это важно уяснить себе, ибо мы увидим, что всё учение о теплоте основывается на вопросах такого рода: насколько внутри области тепловых отношений природные процессы обратимы и насколько они необратимы?

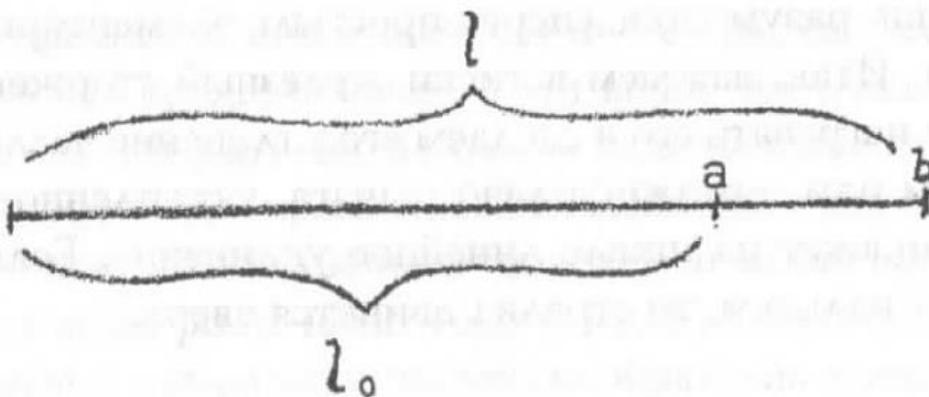
ЛЕКЦИЯ ВТОРАЯ

Штутгарт, 2 марта 1920 г.

Вчера мы уже коснулись того, как под влиянием тепла расширяется то, что мы в обычной жизни называем телами. Сегодня мы будем говорить о расширении так называемых твёрдых тел под влиянием тепла. Нам следует хорошо разобраться в этих вещах и в дальнейшем надлежащим образом применять их в школьном преподавании, разумеется, сперва простым, элементарным образом. Итак, зажмём в тиски железный стержень. Мы будем нагревать его и сделаем его удлинение наглядным. В этом нам поможет плечо рычага, укреплённое здесь; оно покажет на шкале линейное удлинение. Если я тут нажму пальцем, то стрелка двинется вверх.



Вы увидите: когда мы нагреем стержень, стрелка указателя поднимется вверх, что является для нас доказательством удлинения стержня. Вы уже видите, как стрелка поднимается. Можно наблюдать, что при продолжающемся нагревании стержня эта стрелка указателя поднимается всё выше и выше; значит, удлинение возрастает вместе с возрастанием температуры. Если бы я вместо вещества, из которого состоит это тело, взял бы какой-нибудь другой металл, то мы получили бы другое, точно измеряемое удлинение стержня. Мы обнаруживаем, как разные тела удлиняются при нагревании в разной мере. Мы могли бы утверждать, что способность расширения, интенсивность расширения зависит от вещества. Сперва мы не принимаем во внимание цилиндрическую форму стержня. Мы представляем себе, что у нас есть просто некое тело определённой длины, но лишённое толщины и ширины, и мы наблюдаем расширение только в одном измерении. Если мы проведём такое наблюдение, то увидим следующее. Здесь закреплён стержень. Мы рассматриваем только длину стержня и обозначаем её при исходной температуре и степени нагрева через l_0 . Длина стержня при нагревании на 1° будет l . Как я уже сказал, тела расширяются по-разному в зависимости от вещества, из которого они состоят. Мы всегда можем выразить степень удлинения (здесь от a до b) через дробь, через отношение удлинения к первоначальной длине стержня. Обозначим эту относительную величину δ . Итак, мы имеем длину l , которую получает стержень после нагревания. Мы можем



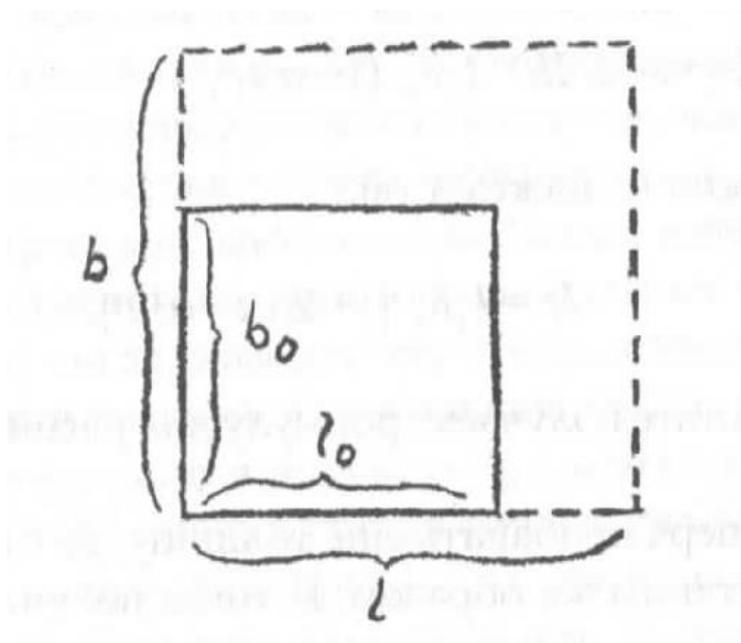
представить её состоящей из первоначальной длины стержня l_0 и той части, на которую увеличилась его длина благодаря расширению от нагревания. Теперь мы займёмся вычислениями. Через дробь α я выражаю отношение удлинения стержня при нагревании на один градус к его первоначальной длине l_0 и получаю, перемножая l_0 и α , тенденцию увеличения длины стержня. А поскольку удлинение тем больше, чем выше температура

нагревания, то я должен умножить α на прирост температуры t . Таким образом я могу сказать: длина стержня l после удлинения:

$$l = l_0 + l_0 \alpha t = l_0 (1 + \alpha t).$$

Это значит: если я хочу определить длину стержня после нагревания, то должен умножить его первоначальную длину на сомножитель, который здесь даётся как l плюс температура нагревания, умноженная на относительную способность удлинения соответствующего вещества. Физики привыкли называть α коэффициентом расширения соответствующего вещества.

Итак, я рассмотрел стержень, не имеющий ширины и толщины. Но в действительности таких стержней нет. В действительности мы ведь имеем дело с телами, обладающими тремя измерениями. Переходя от линейного расширения к воображаемому плоскостному расширению, мы можем следующим образом записать приведенную



формулу. Допустим, что теперь мы рассматриваем плоскостное расширение вместо линейного. Если у нас здесь плоскость, то необходимо уяснить себе, что плоскость расширяется в двух измерениях. Мы имеем тогда не только удлинение до l , но и расширение до b . Рассмотрим сперва удлинение l_0 в указанном мной направлении. Тогда мы имеем:

$$l = l_0 (1 + \alpha t). \quad (1)$$

Если мы произведём теперь наблюдение над расширением от b_0 до b , то должны будем написать (само собой разумеется, закон расширения остаётся тем же самым):

$$b = b_0 (1 + \alpha t). \quad (2)$$

Известно, что площадь находится посредством умножения её длины на ширину. Таким образом у меня имеется величина первоначальной площади l_0 , умноженная на b_0 , а величина площади после расширения - $l_0 (1 + \alpha t)$, умноженная на $b_0 (1 + \alpha t)$:

$$lb = l_0 (1 + \alpha t) b_0 (1 + \alpha t), \quad (3)$$

то есть получаем:

$$lb = l_0 b_0 (1 + \alpha t)^2, \quad (4)$$

но это можно написать и так:

$$lb = l_0 b_0 (1 + 2\alpha t + \alpha^2 t^2). \quad (5)$$

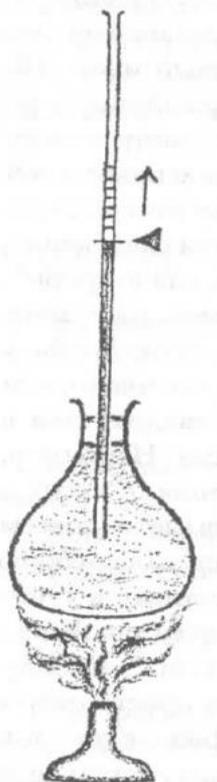
В результате получаем формулу для расширения плоскости.

Если теперь прибавить ещё толщину, то с нею следует поступить таким же образом. И тогда получим:

$$lbd = l_0 b_0 d_0 (1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3). \quad (6)$$

При рассмотрении этой формулы необходимо обратить внимание на следующее. Взглянув на первые два члена этой формулы (6), вы найдёте t в первой степени; но в третьем члене t находится в третьей степени. Именно на эти два последних члена данной формулы, выражающей расширение тел, я особенно обращаю ваше внимание. Заметьте, что если имеют дело с расширением тела, обладающего тремя измерениями, то в формуле, выражающей такое расширение, температура стоит в третьей степени – вторую степень температуры я здесь не рассматриваю. Чрезвычайно важно зафиксировать то обстоятельство, что мы получаем здесь третью степень температуры.

В этих лекциях я всегда учитываю то, что мы находимся в вальдорфской школе, и всё должно ориентироваться на педагогику. Поэтому обратите внимание на следующее. Если ход рассуждений, проделанный мной сейчас, вы будете искать в общепринятых справочниках по физике, то обнаружите значительную разницу между приведенными в них описаниями и представленным мной способом. Я хочу рассказать вам о том, как этот материал излагается в справочниках. Там говорится следующее: α есть число, устанавливающее отношение, иначе дробь¹⁰. Удлинение же стержня всегда незначительно по сравнению с его первоначальной длиной. Если я имею дробь, у которой в знаменателе стоит гораздо большее число, чем в числителе, тогда, возводя эту дробь в квадрат или в куб, я получаю значительно меньшие числа. Например, возводя $1/3$ в квадрат, я получаю $1/9$, а возводя $1/3$ в куб, я получаю уже $1/27$. Значит, третья степень является совсем маленькой дробью. Как правило, α представляет собой дробь с очень большим знаменателем, поэтому в существующих справочниках по физике говорится так. Когда я образу α^2 и α^3 , а затем умножаю на t^2 или t^3 , то получаю совсем малые дроби, которые можно просто отбросить. В общеизвестных справочниках по физике говорится: отбрасываем последние члены формулы расширения и пишем lbd , это объём V , выражающий расширение тела при определённой температуре, я же запишу V в следующем виде:

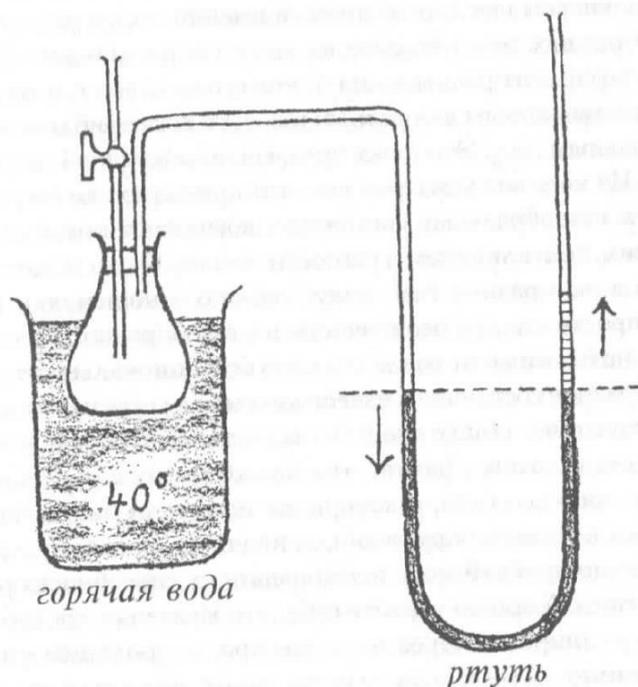


$$V = V_0(1 + 3\alpha t). \quad (7)$$

Таким образом, формула для расширения твёрдого тела основывается на том, что дробь α , будучи возведена в квадрат и в куб, даёт столь малые числа, что члены формулы, в которой она является множителем, можно отбросить. Вы знаете, что подобные вещи излагаются в общеизвестных справочниках по физике. Таким образом вычёркивается важнейшее положение из учения о теплоте, действительно отвечающее фактам. Когда мы продвинемся дальше, это станет ясным для нас.

Под влиянием тепла расширяются не только твёрдые тела, но также и жидкости. Здесь имеется, как вы видите, окрашенная жидкость. Станем нагревать её. Через некоторое время столбик окрашенной жидкости поднимется, из чего можно сделать вывод, что жидкости тоже расширяются от нагревания, как и твёрдые тела. Вы видите, окрашенная жидкость поднялась, значит, она расширилась от нагревания.

Равным образом можно исследовать также расширение от нагревания газообразных тел. Здесь у нас в колбе воздух, который просто вошёл туда снаружи. Мы наглухо закупориваем воздух, находящийся в колбе, и нагреваем его. Тут же, в колбе помещается изогнутая стеклянная трубка в виде сообщающихся сосудов. Особенность их состоит в том, что налитая туда жидкость устанавливается в обоих сосудах на одинаковом уровне. Посмотрите, что происходит, когда мы нагреваем газообразное тело, воздух, находящийся в колбе. Мы делаем это, погрузив колбу в воду, нагретую до температуры, скажем, 40°C . Вы видите, что правый ртутный столбик поднимается, а левый соответственно опускается. Почему так происходит? Потому, что газообразное тело, находящееся в колбе, расширяется. Воздух устремляется из неё, оказывая давление на ртуть (слева), а с правой стороны столбик ртути поднимается. Вы видите, что газообразное тело расширилось. Следовательно, мы можем сказать: твёрдые, жидкие и газообразные тела расширяются



под воздействием тепла, сущность которого пока ещё нам не известна.

И вот тут, при изучении расширения твёрдых, жидких и газообразных тел, мы сразу же встречаемся с очень важным фактом. Я уже говорил о том, что так называемый коэффициент расширения α , выражающий в данном случае отношение удлинения к

первоначальной длине стержня, оказывается разным для разных веществ. Если бы мы исследовали α для разных жидкостей, - за отсутствием времени мы не можем провести дальнейшие эксперименты, - то установили бы, что α также имеет разную величину для разных жидких субстанций. Но если мы исследуем α для газообразных тел, для газов¹¹, то обнаруживаем нечто особенное, а именно, что у разных газообразных тел α больше не является различным. Этот коэффициент расширения α , как его называют, оказывается одинаковым для разных газов, то есть приблизительно равным $1/273$. Это факт чрезвычайно большой важности. Из него мы усматриваем, что при переходе твёрдых тел к газообразному состоянию, возникают новые отношения под влиянием сущности тепла. Отсюда делаем вывод, что разные газы ведут себя по отношению к теплу, просто следуя особенностям их газообразного состояния, независимо от различия их субстанциональности. Газообразное состояние в известном смысле есть нечто, придающее одно общее свойство всем телам. Да, мы усматриваем из этого факта, что благодаря газообразному состоянию все газы, с которыми мы могли бы познакомиться в земном окружении, приводятся к некоему единству – по крайней мере в отношении их способности расширяться. Хорошо усвойте себе, что в связи со способностью расширения через тепло мы просто приходим к заключению, что когда мы идём от твёрдых тел в направлении к газообразным, дифференцированная способность расширения, обнаруженная нами у твёрдых тел, преобразуется у газов в некий род единства, в единообразную способность расширения, и значит, условно выражаясь, дифференциация телесности в нашей земной сфере связана с твёрдым состоянием. Я мог бы также сказать, что с процессом отвердения связана индивидуализация телесности. Физика нового времени обращает очень мало внимания на это обстоятельство. Так происходит потому, что некоторые важнейшие вещи просто маскируются, вычёркиваются некоторые величины, с которыми не могут правильно поступать.

Глубже взглянем на то, в чём же тут дело, и призовём на помощь кое-что из истории развития физики. Все представления, господствующие ныне в книгах по физике и вообще в отношении самого подхода к физике, являются на самом деле не такими уж древними. Они ведут своё происхождение с XVII века. Основную свою направленность они получили благодаря тому, что при оживлении научного духа тогда в Европе было произведено Академией естественных опытов, основанной во Флоренции в 1657 году, необычайно много экспериментов в самых различных областях, в том числе – при изучении тепла, акустики, исследовании музыкальных тонов и т. д. Насколько совсем недавними являются наши общепринятые представления в этих областях, можно обнаружить, если немного познакомится с некоторыми специальными экспериментами Академии естественных опытов. В ходе их проведения, например, была заложена основа нашей современной термометрии. Тогда впервые заметили, как действует нагревание на ртуть, помещённую в стеклянную трубку, которая внизу заканчивается цилиндрическим резервуаром, - подобное устройство вы теперь можете увидеть в каждом термометре. Тогда же, например, впервые обратили внимание на кажущееся противоречие между зрительным восприятием, получаемым обычно с помощью такого эксперимента, когда жидкость просто расширяется, и результатом одного опыта, оказавшегося особенно поучительным. В общем стало ясно, что жидкости действительно расширяются. Но во время опыта с ртутью оказалось, что при нагревании она сперва опускается и только потом начинает подниматься. Объяснение этому впервые нашли в XVII столетии, которое, конечно, легко можно найти, если сказать себе: нагревание прежде всего действует на стеклянную оболочку. Она расширяется, и её внутреннее пространство, заполненное

ртутью, становится больше, а уровень ртути соответственно понижается; когда же процесс нагревания захватывает саму ртуть, её столбик начинает ползти вверх. Такие понятия люди вообще стали получать лишь начиная с XVII столетия. Но в XVII столетии в отношении всех идей, посредством которых пытались понять физические явления, выявилась сильная отсталость, потому что до этого времени, в эпоху Ренессанса в Европе слишком мало задумывались и заботились о научных понятиях такого рода. Это было время распространения христианства, а оно в известной мере препятствовало выработке установления понятий, относящихся к физическим явлениям. Когда пришёл Ренессанс, когда люди снова познакомились с представлениями, известными в древней Греции, тогда создалось, примерно, следующее положение вещей. С одной стороны, образовались такие институты, как Академия естественных наук; им охотно оказывалась всевозможная поддержка; тут можно было ставить эксперименты; можно было непосредственно наблюдать, как протекают физические явления. С другой стороны, экспериментируя, люди отвыкли образовывать себе понятия о вещах, они отвыкли проследивать явления, действительно мысля их. Во многих случаях прибегали к старым представлениям времён древней Греции; они снова были схвачены, но их уже больше не понимали. Таким образом представление об огне или теплоте было воспринято без всякого отношения к тому, как оно понималось в древней Греции. Образовалась глубокая пропасть между мышлением и восприятием через эксперимент. Эта пропасть разверзается всё больше и больше, начиная с XVII столетия. Искусство ставить эксперименты всё больше совершенствуется, особенно в XIX столетии, но обретение ясных, отчётливых понятий не даёт параллельно этому искусству экспериментирования.

И сегодня вследствие недостатка у нас ясных, отчётливо созерцаемых понятий мы во многих случаях беспомощно стоим перед теми явлениями, которые в ходе времени порождены неосмысленным экспериментированием и которые лишь в дальнейшем смогут быть плодотворно включены в человеческое духовное развитие, если будет найден путь к тому, чтобы не только экспериментировать и проводить внешние наблюдения эксперимента, но действительно проникнуть во внутренний ход событий природы.

Видите ли, при проникновении во внутренний ход природного события наше внимание особенно сильно привлекается к тому факту, что в способность расширения тел вступают совсем новые соотношения, когда мы восходим от твёрдых тел к газам. Однако без развития жизни наших физических представлений мы никогда не сможем осмыслить открывающиеся перед нами факты. К этим фактам, которые мы уже привели, присоединяется ещё нечто другое, имеющее чрезвычайно большое значение.

Не правда ли, как некое общее правило на основании всего того, что мы уже изложили, можно сформулировать следующее положение: если мы нагреваем тела, то они расширяются; если мы опять их охлаждаем, то они сжимаются. Итак, может быть построено общее положение: вследствие нагревания тела расширяются, а вследствие охлаждения сжимаются. Но из элементарной физики вы знаете, что существует исключение из этого положения, и главное исключение здесь составляет вода. При расширении воды и её сжатии обнаруживается нечто замечательное, а именно: если мы будем охлаждать воду, имеющую температуру, скажем, $+8^{\circ}$, то она претерпевает сжатие. Это само собой разумеющееся явление, мог бы я сказать. Однако мы продолжаем охлаждать воду, она больше не сжимается, а начинает расширяться. Так что лёд, который возникает из воды (о возникновении льда мы ещё скажем дальше), расширяется; поэтому он менее плотный, чем сама вода, и может плавать на её поверхности. Какое своеобразное явление – лёд плавает в воде! Оно обязано своим происхождением тому, что всеобщий

закон расширения и сжатия тел обнаруживает некую неправильность именно в отношении воды, то есть вода следует этому закону не так уж безоговорочно. Если бы исключение с водой не существовало, если бы было иначе, тогда устройство нашей природы было бы иным. Когда вы наблюдаете какой-либо водный бассейн, пруд или тому подобное, вы замечаете, что даже в суровую зиму на нём образуется ледяной покров, а сама вода подо льдом не замерзает до дна. Там внизу вода остаётся не замёрзшей потому, что сверху её покрывает лёд, плавающий на поверхности воды и защищающий воду от дальнейшего охлаждения. Выступающая здесь неправильность, следовательно, связана с чем-то таким в действительности, что принимает исключительно большое участие – я позволю себе воспользоваться несколько обывательским выражением – в домашнем хозяйстве нашей природы. Обратите внимание на способ рассмотрения физических явлений, к которому мы здесь обращаемся: он, несомненно, должен пользоваться умозаключениями вроде «Ахиллеса и черепахи». Нам надо не отвлекаться от непосредственно наблюдаемого и стремиться к тому, чтобы оставаться в пределах своих восприятий, то есть в пределах того, что доступно подтверждению со стороны наблюдений. Мы должны всегда строго придерживаться наблюдаемого посредством восприятий и извлекать объяснения из самого этого наблюдаемого. Особенно это касается вещей, которые просто выступают перед нами в процессе наблюдения, таких как расширение при нагревании или неправильность в процессе расширения одной из жидкостей, а именно, воды. Мы хотим иметь подобные явления всегда перед глазами и тем самым оставаться внутри мира фактов. Это и есть истинный гегелизм в области физики.

Итак, будем твёрдо придерживаться того, что существует не одна лишь теория, но что мы воспринимаем некие факты во внешнем мире. Их может подтвердить, например, следующее. С переходом в газообразное состояние наступает унифицирование всех субстанций на Земле, а с переходом вниз, в твёрдое состояние возникает индивидуализация, дифференциация по индивидам. Если мы поставим вопрос – как это, собственно, может происходить, что может лежать в основе унифицирования при переходе из твёрдого состояния через жидкое в газообразное – то при помощи наших обиходных понятий вообще чрезвычайно трудно прийти к его разрешению. Тут мы, чтобы остаться в пределах наблюдаемого посредством восприятий, должны научиться ставить другие важные вопросы. Мы должны прежде всего спросить: откуда вообще берётся возможность приведения тела в состояние расширения и тем самым постепенно в газообразное состояние и к охарактеризованной выше унификации? Если сделать обзор всего, что вы можете знать о физических процессах Земли, то следует сказать так: без воздействия со стороны Солнца, мы вообще не могли бы иметь на Земле явлений, которые происходят под влиянием тепла. Вы должны обратить внимание на то, какое чрезвычайно значимое значение для земных явлений имеет Солнце, всё его существо. Примите опять-таки принадлежащее области фактов во внимание, и вы должны будете сказать себе: как раз унифицирование, которое наступает при переходе от твёрдого состояния через жидкое к газообразному, не могло бы наступить, если бы Земля была предоставлена лишь самой себе. Мы можем обрести исходные точки для таких представлений, только выйдя за пределы земных условий. Но тем самым высказывается нечто чрезвычайно важное. Ибо из-за изменения способа мышления в сфере физического, которое произошло в результате экспериментов, проведенных в Академии естественных наук, и всего того, что с этим связано, старые представления, которые в древней Греции были ещё вполне обычными, сделались лишёнными всякого содержания, кроме земного. И вы увидите, что в ближайшие дни без обращения за помощью к истории, а только из

наблюдаемых фактов, мы придём к тому же самому. Пожалуй, мне легче будет найти доступ к вашему пониманию, если в свою лекцию я включу маленький исторический эпизод, который сейчас вам представлю.

Я уже говорил о том, что утрачено истинное значение понятий и идей, с помощью которых в древней Греции постигали физические явления. Когда начинали экспериментировать, принимали представления и идеи древней Греции буквально, я бы сказал, без их внутреннего осмысливания. Поэтому человечество до известной степени забыло всё то, что было связано с представлениями физики древней Греции. Тогда ещё не говорили о твёрдом, жидком, газообразном состояниях, но представления греков можно истолковать следующим образом: всё твёрдое в древней Греции обозначали как *земля*, всё жидкое в древней Греции обозначали как *вода*, всё газообразное в древней Греции обозначали как *воздух*. Совершенно неверно думать, что встречая где-либо в более старых сочинениях, находящихся ещё под влиянием древнегреческих физических воззрений, эти греческие термины, которые по словарю переводятся дословно: «земля», «вода», «воздух», мы имеем обозначения в их современном понимании. Если мы видим в старых сочинениях слово «вода», мы должны переводить его как «жидкость», а слово «земля» - как «твёрдые тела». Лишь таким образом мы даём верный перевод этих старых сочинений. Это имеет очень большое значение. Твёрдое состояние обозначалось термином «земля», и этот термин говорил о том, что твёрдое состояние связано исключительно с закономерностями нашей земной планеты. В ближайшие дни мы выведем данное положение из самих фактов, а сегодня я хочу облегчить вам доступ к его пониманию при помощи исторического экскурса. Итак, твёрдое называли «землёю» потому, что хотели выразить следующее: если какое-либо тело становится твёрдым, то оно тем самым целиком и полностью попадает под влияние земных закономерностей. Наоборот, если какое-либо тело становится жидким, то оно уже находится не только под влиянием земных закономерностей, но и под воздействием всей планетной системы. Силы, действующие и обнаруживающие себя в жидких телах, или в «воде», происходят не от одной Земли, но и от планетной системы. В жидком действуют силы Меркурия, Марса и так далее. Они действуют определённым образом из тех мест, в которых находятся планеты, и образуют некую результирующую в каждой жидкости.

Итак, в древней Греции, обозначая твёрдые тела как «земля», имели в виду, что такие тела находятся под влиянием земных закономерностей; а если твёрдое тело плавится, то считали, что оно следует влиянию внеземных закономерностей. Как уже говорилось, я излагаю это вам теперь со стороны истории. А когда газообразные тела называли воздухом, имели ощущение: такое тело стоит под влиянием унифицирующего существа Солнца. Оно выходит из чисто земных отношений и из всего планетарного и подпадает влиянию существа Солнца, приводящего всё к единообразию. Существо земного воздуха представляли так, что в его конфигурации, в его внутренних свойствах и субстанциональности – во всём этом действуют силы Солнца. Древняя физика имела космический характер. Она была склонна считаться с силами, которые принадлежат области фактов. Ибо и Луна, и Меркурий, и Марс суть факты. Однако после того, как люди утратили доступ к источнику этих воззрений, а вместе с тем не смогли сразу развить в себе потребность в новых источниках познания, была полностью утрачена возможность добыть иные представления, кроме тех, которые, например, утверждают, что твёрдые тела, жидкие и газообразные в отношении их способности расширения, всего их строения и формирования в равной степени зависят от Земли. Вы, правда, скажете, что никакому физическому не придёт в голову отрицать факт нагревания Солнцем земной атмосферы. Однако

это не меняет положение вещей, так как физик нашего времени исходит из тех представлений, которые я охарактеризовал вчера. А именно, он представляет себе Солнце с его способностью излучать тепло по образу и подобию понятий, извлечённых из наблюдения над земными явлениями; физик приземляет Солнце вместо того, чтобы объяснять земное, террестриальное, через солнечное, солярное.

В течение XV – XVII столетий, и это существенно, было полностью утрачено сознание, что наша Земля есть одно из тел солнечной системы, что также и каждое отдельное тело на Земле связано с солнечной системой в целом; что образование твёрдых тел покоится на эмансипации земного от космического, на отрыве от него, на предании себе самостоятельных законов. Тогда как, например, газообразное состояние, воздух в своих закономерностях следует влиянию единого для всей Земли существа Солнца. Утратив сознание всего этого, люди были вынуждены для тех вещей, которые прежде рассматривались исходя из космических отношений, отыскивать земные объяснения. Отказавшись искать силы в планетной системе, для случаев, когда совершается превращение твёрдого тела в жидкость (например, льда в воду), люди перенесли их внутрь самого тела. Стали пускаться в рассуждения о том, что земные тела состоят из молекул и атомов. Этим злосчастным молекулам и атомам приписывают теперь такие особенности, которые, действуя изнутри тел, должны преобразовывать твёрдое тело в жидкое, а жидкое в газообразное. Такие особенности прежде выводили, само собой разумеется, из фактов, данных в пространстве внеземного космоса. Переворот физических представлений особенно ярко проявился в материалистических разработках итальянской Академии естественных опытов, которая процветала примерно десятилетие, с 1657 по 1667 годы. Надо представлять себе, что этот материализм возник постепенно, по мере исчезновения тех идей, благодаря которым можно было наблюдать связь нашего земного бытия с космическим, внеземным. Ныне мы стоим перед необходимостью снова обратиться к космическому. Люди не вырвутся из материализма, если не станут меньшими филистёрами, прежде всего в области физики. Филистёрство начинается тогда, когда переходят от конкретных понятий к абстрактным, ибо никто так не любит абстрактных понятий, как филистёр. Он желал бы всё существующее охватить несколькими формулами, парой абстрактных понятий.

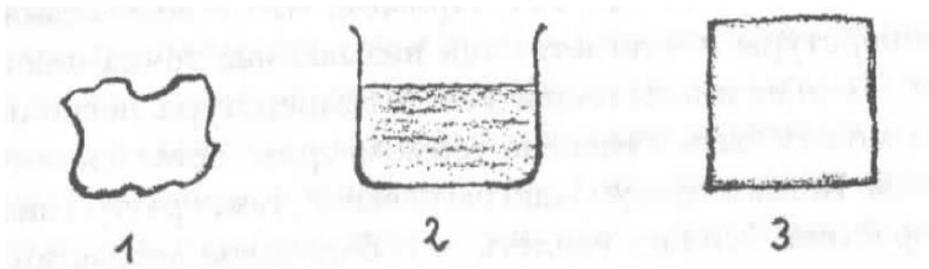
Но физика не сможет развиваться дальше, если будет переплетена с материалистическими воззрениями (я имею в виду не только теории), общепринятыми со времён Академии естественных опытов. Вперёд мы продвинемся только благодаря тому, что именно в такой области, как учение о теплоте, попытаемся достигнуть выхода к более всеобъемлющим, к более перспективным идеям, чем те, которые имела новая материалистическая физика.

ЛЕКЦИЯ ТРЕТЬЯ

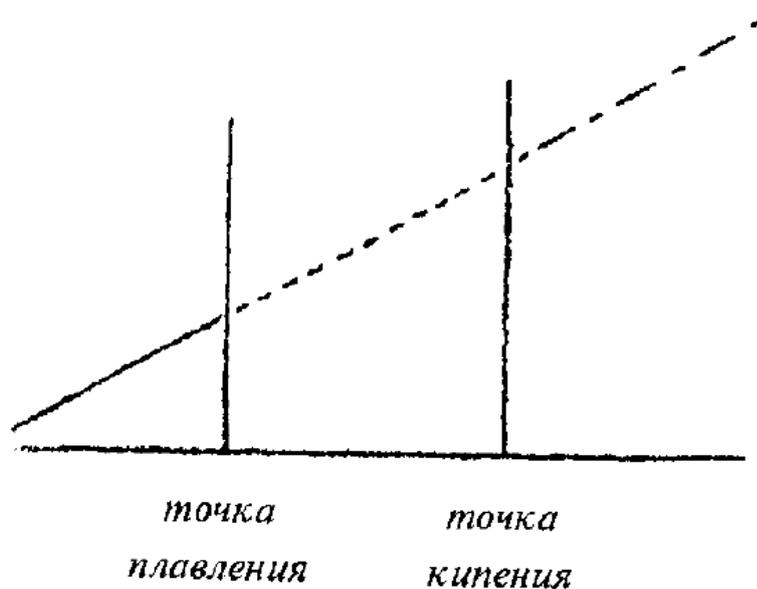
Штутгарт, 3 марта 1920 г.

Для того, чтобы сделать ещё один шаг к этой цели, к которой мы должны приблизиться в первые дни наших рассмотрений, мы познакомимся сегодня с некоторыми явлениями, касающимися отношения теплоты к так называемым агрегатным состояниям, то есть к тому, что в старом мировоззрении физиков обозначалось как земля, вода, воздух и о чём я говорил вам вчера. Вы, конечно, знаете, что земля, вода и воздух, или как мы их теперь называем – твёрдые жидкие и газообразные тела, могут быть переведены из одного состояния в другое. При этом в связи с теплотой обнаруживается одно совсем особенное явление. Я это явление сначала опишу, затем мы его просто посмотрим. Возьмём какое-нибудь твёрдое тело и начнём его нагревать; оно будет становиться всё горячее и горячее, пока не придёт момент перехода из твёрдого состояния в жидкое. С помощью термометра мы можем констатировать, что при нагревании твёрдого тела температура возрастает. Но как только тело начинает переходить в жидкое состояние, то есть плавиться, столбик термометра перестаёт подниматься. Это длится до тех пор, пока всё тело не станет жидким; тогда при продолжающемся нагревании жидкости, в которую превратилось данное тело, температура снова будет подниматься. Мы можем сказать: во время процесса плавления термометр не показывает повышения температуры. Однако не следует думать, что сама сущность теплоты не участвует в процессе плавления. Если мы не будем дальше подводить теплоту, то плавление прекращается. Итак, мы должны обеспечивать тепло, чтобы плавление продолжалось, но это тепло не регистрируется термометром; подводимая теплота лишь тогда начинает обнаруживаться термометром, когда процесс плавления завершился и происходит дальнейшее нагревание жидкости, которая образовалась от твёрдого тела. Эти явления надо прежде всего точно наблюдать. Вы видите, что в процессе возрастания температуры наступает некая пауза. Мы сопоставляем такие явления, не прибегая к каким-либо вымышленным теориям; тогда они могут привести нас к некоему воззрению на сущность теплоты. Здесь у нас имеется твёрдое тело, гипосульфит натрия. Мы доведём его до состояния плавления. Вы видите – температура около 25° . Теперь мы нагреваем это твёрдое тело. Я прошу кого-либо из присутствующих подойти сюда, чтобы самому видеть, как во время плавления тела его температура фактически не возрастает (в это время температура достигла 48° ; это точка плавления гипосульфита натрия, и он начинает плавиться). А теперь столбик термометра быстро поднимается, так как процесс плавления завершился; до этого в течение всего процесса плавления столбик термометра оставался на месте.

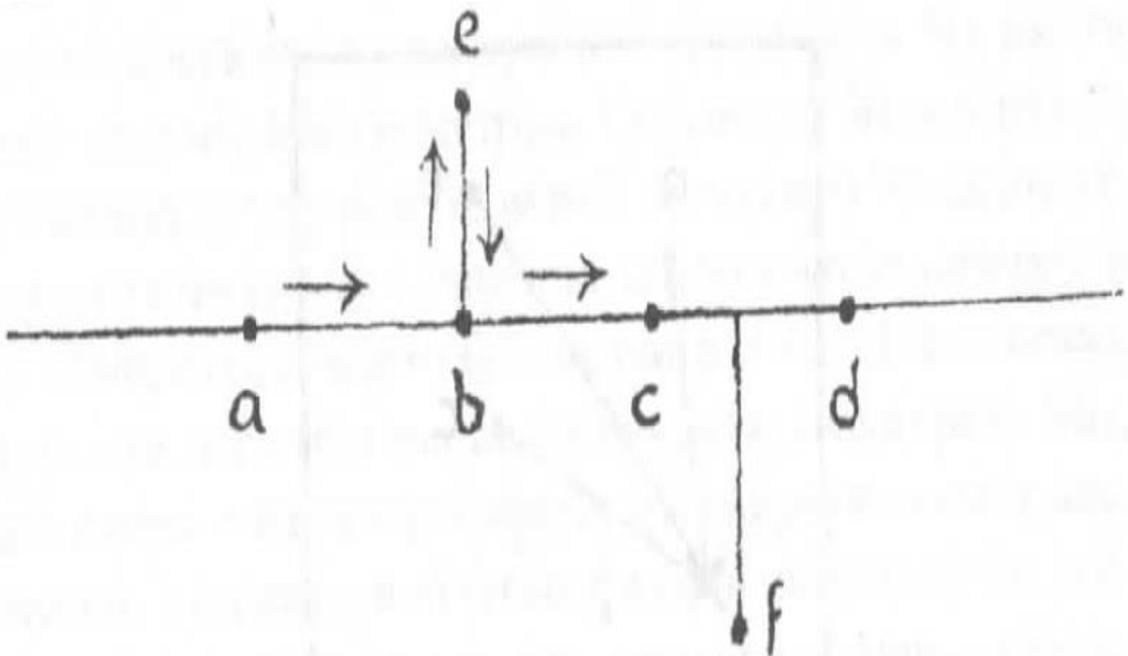
Теперь изобразим это графически, дабы сделать процесс наглядным¹². Сделаем это мы следующим образом. Возрастание температуры изобразим в виде линии, которая поднимается вот так. Примем, что с возрастанием температуры достигается так называемая точка плавления. Тело начинает плавиться. А температура, насколько она может быть измерена термометром, остаётся постоянной. Когда я продолжаю нагревание, температура вновь возрастает. Можно увидеть, что благодаря возрастанию температуры и подведению дополнительной теплоты, жидкость расширяется. То есть если мы такое, ставшее жидким тело продолжаем нагревать дальше, его температура опять возрастает, и как раз с той точки, на которой она находилась в начале плавления (пунктирная линия на рисунке). Пока тело остаётся жидким, температура возрастает. И таким образом мы можем прийти ко второй точке, в которой жидкость начинает кипеть и испаряться. Здесь мы наблюдаем то же самое явление: термометр перестаёт показывать повышение температуры, в то время как жидкость испаряется. Когда же она испарится, мы снова увидим, если будем держать термометр внутри пара, как столбик термометра поднимается (штрихпунктирная линия). До этого вы видели, как во время испарения столбик термометра не поднимался. Итак, здесь я имею вторую границу; на ней происходит остановка в повышении температуры.



Это явление, которое я вам только что продемонстрировал, дополню ещё одним, хорошо известным вам из повседневной жизни. Рассмотрим твёрдое тело. Как вы знаете, оно способно удерживать свою первоначальную форму (1). Если я положу сюда какой-

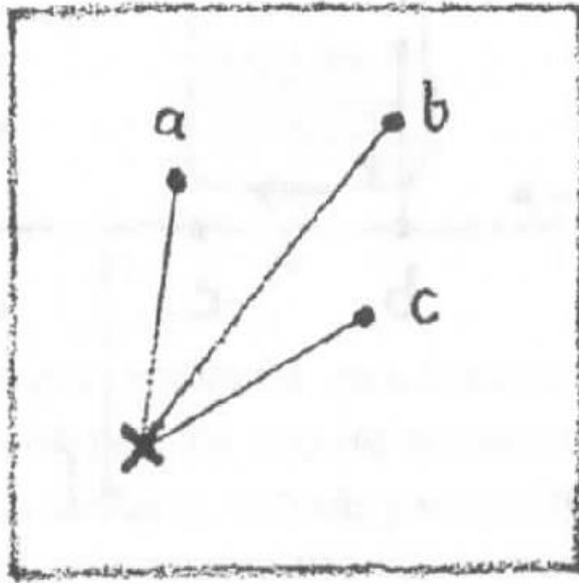


либо предмет, то этот предмет останется в пределах своих границ. Если же вы возьмёте жидкость, то есть такое тело, которое при нагревании прошло через точку плавления, то вы знаете, что жидкость нельзя положить в виде куска, её нужно держать в сосуде, и она принимает и сохраняет форму сосуда, образуя сверху горизонтальную поверхность (2). Если же я возьму газ, возьму пар, прошедший через точку кипения, то его невозможно в открытом сосуде, потому что он улетучивается. Пар я могу удержать лишь в совершенно закрытом сосуде, иначе он распространится во все стороны (3). Так получается, по крайней мере на первый взгляд, и мы будем сперва исходить из этого поверхностного впечатления. А теперь я попрошу вас вместе со мной обдумать следующее. Эти размышления мы проводим для того, чтобы в конце концов прийти к пониманию сущности теплоты. Каким образом я отличал повышение температуры? Благодаря расширению столбика ртути. Это расширение ртути происходило в пространстве. И раз ртуть является жидкостью при средней температуре, нам следует учитывать, что ртуть



находится в сосуде и её расширение происходит в трёх измерениях, а мы из этого получаем её расширение лишь в одном направлении. Итак, имея расширение ртути в трёх измерениях, мы редуцируем его до одного измерения. В итоге через расширение некоего тела констатируем повышение температуры. Будем исходить из этого наблюдения, которое мы положим в основу дальнейших соображений, и рассмотрим теперь следующее. Начертим слева линию, хотя её на самом деле можно только представить, и скажем себе, что на этой линии лежит несколько точек a , b , c , d и так далее. Если вы хотите достичь их, то вы можете вполне сделать это, оставаясь в пределах линии. Например, вы находитесь в точке a . Вы можете дойти до точки c , двигаясь по этой линии. Затем можете вернуться обратно в точку a . Короче говоря, если я хочу побывать в точках a , b , c , d , то я могу оставаться на линии. Иначе обстоит дело, когда мы обращаемся к точке e или к точке f . Вы должны выйти из линии. Чтобы добраться до точки e или до точки f , вам надо сначала идти по линии, а затем выйти из неё и тогда только достичь этих точек.

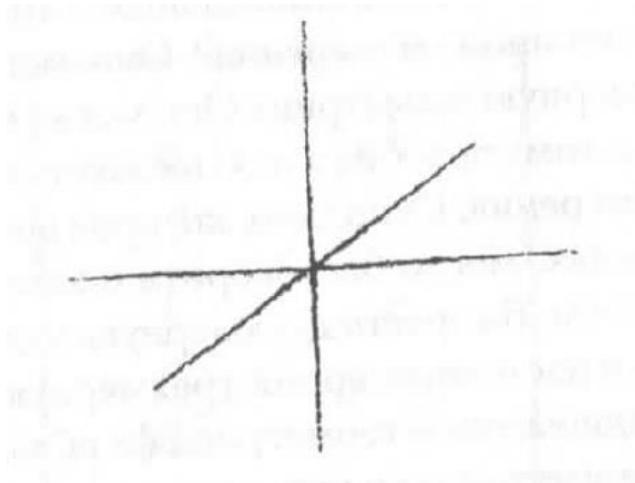
Теперь рассмотрим какую-либо плоскость, скажем, плоскость этой доски; я отмечаю на этой плоскости несколько точек a , b , c . Вы вполне можете достичь их, оставаясь в



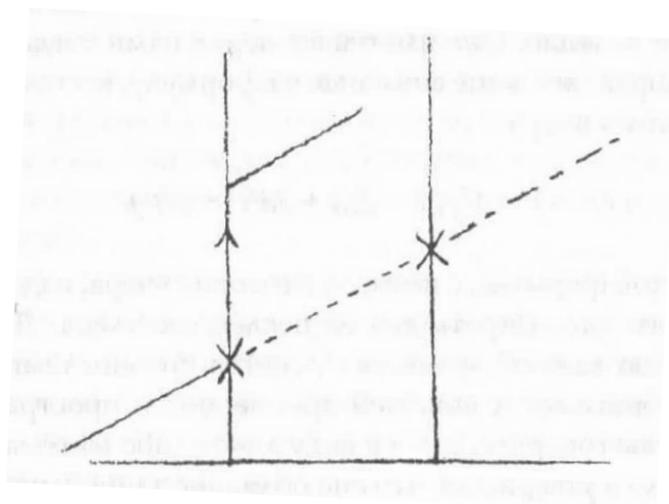
плоскости доски. Вы находитесь здесь (X) и, проделав путь, который нигде не выходит за пределы плоскости, дойдёте до каждой из этих точек. Но вы не можете, если хотите остаться в плоскости доски, побывать у этой вершины, которая - вот здесь, перед доской, и представляет собой ещё одну точку. Для этого вам надо всё-таки выйти из плоскости доски. Таким образом, можно составить себе наглядное представление об измеряемости пространства, сказав себе следующее. В отношении точек, которые находятся в первом измерении, возможно к ним прийти через одно измерение. Но достичь точек, расположенных вне одного измерения, нельзя, не выходя из этого измерения. Точно так же, продвигаясь по плоскости, нельзя достичь точек, лежащих в третьем измерении. Что происходит, если я говорю о точках e и f , имея в виду только одно измерение, в котором лежат точки a , b , c , d ? Представьте себе некое существо, которое было бы в состоянии наблюдать только одно-единственное измерение и не имело бы никакого представления о втором и третьем измерениях. Подобное существо могло бы перемещаться только в одном измерении, точно так же, как вы перемещаетесь в трёхмерном пространстве. Когда оно воспринимает точку a в её движении сюда, в b (см. рисунок), а затем эта точка отклоняется в e , - в это самое мгновение содержание точки, оказавшейся вне первого измерения, просто исчезает для этого существа. Оно ведь может воспринимать только в одном измерении, и для него просто нет точки, покинувшей пределы первого измерения. Равным образом для существа, которое воспринимает только в двухмерной плоскости, нет точек, находящихся вне этой двухмерной плоскости. И если бы какая-то точка лежала в этой плоскости, а потом вышла из неё, то такое существо не имело бы никаких средств проследить дальше за этой точкой. Она исчезла бы из области его пространства. Какую же геометрию имело бы существо, воспринимающее лишь в пределах одного-единственного измерения? Оно могло бы иметь только одномерную геометрию. Оно могло бы говорить о расстояниях и тому подобном и об их законах только внутри одного измерения. Существо, которое воспринимает в двух измерениях, могло бы говорить о законах плоских фигур; оно могло бы иметь двухмерную геометрию. Мы, люди, имеем в настоящее время трёхмерную геометрию. Существо с одномерной геометрией не обладало бы возможностью геометрически наглядно представить себе то, что делает какая-либо точка, вышедшая за пределы одного измерения. Существо с двухмерной геометрией не могло бы проследить то, что делает точка, вышедшая из плоскости двух

измерений, например, сюда (перед доской). Мы, люди – я повторяю это ещё раз – имеем трёхмерную геометрию. Как уже говорилось, при расширении ртути в трёх измерениях можно свести это расширение к одному измерению. С тем же успехом, если я провёл линию для двух измерений, воспользовавшись только доской, то на самом деле я ведь могу провести её так, чтобы она была соотнесена с пространственной системой координат. У меня ось абсцисс, ось ординат и третья ось (ось аппликата), расположенная к ним под прямым углом; и я провожу эту линию, имея в виду пространство. Но когда я прихожу к точке плавления или к точке кипения, я не в состоянии как-то ещё эту линию продолжить.

Выражаясь теоретически, гипотетически, пусть всё-таки дана возможность продолжить эту линию. Допустим, я сделаю это так. Изобразю подъём температуры иначе (см. рисунок). В то время как одни факторы остаются неизменными, меняю тут что-то другое и в этом случае направляюсь отсюда (X). Тогда я ещё имел бы основание оставаться в своём мире. Но в действительности основания для такой отправной точки, я не имею. Я вычерчиваю эту температурную кривую и после того, как данное тело



закончило плавиться или превращаться в пар (точки x x на рисунке), я просто должен исходить дальше из той же самой точки, на которой остановилась температура, к которой она пришла, когда началось плавление или превращение в пар. Отсюда вы видите, что точку плавления и точку кипения я вынужден здесь сравнить с тем положением вещей, в котором оказывается одномерное существо, когда для него исчезает точка из его одномерного измерения и переходит во второе измерение, или двухмерное существо, когда также и для него исчезает точка и переходит из плоскости в третье измерение пространства. Пусть точка a в этом месте (см. рисунок) выходит за пределы линии, вынута из неё, и её надо ждать, пока она снова вернётся. Таким образом, в пределах



одного измерения я должен проследивать дальше её ход от того же места. Говоря точно в соответствии с происходящим явлением, во время плавления или кипения процесс нагревания для моего взгляда прекращается, мне ничего другого не остаётся, как продолжить мою прервавшуюся температурную кривую некоторое время спустя из той же точки. То, что происходит с теплотой во время перерыва, выпадает из области, в которой я провожу данную линию, - и я скажу вполне определённо, что могу провести её только как пространственную кривую. Итак, в первую очередь я утверждаю: существует аналогия между исчезновением точки a из первого измерения вследствие её перехода во второе, и тем, что происходит с теплотой, показываемой термометром, когда температура остаётся неизменной в точке плавления и точке кипения.

Теперь речь пойдёт о том, чтобы с этим явлением связать другое явление. Посмотрите, всё как раз определяется приведением явлений в связь – не измышлением каких-либо теорий, но сопоставлением и приведением во взаимосвязь различных явлений, так что они проливают свет друг на друга и объясняют друг друга. В этом заключается отличие *гётевской* физики от ныне господствующей физики: физика Гёте просто сопоставляет явления, и они взаимно проливают свет друг на друга, тогда как нынешняя физика, если она вообще отваживается перейти к теориям, стремится теоретизировать, фантазировать дополнительно к наблюдаемым объектам. Ибо атомы и молекулы, по существу, суть нечто такое, что измышлено и прифантазировано к явлениям.

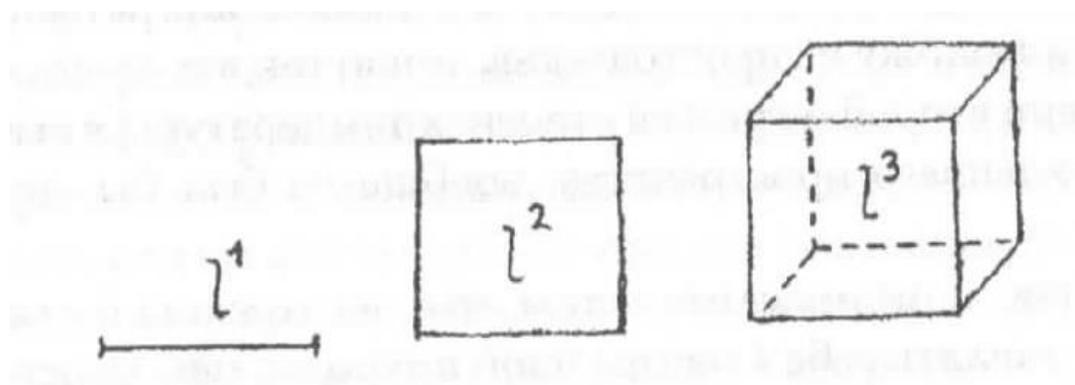
Итак, во время плавления перестаёт повышаться температура, определяемая термометром. Сопоставим с этим другое явление. Оно выступает перед нами тогда, когда мы направляем наше внимание на формулу, которая была приведена вчера:

$$V = V_0(1 + 3\dot{a}t + 3\dot{a}^2t^2 + \dot{a}^3t^3).$$

В этой формуле, о которой я говорил вчера, надо прежде всего рассмотреть два её последних члена. Для нас особенно важной является t^3 , третья степень температуры. Обратимся к обычной трёхмерности пространства. О ней вы говорите, имея в виду какое-либо математическое тело и утверждая, что оно обладает длиной, шириной и высотой. Это ведь по существу и есть три измерения пространства. И вот, нагревая металлический стержень, как это было сделано вчера, мы можем наблюдать удлинение этого стержня. При нагревании происходит также изменение температуры стержня. Но мы не можем сделать так, чтобы этот стержень, удлиняясь при нагревании, не отдавал бы тепла – не испускал бы, не излучал бы тепла. Воспрепятствовать этому мы не можем. Мы не можем представить себе распространение тепла – прошу вас обратить на это внимание – только в одном измерении. Мы, конечно, можем представить себе чисто пространственное удлинение в одном измерении, мыслить его как линию (что мы всегда и делаем в геометрии). Но мы никогда не сможем представить такое тепловое состояние, которое распространяется лишь по одной линии. Если мы примем это во внимание, то уже не скажем, что распространение тепла (в виде упомянутой сейчас кривой, не находящейся в пространстве) действительно может быть обозначено чем-то иным, нежели кривой, которая начерчена здесь (см. рисунок). С помощью этой кривой я прослеживаю не весь процесс тепла. Тут разыгрывается ещё нечто иное, чего я не могу проследить посредством этой кривой. И то, что тут разыгрывается, должно изменить всю природу и сущность того, что я в действительности воспроизвёл с помощью кривой, которую использую только как символ для изображения теплового состояния, - не важно, постигаю я его геометрически или арифметически.

Итак, особенность, имеющаяся у нас здесь, состоит в том, что если мы хотим при помощи наших общеупотребительных геометрических линий выразить тепловое состояние, поскольку оно проявляется через температуру, то мы не можем охватить его полностью. Но это имеет ещё другое последствие.

Представьте себе, что у вас есть линия; эта линия обладает определённой длиной l^1 (см. рисунок). Возведём её в квадрат, тогда вы можете её длину, возведённую в квадрат, то есть l^2 , выразить через квадратную плоскость. Теперь, допустим, вы образуете l^3 ; вы можете эту третью степень l^3 , выразить через куб, через пространственное тело.



Предположим, что я образую четвёртую степень, что есть l^4 , - что я должен сделать, если хочу это также начертить? Я могу перейти от линии к плоскости, от плоскости к телу, но что всё-таки я могу сделать для того, чтобы перейти к четвёртой степени, если я хочу и дальше пользоваться тем же самым методом? Я тут ничего не могу сделать, оставаясь в пределах нашего трёхмерного пространства. Сказанное имеет значение прежде всего для математических пространственных величин. Но мы уже увидели, что тепловое состояние, поскольку оно воспринимается посредством температуры, вовсе не может быть выражено через пространственные величины. Внутри него есть ещё нечто другое. Иначе можно было бы то тепловое состояние, распространяющееся по длине стержня, воспринимать только в пределах этого стержня. Но так поступить невозможно. Если я последовательно подхожу к решению вопроса, то должен возводить в степень пространственные величины. Я не могу мыслить так же относительно возведения в степень t , как я мыслю при возведении в степень l или какой-либо другой чисто пространственной величины. И если, например (сегодня я хочу это обсудить сперва только гипотетически), есть первая степень t , которую нельзя выразить через линию, то и вторая степень t , то есть t^2 , не может быть выражена через плоскость. Тем более третья степень t , то есть t^3 , не выражается через какую-либо пространственную трёхмерную величину. Подобно тому, как при математически-пространственных величинах после образования третьей степени я выхожу из пространства, точно так же, возможно, уже при второй и третьей степенях температуры я вышел бы из нашего пространства, вообще не был бы внутри него.

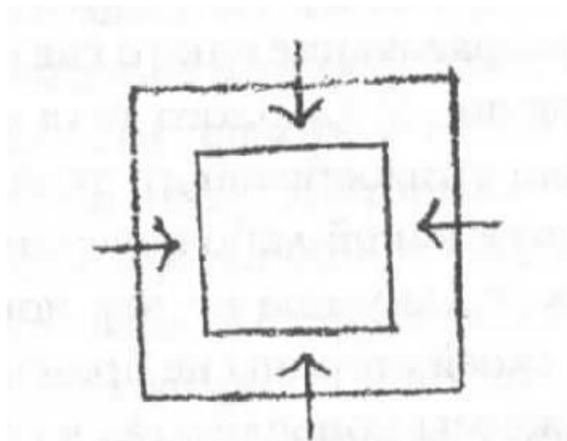
Итак, поразмыслите о том, что вы должны были бы представлять себе t совсем иной природы, чем пространственные величины. Вы должны были бы обычное t воспринимать уже как нечто квадратичное, как вторую степень, и должны были бы t^2 трактовать как третью степень, а t^3 - как четвёртую степень, когда вы уже оказываетесь вне нашего обычного пространства. Согласитесь, что формула (6) на с. 38 приобретает довольно необычный вид. Её последний член вынуждает меня выйти из трёхмерного пространства. Стоит мне только заняться вычислениями, как вместе с последним членом моей формулы я выхожу из трёхмерного пространства. Я сейчас рассматриваю это чисто гипотетически,

как некую возможность, что обычно и делают, оперируя математическими формулами. Так, если вы берёте треугольник и утверждаете, что он имеет три угла, то речь идёт прежде всего о воображаемом треугольнике. Поскольку для вашего мышления удобно, вы чертите треугольник, делая его наглядным. Но ваш чертёж не имеет ничего общего с мыслимым треугольником. Когда вы сформулировали, что сумма углов треугольника составляет 180^0 или что в прямоугольном треугольнике квадрат, построенный на гипотенузе, равен сумме квадратов, построенных на обоих катетах, тогда это есть нечто такое, к чему сперва надо подойти именно так, как я сейчас подошёл к величине t , возведённой в степень. Теперь отступим назад и посмотрим на наблюдаемое нами явление. Ведь так мы действуем и в области геометрии: если мне приходится, глядя на мост или ещё на что-либо в этом роде, наблюдать треугольник, то он сравнивается с мысленно представленным мной абстрактным треугольником. То, что я мыслил в отношении абстрактной величины t (мы хотим всё ближе и ближе подойти к действительности, но делаем это постепенно, шаг за шагом), имеет прежде всего определённое сходство с представлениями о плавлении и превращении в пар. Плавление и превращение в пар мне не удаётся втиснуть в три измерения пространства. Я могу с ними справиться только в том случае, если я прекращаю проводить эту кривую и затем опять её продолжаю. И вот, раз верны предпосылки, которые я сформулировал, я должен при третьей степени, при кубе температуры, расстаться с трёхмерным пространством.

Вы видите, я показал вам некий путь. Его надо было проложить, чтобы попытаться сопоставить между собой явления, относящиеся к теплоте, и путём такого сопоставления достигнуть результатов, подобных тем, к которым мы пришли в предыдущем курсе лекций в отношении существа света. Совсем из других предпосылок исходил физик Крукс¹³. И примечательно, что он путём собственных размышлений всё же пришёл к результату, напоминающему тот, который мы сегодня сформулировали чисто гипотетически и к реальности которого подойдём вплотную в ближайших лекциях. Крукс рассматривает изменение температуры вообще как нечто такое, что имеет отношение к четвёртому измерению пространства. Сегодня важно обратить внимание на этот факт, так как физики-релятивисты, в особенности Эйнштейн, выйдя за пределы трёх измерений пространства, увидели необходимость перейти ко времени и обозначили его как четвёртое измерение; так что в формулах Эйнштейна время вообще фигурирует в качестве четвёртого измерения. Крукс же с необходимостью рассматривал как четвёртое измерение возрастание или убывание теплового состояния. Таков экскурс в историю.

К тем явлениям, которые мы рассмотрели, я прошу вас добавить ещё нечто другое, о чём я уже упоминал. Я сказал: когда я просто кладу обыкновенное твёрдое тело, оно сохраняет свою форму, значит, оно обладает вполне определёнными контурами. Что же касается жидкого тела, которое я могу налить в сосуд, то оно принимает форму этого сосуда, образуя всегда горизонтальную поверхность. Подобное не имеет места в случае газообразного или парообразного тела, которое расширяется во все стороны. Я должен, чтобы его ограничить, заключить его в полностью замкнутый сосуд. Замкнутый со всех сторон, он придаёт газообразному телу свою форму. Так что, имея дело с газом, я получаю форму только тогда, когда заключаю газ в замкнутый сосуд.

Если у меня твёрдое тело, то оно сохраняет свою форму как раз потому, что является твёрдым. Оно имеет свою форму некоторым образом от себя самого. Сейчас я оставляю в стороне жидкость как промежуточное состояние и хочу описать противоположность, существующую между твёрдыми и газообразными телами. Твёрдое тело в известном

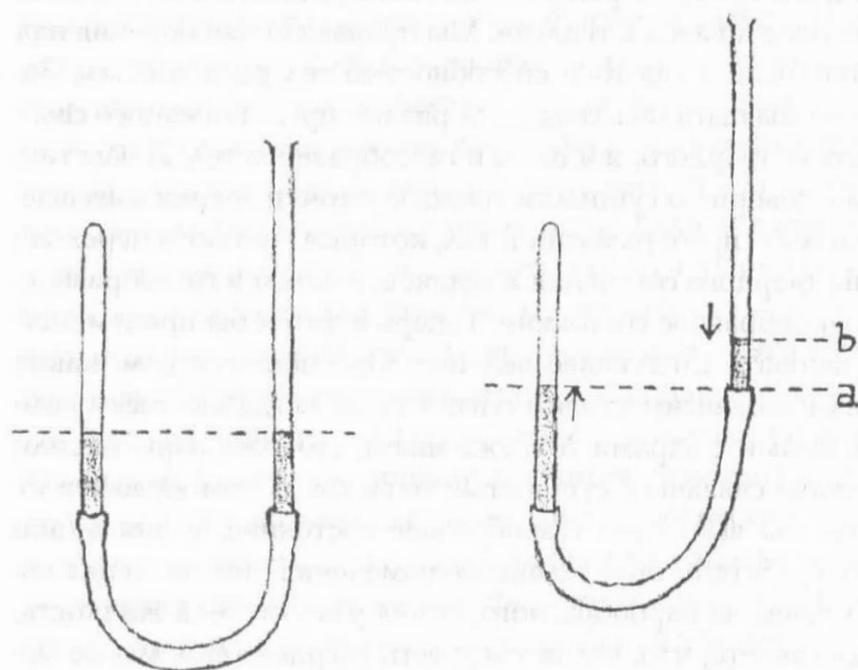


смысле само определяет свои границы. Когда же я имею дело с газообразным телом, то должен сам придавать ему ограничивающие его со всех сторон стенки. При этом у газа обнаруживается нечто особенное. Если у вас есть газ и вы хотите данное количество газа заключить в меньший по объёму сосуд, сдавливая со всех сторон стенки этого сосуда, то вам надо приложить усилие, произвести давление снаружи внутрь. Значит, вам приходится преодолевать давление газа. И вы должны оказывать давление на стенки сосуда, придающего ему форму. Итак, мы можем сказать: газ, который обладает стремлением распространяться, улетучиваться во все стороны, сохраняет своё положение благодаря сопротивлению стенок сосуда, в который он заключён. Это сопротивление в случае с твёрдым телом имеет место само по себе. Никак не теоретизируя, но просто наблюдая вполне обычные факты, я могу следующим образом определить полярную противоположность, которая существует между газом и твёрдым телом: то, что я должен приложить извне, имея дело с газом, у твёрдого тела присутствует само по себе. Но вы можете также, охлаждая газ, привести его обратно к точке кипения и получить из пара жидкость; продолжая охлаждать эту последнюю вплоть до точки плавления, вы можете из жидкости получить твёрдое тело. Иными словами, просто используя процессы, связанные с теплотой, вы приходите к тому, что вам больше не нужно придавать форму извне, но эта форма образуется изнутри сама собою. Я не делал ничего другого, ибо только изменял тепловое состояние; так что само собой разумеется, это формообразование как-то связано с изменением теплового состояния. У твёрдого тела есть что-то такое, чего ещё не было у газообразного тела. Если мы приложим твёрдое тело к какой-либо поверхности, то оно само по себе не окажет давление на эту поверхность до тех пор, пока мы со своей стороны не произведём на это тело давление. Если же мы приведём газ в соприкосновение с твёрдой стенкой, то газ всегда окажет давление на неё. Вы видите, что тут мы пришли к понятию давления и что должны снова возникновение давления соотнести с тепловым состоянием. Итак, мы говорим: надо отыскать определённое отношение между формированием твёрдого тела и противодействием стенок сосуда путём давления всестороннему растеканию газа, который в нём заключён. Если мы отыщем эти отношения, мы можем надеяться действительно проникнуть в сущность взаимосвязи между теплотой и телами.

ЛЕКЦИЯ ЧЕТВЁРТАЯ

Штутгарт, 4 марта 1920 г.

Вы, может быть, заметили, что в этих рассмотренных по существу определяется постановка цели. Мы хотим так расположить ряд явлений из области теплоты, чтобы в конце концов можно было отыскать, в чём, собственно, заключается её сущность. До сих пор мы в основном знакомимся с определёнными взаимосвязями, которые могли выступить перед нами из наблюдений над явлениями, относящимися к теплоте. Мы произвели наблюдения над теплотой в связи со способностью тел расширяться. Затем мы пытались создать образные представления о свойствах твёрдого, жидкого и газообразного тел. Я вам также говорил о сущности теплоты с точки зрения вызываемых ею преобразований тел, которые состоят в переходе от твёрдого состояния в жидкое, а затем в газообразное, парообразное состояние. Теперь я бы хотел продемонстрировать следующее явление. Оно покажет нам, какие взаимозависимости выступают тогда, когда мы имеем дело с газами, с парами. Мы уже знаем, что газы, пары так или иначе связаны с сущностью теплоты. С помощью теплоты мы вызываем газообразное состояние; и опять-таки посредством определённого изменения степени тепла получаем из парообразного, газообразного тела жидкость. Вы знаете, что, когда у нас есть твёрдое тело, мы не можем на то же самое место поставить другое твёрдое тело. Наблюдение таких простых, элементарных взаимосвязей чрезвычайно важно, если мы хотим проникнуть в истинную сущность тепла. Сейчас у нас образуется водяной пар. Мы его направим в колбу, так чтобы он оставался внутри неё. Мы постепенно наполняем колбу водяным паром, а затем добавляем в неё другой пар¹⁴. Его образование вы можете проследить благодаря тому, что он окрашен (эксперимент демонстрируется). Вы видите: хотя колба была наполнена водяным паром, другой пар легко вступает в пространство колбы, уже заключающий в себе водяной пар. Значит, один газ не препятствует другому газу проникать в пространство, уже наполненное им. Обращая внимание на это явление, мы хотим уяснить себе, что газообразные или парообразные тела в определённой степени проницаемы друг для друга, в отличие от твёрдых тел.



Теперь я хочу продемонстрировать явление, которое должно показать вам связь сущности тепла с другими фактами. Здесь, в левой трубке воздух пребывает в таком же состоянии, как и внешний воздух, постоянно окружающий нас. Я должен напомнить, что внешний воздух, которым мы постоянно окружены, находится под определённым давлением, обычным атмосферным давлением, которое действует также на нас самих. Так что мы можем сказать: воздух слева, внутри трубки (см. рисунок слева) подвержен такому же давлению, как и внешний воздух; это обнаруживается благодаря столбикам ртути справа и слева, расположенным на одинаковых уровнях. Вы видите, - раз эти столбики ртути слева и справа стоят на одном и том же уровне, там, где воздух находится в совершенно замкнутой стеклянной трубке, там точно такое же давление, как и во внешнем воздухе, имеющем свободный доступ в правую трубку. Теперь мы вызовем небольшое изменение, с тем чтобы давление, которое испытывает воздух, заключённый в левой трубке, возросло. Этого мы можем достичь, немного приподняв правую трубку (см. рисунок справа). Тогда мы добавляем к обычному атмосферному давлению давление, вызываемое столбиком ртути. Итак, я просто увеличил вес столбика ртути на величину от a до b . Но вследствие того, что здесь увеличилось давление, оказываемое на воздух в левой трубке, на величину, соответствующую возросшему весу столбика ртути, вследствие этого уменьшился, как мы видим, объём, или так называемая ёмкость пространства, заключённого в левой стеклянной трубке. Таким образом, мы можем сказать: если повышается давление газа, то уменьшается его объём, его ёмкость. Это надо отметить как ещё одно явление: объём газа и давление, испытываемое им, связаны друг с другом обратной зависимостью. Чем больше давление, тем меньше ёмкость газа; чем больше становится ёмкость, тем меньше давление, испытываемое газом. Мы можем из этого явления вывести уравнение, что ёмкость V_1 так относится к ёмкости V_2 , как, наоборот, давление P_2 относится к давлению P_1 .

$$V_1 : V_2 = P_2 : P_1 ,$$

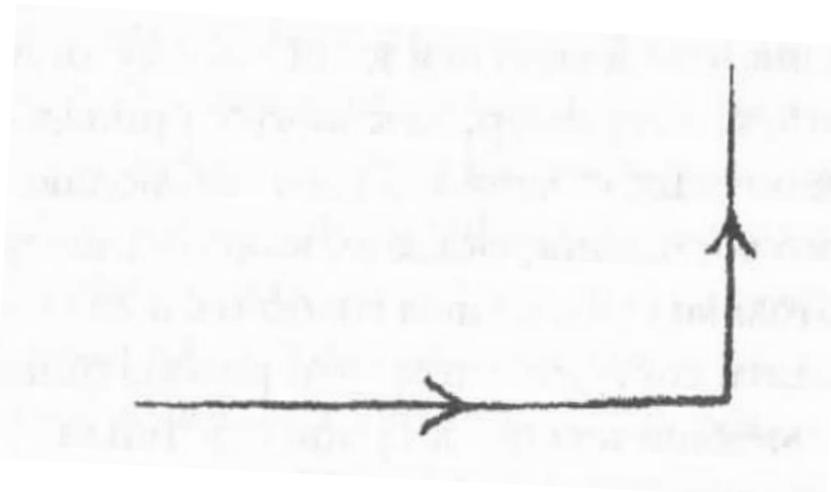
из чего следует:

$$V_1 P_1 = V_2 P_2$$

и проявляет себя относительно всеобщий закон (можно всегда говорить только об относительных законах, а почему – мы увидим при дальнейших рассмотрении), а связь между объёмом и давлением у газов оказывается таковой, что произведение объёма на давление при неизменном уровне тепла остаётся для газа постоянным. Эти явления, если их сопоставить между собой, должны приблизить нас к пониманию сущности тепла. Так как мы хотим в наших рассуждениях, с одной стороны, создать основу для педагогических обсуждений в школе, а с другой, - приобрести познания, то речь идёт о том, чтобы на ряду со знанием образа мышления современной физики ознакомиться с тем, что надо совершить для преодоления различных господствующих в современной физике препятствий на пути к истинному познанию сущности тепла.

Если вы представите, что в наших экспериментах мы по существу имеем дело не только с теплотой, но и с расширением объёма, то есть с изменением пространства, а также с изменением давления, то вы должны будете сказать себе (для достижения нашей цели я должен выражаться возможно более точно, что обычно не имеет места в этой области): в ходе нашего рассмотрения сущности тепла перед нами выступили факты механического рода: изменение пространства и изменение давления. Именно факты механического рода выступили перед нами в первую очередь. Так и в современном развитии физики при наблюдениях над (за) тепловыми явлениями выходит на первый план механическое действие. Это механическое действие стало в известном смысле тем, на фоне чего наблюдаются тепловые явления. Сущность тепла относят в известном смысле к области непознаваемого и наблюдают на самом деле механические процессы, которые разыгрываются под влиянием теплоты. Отвлекаясь от ощущения тепла как от чего-то субъективного, наблюдают во время изменения теплового состояния, относящегося к тепловому ощущению, расширение ртути, например, как нечто, принадлежащее к области механических явлений. Затем наблюдают зависимость теплового состояния, скажем, какого-нибудь газа от давления (об этом мы ещё будем говорить в дальнейшем), и здесь дело опять состоит в том, что рассматривают собственно нечто механическое, а сущность тепла, в известной мере остаётся без внимания. Вчера мы видели, что имеется серьёзная причина, почему сущность тепла обходится стороной. Мы видели, как с сущностью тепла, в тот момент, когда её включают в расчёты, возникают трудности для обычных вычислений, ибо третью степень температуры мы ни в коей мере не можем трактовать в качестве обычной третьей степени пространственной величины. Общераспространённое учение о теплоте не знает, что делать со степенями температуры: поэтому вторая и третья степени температуры, как я вам уже говорил в предыдущих рассмотрениях, просто вычёркиваются из формулы расширения тел.

Теперь нам надо только подумать о том, что во внешнем мире природы тепловое



состояние всегда выступает в механических процессах, и прежде всего в таких действиях, которые осуществляются в пространстве. Сначала рассматриваются действия в пространстве, и уже затем на их фоне являет себя теплота. В результате путём простого размышления мы вынуждены трактовать теплоту таким же образом, как трактуем пространственную линию, если она выводит нас из первой степени измерения во вторую. Когда мы рассматриваем первую степень измерения, линию, и хотим перейти к рассмотрению второй степени, то должны выйти за пределы линии, то есть к первому измерению прибавить второе измерение, как-то перейти из первой степени во вторую

степень. И мы мыслим направляющую линию первой степени. В точности то же самое мы должны проделывать, когда наблюдаем какое-либо тепловое состояние при данной температуре. В известном смысле первая степень присутствует тут, в удлинении. Изменение температуры есть нечто такое, что предстаёт по отношению к удлинению точно так же, как вторая направляющая линия предстаёт по отношению к первой направляющей линии. Ничего другого я не могу нарисовать, присоединив к линии абсцисс при изменении температуры линию ординат. И тогда получается, что мы вынуждены всё, проистекающее из сущности тепла, в том числе изменение температуры, трактовать не как первую степень, а уже как вторую, а вторую степень – как третью. Когда же мы имеем третью степень температуры, то не можем дальше оставаться внутри нашего обычного пространства. Простое рассуждение, в котором, однако, должны быть использованы более тонкие понятия, показывает невозможность для нас оставаться в пределах трёхмерного пространства, когда мы наблюдаем действующую в пространстве, а значит в трёх измерениях теплоту. В то самое мгновение, когда мы, находясь в пространстве трёх измерений, наблюдаем действие теплоты, мы вынуждены выйти из самого этого пространства.

Современная физика ставит задачу найти объяснение этим явлениям, оставаясь внутри трёхмерного пространства. Между тем, решая такую задачу, она проходит мимо сущности тепла, так как внутри трёхмерного пространства нельзя найти сущность тепла. В трёхмерном пространстве можно постичь лишь внешние проявления сущности тепла.

Видите ли, тут приходит очень важный момент, когда уже внутри явлений неорганической природы, внутри физических явлений необходимо перешагнуть своего рода рубеж к более высокому мировоззрению. Можно сказать: как раз потому, что делается так мало попыток прийти к ясности в отношении этих моментов, - так мало присутствует ясности в области нашего более высокого мировоззрения. Представьте себе, что физики учили бы своих студентов говоря: уже простое наблюдение тепловых явлений вынуждает нас выйти за пределы обычного пространства и его закономерностей там, где происходят механические процессы. Тогда эти преподаватели физики создали бы у людей, стремящихся к познанию и кое-что усвоивших из области физики, представление о том, что нельзя на самом деле изучать физику, не выходя за пределы трёхмерного пространства. И тогда было бы гораздо легче, чем теперь, обосновывать перед многими и многими людьми более возвышенное мировоззрение. Ибо эти люди сказали бы, если бы даже они не изучали физику: правда, мы сами не можем вынести суждения об этом, но те, кто изучал физику, знают, что именно через физику необходимо из нашего трёхмерного пространства подниматься к другим отношениям и закономерностям, нежели те, которые развёртываются здесь. – Поэтому столь многое зависит от получаемых в физике соотношений. Мы будем пытаться достичь их в наших рассуждениях. Иначе всегда будет происходить так, что с одной стороны, пытаются распространить среди людей мировоззрение, исходящее из духовной основы, а потом приходят физики и говорят: мы объясняем все явления посредством механических процессов. В результате люди делают вывод: в пространстве вообще есть только механические процессы; но тогда и жизнь должна быть механическим процессом; душевные и духовные процессы также должны быть только механическими процессами. – «Строгая наука» не хочет ничего знать о каких-либо духовных основах мира. И она действует как абсолютный авторитет просто потому, что люди её не знают. Ибо то, что люди знают, они обычно обсуждают, не допуская возможности оказаться под властью авторитета. Обычно подпадают под власть авторитета в том случае, если чего-то не знают. Если бы было больше сделано для

популяризации так называемой точной науки, тогда сильно уменьшилась бы авторитарная власть тех лиц, которые как собственники отгородились стеной этой «точной науки».

В течение XIX столетия к тем фактам, которые мы уже наблюдали, прибавились и другие. О них я также упоминал, и они состоят в том, что в связи с тепловыми процессами не только видят возникновение механических процессов, но в настоящий момент могут переводить теплоту в механический процесс. Такова обычная паровая машина, в которой после разогревания возникает механический поступательный процесс. В свою очередь, механические процессы, трение и тому подобное можно переводить в тепло, так как механический процесс вызывает, как уже говорилось, возникновение тепла. Следовательно, тепловые и механические процессы преобразуются друг в друга. Сегодня мы эти вещи рассмотрим предварительно, в порядке введения, а затем перейдём к отдельным конкретным явлениям, принадлежащим данной области.

В дальнейшем было обнаружено, что не только тепловые процессы, но и электрические, и химические процессы превращаются в механические. Таким образом, в ходе XIX столетия образуется теория, которую привыкли называть механической теорией теплоты. Её первое и основное положение состоит в следующем: теплота и механическая работа могут, так сказать, преобразовываться друг в друга. Нам надо, прежде всего, более подробно рассмотреть это суждение. Поистине, я никак не могу освободить вас от того, чтобы не направить ваше внимание на составные элементы суждений, принадлежащих к области физики. Если бы мы в наших рассуждениях уклонились от анализа составных элементов суждений, то должны были бы вообще отказаться от внесения какой-либо ясности в область теплоты, имеющей в физике решающее значение. Поэтому мы и ставим вопрос: что вообще значит, если тепло, вызванное мной, например, в паровой машине, производит внешнее движение, другими словами, внешнюю механическую работу? Что это значит, если я утверждаю: благодаря теплу выполняется внешняя механическая работа? Давайте проведём чёткое различие между тем, что мы определяем как факты, и тем, что затем присоединяем к ним как наше суждение. Мы констатировали, что некий процесс, который обнаруживает себя как тепловой, затем проявляет себя через механический процесс, через процесс осуществления какой-то работы. Теперь к этому факту прибавляем суждение: тепловой процесс, теплота как таковая, превращается в механический процесс, произведённую механическую работу.

Итак, если я вступаю в эту комнату и ощущаю в ней такую температуру, какая мне приятна, то я прохожу дальше и, может быть, совсем не сознавая этого и не говоря себе: мне здесь приятно, - сажусь за письменный стол и пишу что-либо. Последнее возникло в результате того, что произошло прежде, а именно: я вошёл в комнату и её тепловое состояние приятно подействовало на меня. Затем я сел писать. Я мог бы вам сказать ещё и так: вот, если бы здесь была температура погреба, то я сразу удрал бы, не проделав никакой работы и ничего не написав. Представим себе, что к этому факту присоединяю следующее суждение: теплота, предоставленная мне, превратилась в работу. – Но тут я, конечно, что-то упустил в моём суждении. Упустил то, что могло быть исполнено только мною самим. И если я хочу всё-таки внести в суждение действительность во всей её полноте, то я должен опущенное мною включить в него. Возникает следующий вопрос: если в последовательности фактов, совершенно эквивалентной той, что была приведена, фигурирует наличие тепла, которое я вызываю, например, в паровом котле, затем возникает работа, а именно движение локомотива, и я просто говорю, что тепло преобразовалось в работу, то разве тогда я не делаю ту же самую ошибку, как и в другом суждении, когда просто говорю о преобразовании теплового состояния в действие, хотя

оно наступает только потому, что включаюсь я сам? Может быть, кажется тривиальным обращать внимание на такие вещи, но их вовсе не замечают в механической теории теплоты, забывают о них. От этого зависит чрезвычайно многое. А именно, две вещи можно связать между собой. Первая заключается в том, что когда из области механических процессов переходят в область, где действует теплота, вообще надо покинуть трёхмерное пространство. И вторая. – Наблюдая внешние природные явления, не имеют, пожалуй, того, что возникает в случае маленького добавления, когда теплота превращается в продукт моего письма. Когда теплота превращается в продукт моего письма, тогда что-то включается, по моим наблюдениям, из моих внешних телесных действий. Если же я просто противостою тому факту, что я должен расстаться с трёхмерным пространством, поскольку тепло превращается для меня во внешнюю работу, то я могу тогда сказать: может быть, самое важное, связанное с этим преобразованием, совершается вне трёхмерного пространства. Тогда я впадаю в поверхностность в обоих случаях, - говорю ли я просто о преобразовании тепла в механическую работу или говорю о преобразовании тепла в продукт моего письма и забываю о том, что сам был включён в этот процесс.

Здесь возникает очень значительная универсальная мысль, приводящая меня во внешней природе, даже в её безжизненных, неорганических явлениях, к тому бытию, которое само себя не проявляет внутри трёхмерного пространства и которое находится и действует некоторым образом за ним.

Теперь, после того как мы показали это в виде основных элементов суждения, относящегося к области теплоты, можно вернуться немного назад к тому, чего мы уже касались. Речь идёт об отношении самого человека к сущности тепла. Мы можем сравнить другие сферы восприятия со сферой восприятия сущности тепла. Я уже указывал на то, что, например, при восприятии света, у нас это восприятие света и цвета происходит с помощью довольно изолированного органа, который просто включён в наш организм и поэтому мы не можем говорить о противостоянии всего нашего организма бытию красок и света, ибо у нашего организма противостоит бытию красок и света только одна его часть. То же самое возникает со звуковыми явлениями: мы встречаемся с сущностью тона лишь частью нашего организма, а именно, с помощью органа слуха. Что же касается сущности тепла, то здесь весь наш организм, целиком воспринимает его. Этим и обусловлено наше отношение к теплоте. И если мы хотим увидеть это точнее, если мы попытаемся этот факт превратить – хотелось бы сказать – в познание человека, то мы должны представить себе: ведь, собственно, мы сами являемся тепловыми существами. Поскольку мы, люди, обитаем здесь, в пространстве, мы сами суть тепловые существа. Когда бы вы температуру повысили или понизили, это всё равно, на несколько сотен градусов, вы уже не могли бы быть идентичными с таким температурным состоянием. Итак, теплота принадлежит к тому, в чём мы постоянно пребываем и что мы переживаем как само собой разумеющееся, не вполне осознанное существование. Только когда наступает отклонение от нормального состояния, мы осознаём теплоту в той или иной форме.

Установив этот факт, можно заметить и другой. Если вы, например, подходите к нагретому предмету и ощущаете его тепловое состояние посредством своего организма, то можете это сделать кончиком пальца руки или ноги. Вы можете также ощутить тепло какой-либо другой частью вашего организма, если вам угодно – кончиком уха; в известном смысле весь ваш организм воспринимает тепловое состояние. Но он воспринимает и нечто другое. Например, давление. И тут, при восприятии давления вы

опять-таки не связаны в строгом смысле слова с тем или иным определённым членом вашего организма так, как бывает при цветовом восприятии в глазу. Правда, ведь было бы очень приятно, если бы по меньшей мере голова была избавлена от восприятия давления? Тогда мы могли бы не испытывать неприятных ощущений от удара и не нести последствий этого. Мы можем сказать: в характере нашего отношения к внешнему миру существует сходство, внутреннее родство ощущений теплоты и давления. Сегодня мы уже говорили о взаимосвязи между изменениями давления и объёма. Теперь, возвращаясь к нашему собственному организму, мы находим внутреннее родство тепловых условий с условиями давления. Этот факт мы должны принять во внимание в его всеобщности, имея в виду обоснование дальнейшего.

Но есть ещё и нечто другое. Мы рассмотрим это прежде, чем пойдём дальше. Вы знаете, что в справочниках, посвящённых физическим и физиологическим процессам, на самом деле довольно много говорится о том, что для восприятия обыкновенных свойств мы пользуемся определёнными органами или всем организмом в целом. У нас есть глаза – для красок, уши – для звуков, органы вкуса – для определённых химических процессов и так далее. Для восприятия тепла единый орган в какой-то мере распределён по всему нашему организму. То же относится к давлению. Теперь обычно обращают внимание на то, что есть также ещё нечто иное, нами воспринимаемое, хотя мы не имеем, как говорят, никаких органов для восприятия этого иного, а именно: магнетизм и электричество. Мы воспринимаем их только в их воздействиях; непосредственно мы их не можем воспринять – они в определённой мере остаются вне нас. Говорят ещё так: предположим, наш глаз был бы чувствителен не к свету, а к электричеству, и при взгляде на телеграфный провод воспринимался бы текущий по проводу электрический ток. Тогда электричество проявляло бы себя не только в своих воздействиях, но и непосредственно, подобно тому как воспринимаются красочные, световые процессы. Однако этого не происходит. Мы можем лишь сказать: для непосредственного восприятия электричества у нас нет никакого органа. Так обычно говорят: имеются природные свойства, для восприятия которых у нас есть органы, и природные свойства, для восприятия которых у нас органов нет.

Так вот дело в том, не находит ли ещё что-то другое человек, может быть, более непредвзято наблюдающий явления, чем те люди, которые пришли к только что изложенному суждению. Вы все ведь знаете, как глубоко связаны наши обыкновенные пассивные представления, благодаря которым мы воспринимаем мир, с впечатлениями глаза, уха и в меньшей степени – с чувствами вкуса, обоняния. Попробуйте однажды, исходя только из языкового состава, выразить жизнь ваших более высоких представлений, и вы увидите, что в словах, используемых для выражения наших понятий, можно всё ещё заметить остатки свойств органов чувств. Даже тогда, когда мы произносим очень абстрактное слово «бытие» («Sein»), то его словообразование связано с выражением «я увидел» («Ich habe gesehen»). Я называю существующим («das Seiende») то, что есть, что я увидел. В «бытие» («Sein») ещё погружено «наличие увиденного» («Gesehenhaben»). И не впадая при этом в материализм – мы дальше пойдём, по какой причине не стоит становиться его добычей, - можно сказать, что наш мир представлений, собственно, есть своего рода фильтрация восприятий зрения и слуха; в меньшей степени это касается обоняния и вкуса, так как подобные восприятия чувств не так глубоко погружены в мир наших представлений. Наше сознание воспринимает существо пассивных, более высоких представлений благодаря тому, что оно внутренне связано с качествами наших высших органов чувств.

С другой стороны, внутри бытия нашей души заключена также наша воля. И вы можете вспомнить, как часто я в антропософских лекциях подчёркивал, что человек по отношению к воле, собственно, спит. Он, по сути говоря, бодрствует только в области своих высоких пассивных представлений. У вас, например, есть представление: я поднимаю этот стакан. Вы воспринимаете процесс воления посредством представлений. И в них находятся, несомненно, следы внешних восприятий. Вы представляете себе нечто такое, что всё-таки принадлежит к области зримого. Даже если вы мыслите об этом, вы имеете отображение зримого, вы не можете непосредственно создать себе отображение собственного волевого процесса, не можете создать отображение того, что происходит, когда вы протягиваете руку, берёте пальцами стакан, поднимаете его. То, что разыгрывается между сознанием и более тонкими процессами в руке, остаётся полностью в подсознании. Оно протекает бессознательно в той мере, в какой бессознательно состояние сна от засыпания до пробуждения. Но разве можно отрицать, что эти процессы всё же существуют, хотя мы их и не воспринимаем? Эти процессы должны быть глубоко связаны с нашим человеческим существом, ибо ведь я сам поднимаю этот стакан. Итак, области нашего человеческого существа мы переходим от того, что непосредственно живём в сознании, к волевым процессам, которые некоторым образом выпадают из обычной сферы сознания. Примем то, что лежит над горизонтальной линией (см. рисунок на с. 43), за область сознания. То, что лежит ниже этой линии, погружается в волевые процессы и оказывается вне сознания.

Если теперь мы перейдём в область внешних явлений мира природы, то найдём внутреннюю связь нашего глаза с красочными явлениями, то есть с тем, что обозревается сознанием: мы найдём связь между нашим ухом и звуковыми явлениями, опять же



обозреваемую нашим сознанием. Даже вкусовые и обонятельные ощущения смутно, сновидчески переживаются сознанием. Они вполне принадлежат области сознания, в то же время глубоко соприкасаясь с внешним миром.

Когда мы переходим к магнитным и электрическим явлениям, непосредственно живая связь наших органов с миром природы ускользает от нас. Физики и физиологи в таком случае говорят: мы не обладаем никакими органами чувств для электричества и магнетизма: мы можем воспринять их только в их внешних проявлениях; они скрываются от нас, находятся снаружи. Итак, обращаясь к внешнему миру, мы имеем световые и тепловые явления. Затем мы приближаемся к области электрических явлений (см. верхнюю часть рисунка, синие-фиолетовый цвет), но они ускользают от нас. Мы не можем проследить их связи с нашими органами. С другой стороны, перерабатывая световые и звуковые явления, мы несём в своих представлениях их профильтрованные отображения.

Но если мы спускаемся сюда (см. нижнюю часть рисунка, красный цвет), то наше собственное существо ускользает от нас в волю.

Теперь я скажу нечто парадоксальное, и вы поразмышляйте над этим до завтрашнего дня. Представьте себе, что мы вместо того, чтобы быть живыми людьми, были бы живой радугой и своим сознанием находились в зелёной части радуги, в зелёной части спектра, тогда наше бессознательное существо граничило бы, примыкало с одной стороны, к сине-фиолетовой части радуги, которая ускользала бы от нас во вне подобно электричеству; с другой же стороны, мы граничили бы с жёлтым и красным цветами, ускользающими от нас внутрь, подобно нашей воле. Если бы мы были радугой, то не воспринимали бы зелёного цвета. Мы ведь непосредственно не воспринимаем того, чем мы сами являемся, - мы это переживаем. Но переходя в жёлтое из зелёного, мы оказывались бы на границе с нашим собственным внутренним существом. Мы сказали бы: я, радуга, приближаюсь к моему красному цвету, к моему внутреннему существу, и я уже его не воспринимаю; я, радуга, приближаюсь к моему сине-фиолетовому цвету, но он, однако, от меня ускользает. Я же сам нахожусь посередине между ними. – Итак, если бы мы были мыслящей живой радугой и находились внутри зелёного цвета, то имели бы, с одной стороны, сине-фиолетовый полюс, а с другой, - жёлто-красный полюс. Подобно тому, как люди со своим сознанием, с одной стороны, имеют природные свойства, которые от них ускользают так же, как ускользают магнетизм и электричество, а с другой, - имеют внутренние свойства, которые от них ускользают в волевых явлениях.

ЛЕКЦИЯ ПЯТАЯ

Штутгарт, 5 марта 1920 г.

Сегодня я бы охотно продемонстрировал вам ещё и другие эксперименты, которые дополняют ряд фактов, нужных нам для достижения нашей цели; однако пока это невозможно, и я должен построить доклад иначе, чем намеревался, потому что нам не удалось наладить приборы. Кроме того, мы не можем достать сегодня спирта, а вчера у нас не было льда.

Итак, я продолжаю рассмотрение, начатое нами. Но прежде вам надо направить взор на факты, которые мы уже провели перед нашими глазами, имея цель уяснить отношение различных тел к теплоте. Тогда вы увидите, что перед нами выступают некоторые типичные явления, и можно сказать: в них выражается¹⁵ пока ещё неизвестная нам сущность тепла с его отношением к давлению, произведённому на какое-либо тело, с его отношением к пластичности твёрдого тела, например, при нагревании, в нагретом состоянии, и также с его отношением к величине ёмкости, к объёму. С одной стороны, мы можем проследить, как твёрдые тела плавятся, переходя в жидкое состояние. Мы можем видеть, как во время плавления твёрдого тела не отмечается внешне, посредством термометра или другого измерительного прибора повышение температуры; так что в известном смысле мы не наблюдаем увеличение тепла до тех пор, пока плавление не завершится. Затем мы рассматривали жидкость, которая также расширялась при нагревании. То есть, с другой стороны, мы могли видеть, как в жидком теле превращающемся в пар или в газ, наступают в известном смысле те же самые явления, а именно: прекращение повышения и новый подъём температуры при переходе всего жидкого тела в газообразное состояние. Итак, вы имеете тут целый ряд фактов – конечно,

вы можете сами себе наглядно представить то, что с этим связано, - которые мы можем в известном смысле проследить при помощи глаз, при помощи органов чувств и посредством инструментов. Вчера мы обратили внимание также на некоторые внутренние переживания, которые сам человек имеет под влиянием сущности тепла или других внешне ощутимых качеств, таких как цвет и звук. Внутренние переживания возникают и при таких внешних процессах, как магнетизм и электричество, но человек не может довести их до действительного чувственного ощущения, по крайней мере непосредственно, ибо, как говорит общепринятая физика, у человека для этого нет никаких органов восприятия. Вы видите, что электрические и магнитные действия мы воспринимаем опосредовано, отмечая, например, как магнит притягивает к себе другие тела; вы видите также самые различные действия, производимые электрическими процессами. Однако непосредственной способности восприятия, какой мы обладаем для света и звука, для электричества и магнетизма мы не имеем.

Потом мы обратили особое внимание – и на этом надо остановиться прежде всего - на наши собственные пассивные представления, посредством которых мы познаём мир, представляем его себе. Они являются, собственно, дистиллированными восприятиями внешних чувств. Попробуйте, и вы найдёте в себе такие представления. Вы поймёте, что наши представления в конце концов суть дистиллированные восприятия внешних чувств (вчера я в связи с этим упомянул о понятии бытия). Вы ещё можете слышать отзвуки музыкальных тонов и увидеть отблески света при обозначении соответствующих представлений. Однако в отношении целого ряда представлений – я имею в виду собственно математические представления – этого соответствия с органами чувств вы не находите. У математических представлений отсутствует обращение к звуковой или зримой областям, поскольку, я полагаю, они вполне определяются математическим содержанием. Само собой разумеется, что при этом нам не следует путать определённые связи. Ведь человек тотчас вспоминает о чём-то, связанном со звуком, когда говорит о числе колебаний звуковых волн. Но я не это имею в виду. Я подразумеваю здесь чисто математическое содержание, из которого люди получают математические представления. Таково, например, содержание теоремы Пифагора; таковы, например, утверждения о том, что сумма (внутренних) углов треугольника составляет 180^0 или что целое больше, чем его часть, и так далее. То, что лежит в основе этих чисто математических представлений, приводит не к увиденному или услышанному, но, если проследить это на самом деле до конца, приводит к волевым импульсам в нас самих, - как ни странно это сперва может показаться. Действительно освоив своего рода психологию этих вещей, вы повсюду заметите, что люди, когда они рисуют треугольник (а внешний треугольник ведь только картинка), они представляют себе трехкратное развёртывание своей воли вокруг угла, развёртывание воли посредством движения руки или посредством ходьбы – поворот самого себя. Вот то, что вы имеете внутри себя как волевые представления, и их вы вносите в мир действительности в виде чисто математических представлений. Здесь и заключается настоящее различие между представлениями математическими и всеми другими, - различие, над которым так много ломал голову, например, Кант¹⁶ или другие философы. Вы сами можете провести различие между внутренней убедительностью математических представлений и эмпиричностью, неубедительностью других представлений. Это различие происходит от того, что математические представления столь тесно связаны с нами самими, что мы вносим в них наше волевое существо и только то, что мы испытываем внутри волевой сферы, мы вкладываем в математические действия. Поэтому-то их результаты и кажутся нам столь надёжными. А то, что мы

чувствуем не так тесно связанным с нами, а только лишь благодаря тому, что в наше существо в определённом месте включён какой-либо орган, кажется нам ненадёжным и эмпирическим. Таково действительное различие. Я должен обратить ваше внимание на то, что спускаясь в область, где брезжит в своей абстрактности сумма наших чисто математических, геометрических представлений, мы вступаем в область воли. В своём реальном процессе она правит в наших органах и является столь же неведомой нам внутри, как электричество и магнетизм неведомы снаружи. Вчера я пытался побудить вас к наглядному представлению себя в виде живой мыслящей радуги, где ваше сознание держится в зелёном цвете радуги; тогда это зелёное само не воспринимают, а по обе стороны от него погружаются в неведомое. Я сравнил красную полосу радуги с погружением в неведомую волевою сферу, а сине-фиолетовую полосу – с погружением в электрическую, магнитную и другие внешние сферы.

Я включаю здесь в наш курс лекций, можно сказать, психологически-физиологический способ рассмотрения, потому что так важно, чтобы при всех будущих физических наблюдениях и опытах собственно физическое снова и снова возвращалось к человеку. Из той путаницы, которая возникла в современной физике, невозможно выбраться, если мы не будем опираться на человека. Мы увидим это, продолжая наши наблюдения над тепловыми явлениями. Опора на человека даётся нелегко, по крайней мере, для современного мышления именно потому, что человек ныне действительно не очень хорошо понимает, как наводить мосты между тем, что он воспринимает вовне, в мире пространственных явлений или вообще в мире внешних чувств, и тем, что он переживает внутренне, в душе. В наше время существует такой дуализм. С одной стороны, мы усваиваем знание о внешнем мире, с другой, - переживаем всё внутренне, в душе, и мосты между тем и другим перебросить чрезвычайно трудно. Но эти мосты должны быть перебошены на благо физики как науки. Поэтому следует опираться, больше прибегая к наглядности, чем к пояснениям, на явления в самом человеке. Благодаря такой опоре в чём-то, по крайней мере понимание того, как, собственно, нам следует держать себя, будет достигнуто при рассмотрении серьёзных физических явлений, связанных с сущностью тепла. Тут я хотел бы обратить ваше внимание на следующее.

Допустим, вы учите на память какое-то стихотворение. Для того чтобы выучить его наизусть, вам сперва необходимо вызвать в себе те представления, которые лежат в его основе. И всегда, когда вы будете произносить вслух это стихотворение, вы попытаетесь дать этим представлениям возможность проникнуть в вас. Однако вы знаете также, что чем чаще вы будете это повторять с небольшими промежутками времени, тем скорее до некоторой степени станет ненужным внутренне проводить перед собой эти представления с той же интенсивностью, как в начале. На такие вещи обращают очень мало внимания, но мы тем не менее хотим их обсудить. И можно, наконец, прийти – хотя бы в достаточном приближении, асимптотически, так сказать, - к тому, что мы будем в состоянии произносить стихотворение только механически, не вспоминая больше о его содержании. Понятно, что мы, являясь людьми, неохотно приближаемся из нашего душевного настроения к степени чисто механического произнесения, но по меньшей мере вполне можно понять, что если мы приложим некоторое усилие, то не будем больше нуждаться в мысленном переживании; но произнося первую строчку заученного стихотворения, мы, не слишком задумываясь, дадим ему прозвучать до конца. Проследите и заметьте, что вы приближаетесь к этому состоянию подобно асимптоте гиперболы. И мы придём к следующему выводу. При произнесении стихотворения мы по существу имеем дело с двумя различными, хотя и взаимно проникающими друг в друга деятельностями нашего

организма: механическим ходом известных процессов, происходящих в нашей организации, и с нашими душевными представлениями, сопровождающими этот механический ход. Итак, у нас, с одной стороны, нечто такое, о чём мы с полным правом можем сказать, что оно протекает как внешне механическое в пространстве, а с другой, - что-то такое, что как душевное полностью ускользает из пространства.

Если вы будете всего лишь прислушиваться к тому, что протекает механически и физически, например, при декламации стихотворения на языке, которого вы не понимаете – мысленно вы ведь можете это проделать, - тогда вы имеете дело с механическим, с физическим процессом. А в тот момент, когда вы представляете себе то, что внутренне сопровождает механический процесс, вы имеете нечто душевное, то, что вы не можете отнести к пространственным явлениям. Вы не можете те мысли, которыми декламирующий человек сопровождает свою декламацию, переместить наружу в пространство таким же образом, как механические процессы протекания слов, речи.

Теперь обратите внимание на нечто аналогичное. Когда мы наблюдаем нагревание, которому подвергаем какое-либо твёрдое тело, пока оно не достигнет своей точки плавления, температура его всё повышается и повышается. Затем, продолжая наблюдать за термометром, мы увидим, что столбик термометра стоит на месте, пока тело плавится. Но вот оно расплавилось – и столбик термометра снова начинает подниматься. В любом случае невозможно проследить с помощью термометра, что происходит с сущностью тепла во время плавления тела. И есть аналогия между тем, что мы можем проследить посредством термометра – внешним физическим процессом, и тем, что мы можем физически проследить при процессе произнесения слов. Существует также аналогия между тем, что ускользает от нас: тем, что переживает в своём представлении декламирующий человек, и тем, что происходит с сущностью теплоты, когда совершается плавление. Вы видите, у нас есть пример, и мы можем, хотя бы в порядке аналогии, увязать внешние аналогии с чем-то, происходящим в человеке. Для других областей человеческой деятельности нет таких самих собой напрашивающихся примеров для упомянутой переброски мостов, как в случае человеческой речи, ибо у человека, с одной стороны, имеется возможность – пусть в бесконечно удалённом приближении – выученное не память протрещать лишь механически, а с другой, - вовсе не произнося слов, мыслить только внутренне, вследствие чего выученное на память ускользает из пространства. В других сферах человеческой деятельности мы не имеем возможности увидеть, как одно переходит в другое. И вовсе не легко это сделать, когда мы хотим проследить сущность теплоты, ибо мы должны провести физиологические, психологические исследования того, как ведёт себя существо теплоты, когда мы воспринимаем саму теплоту в себя.

Вчера в целях некоторой наглядности я сказал вам следующее. Вот я вхожу в помещение, которое нагрето и приятно для меня; я сажусь и что-либо пишу. Не так легко найти связь между тем, что я испытываю, переживаю, войдя в тёплое помещение, и тем, что происходит во мне внутренне, когда я записываю свои мысли. Я не могу также легко констатировать эту связь, как связь между трескотнёй слов произносимой речи и мышлением. Поэтому, конечно, трудно путём внутреннего переживания найти что-либо такое, что соответствовало бы переживанию теплоты извне. Однако речь идёт о том, что мы постепенно можем приблизиться к таким представлениям, которые поведут нас дальше на этом пути. Поэтому прежде всего я хотел бы обратить ваше внимание на кое-что, известное вам из антропософии.

Вы знаете, что когда мы делаем попытку продолжать наши мысли посредством медитации¹⁷, вести их дальше с внутренней интенсивностью, то есть, если мы так вырабатываем наше мышление, что снова и снова вступаем в такое состояние, когда знаем: внутренне развиваемая душевная деятельность проходит без помощи тела, - тогда подвергается преобразованию вся наша душевная жизнь. С обыкновенными абстрактными мыслями невозможно вступить в более высокую область человеческой душевной жизни. Для этого мысли должны стать образными, и надо перенести их назад, из имагинативной стихии в нашу абстрактность, если мы хотим сообщить их тем, кто не знаком с имагинативным познанием. Рассмотрите хотя бы только описание, которое даётся, например, в моём «Очерке тайноведения». Оно апеллирует к разуму и тем не менее шокирует людей, приверженных к чистой абстрактности. Тут предпринята попытка придать описанию образность, как это по крайней мере имеет место при описании Сатурна и Солнца. Там вы найдёте среди других представлений чисто образные. Людям очень трудно перейти к образному мышлению, так как такие вещи не поддаются переводу в абстракцию. В основе этой трудности лежит следующий факт. Когда мы мыслим абстрактно, когда мы возвращаемся в узких представлениях, которые наиболее привычны нынешним людям и охотнее всего применяются в науке, и именно в естествознании, это, несомненно, суть представления, для выработки которых мы пользуемся нашим телом. Мы, например, не можем вовсе обходиться без тела, если хотим продумать то, что ныне как физические законы содержится в книгах по физике. Мы пользуемся нашим телом в качестве инструмента, когда думаем таким образом. Если же восходят в сферу имагинативного, тогда все абстрактные представления должны пройти через преобразование, ибо уже больше не пользуются телом для внутренней душевной жизни.

Итак, вы теперь можете обратить внимание, я бы сказал, на всю область имагинативного мышления. Эта область имагинативного мышления не имеет никакого дела в нас самих с тем, что ещё связано с нашей внешней телесностью. Мы поднимаемся в ту среду, где переживаем душевно-духовное существо, освободившееся от внешней телесности. Другими словами, в то мгновение, когда мы поднимаемся в имагинативную сферу, мы выходим из пространства. Тогда мы сами уже находимся вне пространства.

Видите ли, это влечёт за собой очень важный вывод. В предыдущем курсе¹⁸ лекций я должен был провести перед вами строгое различие между чисто кинематическим и механическим, вступающим в поле нашего наблюдения в виде, например, массы. Пока я остаюсь при кинематическом, мне достаточно, исходя из мышления начертить нечто на доске, на листе бумаги, и я получаю наглядное представление того, о чём я могу мыслить в области движения, объёма и так далее. Но тогда я должен оставаться в связи с созерцаемым пространственным и временным. Почему это так? Для этого есть вполне определённое основание. Вам надо уяснить себе следующее: все люди, живущие на Земле, находятся, как и мы с вами, в пространстве и во времени. Вы занимаете известное место в пространстве и как пространственное тело находитесь в отношениях с другими пространственными телами. Итак, когда вы говорите о пространстве более или менее серьёзно, вы, наблюдая его без предрассудков, не станете придерживаться воззрений Канта. Ибо, если бы пространство было в нас, то мы сами не могли бы быть в пространстве. Мы можем себе только вообразить: пространство – в нас. Но мы тотчас же исцеляемся от этого представления, от этого измышления, как только уясняем себе, что бытие в пространстве имеет для нас очень реальное значение. Если бы пространство было в нас, тогда никакого значения не имело бы – родился ли я в Москве или в Вене. Но на самом деле это имеет весьма реальное значение, где я родился, в каком реальном месте

пространства. Действительно, как земной эмпирический человек, я непременно становлюсь результатом пространственных факторов, то есть я как человек принадлежу к тем взаимоотношениям, которые образуются в пространстве.

Так же обстоит дело и со временем. Вы все были бы другими людьми, если бы родились на двадцать лет раньше. Это значит, что ваша жизнь не несёт времени в себе, но время несёт в себе вашу жизнь. Итак, вы как эмпирические люди находитесь в пространстве и во времени. Как говорится о пространстве и времени, когда мы выражаем наши волевые импульсы, так же происходит и в геометрии наглядным образом, и об этом я только что упомянул. Это происходит потому, что мы сами живём внутри отношений пространства и времени и находимся в непосредственной связи с ними, и можем также говорить о них «аргіогі», как это делаем в математике.

Когда же вы переходите к понятию массы, тогда дело обстоит иначе. Тогда вы должны сказать себе следующее. Вы как люди ведёте себя по отношению к массе – позвольте мне употребить тривиальное выражение, но австрийцы меня поймут – как к лакомому кусочку. Вы не можете оторвать для себя часть пространства или часть времени, принадлежите к ним. А когда вы едите или пьёте, тогда вы действительно нечто изымаете из общей массы и делаете своей собственностью. Эта часть массы теперь в вас. И никак нельзя отрицать, что она несёт в себе возможность действия или уже проявляет его внутри вас. Масса находится внутри вас, и о ней не скажешь так, как говорится о пространстве и о времени. Участвуя, я бы сказал, всем своим внутренним бытием в массе, переживая её в себе, вы осознаёте её иначе, чем пространство и время. Здесь мы вступаем в неведомую нам область, где в связи с миром живёт наше собственное существо. Ведь наша воля, например, в высшей степени зависти в нас от процессов, относящихся к массе. Но эти процессы, относящиеся к массе, для нас неведомы. В отношении них мы спим. В отношении какого-либо процесса в нас, причастного к массе, единовременного с действием нашей воли, мы ведём себя так же как между засыпанием и пробуждением. Ни о том, ни о другом мы ничего не знаем. Нет никакой действительной разницы между этими двумя состояниями погашения человеческого сознания.

Так мы приходим к тому, чтобы постепенно приблизить физический мир к человеку. Физика как раз избегает этого приближения к человеку. Но никакими другими способами не обрести об окружающем мире представлений, действительно отвечающих фактам, если не стать родственным тому, с чем пока нет родства, подобного родству с пространством и временем. О пространстве и о времени мы говорим, исходя, скажем, из нашего разума. Отсюда достоверность математических и кинематических наук¹⁹. В отношении же того, о чём мы получаем опыт чисто внешне, через наши органы чувств, и что связано с массой, мы можем в свою очередь говорить пока только исходя из опыта. Но мы научились бы говорить об этом точно, если бы связь между деятельностью какой-либо части массы в нас и деятельностью массы вне нас мы смогли объяснять так же ясно, как очевидное отношение между нами и временем или между нами и пространством. Это значит, что, как мы срастаемся с миром в отношении математических или кинематических представлений, точно так же мы должны были бы внутренне срастись с миром в отношении физических представлений.

Но своеобразие такого срастания состоит в том, что, становясь независимыми от собственного тела, в котором мы просыпаем так же и наши волевые действия, и подходя таким образом к имажинативной способности представления, мы уже делаем один шаг в мир. Мы постепенно приближаемся к неведомому, правящему в нас. Нет никакого другого пути проникнуть в объективное бытие фактов, если не продвигаться внутрь

самого себя путём душевного развития. Отдаляясь от нашей собственной материальности, мы всё больше и больше приближаемся к тому, что происходит вне нас в окружающем мире.

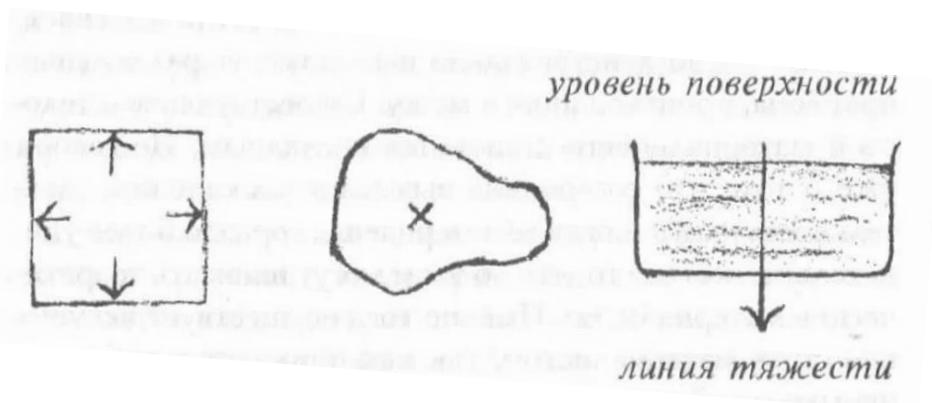
Конечно, совсем нелегко осуществлять самые элементарные опыты в этой области, так как надо проявить известное усердие и научиться замечать вещи, на которые обычно не обращают внимания. Я хотел бы сообщить вам нечто такое, что вас, может быть, даже приведёт в изумление. Предположим, вы непрерывно продвигаетесь в области имажинативных представлений. Вы действительно входите в имажинативное представление. Тогда в вас вступает нечто такое, что может вас привести прямо-таки в изумление. Вам становится легче, чем прежде, просто протрещать наружу какое-либо заученное стихотворение, действительно легче. Да, если вы с особым вниманием наблюдаете за собой, не давая пощады своему душевному эгоизму, то вы даже найдёте, что теперь, когда вы прошли некоторое оккультное развитие, у вас появляется гораздо больше склонности к тому, чтобы просто протрещать стихотворение, не сопровождая его какими-либо мыслями, чем без такого оккультного развития. Теперь, когда вы проделали некоторое оккультное развитие, вы уже не так презираете чисто механический процесс, как презирали его прежде. Такие вещи обычно заранее не предполагаются, но их имеют в виду, если всё снова и снова говорят себе: переживания, наступающие при оккультном развитии, на самом деле противоположны тем представлениям, которые возникали прежде, ещё до вступления на путь оккультного развития.

И вот, когда поднимаются на следующую ступень оккультного развития, тогда приходят также к тому, что могут легче наблюдать собственные представления, протекающие в обычной жизни. Поэтому каждый человек, несколько продвинувшийся оккультно вперёд, очень легко подвергается опасности. Как правило, если он проходит оккультное обучение в надлежащем порядке, то он этим обучением защищён, но опасность всё равно есть, а именно опасность стать вскоре материалистом. Искушение стать материалистом чрезвычайно усиливается у того, кто прошёл некоторое оккультное развитие. Я сейчас скажу вам, почему это так, приведя один пример.

Теоретики, как правило утверждают, что мыслит мозг. Но в действительности этого непосредственно не воспринял ещё ни один человек. В обычной жизни может произойти примерно такой диалог, что был у меня в детстве с одним юным приятелем²⁰, с возрастом он становился всё более и более убеждённым материалистом. Он говорил: «Когда я мыслю, мыслит мой мозг». Я всегда отвечал так: «Пусть, но если ты идёшь вместе со мной, то ты, однако, всегда говоришь: «Я хочу этого, я думаю». Почему же ты не скажешь: «Мой мозг хочет этого, мой мозг думает». Ведь ты постоянно лжёшь». Это происходит потому, что тот, кто является теоретическим материалистом, вполне естественно, никогда не располагает возможностью наблюдать процессы, происходящие в мозгу. Он не может провести наблюдения над этими материальными процессами. Поэтому весь материализм остаётся у него теорией. В то же время, когда от имажинативных представлений переходят к инспиративным, тогда выясняется, что можно действительно наблюдать параллельные процессы, происходящие в мозгу. Существующее в телесной материальности становится наглядным. Не говоря уже о том, что созерцание вызывает восхищение. Деятельность мозга, когда её созерцаешь, гораздо более удивительна, чем всё то, что об этом могут написать теоретические материалисты. Именно тогда существует искушение стать материалистом, так как приходят к наблюдению реальной деятельности человеческого мозга. От этого, как мною было сказано, можно защититься. И, описывая вам степени оккультного развития, я вместе с

тем вёл вас к тому, чтобы показать, как одновременно с оккультным развитием достигается возможность глубже проникать в материальные процессы. В этом и заключается своеобразное положение вещей. Абстрактно мыслящий человек, поднимаясь к духу, почти бессилён перед явлениями мира природы. Но тот, кто поднимается к духу реально, приходит к возможности глубже заглянуть в природу. Он срастается с явлениями природы, тогда как прежде срастался только с пространством и временем.

То, что мы пытались здесь сделать наглядным, мы должны теперь поставить на одну сторону; а то, что до сих пор перед нами выступало в тепловых явлениях, мы должны поставить на другую сторону. Что же это такое предстало перед нами в тепловых явлениях? Нагревая тёплое тело до его превращения в жидкость, мы следим за повышением температуры. И видим, как повышение температуры на некоторое время прекращается, а потом продолжается дальше до тех пор, пока это ставшее жидким тело не



начинает кипеть и испаряться. И если мы будем продолжать наше наблюдение, то можем заметить и нечто другое. При проведении того эксперимента, который мы хотели продемонстрировать и который будет показан в ближайшее время, это обнаружится яснее. Мы можем заметить: газ или пар принимает какую-либо форму в том случае, если мы замыкаем его со всех сторон.

И тогда этот газ или этот пар оказывает изнутри во все стороны давление на своё окружение, он стремится рассеяться во все стороны. Мы можем придать ему форму только благодаря тому, что противопоставляем производимому им давлению противодействие, то есть придаём ему форму извне. С того же момента, когда путём понижения температуры мы переводим газ или пар в твёрдое тело, оно само заботится о том, чтобы придать себе форму. Переживая сами повышения и понижения температуры, мы переживаем во внешнем мире процессы образования, формирования. Мы переживаем некое самоформирование и некое растворение формы. Газ растворяет форму, твёрдое тело образует её. Мы переживаем также переход между этими двумя состояниями, и именно этот переход весьма интересен. Представьте себе, что вы имеете дело с состоянием, средним между твёрдым телом и газом, а именно, с водой, жидким телом. Тогда вам надо удерживать эту жидкость не в сосуде, замкнутом со всех сторон, а в таком, который ограничен только снизу и с боков. Налитая в него жидкость образует уровень поверхности, а направление силы тяжести, линия, связывающая какую-либо частицу жидкости с центром Земли, всегда перпендикулярна к этому уровню. Можно сказать, что мы имеем здесь переходное состояние между газом и твёрдым телом. У газа нет такого уровня поверхности, а у воды есть. То, что у воды есть как единственная поверхность, у твёрдого тела находится со всех его сторон.

Видите ли, это чрезвычайно интересное и многозначительное обстоятельство. Оно указывает на некую поверхность, которую твёрдое тело имеет со всех сторон, само обеспечивая себя, в силу своей собственной сущности. А благодаря чему образуется уровень поверхности воды? Именно уровню поверхности воды перпендикулярно направление земного тяготения. Эта поверхность возникает благодаря действию всей Земли. Так что мы можем сказать: если мы имеем дело с водой, одна частица воды находится в таком отношении ко всей Земле, в каком частица твёрдого тела – к чему-то внутри него самого. Благодаря этому твёрдое тело замкнуто само по себе, а вода – только в соотношении с Землёй. Газ же вообще игнорирует это соотношение, не вступает в эту связь с Землёй. Он ускользает от этого соотношения с Землёй. Он нигде не имеет какого-либо уровня поверхности.

Как видите, мы опять должны вернуться к одному старому понятию. В предыдущих лекциях я обратил ваше внимание на то, что ещё в древнегреческой физике твёрдое тело именовалось «землёй». Это делали не из поверхностных представлений, которые теперь часто связывают с такими вещами, а вполне осознанно, имея в виду, что твёрдое тело само обеспечивает себя, в то время как вода организуется Землёй. Твёрдое тело само на себя принимает роль, присущую Земле, то есть можно сказать: в твёрдом теле сидит земное. В воде же оно не заключено всецело внутри, но сама Земля сохраняет за собой роль, ведущую к образованию поверхности у воды.

Итак, вы видите, что уже при переходе от твёрдого тела к жидкому обнаруживается необходимость наблюдать не только находящиеся перед нами предметы. Но мы не сможем получить какие-либо сведения о воде, если не будем рассматривать всю воду, распространённую на Земле, и ставить это единство в связь с центром Земли. Трактовать чисто физически части воды подобно частям твёрдого тела – бессмысленно, так же, как бессмысленно, принимать кусочек, отрезанный от моего мизинца, за целый организм. Ведь этот кусочек тотчас же отмирает. Как организм, он имеет значение только в совокупности всего человеческого организма. Того значения, какое имеет для себя твёрдое тело, вода для себя не имеет. Она имеет его только в связи со всей Землёй. И это относится вообще ко всему жидкому, имеющемуся на Земле.

И опять-таки, когда мы наблюдаем переход от жидкого состояния к газообразному, то мы видим, что это газообразное избегает земной области. Оно не образует никакого обычного уровня поверхности. Оно причастно ко всему, что не является земным. Это значит: то, что оказывает своё воздействие на газ, мы должны искать не только на Земле, – мы должны обратиться к окружению Земли, должны идти в дали пространства и там искать эти силы. Если мы хотим изучить законы газообразного состояния, то не существует никакой другой возможности для этого, кроме обращения к астрономическому способу наблюдения. Итак, вы видите, как приводятся в целостную связь с Землёй те явления, которые мы рассматривали до сих пор. А когда мы приходим к точке плавления или к точке кипения, тогда обнаруживаются вещи, которые должны приобрести для нас особое значение. Ибо если мы, условно говоря, достигаем точки плавления, то от «земного» состояния твёрдого тела, при котором оно само обеспечивает себе свою форму, взаимную связь своих частиц, переходим к наблюдению такого состояния, когда Земля действует как единое целое с твёрдым телом, когда она начинает захватывать твёрдое тело, тогда как оно переходит в состояние жидкости. Если твёрдое тело достигает точки плавления, то оно из своей собственной области переходит в область воздействия всей Земли. Оно перестаёт быть индивидуальностью. А когда мы переводим жидкое тело в газообразное состояние, тогда прекращается также и то отношение с

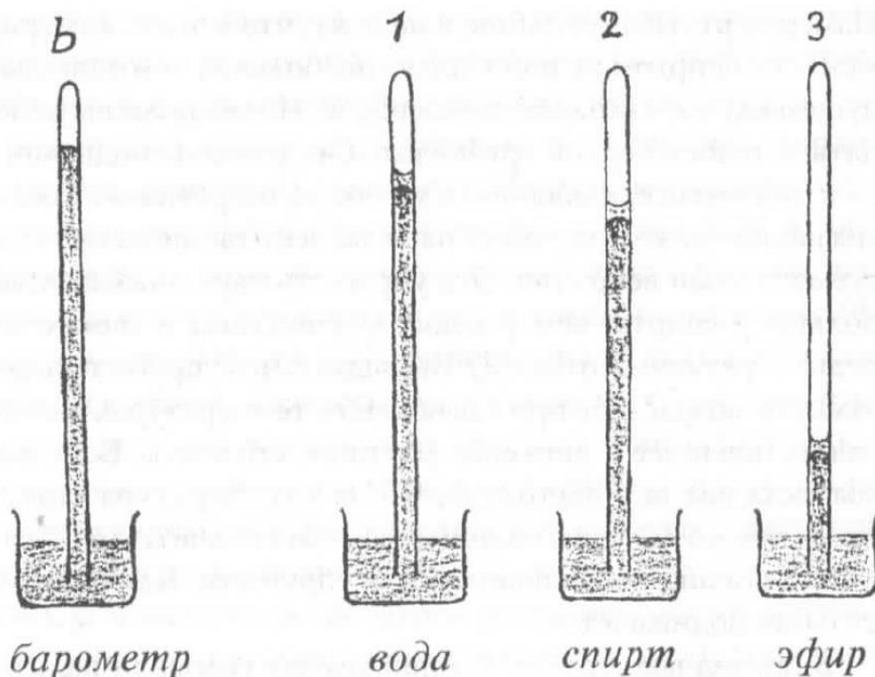
Землём, какое возникает при образовании уровня поверхности. Переходя к газообразному состоянию, такое тело вступает в область внеземного, в известном смысле отделяется от земного. Таким образом, если речь идёт о каком-либо газе, то мы имеем в его силовых воздействиях нечто уже ускользнувшее от Земли. Наблюдая подобные явления, мы никак не можем избежать перехода от обычного, физически-земного к космическому. Не приняв во внимание на самом деле действующее в рассматриваемых явлениях, мы не будем больше находиться в пределах реальности.

Тут мы встречаемся также и с другими явлениями. Вы сами достаточно хорошо знаете – я уже обращал ваше внимание на это – о своеобразном поведении воды при её превращении в лёд. Ведь лёд плавает в воде, а значит, он является менее плотным, чем вода: при переходе льда из твёрдого состояния в жидкое, при повышении его температуры он сжимается, и образующаяся вода становится плотнее льда. Поэтому лёд может плавать в воде. Итак, в промежутке между 0^0 С и $+4^0$ С мы встречаемся с отклонениями воды от общего хода процессов, совершающихся во время повышения температуры, а именно, когда тело вследствие нагревания становится всё менее и менее плотным. Этот промежуток в 4^0 , на котором вода становится всё плотнее, очень поучителен. Что происходит в этом промежутке? Мы видим, как вода ведёт борьбу. В качестве льда она представляет собой твёрдое тело со свойственными ему внутренними связями, некий род индивидуальности. Лёд же должен неизбежно перейти в область влияния всей Земли в целом. Он не хочет сразу смириться с этой неизбежностью. И борется против перехода в совсем другую сферу. На такие вещи надо обращать внимание, и тогда мы начнём также понимать и начнём всматриваться в то, как при известных условиях, скажем, на точке плавления или на точке кипения приток теплоты, определяемый с помощью термометра, прекращается, перестаёт быть видимым. То же самое случается, когда мы теряем из вида нашу телесную деятельность и поднимаемся в мир имажинации. Мы ещё займёмся этими вещами, и вам уже не будет казаться столь большим парадоксом, если мы попытаемся проследить, что же происходит, когда тепловое состояние приводит нас к необходимости возводить температуру в третью степень, а значит, выходить на этот раз из пространства в четвёртое измерение. Сейчас мы пока это исходное наблюдение поставим перед душой, чтобы завтра продолжить о нём разговор. Ведь подобно тому, как мы от деятельности нашего тела переходим к духовному восприятию, когда мы вступаем в мир имажинаций, так может осуществляться некий переход от внешне зримых фактов, наблюдающихся в области теплоты, к явлениям, которые стоят за нами и на которые нам даётся только намёк в том случае, если теплота, как и теплота, измеряется термометром, исчезает на наших глазах. Тогда мы должны задать вопрос: что кроется за всем этим? Что извещает нас о процессах, происходящих за этой завесой? – Этот вопрос мы хотим поставить сегодня. Завтра будем говорить об этом дальше.

ЛЕКЦИЯ ШЕСТАЯ

Штутгарт, 6 марта 1920 г.

Сегодня мы прежде всего рассмотрим некоторые явления, которые ведут своё происхождение из области совместного существования теплоты, давления и расширения тел. Вы увидите, как благодаря совокупным наблюдениям того, что мы можем узнать о таких явлениях, нам откроется путь к пониманию сущности теплоты. Прежде всего рассмотрим явление, которое демонстрируется здесь содержимым трёх трубок (см. рисунок). В первой трубке (1) мы имеем столбик ртути, как в трубке барометра (6), а сверху немного воды. Вода, находящаяся в такого рода пространстве, непрерывно испаряется. Эта вода заключена в так называемом вакууме, в пустом пространстве, и мы можем сказать, что она испаряется. Малое количество воды внутри непрерывно испаряется. Испарение мы определяем благодаря наличию водяного пара там, внутри. Если вы сравните высоту уровня ртути в трубке (1) и высоту уровня ртути в барометрической трубке (6), находящейся под нормальным атмосферным давлением, где над ртутью нет испарившейся воды, то есть водяного пара, то вы увидите, что столбик ртути (1) ниже столбика ртути (6). Но столбик ртути (1) ниже только потому, что имеется давление, оказываемое сверху; в барометре же ртутный столбик не испытывает никакого давления сверху, так как над ним находится одно только пустое пространство, столбик ртути противостоит лишь внешнему атмосферному давлению, уравнивающему его. В трубке же (1) он немного оттеснён вниз. Проводя измерения, мы находим, что высота ртутного столбика в барометрической трубке (6) выше, чем в трубке (1), где он опускается под воздействием давления, так называемой силы упругости испаряющейся воды, которая находится в трубке и оттесняет ртутный столбик вниз. Итак, мы видим, что пар всегда



оказывает давление на стенки сосуда, и он оказывает вполне определённое давление при определённом состоянии тепла. Мы можем это наблюдать, нагревая верхнюю часть стеклянной трубки. И вы видите, как по мере повышения температуры высота столбика ртути понижается при возрастании давления водяного пара. Пар тем больше давит на

стенки, чем выше его температура. Вы видите, столбик ртути теперь уже понизился, потому что сила упругости, сила давления пара с температурой возрастает, а объём, который в данном случае хочет занять пар, увеличивается.

В следующей трубке (2) у нас над столбиком ртути спирт. Спирт тоже находится в жидком состоянии и занимает некоторый объём над ртутью. Спирт испаряется, и ртутный столбик становится ниже, чем у барометра. Измерив ртутный столбик, я нахожу, что в этом эксперименте со спиртом он понизился ещё больше, чем в предыдущем случае с испаряющейся водой. Но мы должны дождаться, пока в первой трубке столбик снова не поднимется к той высоте, какая была у него до нагревания. Тогда мы находим, что упругость пара зависит также от используемого нами вещества. Эта упругость пара оказывается больше у спирта, чем у воды. Осуществим в свою очередь нагревание трубки (2). Вы видите, что упругость пара заметно возрастает при повышении температуры, вызывая дальнейшее понижение ртутного столбика. Если же мы охладим пар настолько, что его температура становится прежней, ртуть поднимется – это значит, уменьшается давление, уменьшается сила упругости. Как видите, столбик поднимается.

В последнюю трубку (3) при тех же условиях налито немного эфира, который также испаряется. Высота ртутного столбика здесь значительно ниже. Когда при тех же самых условиях мы даём испаряться эфиру, он оказывает существенно иное давление по сравнению с испаряющейся водой. Итак, давление, оказываемое газом на своё окружение, зависит как от его температуры, так и от его состава. Здесь мы также можем заметить, что объём при нагревании значительно увеличивается, что испаряющийся эфир оказывает наибольшее давление. Мы хотим снова обратить ваше внимание на эти явления, ибо как раз благодаря их совместному рассмотрению, мы собираемся прийти к определённому результату.

Вот ещё одно явление, которое я особенно хочу вам сегодня продемонстрировать. Из предыдущих лекций, а также из элементарного курса физики вы знаете, что мы можем преобразовывать твёрдые тела в жидкие и обратно, жидкие тела в твёрдые, проводя их вверх или вниз через так называемую точку плавления. Когда жидкое тело становится твёрдым, когда оно проводится вниз через точку плавления, оно и выступает перед нами как твёрдое тело. Но вот что примечательно и что мы можем увидеть собственными глазами: в следующем эксперименте твёрдое тело, подвергнутое большому давлению, чем то, при котором оно затвердело, может опять стать жидким. И оно может стать жидким при более низкой температуре, чем та, при которой оно переходит в твёрдое состояние. Вы знаете, что вода при 0°C становится твёрдым телом, становится льдом. Казалось бы, что при всех температурах ниже нуля лёд должен быть твёрдым телом. Сейчас мы сделаем с этим куском льда эксперимент, и в результате вы увидите, что лёд перейдёт в жидкое состояние при температуре, не поднимающейся выше нуля. При обычных условиях, если мы хотим растопить лёд, то должны повысить температуру; сейчас же мы не будем повышать температуру, но подвергнем лёд сильному давлению. Такое давление мы получаем благодаря тому, что подвешиваем груз²¹. Лёд плавится. Вы можете видеть, что кусок льда под давлением, испытываемым от проволоки, расплавляется, разрезается пополам. Вы могли бы ожидать, что этот кусок льда из-за давления, оказываемого на него здесь, посередине, будет превращён в воду, распадётся на два куска слева и справа, и они полетят вниз. Если бы мы действовали быстрее, то увидели бы, что этот эксперимент удаётся. (На самом деле разрезание куска льда происходит так медленно, что только к концу лекции было сказано следующее.) Теперь подойдите ближе и вы увидите, что хотя ожидаемое вами разрезание куска льда на две части произошло, однако не надо думать,

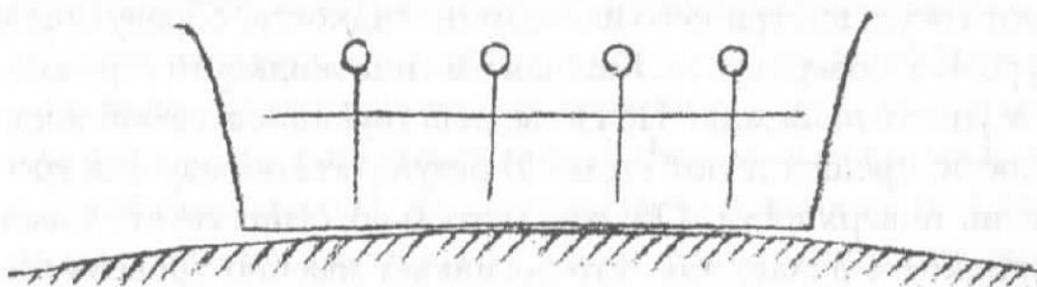
что эти две части сорвутся вниз, так как над проволокой лёд тотчас смерзается; проволока, пройдя сквозь весь кусок льда, падает сама, а кусок льда остаётся в целости на месте. Очевидно, что там, где лёд подвергается давлению проволоки, образуется жидкость. Но в тот момент, когда давление прекращается, жидкость тотчас твердеет, превращается в лёд, а лёд опять смерзается, срастается. Это плавление льда с помощью проволоки продолжается при неизменной температуре лишь под влиянием надлежащего давления. Итак, твёрдое тело можно превратить в жидкость при температуре ниже его точки плавления. Но для того, чтобы оставаться в жидком состоянии, оно нуждается в продолжении действия этого давления. Когда давление прекращается, опять возникает твёрдое состояние. Это то, что выступило бы перед вами, если бы вы ждали ещё несколько часов.

Третье, что мы хотим продемонстрировать вам и что станет отправным пунктом наших дальнейших рассмотрений, таково. Мы можем взять любые подходящие тела, ибо в принципе то, что мы хотим рассмотреть, собственно, имеет значение для всех тел, образующих сплавы, то есть такие соединения, которые взаимно пронизывают друг друга без наступления химической реакции и химического соединения. Вот здесь у нас в пробирке свинец. Свинец – такое тело, которое плавится при температуре 327°C и переходит из твёрдого состояния в жидкое. В другой пробирке у нас висмут. Он плавится при 269°C . В третьей пробирке – олово, которое плавится при температуре 232°C . Итак, здесь три твёрдых тела, и у каждого точка плавления выше 200°C . Сперва расплавим эти три тела, приведём их в жидкое состояние и образуем из них один сплав; тогда они пронизывают взаимно друг друга, не соединяясь химически. (Три металла расплавляют каждый отдельно и потом сливают вместе). Вы легко можете представить себе, что если мы какой-либо из этих трёх металлов, каждый из которых имеет точку плавления выше 200°C , просто положим в кипящую воду, то он останется твёрдым телом, так как вода имеет точку плавления при 0°C , а точку кипения при 100°C ; таким образом, ни один из этих трёх металлов не может плавиться в воде. Произведём теперь наш опыт, а именно: в кипящую воду, то есть в воду с температурой 100°C , погрузим полученный нами сплав из трёх металлов. И теперь уже можно будет сказать, что, собственно, лежит в основе наблюдаемого явления. Мы погружаем термометр в сплав из трёх металлов и фиксируем внутри ещё жидкой смеси температуру 175°C . Вы видите: ни один из трёх металлов в отдельности не остался бы при этой температуре в жидком состоянии, каждый из них затвердеет, а сплав из трёх металлов остаётся жидким. Исходя из этого наблюдения, можно вывести следующее. Если мы смешиваем между собой металлы, то может наступить такое явление, когда точка плавления – точка, при которой металлическая смесь переходит в жидкость – становится ниже точки плавления каждого из металлов. Вы видите, что тела оказывают влияние друг на друга. И как раз с помощью такого явления мы закладываем важную основу для нашего обзора тепловых явлений.

Теперь возьмём этот ещё жидкий при 100°C металлический сплав и погрузим его в кипящую воду, температура которой тоже равна 100°C . Дадим этой воде остыть, наблюдая за понижением её температуры. Металлический сплав остаётся жидким, а затем твердеет. Это означает, что мы спустились к точке плавления: мы можем, охлаждая воду ниже точки кипения, зафиксировать ту её температуру, при которой металлический сплав из жидкого становится твёрдым, и таким образом установить его точку плавления. Итак, как видите: точка плавления смеси металлов ниже²², чем точка плавления каждого из металлов в отдельности.

Эти явления мы рассматриваем в круге других явлений, имея более широкую основу для нашего обзора. Теперь мы можем присоединить ещё некоторые наблюдения к тому, что мы продемонстрировали вам вчера относительно различия между твёрдым, жидким и газообразным, или парообразным состояниями. Вы знаете: твёрдые тела, то есть большая часть металлов, а также других минеральных веществ, встречаются в совершенно определённой форме, в виде так называемых кристаллов. Таким образом, мы можем сказать, что при обычных условиях, при которых мы живём на Земле, твёрдые тела выступают перед нами в форме кристаллов, в форме совершенно определённых образований. Этот факт, естественно, привлекает наше внимание, и мы можем подумать о том, как возникают кристаллические образования, какие силы лежат в основе кристаллических образований. Для того, чтобы составить себе представление об этих вещах, надо взглянуть на то, как ведёт себя вся совокупность твёрдых тел, которая находится на земной поверхности и не связана непосредственно с массой Земли. Вы знаете, если в каком-либо месте удерживать твёрдое тело, а затем разжать руки, то оно падает на Землю. Обычно это объясняется так: Земля притягивает твёрдые тела, действуя на них с известной силой. Под влиянием этой силы, силы тяжести, или гравитации, тело падает на Землю.

Представим себе, что у нас есть жидкое тело, и мы его охлаждаем. При отвердении оно может обрести некие кристаллические формы. И тут возникает следующий вопрос: в каком отношении находится сила, которой прежде всего подчиняются все твёрдые тела, а именно, сила тяжести, к тем силам, которые также здесь должны быть и действовать вполне определённым образом, чтобы твёрдые тела изживали себя в кристаллических формах? Вы можете без особых затрат прийти к мысли, что сила тяжести как таковая, благодаря которой тело падает на Землю (если мы вообще хотим в первую очередь говорить о такой силе тяжести), не имеет непосредственной связи с образованием кристаллических форм. Всё же воздействию силы тяжести подлежат все кристаллические



формы; как бы ни было внешне сформировано тело, оно подчиняется силе тяжести. Мы видим, что если несколько твёрдых тел лежат на какой-то подставке и мы эту подставку удаляем, то все они падают на Землю параллельно друг другу. Мы можем представить это примерно следующим образом (см. рисунок). Мы можем сказать: какую бы форму не имели твёрдые тела, все они падают в направлении, перпендикулярном поверхности Земли. Если же мы проведём под прямым углом прямую к этим параллельным друг другу линиям падения тел, то получим плоскость, параллельную поверхности Земли. Мы можем так поступить со всеми возможными перпендикулярными линиями действия силы тяжести, полученными нами при наблюдении твёрдых тел, проводя общую для них плоскость, перпендикулярную к этим линиям действия силы тяжести и параллельную

поверхности Земли. Эта плоскость, конечно же, плоскость мыслимая. Тогда спросим себя: а где её можно найти реально? Реально она присутствует у жидких тел²³. Жидкость, которую я беру и наливаю в сосуд, позволяет мне увидеть, что воображаемая плоскость, которую я до этого провёл перпендикулярно к линиям действия силы тяжести, существует реально как уровень поверхности жидкости.

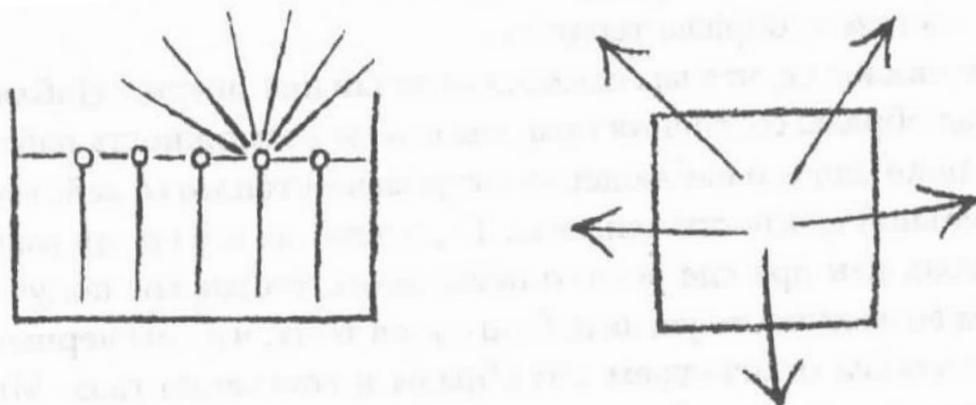
Что же это, собственно, означает? Ведь мы сейчас сопоставляем нечто чрезвычайно важное. Подумайте о следующем. Пусть кто-нибудь сказал бы вам, желая объяснить, как обстоит дело с поверхностью уровня жидкости: вот сосуд, внутри него находится жидкость, образующая уровень поверхности. Каждая частица жидкости стремится упасть на Землю. Но силы, действующие в самой жидкости, препятствуют этому. В результате образуется уровень поверхности. Он действительно существует. Сама жидкость делает так, что возникает именно уровень поверхности.

Подумайте теперь о том, что если рассматривать исходное положение твёрдых тел, которые затем получают возможность упасть, то сама природа нарисует вам здесь уровень поверхности. Я ведь сказал: у твёрдых тел уровень поверхности прежде всего мыслится как перпендикуляр к линиям действия силы тяжести. Продумайте эту мысль, и вы найдёте нечто примечательное. Несколько твёрдых тел совершают перед вами то, что обычно вы видите, размышляя о жидкости. Они известным образом повторяют явление в действительности присущее жидкости. Мы можем сказать: тело, находящееся в низшем агрегатном состоянии, иначе – твёрдое тело, своим действием на поверхности Земли, словно передаёт нам в образе то, что у жидкости, собственно, присутствует материально и что препятствует осуществлению действия по линии падения. Это становится особенно наглядным, если я наблюдаю твёрдое тело во всём его отношении к Земле.

Подумайте ещё раз о том, что я благодаря этому получаю. Если я рисую линию действия силы тяжести и линию поверхности уровня, как она образуется в случае падения системы твёрдых тел, я нахожу некий образ действия силы тяжести. Но это есть непосредственный образ материи, находящейся в жидком состоянии.

Можно пойти дальше. Если мы оставим воду, имеющую определённую температуру, в открытом сосуде на достаточно долгий срок (я ведь сказал, что все вещи относительны²⁴), то она высохнет. Вода всегда так или иначе испаряется, то есть существует в действительности только относительное состояние, о котором мы можем сказать: вода образует уровень поверхности; с других сторон она должна удерживаться в своей форме, в то время как с одной стороны она образует уровень поверхности. Она непрерывно испаряется, но в вакууме это происходит скорее. И можно сказать: если мы рисуем здесь эти линии, и в направлении их вода на самом деле постоянно движется, то силовые линии воды представляют собой реальные пути, которых она придерживается, когда происходит процесс испарения. Вот я рисую некие линии, в направлении которых устремляется вода, и получаю не что иное, как образ газа, находящегося в замкнутом со всех сторон пространстве и действительно стремящегося рассеяться во все стороны. На поверхности воды можно наблюдать устремление (я поясню это устремление с помощью рисунка), которое есть образ того, что действительно происходит, когда я освобождаю какой-то объём газа и он расширяется во все стороны. Здесь я опять могу сказать: то, что я замечаю в жидкости как силу, является образом материальной действительности газа.

Перед нами любопытный факт. Когда мы действительно наблюдаем жидкости, мы воспринимаем их как образы состояний газа. Когда мы наблюдаем твёрдые тела, мы



воспринимаем в них образы состояний жидкости. В каждом следующем состоянии – в направлении вниз – возникают образы предшествующего состояния. Если же мы направимся снизу вверх, то можно сказать так. В твёрдом теле мы открываем образ жидкого. В жидком теле открываем образ газа. В газе – образ теплоты. Последним мы подробнее будем заниматься завтра. А сейчас я хочу сказать вот ещё что. Сегодня мы сделали попытку осмыслить переход от газов к теплоте. Завтра этот переход станет ещё более ясным. Если мы проследим дальше ход наших рассуждений:

в твёрдом – образы жидкого,

в жидком – образы газа,

в газе образы теплоты,

то окажется, что мы сделали важный шаг вперёд. Наблюдая образы состояния газа, мы имеем возможность найти в поле нашего наблюдения откровения теплоты, действительной сущности теплоты. То, о чём мы всё время говорили, как прежде всего о неведомом, теперь мы получаем возможность уяснить благодаря тому, что мы верным способом отыскиваем его образ в состоянии газа. Мы должны искать образы сущности теплоты у тел, находящихся в состоянии газа. Разумеется, надо делать это правильно. Если мы весь объём наблюдаемых нами явлений будем просто описывать, когда речь идёт о газах, как это принято в современной физике, тогда мы не придём ни к чему. Если же мы более внимательно взглянем на тела, когда они находятся под влиянием давления и температуры, то обнаружим следующий факт: газообразное состояние раскрывает нам прежде всего то, чем, собственно, является сущность теплоты.

Сущность теплоты действует дальше и при охлаждении – в жидком и в твёрдом состояниях. Нам надо будет рассмотреть, хотя мы можем лучше всего видеть на примере газообразного состояния, чем является сущность теплоты в жидком и твёрдом состояниях, однако нам надо будет рассмотреть также жидкое и твёрдое состояния. Мы должны будем выяснить, переживает ли особые изменения сущность теплоты сама по себе в этих состояниях, чтобы потом, через установление различий – как они обнаруживаются в состоянии газа в виде образа, а также в жидком и твёрдом состояниях, – прийти к истинной сущности самой теплоты.

ЛЕКЦИЯ СЕДЬМАЯ

Штутгарт, 7 марта 1920 г.

Вспомните ещё раз, как вчера у вас был здесь кусок льда, который перерезала проволока с подвешенным к ней тяжелым грузом, и вы предположили, что обе части этого куска распадутся в обе стороны, направо и налево. Но уже в начале опыта можно было убедиться, что происходит не так и что некоторым образом при движении проволоки из-за давления кусок льда расплавляется и тотчас снова срастается сверху. Значит, плавление наступает только в результате давления. Однако лёд как таковой сохраняется, и сущность теплоты действует так (я хочу выразиться как можно точнее), что кусок льда сразу опять смыкается.

Не правда ли, вас это ужасно удивляет. Но удивляет лишь потому, что вы наблюдаете не совсем так, как это необходимо при правильном исследовании физических явлений. В другом случае вы этот эксперимент проделываете постоянно, и вас тогда вовсе не удивляет, что, взяв карандаш и проводя им по воздуху, вы всё время рассекаете его, а воздух за карандашом тотчас смыкается. Здесь вы не делаете ничего иного по сравнению с экспериментом, проведенным нами вчера над куском льда; вы только осуществляете его немного в другой сфере, в другой области. Наблюдая это, мы можем научиться уже довольно многому; мы можем видеть, что если просто вести карандашом по воздуху (сейчас не будем исследовать, при каком условии это возможно), то из-за свойств материальности самого воздуха позади разреза, произведённого нами, воздух опять смыкается. В случае со льдом мы, исходя из самих условий, можем думать только так, что здесь участвует сущность теплоты и что она производит то же, что в иных условиях производит сам воздух. Вы имеете только дальнейшее расширение сказанного вам вчера. Если вы представите себе воздух и помыслите его делящимся при разрезании, а потом снова соединяющимся, то всё воспринимаемое вами производит материя воздуха. Если же вы берёте твёрдое тело, в данном случае лёд²⁵, — то в нём действует теплота таким же образом, как в первом случае действует сам материальный воздух. Это значит: у вас возникает в связи с воздухом верный образ происходящего в теплоте. И вы опять получаете подтверждение того, что, наблюдая газообразное, парообразное состояние (ведь воздух есть нечто газообразное, парообразное), мы имеем в материальном процессе газа возможный образ происходящего в сущности теплоты.

Когда мы рассматриваем тепловые явления, свойственные какому-либо твёрдому телу, мы имеем, с одной стороны, твёрдое тело, с другой, — то, что происходит в области сущности теплоты. В известном смысле, наблюдая то, что развивается в газе, мы наглядно созерцаем явления из области теплоты. И тогда мы можем сделать вывод или скорее просто передать непосредственно наблюдаемое в следующих словах. Чтобы приблизиться к истинной сущности теплоты, нам надо попытаться, насколько это возможно, проникнуть внутрь области газообразного тела. И в процессах газообразного тела мы увидим отображение происходящего в существе теплоты. Природа, открывая нам известные явления в газообразных телах, наколдывает перед нашими глазами отражения процессов, совершающихся в области теплоты. Видите ли, то, что таким образом ведёт нас, безусловно, находится далеко от современного способа рассмотрения, ставшего обычным в области естествознания, всего естествознания, а не только физики. Но куда же ведёт в конце концов такой способ рассмотрения? Вот я держу в руке книгу Эдуарда фон Гартмана²⁶: в ней Эдуард фон Гартман изложил со своей точки зрения одну специальную область науки, а именно, современную физику. Он — тот человек, который, всецело исходя из духа современности, достиг широкого кругозора, так что будучи — мы бы сказали — философом, оказался в состоянии сказать кое-что относительно физики. Интересно, что же говорит о физике человек, полностью исходящий из духа современности. В первой главе он начинает свое изложение так: “Физика есть учение²⁷ о перемещениях и преобразованиях энергии и её разложении на отдельные факторы и слагаемые”. Сказав это, он должен, естественно, добавить следующее:

“Физика есть учение о перемещениях и преобразованиях энергии и её разложении на отдельные факторы и слагаемые. Значимость этого определения не зависит от того, — трактуем ли мы энергию как нечто самостоятельное и завершённое, расчленяемое нами только мысленно, или же рассматриваем её как некий продукт, возникающий на самом деле из других факторов: значимость этого определения не зависит также, придерживаемся ли мы в отношении строения материи того или иного воззрения. Это определение предполагает только то, что всякое восприятие и ощущение указывают на энергию, что энергия может менять свое место, свой вид и, сообразно своей идее, может быть разлагаема”.

Что же это значит, когда так говорят? Это значит следующее: предпринимается попытка определить физическое, имеющееся перед нами, без необходимости углубляться в его суть. Создается определение, которое в силу его особенности делает ненужным углубление в сущность физического; этим определением сущность исключается. Образуют понятие энергии и говорят: всё, что перед нами выступает внешне физически, есть всего лишь некое преобразование бытия этой энергии. Это значит, что исключается из понятий всё существенное с уверенностью, что при этом можно дать верное определение. Подобные вещи вошли в наши физические представления самым ужасным образом: так, что мы теперь вряд ли в состоянии ставить эксперименты, которые смогут наглядно показать нам существующее в реальности. Даже устройство всех наших приборов и инструментов, приобретаемых нами для физических исследований, приспособлено к теоретическим воззрениям современной физики, сформировано этими последними. То, что имеется сегодня в нашем распоряжении, нелегко применить для физического проникновения в суть вещей. Благоприятная возможность появится только в том случае, если найдутся люди, которые захотят познакомиться с необходимыми методическими выводами действительного проникновения в суть физических явлений, и эти люди будут призваны взять на себя организацию опытов и изготовление инструментов для опытов. Тогда можно будет постепенно проникнуть в суть физических явлений. Фактически, мы нуждаемся не только в преобразовании наших понятий и нашего мировоззрения, но, несомненно, нуждаемся в настоящее время в научно-исследовательских институтах²⁸, ведущих работу, которая основана на наших представлениях о мире. Исходя из антропософской точки зрения, мы не сможем так быстро, как это необходимо, добиться понимания людей, если не сдвинем привычные сегодня направления мыслей с их привычной колеи. Так мы и сделаем, просто показав людям посредством экспериментов “достоверность того, что говорим о вещах”, как физик на примере работы фабрик наглядно показывает истинность того, что говорит он. Но для этого, конечно, необходимо, чтобы мы сперва продвинулись к реальному физическому мышлению. И к этому реальному физическому мышлению относится как раз то, что я изложил вам в эти дни, особенно вчера, и что вводит нас в определенное русло представлений.

Не правда ли, современный физик просто смотрит на происходящее вокруг него, а затем полученное им таким образом в восприятиях стремится, по возможности, убрать и взирать только на то, что может быть подсчитано. Так он поступает даже в случае с экспериментом, который мы попробуем сделать сегодня в первую очередь, потому что он найдёт свое завершение лишь по истечении часа. Мы берём колесо, снабжённое лопастями, как у турбины, погружаем его в жидкость и приводим во вращение с помощью передаточного устройства: его приводит в действие машина, и оно осуществляет механическую работу. Благодаря тому, что механическая работа происходит в воде, куда погружено колесо с лопастями, мы вызываем заметный нагрев воды. Таким образом, этот простой, элементарный опыт показывает, как принято говорить, превращение механической работы в тепло, в тепловую энергию. Сейчас температура воды 16° С. По прошествии некоторого времени мы опять измерим её температуру.

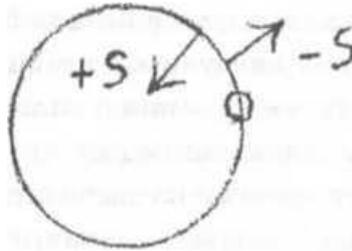
Вернемся еще раз к тому, о чем здесь уже говорилось. Мы ведь сделали попытку отчасти постигнуть физическую судьбу материальности, проводя эту материальность через точку плавления, через точку кипения, вследствие чего твердое тело стало сначала

жидким, а затем газообразным. Я буду сейчас говорить, пользуясь упрощёнными выражениями. Мы видели, что существенным для твёрдого тела является обладание формой. Твёрдое тело в известном смысле эмансипируется от того, что является формообразующим у жидкости — формообразующим до некоторой степени, пока жидкость ещё не превратилась в пар. Итак, твёрдое тело обладает твёрдой формой в любом месте. Жидкость должна быть заключена в сосуд и образованием своего уровня поверхности подвластна силам Земли в целом, а уровни поверхности твёрдого тела обнаруживаются всюду. Мы уже провели это наблюдение перед нашими душами. Так что можно сказать следующее. Если мы действительно хотим рассматривать совокупность жидкой субстанции на Земле физически, то по существу надо рассматривать её со всей Землёй как единую телесность. Твёрдое эмансипируется от такого единения с Землёй; оно индивидуализируется, принимает свою собственную форму. Оставаясь в границах способа выражения общераспространённой физики, которая в так называемой силе тяжести видит причину образования поверхности уровня в жидкости, мы должны тем не менее, если мы хотим пребывать в области чистого наблюдения, перенести каким-то образом в индивидуализированное твёрдое тело то, что в ином случае просто действует под прямым углом к поверхности уровня в жидкости, что представляют себе обычно как силу тяжести Земли. Но теперь его надо помыслить таким образом, что оно находится где-то внутри твёрдого тела, образуя различные уровни его поверхности: при этом твёрдое тело в известном смысле индивидуализирует силу притяжения. Итак, мы видим, что твёрдое тело захватывает себе силу тяжести. Мы видим также, что влияние уровня поверхности прекращается в тот момент, когда мы переходим к газу. Газ не образует никакого уровня поверхности. Если мы хотим, чтобы газ имел форму, границу объёма, то мы должны заключить газ в замкнутый со всех сторон сосуд. Мы видим, что при переходе от жидкости к газу прекращается образование уровня поверхности. В этом случае происходит утрата последнего остатка формообразования, ещё связанного с земной твёрдью и проявляющегося в уровне поверхности. В результате все газы выступают перед нами как некое единство: оно обнаруживает себя в одинаковом для газов коэффициенте расширения. Газы эмансипируются от Земли как некое материальное единство.

Теперь подойдите к этим мыслям более строго. Вы люди как углеродные организмы стоите здесь на твёрдой Земле; вы принадлежите к явлениям, вызванным действием твёрдых тел Земли. Эти явления как таковые подлежат силе тяжести, которая будто бы выражает себя всюду в твёрдых телах. Итак, вы как люди, стоя на Земле, окружены твёрдыми телами, которые в свою очередь должны были каким-то образом присвоить себе силу тяжести для своего формообразования. Но к этим явлениям, вызываемым твёрдыми телами при их падении (о чём я сказал вчера), вам надо мысленно присоединить некий идеальный уровень. Его вы можете образовать всегда, он представляет собой своего рода континуум, распространяющийся всюду. Он есть некая невидимая жидкость. Так что твёрдые тела, поскольку они перемещаются по Земле и вызывают определённые явления, в сумме этих явлений суть некая жидкость. Они проделывают то же самое, что свойственно материальной жидкости. Мы можем сказать, собственно, следующее: стоя на твёрдой Земле, мы воспринимаем то, что называем силой тяжести и что является уровнеобразующим у воды.

Подумайте теперь так: что если бы мы, люди, могли жить на жидком мировом теле, если бы мы были так организованы, что жили на каком-то жидком мировом теле, то должны были бы находиться над уровнем поверхности жидкости. И тогда, подобно тому, как теперь мы относимся к жидкому, там мы относились бы к газообразному, стремящемуся рассеяться во все стороны. Это значит, что там мы не могли бы воспринимать никакой силы тяжести. Говорить о силе тяжести было бы совершенно бессмысленно. Итак, силу тяжести воспринимают только те существа и ей подчинены только такие телесные образования, которые находятся на планете, имеющей твёрдость. Те существа, которые могли бы жить на планете, находящейся в жидком состоянии, ничего не знали бы о силе тяжести. Об этом нечего и говорить. А существа, которые жили бы на газообразном мировом теле, должны были бы смотреть на состояние,

противоположное действию силы тяжести, а именно — на устремление во все стороны от центра как на нормальное состояние. Я хочу выразиться парадоксально: у существ, которые обитают на газообразной планете, тела должны были бы не падать по направлению к планете, а непрерывно отбрасываться от неё. Таким образом, мы теперь переходим к действительно научному физическому мышлению вместо этого только математического мышления, пребывающего вне реальности, и можем, если мыслим действительно физически, сказать себе следующее. Находясь на твердой планете, мы переживаем повсюду силу тяжести. А переходя от твердой планеты к газообразной (см. рисунок), мы проходим через нулевое состояние к состоянию, противоположному первоначальному, к такому проявлению сил в пространстве, какое может быть воспринято и понято только как негативное по отношению к силе тяжести.

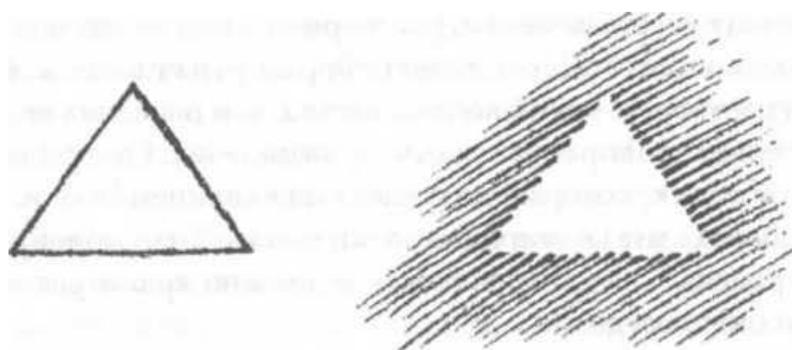


Итак, вы видите, что мы, проходя через материальность, фактически приходим к некоему нулевому пункту в пространственном бытии, к нулевой сфере в пространственном бытии, и тут мы можем говорить о силе тяжести только как о чём-то очень относительном. Разве вы не замечаете, что если начинают подводить к какому-либо газу тепло (этот опыт мы уже проделывали), а тепло всегда повышает силу рассеяния газа, то возникает начерченный мной образ (см. рисунок на с. 63)? Не находится ли действующее тогда в газе уже по другую сторону нулевой сферы, к которой направлена также и тяжесть? Не можем ли мы, оставаясь в пределах самих явлений и размышляя, найти переход от твёрдой планеты к газообразной и переступить через некий нулевой пункт? Ниже этого нулевого пункта — сила тяжести, а выше нулевого пункта она превращается для физического мышления в свою противоположность, в негативную силу тяжести. Но нам вовсе не требуется негативную силу тяжести только мыслить, мы её находим. Сущность теплоты производит то же, что и эта негативная сила тяжести. Мы, конечно, ещё не пришли к цели, однако уже достигли того, что можем постигнуть сущность теплоты в той мере, чтобы сказать следующее: сущность теплоты обнаруживает себя именно как отрицание силы тяжести, как негативная сила тяжести. Итак, если в физические формулы, в которых присутствует сила тяжести, ввести величину силы тяжести со знаком минус, то, развивая мышление, сообразующееся с действительностью, уже нельзя будет представлять себе согласно этой формуле линию силы тяжести или величину силы тяжести, но линию силы теплоты и величину силы теплоты. Итак, вы видите, что только таким способом может быть оживлена математика. Можно просто взять те формулы, которые получаются у нас из чего-либо чисто механического, как некая система действия силы тяжести. И если поставить в этих формулах перед величинами знак минус, то мы с необходимостью будем рассматривать как теплоту то, что прежде было силой тяжести. Мы приходим к результатам, соответствующим реальности, и вы можете в этом убедиться только тогда, когда мы постигаем явления в их конкретности. Мы видим, переходя от твёрдых тел к жидким, как форма, свойственная твёрдым телам, растворяется под влиянием становления жидкого состояния. Форма утрачивается. Когда я растворяю какой-либо кристалл или расплавляю его, он теряет ту форму, которую прежде имел. Он принимает тот облик, который получает под влиянием Земли, так как переходит

во всеобщее, в жидкость. Тело приобретает уровень поверхности Земли и должно храниться в каком-либо сосуде.

Однако обнаруживается еще нечто иное. Мы хотим сперва удерживать предмет согласно явлению, позднее мы постигаем его более конкретно. Если масса жидкости достаточно мала, то возникает капля, то есть круглая форма. Следовательно, жидкие тела малого размера обладают возможностью, так же как и твёрдые тела, эмансипироваться от всеобщей силы тяжести и в этом специальном случае присвоить себе способ действия, при котором появляются определённые многогранные формы в кристаллах. Но жидкости обладают той особенностью, что они в этом случае образуют одну-единственную форму, а именно, форму шара. И если я рассмотрю теперь эту сферическую форму, то она оказывается объединением, синтезом всех многогранников, всех кристаллических форм.

Переходя от жидкости к газу, я имею дело с рассеянием, с растворением сферической формы, но этот процесс направлен теперь вовне. Тут мы переходим, однако, к несколько более трудному понятию. Мысленно представим, что перед вами находится какая-либо простая форма, например, тетраэдр, и у вас есть намерение вывернуть его наружу, как выворачивают наизнанку перчатку. Если бы вы захотели вывернуть весь тетраэдр как целое, то должны были бы заметить, что надо пройти через сферическую форму и что в этом случае появляется негативное тело, для которого все отношения



являются негативными: оно образуется так, что если у вас имеется каким-то образом наполненный тетраэдр, то негативное тело представляется иначе: теперь наполнено все остальное пространство вокруг него. Негативное тело здесь — газ. Представьте себе, что в таком наполненном пространстве есть дыра тетраэдрической формы. В ней — пустота. И вам надо, если вы эти вещи постигаете реально, придать отрицательные значения всем величинам, относящимся к тетраэдру. Тогда вы получите негативный тетраэдр, полый тетраэдр, а прежде внутри тетраэдра была материя. Промежуточным состоянием (см. рисунок), через которое проходит позитивный тетраэдр, преобразуясь в негативный²⁹, является шар. Каждое тело в форме многогранника трансформируется в своё собственное отрицание (Negation), проходя через шар как через некий нулевой пункт, через некую нулевую сферу.

Можно проследить это в связи с конкретными телами. Вот твёрдые тела с присущей им различной формой; они проходят через состояние жидкости, то есть через форму шара, и становятся газами. Если мы хотим правильным образом производить наблюдение над газами, то мы должны рассматривать их как обладающих формами, но формами негативными. Тогда мы приходим к таким образованиям, которые можно постичь только тогда, когда мы вступаем через нулевую сферу в область негативного. Это значит, что мы обращаемся к процессам, происходящим в газах, которые суть образы тепловых процессов, и мы вовсе не приходим к чему-то бесформенному — нам будет только труднее понять их, чем формы нашего окружения, являющиеся позитивными, а не негативными формами. Одновременно мы видим, что каждое тело, имеющее какое-то отношение к жидкостям, находится в промежуточном состоянии. Оно представляет собой промежуточное состояние перехода от оформленного к так называемому бесформенному, к тому, что обладает, однако, негативными формами.

Можем ли мы проследить это на каком-то примере в нашем ближайшем окружении,

который мы созерцаем, но, собственно, никак не переживаем? Мы ведь находимся к нему примерно в том же отношении, что и прежде, когда имели перед собой превращение твёрдого тела в жидкость или превращение жидкого тела в пар. Но можем ли мы нечто подобное сопережить? Мы можем это сопережить и непрерывно сопереживаем это, благодаря тому, что мы суть земные люди и что сама Земля, правда, в той ее ближайшей части, где мы обитаем, фактически в своей основе есть тело. Кроме того, перед нами предстают всякие другие твёрдые тела, и они вызывают в нашем окружении различные видимые нам явления. В это земное бытие включено также жидкое состояние. Газообразное состояние принадлежит земному бытию. На самом деле существует большая разница между тем, что я мог бы назвать, чтобы как-то выразить, тепловой ночью и тепловым днём (потом мы ближе подойдём к этим вещам). Что такое тепловая ночь? Тепловая ночь в отличие от световой ночи есть то, что происходит с нашей Землёй под влиянием теплового бытия Космоса. Что же тут происходит? Видите ли, в ближайшее время мы будем наблюдать некоторые явления, происходящие на Земле, и действительно увидим то, что, однако, легко может быть постигнуто также и чисто мыслительным путём, а именно: под влиянием тепловой ночи вся Земля (сперва ограничимся выражением — земная атмосфера) стремится к форме. Итак, во время тепловой ночи, когда мы, когда наше земное существо не подвергается воздействию Солнца и предоставлено самому себе, когда оно может эмансипироваться от воздействий со стороны космического существа Солнца, — тогда Земля стремится к образованию устойчивой формы, подобно тому как капля стремится к устойчивой форме, если она может избавиться от окружающей её силы тяжести. Если рассматривать вместо световой ночи тепловую ночь, то имеет место непрерывное устремление Земли к форме. Но было бы не совсем точно сказать: Земля стремится к форме капли. Во время тепловой ночи она гораздо больше стремится к образованию форм, к кристаллизации. И то, что мы переживаем ночью, есть процесс непрерывного становления силовых линий, устремлённых к кристаллизации; днём же под влиянием существа Солнца действует процесс снятия этого стремления к кристаллизации, непрерывный импульс к преодолению формы.

Когда же мы говорим об утреннем тепловом рассвете и вечернем тепловом закате, нам следует, собственно, говорить о том, что, например, при утреннем тепловом восходе, наступающем после тепловой ночи, во время которой Земля ищет возможность кристаллизироваться, этот процесс кристаллизации прекращается, и Земля вместе со своей атмосферой при наступлении утреннего теплового восхода проходит через форму шара, а затем делает попытку расплыться. После теплового дня наступает вечерний тепловой закат. Земля опять стремится к образованию формы шара, чтобы в течение ночи кристаллизироваться. Таким образом, мы постигнем Землю в некоем космическом процессе. Он состоит в том, что во время тепловой ночи Земля хочет сжаться: и если бы этот процесс сжатия продолжить дальше, если бы Солнце могло быть устранено, то Земля стала бы кристаллом. Но в надлежащее время возникает препятствие — Земля вновь проводится через утренний тепловой восход, через форму шара, к попытке рассеяться в мировом пространстве, пока этому опять не окажут противодействие те силы, какие выступают с вечерним тепловым закатом. Итак, в связи с нашей Землёй можно говорить не о чём-то твёрдо ограниченном в мировом пространстве, но о чём-то непрерывно колеблющемся в Космосе — от теплового дня к тепловой ночи и обратно.

Видите ли, мы должны устроить наши исследовательские институты, ориентируясь на такие вещи. В добавление к нашим обычным термометрам, гигрометрам и так далее мы должны изобрести инструменты, с помощью которых можно показать, что некоторые процессы внутри земного, а именно внутри жидкого и газообразного состояний, протекают ночью иначе, чем днём.

Итак, очевидно, что физический способ рассмотрения, согласующийся с вещами, приводит нас к тому, чтобы однажды с помощью соответствующих измерительных инструментов действительно приступить к демонстрации тонкого различия между днём и ночью, которое существует для всех явлений и которое происходит главным образом внутри жидкого и газообразного состояний. В будущем мы должны будем ставить тот или

иной эксперимент сначала днём, а затем повторять его в определенный час ночи. В таком случае нам понадобятся тонкие измерительные инструменты. Они обнаружат различие явлений, происходящих, с одной стороны, днём, а с другой, — ночью. Ибо днём нет тех сил, которые, пронизывая рассматриваемые нами явления, стремятся кристаллизовать Землю, ночью же они присутствуют, эти силы, приходящие из Космоса. Космические силы пытаются кристаллизовать Землю, и их надо обнаружить в наблюдаемых нами явлениях. И тут нам открывается возможность вновь установить для Земли путём экспериментов её связь со Вселенной.

Вы видите, что следует организовать в смысле нашего антропософски ориентированного мировоззрения исследовательские институты, и перед ними будут поставлены значительные задачи. Эти институты должны действительно считаться с некоторыми вещами и с некоторыми явлениями, которые в настоящее время учитывают только в самых редких случаях. Конечно, со световыми явлениями мы делаем это уже сегодня, хотя бы иногда — например, искусственно создавая ночь, когда затемняем помещение и тому подобное. Но с другими явлениями, происходящими ниже известной нулевой сферы, мы не пытаемся сделать это. Вместо этого мы приходим к мысли: переместить внутрь тел результаты наших наблюдений, как если бы они действительно были наблюдаемы, — и говорить о всевозможных силах, которые якобы действуют между атомами и молекулами. Такие мысли основываются на нашей уверенности, что мы всё могли бы исследовать при свете дня. Но мы лишь тогда откроем различие в фигурах кристаллизации, когда один и тот же эксперимент проведем сперва днём, а затем ночью. На это надо обратить особое внимание. Только таким образом появится истинная физика. Сегодня, собственно говоря, физические явления соседствуют друг с другом хаотически. Мы говорим о механической энергии, говорим, например, об акустической энергии. Но если физически исследовать эти вещи вообще, обдумывая их правильным образом, получается, что все механические энергии могут проявлять себя только там, где каким-то образом существуют твердые тела. Однако акустические энергии всегда указывают нам на выход из сферы твёрдых тел, а сфера жидкостей в таком случае расположена между чисто механической и акустической энергиями.

Если мы выходим дальше за пределы той области, где нам легче всего наблюдать акустическую энергию, а именно из области газообразных тел, то оказываемся в области следующего соседнего агрегатного состояния, в области теплоты. Она расположена над газом, жидкие тела — над твёрдыми телами. И мы получили бы, оформляя это внешним путём, следующую таблицу:

<u>X</u>
<u>Теплообразное</u>
<u>Газообразное. Акустическое</u>
<u>Жидкое</u>
<u>Твёрдое. Механическое</u>

Мы нашли бы внутри твёрдого тела как нечто характерное — механическое. Внутри газообразного — акустическое. Таким образом, мы пропускаем сейчас жидкое состояние, затем пропускаем теплоту, а ещё выше находим нечто иное, и его я сперва обозначу как X. Итак, мы должны были бы отыскать кое-что ещё по другую сторону бытия теплоты. Между X и нашими обычными совершающимися в воздухе акустическими явлениями находится бытие теплоты, а между газообразными и твёрдыми телами находится бытие жидкого. Вы видите, мы пытаемся тем или иным путём постичь сущность теплоты, приблизиться к ней так или иначе. Если вы скажете себе, что жидкость находится между газообразным и твёрдым, а бытие теплоты — между X и газообразным, то можете искать и переходы к X через тепловое бытие. По эту сторону теплового бытия располагается мир

звучков, а по ту сторону теплового бытия можно найти нечто другое.

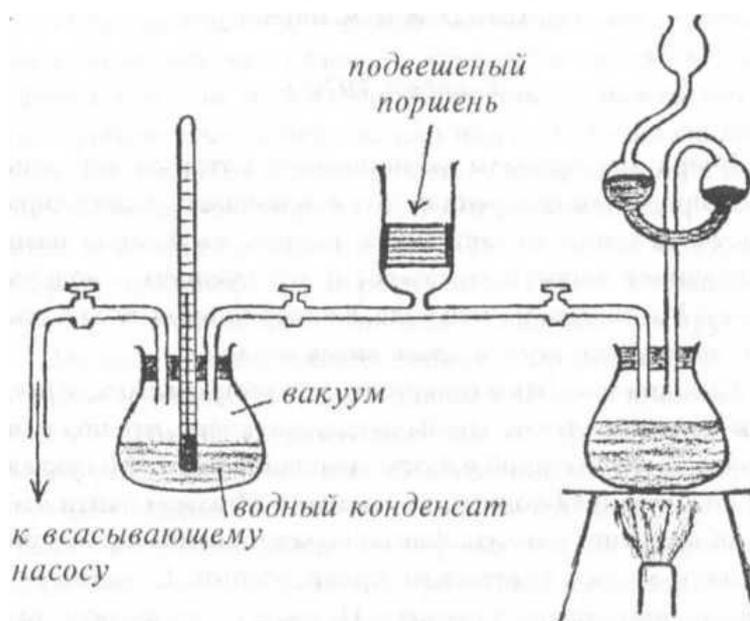
Здесь вы можете увидеть попытку образовать действительные физические понятия, выходящие за пределы голых абстракций и стремящиеся постичь физическое. Подобно тому, как геометрия реально постигает пространственные формы, а механические понятия не могут охватить ничего, кроме движения твёрдых тел, так же понятия, какие мы теперь образовали, фактически постигают физическое бытие. Они погружаются в физическое бытие. К таким понятиям и надо стремиться. Поэтому хотелось бы думать, что если мы действительно попробуем расширить область экспериментирования тем способом, как это указано сегодня, и если введём в физический эксперимент время и течение времени, которыми до сих пор в большой степени пренебрегали, то можно будет создать, исходя из универсальной основы задуманную нами Свободную вальдорфскую школу³⁰.

ЛЕКЦИЯ ВОСЬМАЯ

Штутгарт, 8 марта 1920 г.

Вчера мы провели эксперимент, который согласно общепринятым воззрениям должен показать, как превращается в тепло механическая работа, вызванная нами вращением лопастного колеса и его трением о водную массу. Мы показали, что вода, в которой происходит трение лопастного колеса, становится теплее.

Сегодня мы хотим совершить в известном смысле противоположное тому, что было сделано вчера, что под влиянием произведенной работы возникает тепло. Мы указали вчера на необходимость каким-то образом найти этому объяснение, сделать факты более понятными, не прибегая к мысли о простом превращении. Сегодня мы проследим обратный процесс. Прежде всего мы получим пар, затем путём процесса горения создадим достаточную величину давления и вызовем напряжение, таким образом, получая механическое из теплоты; то есть по принципу приведения в движение всех паровых машин преобразуем теплоту окольным путём, посредством давления, в механическую работу. Благодаря тому, что мы позволяем этому давлению действовать на нижнюю поверхность поршня, поршень поднимается (см. рисунок на с. 67)³¹. Затем, когда пар охлаждается, давление, оказываемое паром, падает и поршень опять опускается. Так мы



получаем механическую работу — чередующиеся движения вверх и вниз. При этом мы можем проследить, как вода, которая опять возникает вследствие охлаждения пара, то есть водный конденсат, входит в другой сосуд. А после завершения процесса можно проверить — все ли тепло, вызванное нами, превратилось в работу поднятия и опускания поршня, или же оно было как-то утрачено. Непреобразованная часть тепла должна была бы тогда проявиться в нагревании воды. В том случае, если бы тепло полностью перешло в механическую работу, водный конденсат оказался бы неспособным к повышению температуры. Если же происходит повышение температуры, то есть если мы можем установить с помощью термометра, что вода нагревается, то её нагревание есть следствие первоначально вызванного нами тепла. Тогда мы увидим, что не всё тепло превращается в работу и что мы не в состоянии это сделать — какая-то часть тепла остаётся неизрасходованной. Итак, мы хотим установить, всё ли тепло может быть превращено в работу или же его остаток обнаруживает себя в потеплении конденсата. Сначала вода имеет температуру $+20^{\circ}\text{C}$. И теперь посмотрим, всё ли тепло превращается в работу и температура конденсата доходит только до $+20^{\circ}\text{C}$, или же его температура повышается и, значит, на пути перехода в механическую работу идёт потеря подводимого тепла. Начинаем конденсировать водяной пар; конденсат каплями стекает на дно колбы по другую сторону установки; и вот таким образом вся эта машина приводится теперь в действие. При полной удаче можно быть уверенным в том, что конденсат покажет существенное повышение температуры. Таков путь, на котором приходят к следующему убеждению: если делать опыт, обратный вчерашнему, то нельзя устроить процесс перевода всего тепла в механическую работу движения поршня вверх и вниз, нельзя тепло, вызванное нами, полностью перевести в механическую работу, — какая-то часть тепла всегда остаётся. Итак, можно показать, что в каждом подобном случае от выработанного тепла, применённого для производства механической работы, у нас остаётся некоторая его часть, которая не даёт преобразовать себя в механическую работу. Здесь также сперва только фиксируем это явление. И теперь представим себе точку зрения общепринятой физики и тех, кто опирается на неё с её воззрениями.

Прежде всего мы имеем дело с тем фактом, что вообще можно, как говорят, превращать тепло в механическую работу и механическую работу в тепло. Отсюда развилось воззрение, о котором я уже упоминал, а именно: каждую форму так называемой энергии — тепловую энергию, механическую энергию (подобный эксперимент ставят и с другими энергиями), — каждую такую энергию можно превратить в другую. От рассмотрения меры превращения мы пока воздержимся, остановившись на самом факте. И вот, современный физик-мыслитель говорит: невозможно, чтобы появлялась где-то ещё энергия, чтобы силовое действие происходило от чего-либо иного, нежели от уже существующей другой энергии. Итак, если у меня есть замкнутая система энергий, энергий определённых форм, и появляются также другие энергии, то они должны появляться в результате преобразования уже имеющихся энергий замкнутой системы. Нигде в замкнутой системе никакая энергия не может появиться иначе как продукт преобразования. Эдуард фон Гартман, который, как я уже говорил, выразил современные физические воззрения в своих философских понятиях, передал в следующих словах так называемый первый принцип “механической теории теплоты”: “Perpetuum mobile” первого рода невозможен”. Чем был бы “Perpetuum mobile” первого рода? “Perpetuum mobile” первого рода был бы как раз устройством, благодаря которому в замкнутой системе энергий возникала бы ещё какая-то энергия. Эдуард фон Гартман обобщает³² ряд относящихся сюда фактов таким образом, что говорит: “Perpetuum mobile” первого рода невозможен”.

Теперь мы переходим к другому ряду фактов, которые наглядно предстали перед нами в сегодняшнем эксперименте, а именно: мы можем внутри некой, по-видимому, замкнутой в себе системы энергий превращать одну энергию в другую. При этом обнаруживается, что само это превращение подчиняется известным закономерностям,

связанным со свойством той или иной энергии. Например, тепловая энергия не позволяет превратить себя полностью в механические энергии, но от нее всегда остается какой-то остаток. Невозможно внутри какой-либо замкнутой системы преобразовать тепловую энергию в механическую энергию так, чтобы все тепло действительно появилось в виде механической энергии. Если бы было возможно перевести все тепло в механическую энергию, то было бы возможно и механическую энергию преобразовать в тепло, то есть в такой замкнутой системе одно качество энергии могло бы преобразовываться в другое качество энергии, возникла бы возможность всегда преобразовывать одно в другое. Эдуард фон Гартман выражает этот принцип таким образом: замкнутая система, в которой, например, всё наличное тепло превращается в механическую энергию и, наоборот, механическая работа превращается в тепло, где таким образом возникает кругооборот энергий, — есть “Perpetuum mobile” второго рода. «Но и такой “Perpetuum mobile” второго рода невозможен», — говорит он. Мыслители в области физики XIX столетия и начала XX столетия выдвигают два главных принципа так называемой механической теории теплоты:

“Perpetuum mobile” первого рода невозможен”.

“Perpetuum mobile” второго рода невозможен”.

Эти положения относятся к истории физики XIX столетия. Первым, кто обратил внимание на кажущееся преобразование сущности тепла в другие формы энергии или других форм энергии в тепло, был Юлиус Роберт Майер³³. Он как врач обратил внимание на связь между теплом и другими формами энергии, заметив, что в жаркой зоне венозная кровь обладает иными качествами, чем в холодной, и сделал вывод о разном характере физиологической работы человеческого организма в одном и в другом случаях. Исходя в основном из этих своих наблюдений, которые он со временем приумножил, Юлиус Роберт Майер разработал не вполне причисленную теорию, и она у него, собственно, охватывала только следующую мысль: можно сделать так, что из одной формы энергии возникнет другая её форма. Этот предмет был разработан дальше различными учёными, в том числе Гельмгольцем. У Гельмгольца в качестве исходного пункта его способа рассмотрения уже выступает свойственная ему форма физически-механического мышления. Если взять самую важную работу Гельмгольца³⁴, относящуюся к сороковым годам XIX столетия, в которой он пытается обосновать механическую теорию теплоты, то оказывается, что она заложена как постулат в основе мысли Гартмана: “Perpetuum mobile” первого рода невозможен”. Так как “Perpetuum mobile” невозможен, различные виды энергий лишь преобразуются друг в друга, и никакая форма энергии никогда не может возникнуть из ничего. Тезис, из которого исходят как из аксиомы: “Perpetuum mobile” первого рода невозможен”, — преобразуется в другой: сумма энергий мировой системы постоянна. Энергии никогда не возникают, никакая энергия никогда не уничтожается. Энергии только превращаются друг в друга. Сумма энергий Вселенной постоянна. — Оба эти тезиса по существу имеют в точности одно и то же содержание:

“Perpetuum mobile” первого рода невозможен”.

“Сумма всех энергий во Вселенной постоянна”.

И теперь речь идет о том, чтобы способ мышления, который мы уже не раз применяли при всех наших рассуждениях, пролил бы немного света на такого рода воззрения, взятые как целое.

На примере поставленного нами эксперимента видно, что когда делается попытка преобразовать тепло в так называемую работу, какая-то часть тепла для преобразования её в работу пропадает; можно заметить, что эта часть тепла опять появляется, и что, следовательно, не всё тепло преобразуется в работу, в другую энергию, в механическую энергию. Затем подобные рассуждения распространяются на Вселенную. И это также было сделано мыслителями XIX столетия. Они говорили примерно так: в мире, лежащем перед нами, где мы живём, существует механическая работа, существует и тепло. Непрестанно осуществляются процессы по превращению тепла в механическую работу. Мы видим, что тепло необходимо, что без него вообще не может произойти механическая работа. Подумайте только о том, сколько нашей техники основывается именно на

первоначальном применении тепла для производства механической работы. Но при этом всегда обнаруживается, что мы никогда не можем полностью превратить тепло в механическую работу, — всегда имеется некий остаток. А если это так, то остатки тепла должны накапливаться, и наконец больше нельзя будет произвести никакой механической работы — мы просто не сможем превратить эти остатки в механическую работу. Остатки неиспользованного тепла суммируются, и Вселенная идёт навстречу тому состоянию, в котором вся механическая работа превратится в тепло. Говорили даже, когда хотели выразиться более научно, что Вселенная, в которой мы живём, идёт навстречу своей тепловой смерти. О так называемом понятии энтропии мы будем ещё говорить в одном из следующих докладов. Теперь же нас прежде всего интересует то, что здесь из одного эксперимента почерпнуты мысли о движении нашей Вселенной главным образом в связи с рассмотрением человека.

Эдуард фон Гартман мило представил все это, сказав: итак, видно, и можно доказать с помощью физики, что мировой процесс, в котором мы живём, протекает благодаря тому, что в нём заключены, с одной стороны, тепловые процессы, а с другой, — механические процессы, но в конце концов все механические процессы перейдут в тепловые. Тогда больше нельзя будет произвести никакой механической работы. Вселенная придёт к своему концу. “Физические явления показывают нам, — говорит Эдуард фон Гартман, — что мировой процесс медленно угасает”. Таков способ выражения Гартмана о процессах, внутри которых мы живём. Мы живём во Вселенной, и она поддерживает нас своими процессами, но её тенденция состоит в том, чтобы становиться всё более праздною и в конце концов совсем себя упразднить. — Я лишь повторяю собственные слова Эдуарда фон Гартмана.

Мы должны теперь прояснить для себя следующее: существует ли какая-то возможность вызвать всё же в замкнутой системе некую совокупность процессов? Обратите внимание на то, что я сейчас говорю. Когда я стою перед совокупностью моих приборов, предназначенных для эксперимента, то нахожусь поистине не в вакууме, не в пустом пространстве. И даже если я мог бы так подумать, то во мне не было бы полной уверенности в отношении пустого пространства: может быть, я просто не воспринимаю всего, что в нём ещё есть. Разве я нахожусь в какой-то замкнутой системе, когда экспериментирую? Разве то, что я проделываю во время даже самого простого эксперимента, не оказывается неким вмешательством в общий процесс Вселенной, окружающей меня в настоящий момент? Вправе ли я представлять себе иначе, например, весь этот эксперимент, чем считая его, входящего в связь с мировым процессом в целом, подобным тому, как если бы я взял иголку и уколол себя? Когда я себя колю, я ощущаю боль: она мешает мне постичь некую мысль, которую иначе я бы схватил. И совершенно понятно, что если я хочу то, что здесь происходит, рассмотреть во всей целостности, то нельзя ограничиваться давлением, оказываемым иголкой и реакцией кожи и мышц, потому что тогда я принимаю во внимание не весь процесс. Процесс этим не исчерпывается. Подумайте, ведь из-за своей неловкости я, взяв иголку, укалываюсь, ощущаю боль и отдёргиваю палец. То, что здесь выступает как действие, не решит проблему, если я приму во внимание только происходящее на этом участке кожи. Отдёргивание пальца есть не что иное, как дальнейшее продолжение того же самого процесса, который я описываю, принимая во внимание только первую его часть. Я хочу описать весь процесс в целом и тогда обязан заметить, что воткнул иголку не в одежду, а в организм. Его я должен воспринимать как целое. Он реагирует как целостный организм и вызывает то, что является последствием первоначального действия, то есть укола.

Внимательно взглянув на проделанный в начале доклада эксперимент, могу ли я



безоговорочно сказать: я произвёл нагревание, вызвав механическую работу; тепло же, которое осталось в водном конденсате осталось там благодаря самому себе? Я ведь не нахожусь со всем этим устройством здесь в такой же связи, в какой находился бы там, с тем моим устройством, когда уколол себе палец. В то же время возникновение, удержание и появление тепла в конденсате можно было бы связать с реакцией всей большой системы на процесс, происходящий здесь, подобно тому как мой организм реагирует на маленький процесс укола иглой. Но прежде всего я должен принять во внимание следующее: никогда нельзя рассматривать экспериментальное устройство как некую замкнутую систему, но я должен постоянно сознавать, что всё оно находится под влиянием окружения, а также тех энергий, которые время от времени действуют со стороны этого окружения (см. рисунок).

Теперь свяжите с этим нечто другое. Представьте себе снова, что у вас в сосуде находится жидкость, имеющая некий уровень поверхности: последняя предполагает действие перпендикулярно направленной к ней силы. Представьте себе, что жидкость вследствие охлаждения переходит в твёрдое тело определённой формы. Совершенно невозможно помыслить, чтобы теперь эти направления действия силы не пересекались бы тем или иным образом с каким-то другим направлением. Из-за этих направлений действия сил в жидкости я должен держать воду в сосуде, потому что только благодаря уровню поверхности вода сохраняет свойственную ей форму. Когда же при отвердевании воды возникает иная замкнутая форма, то, безусловно, надо предположить добавление неких сил к уже существующим прежде. Непосредственное наблюдение показывает это. И совсем абсурдно думать, что силы, которые уже находились каким-то образом внутри воды, теперь образуют её форму. Если бы они заранее были внутри самой воды, то они и приводили бы воду к формообразованию. Итак, эти силы возникли. Они не могли первоначально содержаться в водной системе, но должны были подступить к ней извне. Мы принимаем явление таким, каково оно есть, и говорим: если где-то возникает какая-либо форма, то она фактически возникает как новообразование. Если мы остаёмся внутри того, что мы можем наглядно констатировать, то форма выступает как новообразование. Мы наблюдаем это со всей очевидностью, когда предоставляем возникнуть из жидкости твёрдому телу. Его форма возникает у нас на глазах как новообразование, и она опять исчезает, когда мы превращаем твёрдое тело в жидкую форму. Надо хоть раз понять так, как это следует из наблюдения. Что же выходит из наблюдения всего процесса, когда мы действительно превращаем созерцаемое в понятие? Выходит, что твёрдое тело делает попытку стать самостоятельным, образовать в себе замкнутую систему и для того, чтобы стать замкнутой системой, оно вступает в борьбу со своим окружением.

Хотелось бы сказать, что здесь при затвердевании жидкости можно буквально пощупать собственными руками попытку природы прийти к “Perpetuum mobile”. Этот “Perpetuum mobile” не возникает только потому, что система не предоставлена самой себе, но что на неё оказывает действие всё окружение. Таким образом можно продвинуться к следующему воззрению: в нашем, данном нам пространстве, в различных его точках постоянно имеется тенденция к возникновению “Perpetuum mobile”. Но тотчас же возникает и противоположная тенденция. Мы можем сказать: если где-нибудь возникает тенденция образовать “Perpetuum mobile”, то в его окружении появляется противоположная тенденция, препятствующая образованию “Perpetuum mobile”. Когда вы так ориентируете свой способ мышления, тогда вы полностью изменяете абстрактное мышление современной физики XIX столетия, согласно которому “Perpetuum mobile” невозможен и так далее. Если же продолжить оставаться в мире фактов, то надо сказать: “Perpetuum mobile” постоянно хочет возникнуть, но устройство Вселенной препятствует этому.

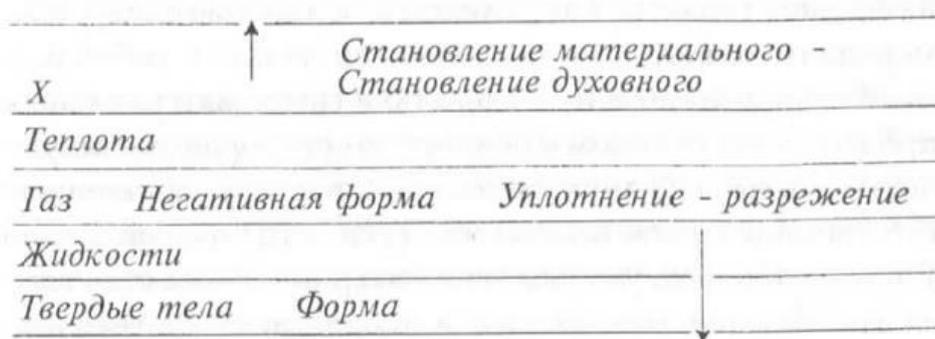
А форма твёрдого тела — что это такое? Она есть выражение борьбы. Этот образ, который формируется в виде твёрдого тела, есть выражение борьбы между субстанцией как индивидуальностью, которая хочет образовать “Perpetuum mobile”, и Вселенной, относительно Вселенной, в которой хочет образоваться “Perpetuum mobile”, но которая препятствует его образованию. Форма какого-либо тела есть результат препятствия этого

стремления к становлению “Perpetuum mobile”. Я мог бы также вместо выражения “Perpetuum mobile” — и это, может быть, кому-то понравилось бы больше — говорить о некоей монаде, о замкнутом в самом себе телесном существе, несущем в себе свои собственные силы и порождающем свою форму.

Здесь мы приходим к решающему моменту, чтобы изменить исходную точку, правда, не физики, поскольку она ставит эксперименты, основывающиеся на фактах, но физического способа мышления XIX столетия в целом. Этот способ мышления пользовался понятиями, не отвечающими действительности. Он не мог видеть, что в мире природы существует повсюду стремление к невозможному с его точки зрения. Сравнительно легко объяснять невозможность “Perpetuum mobile”, но эта точка зрения происходит не из абстрактного основания, принятого физиками. “Perpetuum mobile” невозможен потому, что когда он должен возникнуть в каком-то теле, тотчас окружающий мир ощущает зависть (если я могу применить здесь это выражение морального порядка) и не даёт возникнуть ему. “Perpetuum mobile” невозможен не в силу логических оснований, но вследствие фактического положения вещей. Можете представить себе, сколько искажений вносится в теорию, когда она разрабатывает свои основные постулаты в отрыве от действительности. Если же оставаться в пределах действительности, тогда не ходят вокруг да около того, что я вчера привёл как некий итог в виде схемы. В ближайшие дни мы разработаем эту схему дальше.

Я говорил уже вам: сначала мы рассматриваем область твёрдых тел. Твёрдые тела обнаруживают себя в твёрдых формах. Затем имеется область жидкостей, можно сказать, граничащая с областью твёрдых тел. Формы растворяются, исчезают, когда твёрдое тело переходит в жидкое состояние. У газообразных тел с их стремлением рассеяться, с их отрицанием формы мы имеем полную противоположность твёрдому состоянию. Тут — негативная форма. Как же она проявляет себя? Взглянем непредвзято на газообразные, или воздухообразные тела; рассмотрим, например, их в том проявлении, когда можно воспринять, что у них соответствует форме. Вчера я указывал вам на область акустики, на мир звуков. В газообразной субстанции, как вы знаете, возникновение звучания основывается на уплотнениях и разрежениях. Но с уплотнением и разрежением у всякого газа мы также имеем дело, если изменяем его температуру. Итак, минуя жидкость, мы ищем в газе соответствия определённому формированию твёрдого тела, и нам надлежит его искать в уплотнении и разрежении. В твёрдом теле имеется определённая форма, в газе — уплотнение и разрежение.

Далее мы приходим к области, граничащей с газом, подобной той, где жидкость граничит с областью твёрдых тел. А мы теперь знаем: как твёрдые тела являют собой образ жидкости, жидкость — образ газов в их совокупности, газы — образ теплоты, так



мы должны представлять себе область теплоты как образ следующей области. В качестве таковой я должен буду постулировать некую область X. И если я попытаюсь двигаться дальше только при помощи аналогии (в ближайших рассмотрениях мы подтвердим её правильность), то мне надо на дальнейшем пути, в этой X-области отыскать кое-что аналогичное уплотнению и разрежению. Как раньше, минуя жидкое состояние, так и теперь, минуя теплоту, я должен отыскать нечто соответствующее уплотнению и

разрежению в X -области. Если вначале перед вами твёрдая замкнутая форма, а потом вы получаете газообразное тело, форма которого становится текучей и проявляется в уплотнении и разрежении, то вы, усиливая уплотнение и усиливая разрежение, спрашиваете, что же там такое теперь возникает? Пока есть уплотнение и разрежение, есть, конечно, и материя. Но когда вы продолжаете разрежение все дальше и дальше, вы в конце концов выходите за пределы области материального. Оставаясь в пределах целого и следуя за продолжением этого процесса, вы должны будете сказать: происходит чередование материального и духовного. Вы вступаете в область X , если восходите вверх за пределы области теплоты и, просто удерживая свойство, заключающееся в переходе из твёрдой формы в жидкую, попадаете из уплотнения и разрежения в бытие и небытие материи. Нет возможности говорить иначе как о бытии и небытии материи. Значит, мы проходим вверх, через область теплоты и фактически вступаем туда, где в известном смысле обнаруживается закономерное продолжение наблюдаемого нами в низших областях. Твёрдое тело противостоит теплу; тепло не справляется с ним. Жидкое тело уже больше входит в намерения теплоты. Газ целиком и полностью следует намерениям теплоты; он позволяет ей делать с собой всё, что теплота хочет с ним сделать; в своих материальных процессах газ целиком и полностью есть образ самой сущности теплоты. Я могу сказать: газ в своём собственном субстанциональном поведении в сущности подобен бытию теплоты. Степень уподобления материи теплоте становится тем больше, чем дальше я продвигаюсь от твёрдого тела через жидкое к газу. Это значит: прохождение материи через жидкое и газообразное состояние представляет собой процесс уподобления материи теплоте. Затем я выхожу за пределы теплоты, и материя, в известном смысле уже совсем уподобившись теплоте, упраздняет сама себя. Итак, теплота находится между двумя очень различающимися между собой областями, различающимися по существу: областью духа и областью материи. Между ними располагается область теплоты. Только переход к реальности теперь для нас становится затруднительным, так как с одной стороны, перед нами восхождение к тому, что становится все духовнее и духовнее, а с другой, — нисхождение в то, что становится всё материальнее и материальнее. При этом и первый процесс восхождения, и второй — нисхождения, как кажется, ведут в бесконечность (см. стрелки на схеме на с. 72).

Но здесь представляется еще другая аналогия, которую я сегодня же обрисую вам, потому что благодаря созерцательному наблюдению за отдельными природными фактами может действительно развиваться здоровое естествознание; и будет, пожалуй, не бесполезно провести это через душу. Если вы рассматриваете спектр, как он обычно возникает, то видите красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, индиго и фиолетовый цвета.

← инфракрасное r o g gr b I v ультрафиолетовое →

У вас ряд следующих друг за другом цветов; они составляют полосу примерно из семи нюансов. Но вы знаете, что спектр не имеет конца ни здесь, ни там. Здесь (слева), двигаясь по спектру, мы приходим во всё более и более теплые области и, наконец, вступаем туда, где света больше нет, а тепло есть — это инфракрасная область. За фиолетовым цветом также больше никакого света; там мы получаем ультрафиолет. Он развивает химические, а значит, материальные действия.

Вы знаете также, с другой стороны, что, если исходить из учения Гете о цвете³⁵, то



эта линия может быть сведена в круг, и тогда можно организовать цвет по-другому. Можно рассмотреть не только образ действия света, из которого образуется один спектр, но рассмотреть и тьму, из которой образуется спектр, имеющий посередине не зелёный, а цвет персикового цветка и отходящие от него другие цвета. Так, созерцая тьму, я получаю (см. рисунок) негативный спектр. И если соединить оба спектра, то будет круг из 12 цветов, которые можно точно различать: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, синий, индиго, фиолетовый, потом фиолетовый становится все больше и больше похожим на цвет персикового цветка; между фиолетовым и персиковым два оттенка и между красным и персиковым тоже два оттенка. Таким образом, вы получаете, прослеживая всю совокупность красочных нюансов, 12 красочных состояний, если я могу употребить это выражение. Возникновение того, что обычно изображают в виде спектра, можно представить себе так. Я даю какую-то возможность появиться цветовому кругу, а затем постепенно увеличиваю его размер в одном направлении; из-за этого верхние пять цветов перемещаются всё больше вовне, пока, наконец, совсем не исчезнут; нижняя же дуга переходит почти в прямую линию, и я тогда имею обычную последовательность цветового спектра, между тем как на другой стороне круга другие пять цветов для моего взгляда исчезают.

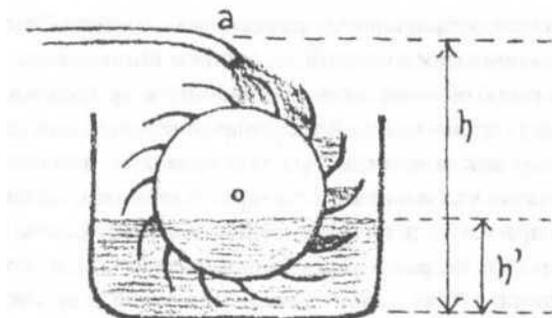
А теперь, напоследок, расположив цвета по кругу, не могу ли я и там (см. схему на с. 72), с уходом в бесконечность иметь примерно такой же случай, как и у спектра? Занявшись такого рода поиском, — что возникает, когда там (на схеме) происходит движение в бесконечность, а затем возвращение и замыкание в круг? — я выяснил бы нечто особенное. Нельзя ли это будет представить, как тоже своего рода спектр, который, с одной стороны, охватывает состояния области, находящейся выше теплоты, до самой нижней точки материи, и который, с другой стороны, я могу замкнуть так же, как здесь цветовой спектр замкнут на персиковом цвете? Этот ход мыслей мы продолжим завтра.

ЛЕКЦИЯ ДЕВЯТАЯ

Штутгарт, 9 марта 1920 г.

Когда идет речь о современной общепринятой физической концепции превращения сил и энергий, тогда как раз необходимо рассмотреть, каким примерно образом указывается на то, что стоит за этими превращениями. В наших рассуждениях мы будем последовательно приближаться к этому. И с этой целью я хотел бы наряду со вчерашним экспериментом поставить другой, где также производится работа с применением энергии, которая действует в ином роде, чем это кажется непосредственно. Мы некоторым образом вызовем в другой сфере картину того, что было сделано вчера, а именно, приведём во вращение колесо, приведём его в движение и, значит, произведём работу. Ведь мы могли бы затем передать вращение этого колеса какой-либо системе механизмов, то есть использовать это вращение колеса в качестве движения. Мы вызовем вращение колеса таким образом, что позволим воде свободно литься на его лопасти, и эта вода благодаря своей силе тяжести приведет лопастное колесо в движение. Мы перенесём в силу вращения колеса силу, которая просто как-то входит в льющуюся воду (эксперимент).

Теперь мы дадим воде течь по желобу, чтобы льющаяся вниз вода встретила с уже имеющимся уровнем воды раньше, чем это происходило в предыдущем опыте. При наличии определённого уровня воды вращение колеса становится медленнее, чем оно



было прежде. Оно становится тем медленнее, чем выше поднимается уровень воды. Так что мы можем сказать следующее. Если мы обозначим высоту от абсолютного уровня воды (см. рисунок) до точки a , откуда вода стекает на наше колесо, через h ; и если расстояние по вертикали между абсолютным (см. рисунок) уровнем воды и поверхностью уровня, который у нас есть, обозначим через h' , то мы получим разность уровней, равную $h - h'$. Можно сказать, действие колеса каким-то образом связано (а каким именно образом, — мы будем отыскивать это в ходе наших наблюдений) с разностью обоих уровней воды. Вчера, при проведении нашего эксперимента мы также имели дело с некой разностью уровней. Представьте, что мы обозначаем тепловое состояние в начале нашего эксперимента через t' , а тепловое состояние, вызванное нагреванием, для того чтобы посредством него можно было осуществить механическую работу по подъёму и опусканию поршня, — через t . Можно сказать об этом и немного по-другому: от этой разности между t и t' зависит произведённая работа. Следовательно, и здесь она зависит от чего-то, что в известном смысле является разностью уровней.

Должен привлечь ваше внимание особенно к этим двум проведенным экспериментам. Они указывают нам прежде всего на следующее. Повсюду, где выступает нечто такое, что теперь называют преобразованием энергии, мы имеем дело с разностью уровней. Какую роль играет разность уровней, что, собственно, происходит позади превращения энергий, и что, например, Эдуард фон Гартман отбрасывает прежде, чем прийти к определению физических явлений, — это мы обнаружим относительно всего объёма тепловых явлений, продолжив ход вчерашних наших мыслей и прибегая в известной мере к некоторому заключению. Там вещи таковы, что надо всё снова и снова указывать на прекрасные слова, высказанные Гёте при взгляде на физические явления. Слова были высказаны им не раз в различных вариантах, и звучали примерно так: “Что, собственно, есть всякое явление во внешних физических аппаратах по сравнению с таковым в ухе музыканта³⁶, по сравнению с явлением, как откровением природного действия, выступающим нам навстречу благодаря уху музыканта!”, — Гёте хотел указать на то, что, наблюдая физические явления обособленно от человека, вовсе не достигают цели. Единственное, что может, согласно Гёте, привести к цели, это наблюдение физических явлений в связи с человеком, наблюдение акустических явлений верным образом, в связи со слуховыми восприятиями человека. Однако, как мы видели, возникают большие трудности, если хотят приблизить к человеку нечто подобное тепловым явлениям, если тепловые явления действительно наблюдают в связи с существом человека. Я мог бы сказать, что на такой способ наблюдения указывает даже тот факт, который привёл к так называемому открытию новой механической теории теплоты. До сих пор можно видеть следы того, что, собственно, ведёт своё происхождение от одного наблюдения над человеческим организмом, сделанного Юлиусом Робертом Майером. Юлиусу Роберту Майеру, который был врачом, приходилось делать кровопускания на острове Ява, то есть в тропической местности, и он заметил, что у людей, живущих там, венозная кровь имеет немного более красный цвет, чем у людей, живущих ближе к северным областям. И Майер пришел к правильному выводу. Процесс, который разыгрывается в человеке, придавая ту или иную окраску венозной крови, различен в зависимости от того, живёт он в более теплом или в более холодном окружении, приходится ли ему отдавать соответственно больше или меньше тепла, а значит, так или иначе возмещать потерю своего тепла посредством принятия в себя кислорода, посредством дыхания. Юлиус Роберт Майер исходил из того, что это есть в известной мере внутренняя работа, совершаемая человеком в процессе дальнейшего усвоения воспринятого кислорода, и что этот процесс становится гораздо более внутренним, если человеку приходится меньше работать совместно с его окружением. Человек, живущий в тропических странах, где ему меньше приходится отдавать свое тепло окружающей среде, меньше нуждается в совместной работе с внешним кислородом, чем это необходимо ему, когда он больше отдаёт тепла вовне. Поэтому в более холодных зонах Земли человек устроен так, что работу для поддержания жизни, для возможности существования на Земле он осуществляет в единении с окружающей средой. В холодных странах человек должен

больше взаимодействовать с кислородом воздуха, чем в теплых, где он меньше взаимодействует с окружением, а работает в своём внутреннем существе.

Тут мы одновременно заглядывает в работу движущих сил всей человеческой организации. Как видите, — достаточно того, чтобы в окружении было теплее, и человек тогда работает более внутренне, более индивидуально, чем он работает в холодном окружении и должен поэтому находиться в большем единении с внешними процессами окружающей его среды. От этого процесса, который показывает в какой-то мере отношение человека к его окружению, исходит в своих рассматриваниях механическая теория теплоты. Эти наблюдения привели Юлиуса Роберта Майера к написанию небольшой статьи, которую он послал в 1842 году в “Поггендорфские Анналы”³⁷. От нее, собственно говоря, произошло впоследствии целое физическое движение. Однако в то время статья была возвращена Юлиусу Роберту Майеру как совершенно бездарная³⁸. Мы встречаемся здесь со своеобразным явлением. Сегодня физики говорят: мы поставили физику на новые пути; мы мыслим о физических явлениях совсем иначе, чем это было до 1842 года. Но надо сказать, что физики этого времени — а они были, собственно, самые лучшие физики³⁹, которые могли бы судить об этом, — объявили статью Юлиуса Роберта Майера совершенно бездарной и не приняли ее в “Поггендорфские Анналы”.

Этой статьёй был в известной мере положен конец прежним физическим рассматриваниям, конечно, несовершенным, но всегда выдержанным в таком роде, что они, в смысле Гёте, были приближены к людям, доведены до человека. После же статьи Майера происходит подъём той части физики, которая считает спасением для физических наблюдений исключить существование человека, когда речь идет о физических фактах. Для современных физических наблюдений характерно, — а в некоторых публикациях даже подчеркивается, как нечто необходимое для блага физики, — что в них не должно происходить ничего как-либо приближающегося к людям, связанного с ними, даже когда речь идёт об органическом процессе, происходящем в самом человеке. Однако такой путь не может никуда привести. А вот продолжение вчерашнего хода мыслей — того хода мыслей, который мы почерпнули из мира фактов, — приводит нас к тому, чтобы физические явления приблизить к человеку.

Я хотел бы снова развить перед вами существенные моменты. Мы исходим из области твёрдых тел и обнаруживаем прежде всего в соответствии с явленным нечто единое в формообразовании. Затем через состояние жидкости, в известной мере промежуточное, сохраняющее форму только в образовании поверхности уровня, мы переходим к газообразным телам. Они, будучи бесформенными, заимствуют из области твёрдых тел состояния разрежения и уплотнения. Наконец, мы сходим в тепловую область, граничащую с областью газов; эта тепловая область в свою очередь подобна области жидкости, так как представляет промежуточную область между областью газов и областью X . Мы вчера заметили, что если продолжить реально мыслить, то в X происходит образование материи и её дематериализация. И почти само собой разумеется, что от X мы могли бы двигаться к Y и к Z (совсем так, как, например, в световом спектре, мы можем перейти от зелёного к синему, фиолетовому и дальше к ультрафиолетовому).

Z

Y

X Дематериализация - образование материи

Тепловая область

Газообразные тела: разрежение - уплотнение

Жидкие тела

Твердые тела: формообразование

U

Всё дело в том, чтобы изучить взаимоотношения, существующие между этими разными областями. Мы видим, что в каждой из них всегда выступают совершенно определённые, хотелось бы сказать, сущностные носители: в самой нижней области замкнутая форма, в области газов — форма в известном смысле изменчивая: уплотнение и разрежение, сопровождающие (я хочу употреблять точные выражения) при определённых соотношениях существо звука. Затем, проходя через тепловую область в область X , мы видим, как там возникают процессы материализации и дематериализации. И появляется в связи с этим такой вопрос: как же действует одна область, проникая в другие? Я уже обращал ваше внимание на то, что, говоря о газе, мы можем некоторым образом ожидать в нём процессы, которые дают образ происходящего в бытии тепла. Можно сказать: газ в известной мере увлекается бытием тепла и подчиняет свою материальную форму тому, что хочет бытие тепла. Внутри пространства, заполненного газом, в процессах, протекающих в газе, мы видим отображение тепловых свершений. И мы можем сказать: происходящее в бытии тепла имеет свой образ в газе. Это нельзя представить себе иначе, как мысля газ и теплоту пронизывающими друг друга. Газ в своём состоянии расширения, распространения в пространстве захватывается фактически тем, чего хочет бытие тепла. Итак, газ и теплота взаимно проникают друг в друга, и благодаря их взаимопроникновению нам в процессах, происходящих в газе, открываются процессы, происходящие в тепловой области. Опять-таки можно сказать: жидкость относится к газообразному состоянию так, как газообразное относится к бытию тепла. Твёрдые тела показывают нам такое же отношение к жидким, как жидкие — к газу, а газ — к теплоте.

Итак, что же выступает в области твёрдых тел? — В области твёрдых тел выступают правильные формы, формообразования, замкнутые в себе. Эти образования, замкнутые в себе, являются в известной степени чем-то, что в свою очередь представляет для нас образ процессов, действующих в жидкости. И вот мы можем отправиться дальше в некую область U , находящуюся под областью твердых тел; ее существование мы предполагаем сперва гипотетически. Создадим себе теперь некие понятия и затем посмотрим, применимы ли они где-либо в царстве внешне воспринимаемых явлений. Продолжая ход мыслей, который, как вы, пожалуй, ощущаете, коренится в реальности, мы образуем понятия, в отношении которых можно надеяться, что они в свою очередь — раз они добыты из реальности — сделают свой вклад в познание действительности. Что же должно происходить, если в действительности существует область U ? Если такая область существует в действительности, то в ней должно выступить образно то, что в предшествующей области, в области твердых тел, является реальным внешним фактом. Тогда эта область U предстанет перед нами как зона отражения области твёрдых тел. В области же твёрдых тел существуют формы, облики, которые оформлены исходя из своей внутренней сущности или, по меньшей мере, из своего отношения к миру (мы сможем проследить это в ближайшие дни), но формы не только существуют — они возникают и возникают в своих отношениях друг к другу.

Обратимся ещё раз к области жидкостей. Благодаря уровню поверхности, ограничивающему жидкость снаружи, эта жидкость существует как тело в связи со всей Землёй. Мы можем видеть в силе тяжести нечто родственное силам, действующим формирующе на твёрдое тело. И если мы действительно продолжим ход этих мыслей, то мы сможем найти нечто происходящее в области U , подобно тому как в области твёрдых тел происходит формообразование, и оно является следствием передаваемого областью твёрдых тел образа жидкостей. Другими словами, мы должны суметь увидеть в области U то воздействие, какое оказывают друг на друга различные формы. Мы должны как-то суметь усмотреть это воздействие, усмотреть, как нечто возникает под влиянием различных соотносящихся между собой форм. Это происходит в реальном мире и принадлежит области твёрдых тел. В настоящее время мы располагаем, собственно, только началом подобного наблюдения. Возьмите какое-либо тело, например, турмалин — он несёт в себе принцип формообразования, под которым я подразумеваю внутреннюю

тенденцию оформления, — и предоставим ему действовать так, чтобы одна его форма влияла на другую. Если вы возьмёте зажим с двумя турмалинами и станете смотреть сквозь них, то поле вашего зрения будет затемнено. Чуть повернув турмалины относительно друг друга, вы приводите в различные соотношения их формирующие силы. И это явление глубоко связано с тем рядом явлений, когда будто бы благодаря прохождению света через различные формы физических систем перед нами возникают так называемые поляризационные фигуры. Явления поляризации всегда осуществляются в результате воздействия друг на друга тел, обладающих формой. Тут мы имеем перед собой замечательный факт. Находясь в области твёрдых тел, мы словнозираем в некую другую область, которая так же относится к области тверди, как эта область тверди относится к области жидкого. Мы спрашиваем себя: когда происходит в области U под влияниями формообразующей силы то, что выступает так же, как сила тяжести, которая образует в жидкости только уровень поверхности и выступает как формирующий принцип в области твёрдых тел? Итак, мы должны сказать: это происходит, когда мы наблюдаем так называемые поляризационные фигуры, которые располагаются ниже области твёрдых тел. Мы фактическизираем в некую область, находящуюся под областью твёрдых тел.

Здесь мы хотим отметить ещё другое. Мы можем долго всматриваться в такую физическую систему: в ней может возникать под влиянием различных сил некое многообразие, которое представляет собой результат воздействия друг на друга различных формообразований; однако мы ничего не увидим там, если в эти твёрдые тела не проникает нечто иное, чем то, что получается прежде всего при пронизании области твёрдых тел областью U . Сюда, например, проникает ещё свет, и он делает видимыми для нас воздействия формообразования.

Наблюдения, подобные описанным мною сейчас, сделала физика XIX столетия и принялась творить внутри света, рассматривая всё это видимое благодаря свету как действие самого света. Но надо суметь отыскать совсем другое происхождение поляризационных фигур, а не приписывать их происхождение свету. То, что тут происходит, не имеет ничего общего непосредственно со светом. Свет лишь проникает также и в эту область U и делает видимыми формы, принимающие характер образов. Итак, можно сказать: различные области, которые мы расположили в таблице рядом друг с другом, в действительности обладают свойством взаимопроникновения.

И мы можем теперь соответствующим образом подойти к тому, что встречается нам, например, в области газов, благодаря формообразующему началу, ещё действующему здесь в состоянии, подобном жидкому. Мы получим более определённые понятия в отношении сказанного, когда будем наблюдать, как при появлении в воздухе уплотнений и разрежений перед нашей душой с помощью органа слуха возникают звуки. И нам не следует эти уплотнения и разрежения, происходящие в газообразном теле, напрямую идентифицировать с различными звуковыми действиями, но, если есть уплотнение и разрежение, необходимо отыскать что-то такое, что выступает затем внутри газа в области уплотнений и разрежений. Итак, мы должны следующим образом выразить происходящее здесь: мы оставляем без определения называемое нами звуком и говорим: когда мы добиваемся в газе известных закономерных разрежений и уплотнений, возникает то, что мы осознаём как восприятие тона. Этот способ выражать отношения не вполне созвучен тому, как если бы я сказал следующее. Представим себе, что во Вселенной существуют тепловые состояния с температурой гораздо выше 100° C. Представим также тепловые состояния с очень низкими температурами — состояния холода. Найдём ли мы в промежутке между ними область, где может существовать и развиваться человек? Да, — ответим мы, — когда во Вселенной происходит большое колебание теплового состояния, когда имеется переход от очень высоких температур к очень низким, то в промежутке между ними лежит такое место, где может возникнуть человек. Но повод для этого даётся только в том случае, если есть какие-то причины для возникновения человечества. Мы ведь не скажем: человек *есть* отклонение теплового состояния тел в сторону низких температур с последующим возвышением в сторону высоких, когда снова возникает возможность для возникновения человека, — этого мы никогда не скажем. А вот в физике

постоянно говорят: звук *есть* не что иное, как уплотнение и разрежение воздуха; звук *есть* некое волновое движение, которое выражается в уплотнении и разрежении воздуха. Мы совсем отвыкли рассматривать вещи так, что, например, уплотнение и разрежение воздуха суть просто носители звука, а не сам звук. Также и в отношении состояния газа нам надо представить нечто такое, что просто проникает в газ, но принадлежит другой области: и оно получает повод вступить в область газа, и возникает возможность сообщения между ним и нашим органом слуха⁴⁰. Собственно только тогда, когда понятия образуются таким образом, о физических явлениях говорят правильно. Если же понятия образуются так, что при этом звуки или звуковые образования просто идентифицируются с колебаниями воздуха, есть соблазн также и свет идентифицировать с колебаниями эфира. Переходят от чего-то неточно понятого к измышленному, к нафантазированию мира фактов, который представляет собой всего лишь творение неточного мышления. То, о чём говорит физика в конце XIX столетия, есть во многих отношениях не что иное, как творение неточного мышления. И если мы, знакомясь с общепринятой физикой, глубже проникнем в неё, то поймём: общераспространённые физические понятия суть творение неточного мышления.

Однако теперь речь идёт о том, что, переходя от тепловой области к областям X, Y, Z, мы получаем перспективу, простирающуюся в бесконечность; равным образом и в области U мы имеем перспективу двигаться дальше в бесконечность. Я вчера обратил ваше внимание на спектр. С ним происходит то же самое. Если у нас перед глазами спектр в том виде, в каком он обычно возникает, то при прослеживании его цветов от зелёного через синее к фиолетовому мы двигаемся некоторым образом в бесконечность или по крайней мере в неопределённость; то же самое имеет место в направлении к красному цвету. Но мы можем, (см. рисунок на с. 79), принимая во внимание весь спектр в целом, то есть всю область цветовых явлений, представить себе этот спектр состоящим из 12 действительно самостоятельных цветов, которые располагаются в виде круга: внизу — зелёный цвет, вверху — цвет персикового цветка, а между ними все остальные. Представим себе теперь, что этот круг всё больше расширяется и персиковый цвет для нашего взора вверху исчезает, а внизу цвета следуют в одну сторону к красному, а в другую, — к фиолетовому цвету и дальше. В обычном спектре у нас, собственно, остаётся только часть от полноты всех красок, окружающих человека в мире явлений. Только часть остаётся с нами.



Есть ещё кое-что, в высшей степени удивительное. Если мы познакомимся с общераспространённым изложением оптики в руководствах по физике и обратимся к тому, как даётся там объяснение одного особенного спектрального явления, а именно, радуги, то, я думаю, при желании сохранить ясные понятия, вы почувствуете в своей душе неудовлетворённость. Эти объяснения радуги в действительности таковы, что мы остаёмся с ними вообще без радуги. Нас вынуждают смотреть на дождевую каплю, благодаря которой, мол, образуется радуга, и прослеживать в ней всевозможные ходы световых лучей. Нас вынуждают единую картину радуги составлять из примыкающих друг к другу маленьких картинок. Они, по сути дела, возникают из дождевых капель и особенным образом зависят от того, где находимся мы. Короче говоря, в этих объяснениях

содержится нечто вроде атомистического взгляда на явление, действующее в нашем окружении как единство. Ещё более неуютно становится нам, когда мы говорим о радуге, а значит о спектре, который творит перед нами сама природа, если мы узнаем, что собственно радуга никогда не существует в действительности одна. Пусть и в очень скрытом состоянии, но имеется еще и вторая радуга. А то, что составляет единое целое, нельзя изолировать друг от друга. Обе радуги, из которых одна всего лишь не так четко проявлена, как другая, по необходимости связаны между собой. Находясь в области объяснений возникновения радуги, нельзя искать объяснение только одной красочной полосы, надо отдавать себе отчет в целостности явления — в относительной его целостности, — тут в средней части что-то иное, а по краям две полосы. Одна крайняя полоса представляет собой более чёткую радугу, другая — менее чёткую. Перед нами возникает величественная природная картина, захватывающая почти весь мир. Мы должны рассматривать её как нечто единое. И вот, если мы наблюдаем точно, то мы очень хорошо видим, что вторая радуга, расположенная рядом с первой, является, собственно, обращением первой, вторая радуга может рассматриваться, в известном смысле, как своего рода зеркальное отображение первой радуги, она есть отражение первой более отчётливой радуги. Как только мы переходим от частных явлений, возникающих в нашем окружении, к некоей относительной целостности, которая предстает перед нами, когда мы постигаем всю нашу Землю, например, в её отношении к системе Космоса, так нечто совершенно меняет свой облик. Я хочу указать прежде всего на это явление. В ходе наших наблюдений мы подойдем к такого рода явлениям ещё ближе.

Однако благодаря тому, что перед нами выступает вторая радуга, факт, явленный здесь (см. рисунок) превращается в определенном отношении в некую замкнутую систему. Система незамкнута, пока я стою перед моим спектром, возникающим именно в этом месте моего окружения. И явление радуги должно было бы, собственно, побудить меня к мысли о том, что, имея перед глазами спектр, вызванный благодаря эксперименту, я держу природу только за *один* краешек и от меня ускользает что-то, находящееся на противоположном краю: где-то там, в неизвестном есть ещё нечто, есть вторая радуга, которая мне нужна, в сущности, как дополнение к каждому спектру из семи цветов.

Сравните это явление и его преобразование в понятия с движением нашего реального понятия, которое мы здесь (см. схему на с. 76) внимательно рассматриваем. Ведь мы хотели цветную полосу, расходящуюся перед нами в неопределенность, сомкнуть, соединяя оба её конца, (см. рисунок на с. 79). Если бы мы сделали это также и на нашей схеме, то что получилось бы тогда? Тогда мы, выйдя из области твёрдых тел в область U и, может быть, продолжив этот путь дальше вниз, продумаем его таким образом, что он приведёт нас наверх и окажется замкнутым. Если мы спускаемся вниз, а потом возвращаемся на наш путь сверху и замыкаем его, то что же тут образуется⁴¹? Что происходит?

Чтобы привести вас к ответу, хочу сделать следующее. Допустим, вы реально движетесь в одном направлении, например, по рисунку, помогающему разобраться в этом⁴². Мы отправляемся, скажем, из сферы, о которой мы в наших рассуждениях говорили, что здесь сила тяжести становится негативной. Мы прошли некоторым образом до одной из таких сфер. А потом идём вниз и представляем себе, что на этом нашем пути



вниз мы (см. рисунок на с. 80) должны входить в область жидкого, в область твёрдого. Если мы отсюда продолжаем идти дальше, то мы (это затруднительно передать в рисунке), собственно, возвращаемся с другой стороны. Итак, мы возвращаемся с другой стороны, и в верхнюю область вместе с нами вторгается переходящее снизу. В то время как я иду из области тверди в U -область, вместе со мной тянется туда всё в виде хвоста, а затем уже возвращается сверху, насквозь пропитанное тем, в чём оно побывало. Я мог бы эту картину изобразить таким образом⁴³ (см. рисунок на с. 81 вверху). Здесь я двигаюсь от нулевой сферы через жидкость в область твёрдого, а затем в U -область и проделываю это таким



кругооборот мировые процессы

образом, что потом возвращаюсь обратно и снова вхожу сюда. Я мог бы сказать примерно следующее. Я наблюдаю газ, который распространяется в эту сторону, которая обозначена на рисунке синим цветом. Но в процессе мирового кругооборота сюда с другой стороны приходит то, что, проникая, пронизывая его, появляется в нем только как образ. Возвращаясь, оно до некоторой степени пропитывает то, через что проходит, и появляется в газе как образ. Жидкость, следуя за областью твёрдого, пронизывает её своей сущностью, и это проявляется в жидкости как формообразование или как нечто, расположенное на нашем символическом рисунке выше области газа, проникает в область газа, и там возникает как звук. Если вы однажды подумаете над этим возвращением, благодаря которому происходит слияние процессов, то придёте к необходимости представлять себе не просто некий мировой кругооборот, но такой кругооборот, когда движущееся дальше снова и снова входит в то, чем уже было, и продвигается через него. В результате получаете (см. рисунок) основу для реальных мыслей, а они помогут вам, например, увидеть в материи появление, скажем, света, который должен находиться совсем в другой области. Материя есть просто то, что убегает от света, а он гонится следом за ней и вторгается в неё. Когда же рассматривают эти вещи, используя математические формулы, надо значение математических формул несколько расширить.

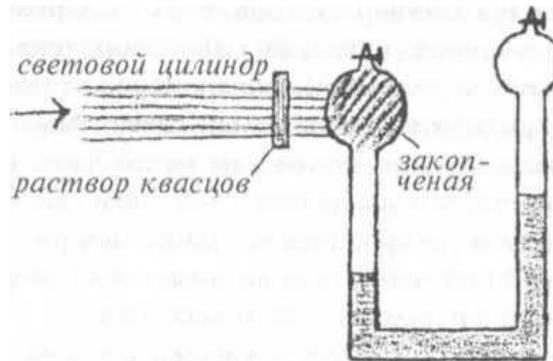


Если хотите, это есть старинный символ змеи, кусающей свой хвост, — символ древней мудрости. Но чтобы древняя мудрость все это могла выражать в символах, нам необходимо приблизиться к реальным вещам⁴⁴.

ЛЕКЦИЯ ДЕСЯТАЯ

Штутгарт, 10 марта 1920 г.

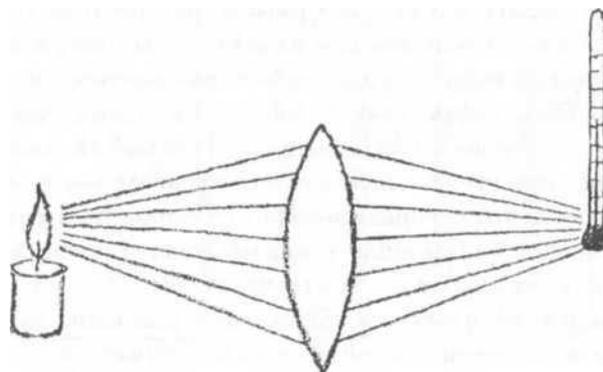
Прежде чем пойти дальше в наших рассуждениях, которыми мы занимались вчера и к концу которых мы постепенно приближаемся, хотелось бы подкрепить эти наши рассуждения ещё несколькими опытами. Сначала создадим световой цилиндр — он образуется благодаря тому, что свет проникает через щель, — и в световой цилиндр внесём колбу, покрытую копотью, через которую свет не проходит (см. рисунок). Вы



видите этот, можно сказать, энергетический цилиндр. Он посылает нам то, что внешне обнаруживает себя благодаря свету. Он действует на столбик ртути и понижает его. Значит, здесь мы имеем дело с явлением, выступающим под влиянием расширения. Можно говорить о рассуждениях под действием тепла, и это расширение наглядно выявляется в понижении ртутного столбика. Если бы мы пропустили световой пучок через призму, то возник бы спектр. Но у нас не образуется спектр; свет просто улавливается и собирается в этом энергетическом цилиндре, и мы получаем сильное расширение. Вы видите, что уровень ртутного столбика заметно понизился. Теперь поставим на пути энергетического цилиндра раствор квасцов и посмотрим, какой будет результат. Посмотрим, что произойдет под влиянием раствора квасцов, когда мы поставим его на пути распространения света. Мы сможем — вы это увидите, в конце концов — добиться опять состояния полного равновесия между левым и правым ртутными столбиками, потому что прежде тепло сюда проходило, а теперь оно задерживается раствором квасцов. Здесь есть только теплота, которая обычно вообще существует в пространстве. В тот момент, когда я ставлю на пути энергетического цилиндра раствор квасцов, тепло задерживается в своём дальнейшем продвижении. Я отделяю тепло из того, что возникает передо мной одновременно как свет и тепло, и даю проходить дальше только свету — мы говорим о свете, хотя здесь излучается ещё нечто иное. Итак, вы можете видеть, что мы делаем с энергией света и тепла, когда на пути её распространения помещаем раствор квасцов, в результате чего тепло выделяется из энергетического цилиндра и дальше идет только свет.

Это первое, что мы можем удержать как чистое явление. И прежде чем пойти дальше в наших рассуждениях, мы хотим продемонстрировать также другое явление. Если мы будем исследовать теплоту, то её поведение можно изучить в первую очередь при нагревании какой-то части того или иного тела. Мы замечаем тогда, что тело остаётся теплым не только в том месте, которое мы нагреваем, но тепло, которое я подвожу к одной части тела, передаётся следующей его части и так далее, пока оно не распространится по всему телу. Но наблюдается и другое. Когда мы какое-либо тело приводим в соприкосновение с первым, второе тело становится теплее, чем прежде. В современной физике привыкли говорить об этом так: теплота распространяется благодаря

проводимости. Говорят о теплопроводности. Тепло проводится от одного места тела к другому. Оно проводится от одного тела к другому, находящемуся в соприкосновении с первым. Вы можете уже при самом поверхностном наблюдении установить, что теплопроводность разная у разных субстанций. Если вы возьмете металлический прут и конец его поместите в огонь, то вы, наверное, скоро выроните его из рук, потому что тепло очень быстро проводится от одного конца металлического прута к другому. Тогда

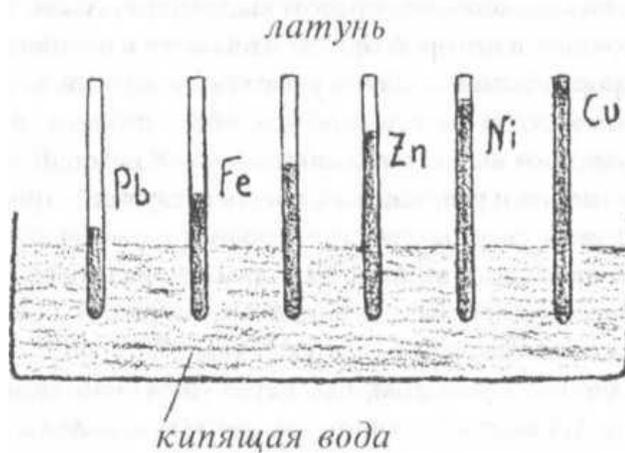


ледяная линза

говорят: металл — хороший проводник тепла. Если же вы возьмете в руку деревянную палку и подержите её в огне, у вас не возникнет желания поспешно бросить её под влиянием теплопроводности. Дерево — плохой проводник тепла. Таким образом, можно говорить о разных, хороших и плохих проводниках тепла. Это проясняется на другом опыте. Мы не можем его сегодня осуществить, так как для этого надо иметь в своем распоряжении лёд, подвергнутый затем определенной обработке. Этого не было сделано. В более благоприятное время мы поставим такой опыт. Надо изготовить при известных условиях линзу из льда наподобие стеклянной линзы и пропустить через неё тепловой поток, излучаемый каким-либо источником, например, горячей свечой; тогда можно, исходя из общепринятого выражения о собирании световых лучей, собрать также и тепловые лучи и определить с помощью термометра, что под влиянием линзы из льда, через которую проникает тепловой поток, действительно происходит некое собирание тепла.

На примере этого опыта вы легко можете видеть, что здесь нет речи о теплопроводности, хотя тепло распространилось, иначе ледяная линза не могла бы оставаться ледяной. Итак, мы имеем два способа распространения (см. рисунок на с. 83 вверху) тепла: один из них оказывает значительное влияние на тела, по которым тепло проходит, и другой, — когда безразлично, что стоит на пути тепла, в этом случае мы должны были бы иметь дело с распространением собственно тепловой сущности, должны были бы наблюдать в известном смысле распространение самого тепла. Между тем нам надо было бы, говоря точно, сразу задать вопрос, что же, собственно, происходит, если мы сообщаем тепло какому-либо телу и затем видим, как это тело становится часть за частью теплее? Не является ли в высшей степени неясным выражением, когда мы говорим: то, что распространяется от одной части тела к другой, и есть само тепло, когда мы констатируем становление тепла лишь в связи с самим телом?

Видите ли, я опять обращаю ваше внимание на необходимость получения действительно точных представлений и понятий. Вместо того, чтобы просто ощутить тепло в нагретом стержне, возьмите достаточно большой железный шест, металлический



шест и начните нагревать один его конец: расставьте на этом шесте мальчиков в ряд, но так, чтобы не навредить им. Пусть теперь мальчики по очереди кричат, но не слишком громко, когда ощутят идущее снизу тепло: скорее всего закричит первый из них, затем второй, затем третий и так далее. Мальчики кричат один за другим. Но вы ведь не скажете при этом, что замеченное вами у первого мальчика передается второму и третьему. Если нагревают стержень на одном конце и ощущают тепло на другом конце, то есть наблюдают, собственно, только действие тела, как оно даёт почувствовать тепло сначала в одной своей части, потом в другой, то современный физик говорит: тепло просто проводится, распространяется. Но когда верещат мальчики на шесте, воспринимая тепло, вы же можете сказать, что это распространяется крик.

Теперь мы проведём ещё один опыт, показывающий, как различные металлы, которые у нас тут имеются в виде стержней, по-разному ведут себя в отношении того, что обычно называют теплопроводностью, и в отношении чего мы попытаемся найти понятия, отвечающие действительности. Добавим сюда горячую воду. Поскольку стержни нижними концами погружены в воду, они нагреваются.

Мы видим, какое действие оказывает нагревание на наш опытный набор стержней и как нагревается один стержень вслед за другим. Мы фактически имеем перед собой своего рода шкалу и получаем возможность обнаружить у различных субстанций, расположенных в известном порядке, разное воздействие, оказываемое на них теплом. Желтая йодная ртуть, которой они покрыты, принимает красный цвет при достижении определённой температуры. Как видите (см. рисунок на с. 83 внизу), изменение окраски быстро достигает разной высоты у различных стержней. Свинец среди этих металлов оказывается, как обычно говорят, наихудшим проводником тепла. — Эти опыты демонстрируются здесь для того, чтобы мы могли сделать обзор тепловых явлений, о которых уже не раз шла речь, и шаг за шагом подняться к познанию того, что представляет собой в действительности сущность тепла. Из продолженного вчера рассмотрения мы увидели, что, внимательно всматриваясь в область вещественности, можно определённым образом выделить область твёрдого состояния, в которой прослеживаются в основном процессы формирования. Затем у нас есть, в известном смысле как промежуточная ступень, жидкое состояние, а потом мы переходим выше, к газообразному. В нем наблюдаются уплотнения и разрежения, соответствующие формообразованию в твёрдых телах. А потом, в следующем промежуточном состоянии мы находим как раз то, что ищем, а именно теплоту. Мы уже видели, на каком основании мы можем вписать её сюда (см. схему)⁴⁵.

Далее мы приходим, как было мною уже сказано, к некоему X . Если мы совершенно реально продолжим ход этих мыслей, то найдём здесь материализацию и дематериализацию. Затем мы должны подняться к Y и к Z . Мы находим подобные переходы, как я говорил, у светового спектра, — от зелёного цвета через синий к

z
y
x <i>материализация-дематериализация</i>
<i>область теплоты</i>
<i>газообразные тела разрежение-уплотнение</i>
<i>жидкие тела</i>
<i>твёрдые тела формообразование</i>
U

фиолетовому, а потом, по-видимому, в бесконечность. Но вчера мы должны были констатировать, что также и область твёрдого состояния продолжается в некий род U . В результате сферу нашей телесности можно представить в виде повторяющегося спектра, это возможно, если мы хотим оставаться в области действительно существующего.

Сейчас речь идёт о том, чтобы развить дальше мысли, высказанные вчера. Как мы можем придать круговую форму спектру, расширяющемуся по прямой налево и направо, у одного конца которого исчезает фиолетовое, а у другого — красное, так и изменяющиеся в своих состояниях области вещественности мы можем мыслить подобным образом — не характеризовать их в виде прямой, направляющейся в одну или в другую сторону и заблудившейся в бесконечности, но то, что здесь кажется уходящим в неопределенность или в бесконечность, повернуть и придать вид некоего круга или, по меньшей мере, некоей линии, возвращающейся к себе самой.

Тут возникает вопрос: что можем мы найти, рассматривая оба эти случая⁴⁶? Если мы наблюдаем обыкновенный спектр, то, конечно, здесь мы можем кое-что найти. Вы знаете, что, проводя наблюдения в сфере оптики, мы берём спектр не односторонне, но со всеми его возможными цветами собираем цвета спектра так, что с одной стороны, при превращении света в спектр, у нас имеется зелёный цвет, являющийся до некоторой степени центральным, а с другой стороны, при превращении тьмы в спектр, возникает цвет персикового цветка, который также является центральным. На одной стороне расположены зелёный, синий, фиолетовый до цвета персикового цветка; на противоположной — зелёный, жёлтый, оранжевый и красный так же до цвета персикового цветка. Благодаря тому, что мы замыкаем спектральные цвета в круг, мы можем заметить в месте замыкания спектра цвет персикового цветка.

Если мы теперь заключаем в наш круг состояний различные состояния вещественности, то можем ли мы и тут что-либо найти? Наступает чрезвычайно важный момент. Что должны мы поместить сюда таким же образом, как мы сделали это, поместив цвет персикового цветка в обыкновенный спектр, который должен до некоторой степени указать нам на картину спектра состояний вещества? Что мы должны сюда поместить? Эта мысль, пожалуй, сама напрашивающаяся из мира фактов, может быть, покажется вам не такой трудной для понимания, если я сначала попытаюсь ввести её следующим образом. Что, собственно, находится здесь перед нами, исчезая с одной и другой стороны, как в цветном спектре исчезает цвет: в направлении фиолетового и в направлении красного? Что это такое, что здесь находится? По сути дела, это не что иное, как весь мир природы. Если называть это царством природы, то вы не найдёте здесь ничего, что нельзя

поместить где-либо в области “формообразования” или ниже “формообразования”, или в обозначенном мною X , Y или Z и так далее (см. схему на с. 84). Природа исчезает для нас с одной стороны тогда, когда мы прослеживаем физические состояния в направлении теплоты. Она исчезает с другой стороны, когда мы прослеживаем формообразование, прежде всего в царстве твёрдых тел, а затем ниже этого царства, где мы видим в поляризационных фигурах, как форма действует на форму — вы можете увидеть эти зажимы турмалинов, где перемежается светлое и тёмное. Лишь благодаря воздействию одной формы на другую возникает в одном случае тёмное, а другом — светлое и так далее.

Теперь для нас оказывается существенным прийти к пониманию того, что мы должны поместить сюда, когда мы прослеживаем мир природы в одну сторону до того места, где происходит встреча с притекающим с другой стороны? Что находится там? Там внутри стоит человек как таковой и ничто иное. Там внутри стоит человек. Внутри человек стоит таким образом, что он воспринимает приходящее с одной стороны, а также приходящее с другой стороны. Как же он воспринимает приходящее прежде всего на этом пути (снизу)? Человек формируется. Когда мы ставим вопрос о его форме среди тех форм, которые имеют другие тела, мы должны сказать: человек тоже имеет форму. Итак, в нём есть то, что действует как формообразующие силы. Но мы должны поставить вопрос: входит ли действующее в качестве формообразующих сил в сферу сознания? — У сознания, возникающего в человеке, его нет. Вы видите себя или других людей в общих чертах и не получаете понятия о человеческой форме иным образом. Через внутреннее переживание вы пока не можете получить понятие о форме. Мы сформированы, но нашему непосредственному сознанию мы форму не передали. Что же у нас есть вместо формы в нашем непосредственном сознании? Это можно узнать, если мы совершенно непредвзято будем наблюдать постепенное развитие человека в физической жизни. Когда человек вступает в физическую жизнь, он сперва должен быть очень эластичным в отношении своих формообразующих сил, то есть в нём многое должно формироваться. Чем ближе мы к состоянию совершенного детского бытия, тем в большей мере действует в нас формообразование, а процесс старения, несомненно, сопровождается отступлением формообразующих сил. И в той степени, в какой отступают назад формообразующие силы, приходят наши сознающие силы представления. Они выступают в нас все больше, а силы формообразования отходят. Мы можем представлять формы тем лучше, чем больше мы утрачиваем способность себя формировать. Этот достоверный и явный факт можно заметить, как можно заметить и другие очевидные факты, — прежде всего во время периода роста человека. Итак, мы переживаем силы формообразования, переживаем то, что формирует тела снаружи. Благодаря чему мы это переживаем? Благодаря тому, что в нас рождается представление. Теперь мы дошли до того момента, когда мы приближаем формообразующую силу к человеку. Формообразующую силу невозможно как-то изменить, нафантазировать. Ответы на вопросы, которые ставит перед нами мир природы, не даются из спекуляции или философствования, но они должны проистекать из действительности. И в самой действительности видно, как формообразующая силы является там, где в нашем процессе представления форма растворяется, превращаясь в представление. В этом представлении мы переживаем то, что при формировании тел скрывается от нас во внешнем.

Итак, если мы ставим сюда человека⁴⁷, то можем сказать: в направлении снизу вверх он переживает формы как представления. А что он переживает в направлении сверху вниз? Что переживает человек при выходе из газообразного, там, где возникает тепловое состояние? Если вы непредвзято направите свой взгляд на явления, наблюдающиеся в самом человеке, то спросите себя: как связана воля человека с тепловыми явлениями? Посмотрите внимательно теперь с точки зрения физиологии, как нам необходима определённая совместная работа с внешней природой, чтобы произвести теплоту, чтобы прийти к волею и осуществляя волею, делая его действительностью, мы вызываем как раз появление тепла. Поэтому мы должны рассматривать тепло родственным волею. Подобно тому как силы в вещах, формирующие вещи снаружи, мы должны рассматривать

родственными процессу представления, так распространяющееся снаружи как тепло мы должны рассматривать родственным тому, чем в нас является воля; мы должны рассматривать тепло как волю, переживая сущность теплоты именно в нашей воле.

Итак, когда перед нами выступает внешнее формообразование, — как мы могли бы для себя определить его? Вот мы взираем на формообразование в каком-нибудь твёрдом теле. И знаем: если бы это формообразование при известных условиях подверглось метаморфозе благодаря нашему собственному жизненному процессу, то возникло бы представление. Этого представления нет внутри внешнего формообразования. Дело обстоит приблизительно таким образом, как если бы я видел, как отделяется духовно-душевное во время смерти от телесного. Когда я извне рассматриваю формообразования в мире природы, то того, что вызывает эти формообразования, там нет. Его в самом деле там нет. Его там нет, как нет в трупe душевно-духовного, но оно было внутри. Таким образом, если я направлю свой взор на внешнюю природу, то должен буду сказать: тут в формообразовании как-то действует — я не хочу сказать сейчас: действовало, но действует, и это мы ещё увидим, — тут как-то действует то же, что во мне живёт в качестве представления.

Когда же я воспринимаю в мире природы тепло, то действует нечто сродни тому, что во мне живёт в качестве воли. Представляющему и желающему человеку соответствует во внешнем мире природы формообразование и тепло.

Однако существуют всевозможные промежуточные ступени между желанием и представлением. Проводя хотя бы какое-то разумное самонаблюдение, вы вскоре обнаружите, что, собственно, никогда нельзя вызвать представление, не совершив волевого усилия. Правда, волевое усилие, особенно в современную эпоху, ощущается подавляющим большинством людей как неудобство. Отдаются скорее бессознательной воле, просто отдаются ходу мыслей и не любят направлять свою волю в мыслительную область. Но мыслительного содержания, полностью лишённого воли, никогда не бывает, как не бывает и воли, которая не ориентирована посредством мыслей. Итак, когда мы говорим о мысли и о воле, о представлении и о воле, то мы, в сущности имеем дело только с границами, с тем, что образуется в одном направлении как мыслительное, а в другом — как волеподобное. Поэтому мы можем сказать, что, переживая в себе волю, несущую мысли, и мысли, несущие в себе волю, мы на самом деле переживаем внешнее бытие тепла и внешние формы в мире природы. Не существует никакой другой возможности понять это, как только в человеке отыскать сущность того, что выступает нам навстречу во внешних явлениях.

Продолжим эти мысли дальше. Следуя за состояниями вещественности в одну сторону, вы могли бы сказать, что их надо линейно продолжить до бесконечности. То же и в другую сторону. Но если мы имеем дело с человеком, то происходит нечто совсем противоположное. Мы должны увидеть (см. схему на с. 84), как уходящее в бесконечность возвращается назад. Хотя мы не можем проследить здесь (в человеке) то, что уходит в бесконечность, мы должны допустить, что оно исчезает из пространства. Это относится и к направлению снизу вверх. Мы рассматриваем его также исчезающим из пространства. Значит, сила, которая заключена в тепле, при своём воздействии на человека выражает себя таким образом, что она в него входит из пространства. В равной степени и формообразующая сила в человека входит из пространства. Итак, в человеке мы приближаемся к такому месту, где пространственное во внешнем мире, а именно, формообразование и распространение тепла покидает пространство и где становится невозможным зафиксировать математически непространственное, возникающее при этом образование.

Я надеюсь, вы видите нечто, чрезвычайно многозначительное, когда мы, приступая к человеку и правильно включая его в бытие природы, просто вынуждены через соответствующее рассмотрение явлений природы выйти из пространства, из того пространства, которое мы представляем себе простирающимся бесконечно вверх и бесконечно вниз (см. схему на с. 84). Мы не можем найти никакой символики, чтобы пространственно выразить то, как сходятся в человеке явления мира природы. Если верно

представлять себе мир природы, то наблюдая его в отношении к человеку, мы должны этот мир природы покинуть. Иначе, если мы не покидаем его, рассматривая его содержание в связи с человеком, мы вовсе не приходим к человеку.

Как это можно выразить математически? Представьте себе, что вы начертили здесь линию, с помощью которой вы прослеживаете состояния физических тел, переходящие в неопределённость. Вы обозначаете следующие друг за другом значения этой линии как положительные. Тогда то, что вступает в человека и действует в нём, вы должны обозначить как отрицательное. Если вы эту линию дальше снова обозначаете как положительную, то действующее внутри человека вы обозначаете как отрицательное. Я полагаю, что в эти дни, по окончании доклада, который сделает один из присутствующих⁴⁸, у нас будет возможность побеседовать о положительном и отрицательном. Здесь ясно предстаёт нашим глазам, чем является положительное и отрицательное, и мы должны понимать, что нам необходимо существующее в теплоте, поскольку это существующее принадлежит теплоте внешнего мира, перевести в отрицательное, когда мы это прослеживаем в человеке, и что мы должны перевести в отрицательное существующее в формообразовании, когда мы прослеживаем это в человеке. В действительности то, что живёт в человеке как представление, относится к тому, что живёт во внешнем мире как формообразование таким образом, как ряды отрицательных чисел относятся к рядам положительных чисел, или, скажем, это подобно долгам и имуществу; но то, что для одного человека есть долги, для другого человека — имущество и наоборот. Здесь мы приходим к тому, что существующее в мире, снаружи формообразование живёт в человеке как отрицательное. Значит, если мы скажем, что во внешнем мире есть какое-то тело, обладающее материей и если теперь я представляю себе его формообразование, то это представление его материи можно каким-либо образом рассматривать в области отрицательных чисел. Чем же в первую очередь характеризуется для меня как человека материя? Она характеризуется производимым ею давлением. Если я перехожу от материи, обнаруживающей себя производимым ею давлением, к моему представлению о формообразовании, то это представление должно быть отрицательным по отношению к давлению: это есть всасывающее действие. Другими словами, мы не можем происходящее в человеке в виде представления считать материальным, если мы изображаем материальное символически по оказываемому им давлению. Мы должны представлять здесь нечто противоположное. Мы должны мыслить действующее в человеке, как нечто такое, что столь же противоположно материи, как отрицательное противоположно положительному. Действующее в человеке символически представляется в качестве всасывающего действия, тогда как сама материя выражает себя посредством оказываемого ею давления. Отталкиваясь от материи, мы приходим к пустому пространству, попадаем в “ничто”. Однако, когда мы идём дальше, мы оказываемся в том, что меньше, чем “ничто”, в том, что всасывает материю. Мы передвигаемся от действия, оказываемого давлением, к действию всасывания. И тогда мы попадаем в ту область, которая обнаруживается в нас как представление.

Если же мы наблюдаем действия теплоты, то они в нас тоже переходят в отрицательное. Продолжая эту мысль, можно сказать, что действия теплоты уходят из пространства, они всасываются нами, и мы имеем их в себе в качестве противоположа. Тем не менее, это именно они, а не что иное. Имущество остается имуществом, хотя для другого человека оно может означать долг. Вследствие того, что мы вынуждены рассматривать внешнюю теплоту, когда она действует в нас, со знаком минус, она не становится чем-то иным. И тут вы опять-таки замечаете следующее: силою самих фактов мы вынуждены представлять себе человека вовсе не материальным, но предполагаем человека в себе чем-то, что не только не является материей, но во всех своих действиях относится к материи так, как действие всасывания к действию давления. И если вы ясно представите себе наше человеческое существо, то оно оказывается непрестанно всасывающим материю и уничтожающим её.

То обстоятельство, что современная физика вовсе не развивает понятия отрицательной материи, которая относится к внешней материи так, как действие

всасывания к действию давления, это обстоятельство есть несчастье современной физики. Мы же должны выработать следующее отношение. В тот момент, когда приступают к каким-либо действиям, обнаруживающимся в самом человеке, надо всем нашим формулам придать другой характер, введя для проявлений воли отрицательные величины по отношению к тепловым явлениям, а для представлений как явлений — отрицательные величины по отношению к формообразующим силам.

ЛЕКЦИЯ ОДИННАДЦАТАЯ

11 марта 1920 г.

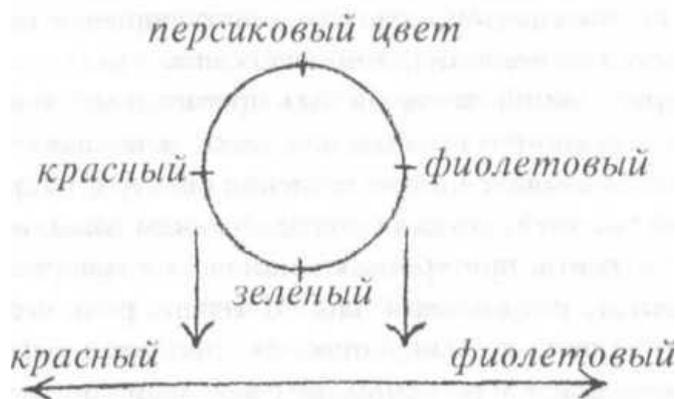
Для ближайших рассмотрений мне хотелось бы перебросить мосты между тем, что излагается в этом курсе лекций, и тем, что излагалось в предыдущем курсе⁴⁹. Сегодня мы будем изучать так называемый световой спектр в его отношении к тепловым действиям и к химическим действиям, выступающим перед нами в световом спектре. То, о чём идёт речь, мы сделаем для себя более наглядным, если продемонстрируем спектр и изучим поведение различных его частей. Итак, мы получаем спектр, пропуская свет через эту щель (помещение затемняется, и в ходе эксперимента возникает световой спектр). Вы видите спектр здесь, на этой доске. Вы можете убедиться, что в красной части спектра что-то подвешено, и можете при помощи этого прибора кое-что понаблюдать. Мы попытаемся представить вам сначала то, как в красной части спектра выступают преимущественно тепловые действия. Они заметны благодаря тому, что под влиянием этого энергетического цилиндра, если можно так выразиться, воздух расширяется, оказывает давление, и спиртовой столбик здесь понижается⁵⁰, а там повышается. Изменение спиртового столбика демонстрирует нам, что в этой части спектра действует в основном тепло. Конечно, было бы интересно поместить прибор также в синефиолетовую часть спектра и увидеть, что здесь тепловое действие отсутствует, но это потребовало бы много времени. Итак, это тепловое действие, по существу, можно наблюдать в красной части спектра. А теперь, когда мы обнаружили благодаря понижению высоты спиртового столбика, наступление теплового действия в красно-жёлтой части спектра, мы проверим химическое действие в его сине-фиолетовой части, поместив определенную субстанцию в том пространстве, которое охватывается синефиолетовой частью спектра. Вы видите, что субстанция приходит в состояние фосфоресценции; и это состояние, как вы знаете из предыдущего курса лекций, возникает в результате химических действий. Итак, на самом деле есть внутреннее различие между одной частью спектра, которая уходит в неопределенность в одну сторону, и другой частью спектра, которая уходит в другую сторону. Как видите, эта субстанция становится светящейся под влиянием так называемых химических лучей. И теперь мы можем добиться ещё обособления третьей части спектра, собственно световой его части. Полностью сделать это нам, пожалуй, не удастся, но мы всё же выделим среднюю часть спектра и вызовем затемнение вместо света, просто добавив немного настойки йода в то вещество, которое образует сероуглеродную призму. Мы получаем смесь из сероуглерода и настойки йода, и эта смесь является субстанцией, не пропускающей света. Мы могли бы показать, полностью проведя этот опыт (к сожалению, сейчас мы можем только наметить путь), что на одной стороне выступают тепловые действия, а на другой стороне — химические, в то время как собственно световая часть, средняя часть спектра, исчезает. Если бы я поставил здесь квасцы, то прекратились бы и тепловые действия. Тогда бы мы увидели, что спиртовой столбик в приборе опять поднимается, потому что квасцы, раствор квасцов (выражу свои мысли осторожно) препятствует прохождению тепловых действий. Спиртовой столбик быстро

поднимается, так как на пути стоят квасцы, и нагревания больше не происходит. Мы получаем холодный спектр.

Очень интересно, что мы можем вызвать также исчезновение химической части спектра, поставив на пути распространения спектра раствор эскулина (к сожалению, нам и его не удалось найти). В результате остаются тепловые и световые действия, но прекращаются химические. Сейчас мы поставим на пути распространения спектра раствор йода в сероуглероде, и тогда исчезает средняя часть спектра. Вы отчетливо видите его красную часть, которая, однако, тоже стала бы невидимой, если бы эксперимент был проведён полностью. Вот ещё фиолетовая часть. А в середине нет ничего. Мы смогли удалить только самую главную часть светового спектра, середину, вследствие того, что опыт был осуществлён фрагментарно. Если бы удалось завершить эксперимент, как это сделали некоторые экспериментаторы, например, Дрейер⁵¹ в Галле 50 лет тому назад, то мы бы могли полностью удалить также два световых места в спектре, а затем доказать, что на одной стороне спектра остаётся повышение температуры, а на другой — действие химических лучей «световой материи». Это ряд опытов, который ещё не доведён до конца и который является чрезвычайно важным. Он показывает нам, как действующее в спектре включается во всеобщую мировую связь.

В курсе лекций, который был прочитан мною во время моего прежнего пребывания здесь, я показал, какое действие оказывает на соотношения спектра, например, сильный магнит⁵², когда под воздействием силы, исходящей от магнита, претерпевают изменения известные линии спектра, его внешний вид. И теперь речь пойдет о том, чтобы мыслительный путь, уже проложенный нами, вновь расширить и на самом деле мысленно погрузиться в эти физические процессы. Вы знаете из наших рассмотрений, уже проделанных нами, что полный спектр состоит собственно из охвата всех возможных двенадцати цветов (красок). В этом случае получаем в известном смысле круговой спектр вместо того, который растянут в пространстве в одном направлении. Тогда у нас здесь зелёное, а здесь цвет персикового цветка, тут фиолетовое, а тут красное, — и между ними все другие красочные оттенки: 12 отчетливо различающихся между собой красочных оттенков (см. рисунок).

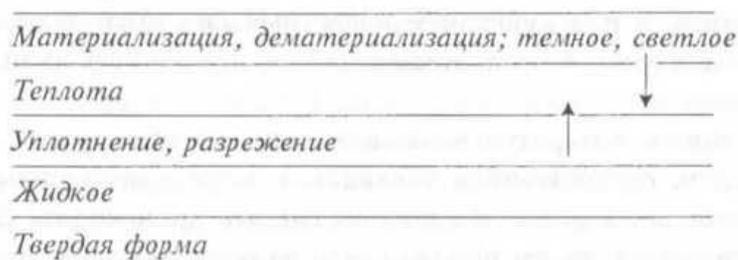
И вот, всё дело в том, что такой спектр внутри земных отношений мы можем представить только в образе. Находясь в царстве земной жизни, мы представляем себе этот спектр образно. Получаем же мы реально всем известный спектр, расположенный по прямой линии от красного через зелёное к синему и фиолетовому. Он возникает из кругового спектра, как я уже говорил об этом не раз, вследствие того, что круг спектра становится все больше и больше, и тогда цвет персикового цветка исчезает в противоположном направлении, фиолетовое справа уходит в кажущуюся бесконечность (см. рисунок), а красное слева кажется уходящим в бесконечность, зелёное же остается посередине.



Мы можем задать себе вопрос. Как из полноты этого цветового образования, из полноты этого двенадцатеричного цветового образования, которое ведь должно существовать в действительности, возникает фрагментарный спектр, фрагментарная цветовая полоса? Гипотетически приняв, что возникает полный круговой спектр (см. рисунок), вы можете себе представить, что тут действуют силы, которые увеличивают и увеличивают цветовой круг. Должен наступить момент, когда здесь, вверху происходит разрыв, и под действием известных сил круг делается прямой линией бесконечной длины, как бы бесконечной длины.

Когда в царстве земной жизни мы обнаруживаем спектр, становящийся наглядным посредством прямой линии, мы задаем себе вопрос: как это происходит? Это происходит таким образом, что из полноты двенадцати красок выделяется семь известных нам красочных оттенков. Такое выделение имеет место под действием сил, которые определённым образом могут оказывать влияние на спектр. И мы уже, собственно, нашли эти силы в царстве земного существования. Мы их нашли, указав на силы формообразования. Ведь то, что тут происходит, есть некое формообразование: круговая форма переведена в форму прямолинейную. Мы тут встретились с формообразованием. И если мы можем видеть, как под влиянием магнитных сил изменяется внутренне строение спектра, то не менее убедительно выглядит, я бы сказал, и то, когда мы находим, что в царстве земного действуют силы, приводящие вообще к появлению нашего спектра. А раз так, то мы должны это принять, должны принять, что в нашем спектре, который мы привыкли рассматривать как первичный, могут уже действовать подобные силы. Итак, мы не только устанавливаем в нашем обычном спектре световые вариации, но мысленно вносим в него силы, действие которых с необходимостью приводит к тому, что он символизируется в виде прямой линии.

Этот ход мыслей мы хотим теперь связать с другим, возникающим в том случае, если мы снова поднимемся, как мы это уже не раз делали, от твёрдых форм через жидкое к уплотнению и разрежению, то есть к газообразному; затем — к тепловому бытию, а



потом — к тому, что мы назвали материализацией и дематериализацией в X.

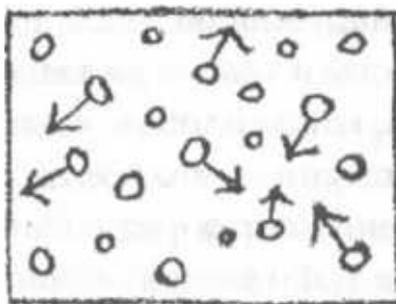
Здесь над тепловым состоянием выступает перед нами более высокая степень уплотнения и разрежения подобно тому, как само уплотнение и разрежение в газах выступает некоторым образом как возрастание, как некое жидкостное становление формы. Когда сама форма становится жидкой, когда мы имеем в газе переменное формообразование, то происходит некое возрастание определённого формирования. Что возникает здесь? Возникает некое возрастание разрежения и уплотнения. Запомним твёрдо, что мы приходим в область, где наступает усиление разрежения и уплотнения.

Что же означает повышение разрежения? Не правда ли, если материя становится всё более и более разреженной, она, будучи материей определённого рода, возмещает нам о том, что борется с ней, когда она становится тоньше и тоньше. Если я делаю материю всё более плотной, то как она заявит о себе? Она уже не будет ко мне пропускать через себя свет, находящийся за ней. Когда же я делаю материю всё более разреженной, она даёт свету пройти через себя. Я продолжаю делать материю ещё более разреженной, и в конце

концов вообще прихожу только к обнаружению светлоты как таковой. Итак, то, что здесь может быть воспринято, как ещё находящееся в области материального⁵³, так это возникновение светлоты, всегда в опыте появляющейся передо мной. Дематериализация выступает как нечто светлое, а материализация — как нечто тёмное. Таким образом, в области мировых действий посветление следует понимать, как возрастание разрежения, а потемнение — как наступающее, хотя ещё и в недостаточной степени уплотнение, когда это уплотнение ещё недостаточно для того, чтобы проявиться как материя, но находится в своих проявлениях ещё только на пути к материальному.

Вы видите, я обнаруживаю здесь, над тепловой областью световую область, и теперь для меня совершенно естественно наблюдать, как тепловая область входит в световую. Если же вы вспомните, что всегда находящееся ниже до некоторой степени даёт образ расположенного выше, то вам надо найти в теплоте нечто такое, что является до определённой степени образом просветления и потемнения. Теплота выступает на одном из концов спектра, и мы должны найти в ней нечто как образ просветления и потемнения. Следует уяснить себе, что таким путём мы всегда находим не только верхнюю часть рассматриваемой нами области действительности в нижней её части, но также и нижнюю часть в верхней. Вот, у меня есть какое-либо твёрдое тело — оно вполне может оставаться в своей твёрдости внутри жидкой области. То, что формирует его, таким образом простирается в ближайшую, лишённую формирования область. Я должен понять, что если хочу в своих представлениях иметь дело с фактами, то это касается прежде всего взаимного проникновения друг в друга различных качеств действительности. Для тепловой области эта особенность принимает такую форму, что с одной стороны дематериализация должна оказывать свое действие в теплоте сверху вниз (показано стрелками на схеме), а с другой стороны в теплоте действует тенденция к материализации.

Вы видите, я приближаюсь к сущности теплоты, находя в ней начало стремления к материализации и в то же время — стремления к дематериализации. Если я хочу понять сущность теплоты, то можно её рассмотреть таким образом, что в ней содержится некая жизнь, некое живое тканье (Weber). В теплоте оно проявляется всегда в виде тенденции к материализации, которая пронизывается тенденцией к дематериализации. Теперь вы



можете заметить, как велика разница между действительно найденной сущностью теплоты и той сущностью теплоты, которая фигурировала в так называемой механической теории теплоты Клаузиуса⁵⁴. В ней вы находите, что при наличии замкнутого пространства атомные или молекулярные шарики сталкиваются друг с другом, ударяются о стенки сосуда и осуществляют чисто внешние экстенсивные движения во всех направлениях. Отсюда следует установка: теплота существует как хаотичное движение, хаотичное столкновение материальных частиц друг с другом и со стенками сосуда. Спорили только о том, считать материальные частицы эластичными или неэластичными. Надо было только решить, какую формулу здесь применять — относящуюся к эластичным телам или к неэластичным, твёрдым телам. Таким образом, когда говорили, что теплота есть движение, речь шла о пространстве, о пространственном движении. Но

мы должны теперь сказать совсем по-другому: да, теплота есть движение, однако это движение надо мыслить, как интенсивное движение, то есть такое движение, когда в каждой части пространства, где заключена теплота, существует стремление произвести материальное бытие и дать ему исчезнуть. Нет ничего удивительного, если мы в нашем организме нуждаемся в теплоте. Мы нуждаемся в ней просто потому, что в нашем организме надо постоянно переводить пространственнопротяжённое в пространственно-непротяжённое. Когда я просто прохожу через пространство, действует моя воля, она осуществляет пространственное формообразование. А когда я представляю себе это, нечто уже находится целиком вне пространства. Что делает возможным для меня как человеческого организма быть внешне включенным в соотношения форм, существующих на Земле? Ведь когда я шагаю по ней, я меняю общую форму Земли; когда я в каком-то месте рисую просто черные точки, я продолжаю изменять её форму. Что делает возможным для меня постигать внутренне непространственным образом, мысленно наблюдать то, чем я являюсь во всеобщей земной связи, и то, что выражает себя в пространственных действиях? Я осуществляю своё бытие в тепловой среде — именно это позволяет материальным действиям, то есть пространственным действиям, постоянно переходить в нематериальные действия, которые не занимают больше никакого пространства. Таким образом, я фактически переживаю в себе то, чем на самом деле является теплота, — интенсивным движением, движением, осуществляющим непрерывное колебание между областью действий давления и областью действий всасывания.

Представьте, что у вас здесь граница между действием давления и действием всасывания. Действия давления протекают в пространстве, а действия всасывания как таковые протекают не в пространстве, но вне его. Ибо мои мысли, имеющие основу в



область тепловой сущности

действиях всасывания, протекают не в пространстве. Здесь у меня с одной стороны этой полосы — внепространственное. И если я представлю себе то, что имеет место не в области давления (в пространстве) и не в области всасывания, но в пограничной между ними области, то я получу нечто, происходящее в области теплоты: непрерывное отыскивание равновесия между действиями давления материального рода и действиями всасывания духовного рода. Весьма примечательно, как некоторые физики, можно сказать, натываются уже носом на эти вещи, вникать в которые они, однако, не хотят. Берлинский физик Макс Планк⁵⁵ однажды высказался весьма определённо: если прийти к

представлению о том, что обычно именуется эфиром, то сегодня есть одно требование в соответствии с познаниями, которые можно получить из физики, — не представлять себе этот эфир материальным. — Таково высказывание берлинского физика Планка. То, что мы находим в нём как часть тепловых действий, к которой принадлежат также и световые действия, можно представить себе в столь малой степени материальным, что там больше нет существующего ныне свойства материального — действия давления, а только действия всасывания. Значит, мы выходим из области материи, имеющей вес, и приходим в другую область, которая, заявляя о себе повсюду, выглядит, конечно, иначе, чем область материального; можно представить её себе только в связи с действиями всасывания, исходящими из каждой точки пространства, тогда как материальное представляется, само собой разумеется, через действия давления. И тут мы приходим к непосредственному постижению сущности теплоты как интенсивного движения, как колебания между действиями всасывания и давления; но не так, что одна сторона — действий давления является пространственной, и другая сторона — действий всасывания также является пространственной; но так, что мы, желая постигнуть теплоту, выходим из области материального, выходим вообще из области трехмерного пространства. Поэтому, если физик определённые действия выражает посредством формул и включает в эти формулы силы, то в том случае, когда эти силы введены со знаком минус, — когда, например, силы давления введены таким образом, они могут рассматриваться как силы всасывания; надо только иметь в виду, что при этом они не остаются в пространстве, но полностью выходят из него, — с такими формулами вступят в область действий света и теплоты, но в область действий теплоты только наполовину, потому что в области теплоты у нас происходит взаимно переплетающаяся игра между силами всасывания и давления.

Этот вопрос, мои дорогие друзья, когда его сегодня излагаешь перед слушателями, выглядит пока ещё в достаточной степени, я бы сказал, теоретическим. Однако не надо забывать, что наша самая современная техника в большей своей части возникла под влиянием материалистического способа представления второй половины XIX столетия. В то время не было представлений, подобных тем, которыми обладаем мы, и потому они все не могут появиться в пределах нашей техники. И если вы подумаете, насколько плодотворными стали для техники односторонние представления физики, то сможете составить себе картину того, что выступило бы уже как результаты в области техники, когда в дополнение к силам давления, используемым сегодня в технике, стали бы теперь действительно плодотворными силы всасывания; так как известные сегодня пространственные силы всасывания являются только силами давления, — я же подразумеваю силы всасывания, качественно противоположные силам давления.

Во всяком случае тут надо устранить многое из того, что теперь ещё, несомненно, фигурирует в физике. Это означает, что надо действительно устранить общепринятое понятие энергии, которое, собственно, исходит из следующего грубого представления, а именно: при наличии теплоты я могу превратить её в работу. Мы уже видели это при нашей постановке опыта, когда теплота преобразовывалась в движение вверх и вниз тела, имеющего вид поршня. Но мы могли одновременно увидеть также и то, что тут всегда остается непреобразованная теплота и что на самом деле мы преобразовываем в то, что физик называет механической работой, только некоторую часть теплоты, находящейся в нашем распоряжении; другую же часть этой теплоты мы преобразовать не можем. Именно такое положение вещей Эдуард фон Гартман свёл к тому, чтобы представить его как второй важнейший тезис современной физики: *Perpetuum mobile* второго рода невозможен.

Другие физики, например, Мах⁵⁶, о котором много говорится в связи с новейшим развитием физики, очень основательно размышляет о многих вещах. Из его размышлений видно, что он — человек проницательного ума. Но острота его ума может проявлять себя

только в границах чисто материалистического воспитания. И в основе его размышлений всегда лежат материалистические понятия. Тем не менее, Мах умеет удачно разбивать и использовать понятия и представления, находящиеся в его распоряжении. Благодаря этому у Маха имеется такая особенность: он прекрасно описывает сомнения, возникающие на границе, которой можно достичь, исходя из принятых в физике представлений, правда, выглядит это весьма безотрадно, ибо он, описывая свои сомнения, останавливается на этой границе. Но он выражает их чрезвычайно интересным образом. Подумайте о таком случае, когда возникает необходимость определённый, вполне устоявшийся взгляд на некое физическое наблюдение, в котором всё выглядит вполне очевидным, представить в необычной, намеренно упрощённой форме, как это делает Мах. Он говорит: “Нет никакого здравого смысла⁵⁷ приписывать какое-то значение работы тому количеству теплоты, которое в работу не может быть превращено. Поэтому, я думаю, закон сохранения энергии и вообще всякое понимание вещества ограничено известной областью фактов, и было бы неверно по привычке переносить его за эти границы”. Представьте теперь себе физика, который начинает размышлять об окружающих его явлениях и который вынужден сказать: в ходе моих наблюдений над фактами обнаруживается теплота, которую я уже не могу превращать в работу. И тогда нет больше никакого здравого смысла в рассмотрении теплоты просто как потенциальной энергии, как работы, которая остаётся невидимой. Пожалуй, можно сказать о превращении теплоты в работу внутри определённой области фактов; вне этой области



такое утверждение не имеет силы. О том, что всякая энергия может быть превращена в другую, говорят лишь по привычке и в общем легко обманываются. — Особенно интересно, когда физики ловятся на слове там, где возникают сомнения, которые всегда появляются, если последовательно и внимательно рассматривать имеющийся в действительности ряд фактов. Разве это не тот путь, на котором физика сама себя преодолевает, на котором физики вынуждены делать такие признания? Ибо по сути дела закон сохранения энергии означает только некоторое утверждение. Он уже не имеет той силы, когда он был словно Евангелие для Гельмгольца и его современников. Существуют области, где утверждение закона сохранения энергии не является правомочным.

Итак, спросим себя теперь: как можно было бы попытаться символически изобразить то, что выступает в области теплоты? Ведь по существу всё, что мы рисуем, становится неким символом. Если вы объедините все развиваемые мною представления, с помощью которых я хотел, оставаясь в реальности, приблизиться к сущности теплоты, то подойдете к тому, чтобы эту сущность теплоты наглядно представить себе. Пусть здесь (синий цвет) перед нами пространство, в котором происходят определенные действия, действия давления, а здесь (красный цвет) — непространственное (красное), заполненное действиями всасывания. Представив себе это, вы получаете некую область, а вместе с ней нечто такое, что только проскальзывает и там, внутри исчезает — мы ведь спроектировали

в пространство то, что является пространственно-непространственным, ибо красная часть должна мыслиться в виде непространственного образования. Рассматривайте это пространство (синий и красный цвета) как символ пространственно-непространственного. Подумайте о том, как интенсивное изображается посредством экстенсивного, когда непрерывно образуется материальное. Но когда оно образуется, на другой стороне возникает нематериальное, и это нематериальное проскальзывает в материальное, уничтожает его материальность, — и вот мы имеем физически-духовный вихрь. Он обнаруживает себя в том, что физическое непрерывно уничтожается возникающим духовным. Итак, у нас имеется некое вихревое действие: возникает физическое и уничтожается духовным, возникает духовное и вытесняется физическим. Происходит непрерывное вхождение непространственного в пространственное, непрерывное становление всасывания, проявляющегося в пространстве благодаря внепространственной сущности.

Мои дорогие друзья, если вы воспринимаете то, что я вам здесь описываю, то вы можете представить себе это в образе вихря. Но только надо в вихре увидеть некое внешнее экстенсивное выявление интенсивного. Тогда я бы хотел сказать, даже одним изобразительным путём мы приближаемся к сущности теплоты. И нам осталось ещё показать, как действует эта сущность теплоты — в случае теплопроводности или когда точки плавления каждого из составляющих металлов лежат выше, чем у их сплава; наконец, что в действительности означает, когда на одном конце спектра обнаруживается тепловое действие, а на другом конце химическое.

Нам надлежит теперь отыскивать действия теплоты подобно тому, как Гёте отыскивал действия света⁵⁸, а затем исследовать влияние этого познания сущности теплоты на разработки в области математики, на имподерабельные факторы физики; другими словами, должны быть найдены реально действующие математические формулы, которые можно использовать, например, в разделе о теплоте⁵⁹ и в оптике.

ЛЕКЦИЯ ДВЕНАДЦАТАЯ

Штутгарт, 2 марта 1920 г.

Те опыты, которые мы намеревались провести сегодня, к сожалению, должны быть перенесены на завтра; если они состоятся завтра, то они должны продемонстрировать как раз то, что должно быть подвергнуто испытанию, если я хочу обсудить предмет в целом. Поэтому сегодня нам надо включить рассмотрение некоторых вещей, которое нам также понадобится завтра, когда будут проведены намеченные опыты, чтобы послезавтра можно было прийти к предварительному завершению этого курса лекций.

То, что я прежде всего хочу привести, хочу привлечь на помощь для наших воззрений, которые мы должны развить в отношении существа теплоты, — это следующее: существует определённая трудность для понимания того, что собственно есть прозрачное тело. Я сейчас говорю не о теплоте. Но вы увидите после этого рассмотрения, что мы благодаря ему достигнем вспомогательного представления о свете, способствующего пониманию существа теплоты.

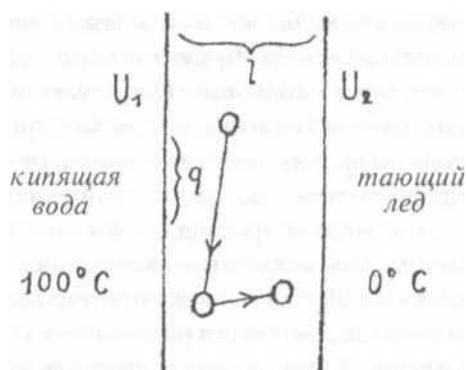
Существует определённая трудность, скажу я, для понимания того, что такое есть относительно прозрачное тело и что такое есть непрозрачное тело, которое более или менее обнаруживает себя таким под действием света. Тут я должен буду высказать нечто иное по сравнению с тем, что об этом обыкновенно говорится. На обыкновенном языке физики говорится, что непрозрачное тело есть такое, которое благодаря определённой особенности его поверхности отбрасывает падающие на него световые лучи, и таким образом оно как тело становится видимым. Я не могу следовать такому определению,

потому что оно является не просто воспроизведением фактов, но есть выражение определённой существующей теории, которую мы не можем принять без уточнений как само собой разумеющуюся. Ибо говорить о лучах света есть теория. Об этом я уже говорил в моём предыдущем курсе⁶⁰. Всё, что встречается нам в действительности — это не луч света, а образ, и это нечто, что удерживается. Кроме того, мы можем не без дальнейших околичностей сказать: прозрачное тело позволяет свету проходить сквозь себя благодаря своему внутреннему молекулярному состоянию. А непрозрачное тело таково, что оно отражает свет. Иначе как следует оправдать возможность такой теории? И если вы вспомните, что я представил вам в эти дни как соотношение областей действительности: твёрдые, жидкие, газообразные тела; сущность тепла, x , y , z и затем, ограниченная твёрдыми телами U -область, то вы увидите, что некоторым образом с областью тепла следует сопоставить область света, а также следует поставить в соотношение область химического воздействия. С другой стороны, с тем, что встречается нам как, я бы сказал, жидкостный облик в сущности тепла и в сущности воздуха, в некотором отношении находится то, что есть истинная сущность тона. Ибо тона появляются в случае уплотнения и разрежения в газообразных и воздушных телах.

Итак, мы можем теперь предположить, что где-то там, где мы допустили существование областей x , y , z , заключена также и сущность света. Но при этом встаёт вопрос — можем ли мы там, где мы ищем сущность света, искать, например, сущность прозрачности известных тел. Эту сущность прозрачности известных тел просто так не найти, исходя из сущности света или из отношений света к твёрдым телам. У нас есть область U , и эта область U с её действиями должна иметь какое-то отношение к твёрдым телам, существующим на поверхности Земли. Нам надлежит по крайней мере поставить вопрос и искать ответа на него в этих рассуждениях, пока я ещё здесь: какое влияние оказывает область U на твёрдые тела, и не может ли нам из этого открыться различие, выступающее между прозрачными телами и обычно непрозрачными металлами? Такие вопросы должны нас занимать теперь в первую очередь. И путь к обретению ответов на такие вопросы мы найдем только тогда, когда попытаемся то, что было сказано вчера о сущности теплоты, дополнить некоторыми другими понятиями.

В области физики мы, конечно, видели факты, которые выступают как тепловые явления. Видели как раз факты, определяемые понятием теплопроводности и приводимые уже нами. Наблюдали способ распространения теплоты при теплопроводности, при истечении теплоты через одно тело, а также через место соприкосновения двух или нескольких тел. Это истечение теплоты представляли так, как если бы мы имели дело с чем-то похожим на жидкость, с неким образом теплоты, движущимся подобно тепловой жидкости. И тут уже можно опираться на внешнее наблюдение, на то, как происходит в самой природе, например, как течёт вода в ручье, оказываясь в следующей точке позже, чем в предыдущей. Таким же образом можно проследить и течение тепла от одной точки к другой, когда имеет место так называемая теплопроводность. Мысли о движении теплового состояния в смысле теплопроводности развивались самыми различными людьми. Довольно ясные представления об это исходят от Фурье⁶¹ (можно было бы вспомнить также о других учёных); и мы хотим немного задержаться здесь и посмотреть, как выглядят эти представления в связи с познаниями, которые мы уже приобрели.

Представим себе следующее. Перед нами находится более или менее замкнутое тело из металла, которое с двух сторон, справа и слева, четко ограничено плоскостью. Вверх и



вниз оно мыслится продолженным на неопределенную величину. Опустим это тело одной стороной в кипящую воду и будем держать его там при температуре U_1 , которая в данном случае равна 100°C . Другую сторону приведём в соприкосновение с тающим льдом, где температура U_2 равна 0°C . Рассмотрев положение вещей здесь в целом, вы получите некую разность между U_1 и U_2 ; $U_1 - U_2$ даёт нам разность температур. От разности температур зависит характер процесса теплопроводности. Само собой разумеется, когда разность температур велика, процесс теплопроводности происходит иначе, чем когда разность температур мала. Для того чтобы достигнуть одного и того же эффекта, мне нужно небольшое количество тепла, если эта разность температур мала, и мне нужно большое количество тепла, если эта разность велика. Так что я могу сказать: количество теплоты, которое необходимо для достижения определённого эффекта, зависит от разности температур $U_1 - U_2$. Количество теплоты, однако, зависит не только от разности $U_1 - U_2$, но также от длины тела. Обозначим длину тела через l . Для достижения определённого эффекта требуется меньшее количество теплоты, если эта длина велика, и большее, если она мала. Иначе говоря, количество теплоты находится в обратной зависимости от длины тела. Я могу вычислить для поперечного сечения, обозначенного, скажем, q , количество теплоты, которое необходимо для достижения определённого эффекта теплопроводности. Чем больше поперечное сечение, тем в большем количестве теплоты я нуждаюсь, а чем меньше это сечение, тем в меньшем количестве теплоты я нуждаюсь. Итак, q находится в прямом отношении с величиной, на которую я должен буду умножить. Наконец, имеется зависимость от времени. Я должен буду умножить на время⁶². Поскольку упомянутые величины сами по себе дают теплоту, я умножаю всё это на константу c , в которую теплота уже вложена и которая представляет меру теплоты - в отличие от других величин, не являющихся теплотой, — и получаю тогда определённое количество теплоты w . Это количество теплоты зависит в прямом отношении от разности $U_1 - U_2$ и других факторов и в обратном отношении - от l . Если вы в этой связи сравните все другие факторы с U_1 и U_2 , то увидите, что у того, что тут собственно протекает, имеют дело не прямо с тепловым состоянием или с чем-либо относящимся к теплоте, но с разницей уровней, с тепловым перепадом. Я прошу вас всегда принимать это во внимание. Точно так, как имеют дело с разницей уровней, когда в случае со шлюзом дают воде низвергаться сверху вниз и приводят в движение колесо, снабженное лопастями, и как движущая сила, развивающаяся там, зависит от разницы уровней, которую надо включить в производимый расчёт, — так и здесь имеют дело с разницей, и мы должны особенно принять это во внимание.

Теперь речь пойдёт о том, что если мы хотим ближе подойти к сущности теплоты, то нам надо проследить ещё одно соображение Фурье и, отчасти исправив общепринятые представления, продвинуться дальше, чем это делали физики XIX и XX столетий, согласно действительности. Я пока принял во внимание, собственно, лишь процесс теплопроводности от одного конца тела к другому. Но я допускаю, что нечто происходит внутри самих тел. И вот задаю вопрос: пусть гипотетически положение вещей таково, что движение тепла происходит не просто равномерно слева направо, но внутри тела имеет место неравномерное распространение тепла. Как тогда я должен был бы применить формулы к этим внутренним неравномерностям? Итак, если тут существуют неравномерности в распределении тепла и теплота проводится отсюда сюда и так далее (мне следует учитывать линии связи внутри металла, см. рисунок на с. 97), то это внутреннее проведение теплоты. Я должен учитывать, что обнаруживается в изменениях разностей теплоты, то есть, что происходит в самом теле при выравниваниях температурного воздействия. Сначала у меня такая формула:

$$w = \frac{U_1 - U_2}{l} \cdot t \cdot c \cdot q$$

Вы легко можете увидеть, как эта моя формула преобразуется. Ведь теперь я имею дело не со всей длиной l , но — с малым её отрезком. Я хочу рассмотреть то, что

происходит на этом малом отрезке dx так же, как это происходит на всём протяжении тела благодаря множителю

$$\frac{U_1 - U_2}{l}$$

Для малых отрезков dx конечное частное превращается в $\frac{du}{dx}$

причем du должно быть малым продвижением вперёд теплового состояния. Для некоторого небольшого промежутка времени я должен был бы также

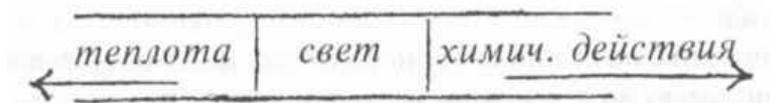
$$\frac{du}{dx}$$

умножить на dt или же dt пока опустить, если время я не принимаю во внимание, тогда из самого положения вещей мы имели бы в этом выражении для количества теплоты, которое в определённый момент времени в определённом пункте должно быть использовано при внутренней работе теплоты, чтобы неотступно следовать необходимым перепадам температуры, выравнивать разницу температур. Вы должны теперь иметь в виду формулу,

$$w = c \cdot q \cdot \frac{du}{dx} dt \quad (1)$$

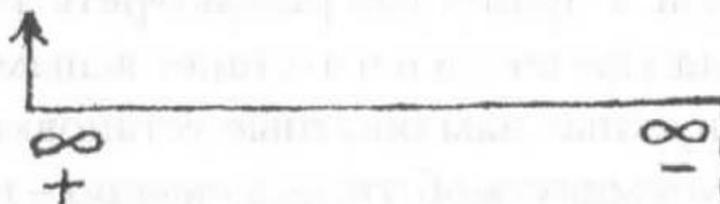
которая выражает действия, происходящие в телах из-за внутренней разницы температур.

В этой связи я прошу вас рассмотреть то, на что мы бросили взгляд уже вчера и что станет ясным завтра, если мы получим нужные нам опытные установки. Но уже сегодня я могу упомянуть об этом, а именно - как в спектре выступают отношения нагревания, свечения и химического действия. Уже вчера я обратил ваше внимание на следующее:



если у меня обыкновенный земной спектр, то я имею в его середине собственно световые действия, в этом направлении - тепловые действия, а в том направлении - химические действия. Если мы хотим составить себе картину этого спектра, которая должна вмещать световые, тепловые и химические действия, то мы никак не можем превратить её в прямую линию. Нам надо здесь выйти налево (из плоскости вперёд), если мы тянем (горизонтально) линию за свет так, чтобы найти соответствующий символ для теплоты. Для химических же действий нам надо двигаться из плоскости назад. Это можно было бы перевернуть, но пока зафиксируем это в таком положении.

Итак, если мы хотим символически постичь теплоту, у нас нет никакой возможности остаться внутри этой плоскости. У нас нет возможности остаться в этой плоскости, если мы хотим постичь символически химические действия. Мы должны выйти из плоскости. Чтобы постичь это в целом, мы должны уяснить себе следующее: какое обозначение мы должны, собственно, ввести в формулу для выражения количества теплоты, действующего внутри данного тела? И как мы должны были бы обозначить химическое действие, связанное с этим телом количественно? Мы не справились с этой задачей, не введя обозначения, которое указывает, что если мы имеем дело с теплотой, то должны были бы выходить, а если мы имеем дело с химическими действиями, — входить. Мы не придём к правильному решению, не приняв во внимание это обстоятельство. Пусть w — положительная величина. Мы могли бы рассмотреть её и как отрицательную величину.



Тогда мы имеем соответствующее распределение химических воздействий, используя обозначение:

$$w = c \cdot q \cdot \frac{du}{dx} \cdot dt \quad (2)$$

Здесь выражают себя химические действия.

$$w = + c \cdot q \cdot \frac{du}{dx} \cdot dt$$

соответствует тепловым действиям.

Эти соображения указывают нам на то, что мы не можем заниматься одними только количествами, если хотим составить формулы, в которых одновременно стремимся выразить поле наблюдения или поле действия, где выступают теплота и химические явления. Даже в случае обычного процесса горения, когда мы пытаемся привести в связь химический процесс с тепловым эффектом, мы должны, оперируя формулами, обозначить положительными все величины, относящиеся к тепловому эффекту, и отрицательными - относящиеся к химическим действиям.

Продолжая размышлять дальше, вы увидите, что теплота до некоторой степени поворачивает наружу, а химические действия поворачивают внутрь (см. рисунок на с. 99). Тогда в плоскости рисунка остаётся, собственно, только имеющее отношение к свету. Но раз вы взяли для теплоты положительные значения, а для химических действий отрицательные, то в отношении световых действий вам уже не обойтись чем-либо положительным или отрицательным. Всё, что пока лишь смутно предугадывается и ещё не вполне разъяснено, а именно - связь между положительными, отрицательными и мнимыми числами, следует теперь применить к световым действиям. И вы должны, имея дело со световыми действиями, записать:

Это значит: здесь вы должны считаться с мнимыми числами, с математически мнимыми числовыми отношениями, чтобы суметь отыскать действительные связи между световыми, тепловыми и химическими эффектами, которые находятся на общем поле нашего опыта.

Однако мы ведь уже выяснили для себя следующее. Линейный спектр, образующийся собственно в пределах Земли, есть на самом деле только растянутый спектральный круг. Полный спектр имеет в верхней своей части

$$w = \sqrt{-1} \cdot c \cdot q \cdot \frac{du}{dx} \cdot dt. \quad (3)^{63}$$

окраску персикового цветка. Если бы вы могли, обладая достаточно мощными силами, преобразовать спектральную полосу в круг, то у вас возникло бы здесь вверху соединение того, что кажется уходящим в бесконечность налево и направо. Представьте себе теперь, что это соединение нельзя получить с помощью обычной окружности. Вот мы идём через теплоту и вместе с тем выходим туда (вперёд); а вот мы идём через химические действия и удаляемся в другую сторону (назад). И теперь вы оказываетесь в таком положении: идти туда, в кажущуюся бесконечность или сюда - тоже в бесконечность. Вы имеете дело не только с неприятной задачей как идти, по одной прямой, слева направо, отыскивая бесконечно удалённый пункт, а затем возвратиться с другой стороны, если бесконечно удалённый пункт справа — тот же самый и для стороны слева; тут вы по крайней мере остаётесь в одной плоскости. Но легко заблудиться, когда идёшь в этом направлении (налево вперёд) или идёшь в том направлении (направо назад) и не можешь вернуться, если не имеешь предпосылкой, что бесконечность и в том, и в другом направлении

приводит к одному и тому же пункту. Идя направо назад, вы продвигаетесь в бесконечность.

Однако вы продвигаетесь в бесконечность не только когда идёте в этом одном направлении, но вы продвигаетесь в бесконечность также и здесь вверх⁶⁴ (на нижнем рисунке на с. 99 стрелка слева означает пространственно “вперёд”), и вы должны вернуться обратно из двух бесконечностей (в соответствии с горизонтальной линией и направлением стрелок). Итак, вы идёте двойным сложным путем. И только тогда обнаружите краску персикового цветка; следовательно, не в то время, как вы просто это сгибаете, но когда вы кроме того под прямым углом поворачиваете в одну и в другую сторону.

Представьте себе теперь, что вы подвергли этот красочный линейный спектр воздействию электромагнита, который вы стали бы ещё и вращать. И тогда вы придёте к необходимости сказать: найденное вами со всеми особенностями никак нельзя обозначить. Вы должны прибегнуть к помощи того, на что вчера было обращено внимание во время дискуссии⁶⁵, а именно - к сверхмнимым числам⁶⁶.

Эти сверхмнимые* числа, как вы помните, являются спорными, с ними не вполне справляются математически, они, так сказать, не могут записываться однозначно. Мы уже на это указывали. Существуют математики, задающие вопрос: правомерно ли вообще говорить о сверхмнимых числах. Тут, правда, сама физика не сразу приводит к правильной формулировке сверхмнимых чисел, но необходимость в них постигается, когда хотят выразить в виде формул происходящее в поле химической, световой и тепловой сущностей, а также в случае выхода из этого поля и возвращения сверху. Кто имеет орган для такого восприятия, тот обнаружит нечто в высшей степени примечательное. Он обнаружит, что если это по-настоящему продумать, то можно, я верю, много получить для соответствующего освещения физических явлений. Подразумеваемое тут мной встречается с теми же трудностями, какие имеют место в сфере естествознания при наблюдении неорганической природы и затем при переходе от понятий, сформированных в пределах области неорганической природы, к попытке понять жизнь. Понимания жизни никак не достигнуть с понятиями, относящимися к неорганической природе. Этого не удаётся сделать. И об этом свидетельствует тот факт, что, с одной стороны, есть мыслители, которые говорят: всё органическое на Земле должно было произойти путём возникновения жизни из неорганического. Но с этим воззрением невозможно связать что-либо реальное. Другие же мыслители, как, например, Прейер⁶⁷ или близкие ему, выводят всё неорганическое из органического и таким образом ближе подходят к истине. Они мыслят себе Землю с самого начала как живое тело, а то, что ныне является неорганическим, представляют как своего рода отмирание, выделение из органического. Но дальше этого простого образа даже эти люди не идут. Трудности, с которыми встречаешься, имея дело с естественнонаучными понятиями, существуют также внутри самой математики, когда пытаешься при помощи хорошо продуманных формальных сущностей перейти от того, что может быть достигнуто в области теплоты, в области света, в области химического действия, к тому, что находится где-то там, где линейный красочный спектр естественным образом замыкается (мы ведь должны предположить, что этот линейный спектр где-то замкнётся, хотя в земной области этого, наверное, не произойдёт). Необходимо увидеть, как математика через свои собственные соображения оказывается стоящей перед проблемой жизни. Посредством того, чем она ныне располагает, она может овладеть тем, что имеет место внутри области света, теплоты, химических процессов; но она не может овладеть тем, что находится в очевидной связи с замыканием спектра и должно быть выражено другими формулами.

Прежде всего мы помогаем себе, просто пользуясь терминологией. И вы можете увидеть, что теперь вместе с этой терминологией мы приходим к достаточно конкретным представлениям. Мы ведь уже сказали: нечто реальное лежит в основе формул, которые применялись нами для выражения w . Сначала мы говорим о тепловом эфире, затем о химическом. И нечто реальное лежит в основе формул, когда мы должны пользоваться формулой (2), у которой оказывается отрицательным то, что в формуле (1) положительно.

Мы говорим о световом эфире, и тогда надо перейти к мнимым числам в наших формулах. Наконец, мы можем говорить о жизненном эфире, но здесь следует употребить такие математические формулы, которыми мы в действительности ещё не располагаем, о которых у нас нет достаточной ясности; о них в математике не имеют ясного представления, как и у естествоиспытателя нет ясности в отношении жизни.

Здесь, как видите, существует очень интересный параллелизм между ходом мысли в области математики и ходом мысли внутри самого естествознания. Вы можете убедиться, что в действительности всё дело заключается не в объективной, а в субъективной трудности. В области чистой математики совершенно независимо от естественнонаучного исследования возникает тот же ход мышления; и всё же никто не скажет, что исходя из подобных соображений можно было сделать прекрасную стилизацию доклада о границах внутри математического познания, например, в духе Дюбуа-Реймона⁶⁸, о границах познания природы. Во всяком случае нельзя было бы прийти к такого же рода выводу. Если внутри математического знания понятия и формулировки, когда их хотят постичь, не ускользают из-за их усложнённости, то должна существовать возможность в области чистой математики прийти к окончательным формулировкам. Упомянутая трудность, наверное, как-то связана с нашим относительным несовершенством, но при этом нельзя думать, что речь могла бы идти об истинных границах человеческого познания. Это обстоятельство очень важно принять во внимание самым серьёзным образом. При этом обнаруживается прежде всего, что простого применения математики недостаточно, если мы хотим постигнуть реальность в физических явлениях. Мы не можем так просто, как это делается в случае энергетического восхода, сказать: определённое количество теплоты превращается в определенное количество химической энергии и наоборот. Мы не должны так говорить. Если имеет место нечто подобное, то возникает необходимость ввести другие численные значения. Возникает необходимость действительно видеть главное не в том, что один вид энергии механически вызывает другой её вид. Тут происходит действительно качественное превращение, и оно постигается уже количественно, когда одна энергия, как говорится, переходит в другую.

Приняв во внимание само это качественное превращение одного вида энергии в другой, которое, конечно, должно фиксироваться в числах, никогда не придёшь к представлению, которое гласит: на внешнем плане теплота есть то, что мы ощущаем как тепло, механическая работа есть то, что мы воспринимаем как таковую, химическая энергия есть то, что обнаруживается в химических процессах, но на внутреннем плане всё это одно и то же. Всё есть механическое движение. И теплота не является ничем иным как механическим движением. — Это стремление к абстрактному единству всех энергий, к механическому движению, к взаимным столкновениям молекул или атомов, к давлению, оказываемому ими на стенки, и так далее никогда не возникло бы, если бы осознали, что уже при составлении математических выражений необходимо принимать во внимание качественное различие энергий. Интересно, что когда Эдуард фон Гартман рассматривал учение о теплоте с точки зрения философии, он вынужден был искать для физики такие определения, которые не принимают во внимание ничего качественного. Тогда, конечно, в физике можно найти математику только с одним знаком. За исключением тех случаев, когда из чисто математических отношений что-либо появляется как отрицательное, физики не любят считаться с такими качественными различиями чисел в самой физике. Они имеют дело с положительными и отрицательными значениями чисел, но для них это всего лишь такие вещи, которые получаются только из математических отношений. И в обычном учении об энергиях не считалось бы оправданным обозначать одну энергию положительным знаком, а другую отрицательным из-за того, что в одном случае это энергия теплоты, а в другом - химическая энергия.

ЛЕКЦИЯ ТРИНАДЦАТАЯ

13 марта 1920 г.

То, что я намеревался сделать вчера, можно осуществить в настоящий момент, и тогда мы придём к предварительному завершению наших рассмотрений. Кроме того, завтра я постараюсь довести до конца целый ряд рассмотрений, который мы начали здесь во время моего нынешнего присутствия. Мы теперь убедимся в том, что тепловые, световые и химические эффекты действительно весьма многозначительным образом переплетаются внутри так называемого солнечного, или просто светового спектра. С этими эффектами, как мы уже вчера заметили, должны переплетаться в некотором отношении жизненные эффекты, вот только мы не имеем никакой возможности ввести в поле наших наблюдений эти жизненные эффекты таким же образом, как мы ввели химические, световые и тепловые эффекты. Пока еще нет простого экспериментального устройства, с помощью которого можно показать двенадцатеричный спектр в его действии. Это предстоит осуществить исследователю институту, который войдёт в круг наших предприятий, чтобы не только закончить, я бы сказал, определённые исследования, но и вообще завершить их.

Сегодня я хотел бы обратить ваше внимание ещё на следующее. Если мы, прослеживая взаимное переплетение жизненных, тепловых, световых и химических эффектов, гипотетически внесём жизненные эффекты в задуманную нами экспериментальную установку, то в ней будет недоставать одной важной области, которая определённым образом на физическом плане вступает даже более значительно, чем области упомянутых эффектов. Речь идёт об области акустических эффектов. Акустические эффекты возникают перед нами в настоящее время преимущественно благодаря воздуху, находящемуся в движении, либо благодаря какому-нибудь находящемуся в движении газообразному телу. И тогда встаёт важный, имеющий основополагающее значение, вопрос: как приходим мы, с одной стороны, к жизненным действиям, выдвигаемым всё же в тепловом, световом и химическом спектре, а с другой стороны, как приходим мы к акустическим действиям? Это вопрос, который встаёт перед нами просто благодаря обозрению явлений и который мы сможем исследовать только в смысле гётевского воззрения на области физики, как мы поступали до сих пор. О нём не следует теоретизировать гипотетически.

Прежде всего мы хотим продемонстрировать⁶⁹ следующее. Если мы на пути светового цилиндра, проведенного через призму для возникновения спектра, поставим раствор квасцов, то мы тем самым извлечём из спектра тепловые действия. Сначала под воздействием тепла, имеющегося в спектре, столбик термометра поднимается. Поставив же раствор квасцов на пути светового цилиндра, дающего спектр, и изъяв тем самым из спектра тепловое действие, мы можем наблюдать обратное — понижение столбика термометра, помещённого в спектре. (Столбик термометра, который до сих пор поднимался очень быстро, понижается теперь значительно медленнее.) Доказательство представлено тем, что столбик термометра поднимается медленнее. Итак, раствор квасцов устраняет тепловое действие в спектре. Мы можем это считать доказанным. Эксперимент проделывался множество раз, и он хорошо известен.

Второе, что мы теперь сделаем, — поставим на пути светового конуса раствор йода в сероуглероде. Вы увидите, что в результате средняя часть спектра полностью погашается, другие же его части заметно ослаблены. Вы знаете из тех рассмотрений, которые были сделаны нами в предыдущем курсе лекций, что средняя часть спектра в основном представляет световые действия. Благодаря раствору сероуглерода свет задерживается на своём пути, как тепло задерживается благодаря раствору квасцов. Теперь столбик термометра поднимается быстро, ведь здесь по-прежнему присутствует тепловое действие.

Третье, что мы хотим проделать, — поставим на пути светового цилиндра раствор эскулина. Этот раствор обладает свойством погашать химические эффекты, и вот теперь

в действиях спектра они отсутствуют.

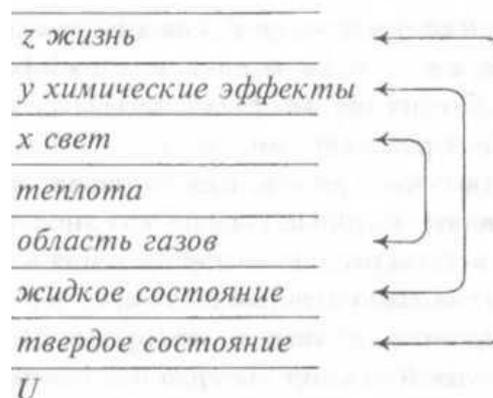
Следовательно, мы можем, так или иначе обращаясь со спектром, устранить теплоту, тепловую часть спектра, с помощью квасцов, световую часть спектра — с помощью раствора йода в сероуглероде, химическую часть спектра — с помощью раствора эскулина.

В отношении химических действий можно показать это следующим образом. Если мы располагаем химической частью спектра, то тела, помещённые туда и способные фосфоресцировать, начинают светиться. Вы видите, мы получили теперь фосфоресцирующее в световом конусе тело. Если вы затемните его рукой, то увидите, что оно светится. При нагревании тело перестает фосфоресцировать. Теперь мы снова хотим вставить его в спектр, но на пути светового цилиндра поставим раствор эскулина. Действие здесь очень тонкое. И вот мы не видим здесь никакой фосфоресценции.

Итак, представим себе, у нас имеется область теплоты, область света, область химических эффектов. Из всех рассмотрений, которые мы уже проделали, можно сделать вывод, с определённой долей уверенности, что между этими областями должно существовать отношение, должна существовать связь, подобная той, которая существует между областями, обозначенными мною в предыдущие дни как области x , y и z . Как раз этим мы и займёмся, чтобы два ряда областей постепенно идентифицировать.

Рассмотрим прежде всего следующее. Нам ясно, что если здесь тепловая область, а здесь — наши области x , y , z , то вот область газа, область жидкостей, область твердых тел и наша область U , о которой прежде тоже говорилось (см. схему на с. 104). Вам надо теперь, полностью оставаясь в кругу явлений, наглядно убедиться в том, что можно наблюдать определённое очень свободное взаимоотношение между тепловыми эффектами и процессами в какой-либо массе газа. Тогда мы обнаружим, что в известном отношении газ своими материальными формообразованиями соучаствует во всех деятельности теплоты. Мы могли бы как раз в том, что проделывает газ, найти материальное выражение совершаемого теплотой. Если мы наглядно представим себе взаимоотношение между теплотой и газом и вместе с тем будем достаточно реально размышлять об этом, получая действительно наглядную мысль о взаимном следовании друг за другом тепловых действий и материальных действий, происходящих в области газов, то мы во время созерцания сможем также найти различие между областью газов и областью x . Нам надо только припомнить, как в жизни много раз наблюдали, что так называемый свет ведёт себя по отношению к газу иначе, чем теплота. Газу нет дела до света. Когда свет распространяется, газ не идёт вслед за ним и не принимает большую упругость и тому подобное.

Итак, когда свет живёт в газе, устанавливается иное взаимоотношение, чем когда в газе живёт тепло. В предыдущих рассмотрениях мы пришли к тому, чтобы сказать: жидкость находится между газом и твёрдыми телами, теплота — между областью x и



областью газов, а также: область твёрдых тел даёт образы жидкой области, жидкая область — образы газовой области, газовая — образы тепловой области. Теперь можно сказать еще так: наша область x может быть отображена в теплоте. Теплота, в свою

очередь, отображается в газовой области. Следовательно, в определённой степени мы имеем в области газов образы образов области x . Вдумайтесь в то, что эти образы образов фактически присутствуют при прохождении света через воздух. То, как воздух в его различных проявлениях ведёт себя по отношению к свету, показывает нам, что тут происходит не прямое отображение, — но тут имеют дело с таким самостоятельным поведением света в воздухе, в газе, которое мы можем действительно сравнить со следующим положением вещей. Пусть на картине будет изображен какой-нибудь ландшафт. Повесим картину в комнате и сфотографируем комнату. Если я теперь что-то изменю в комнате, то вся конфигурация комнаты преобразуется во что-то другое. Когда бы у меня была привычка во время этих лекций часто садиться на стул, и какой-то недоброжелатель отодвинул бы этот стул так, чтобы я этого не заметил, тогда со мной случилось бы то, что иногда происходит в жизни: я, садясь, упал бы на пол. Отнесённость вещей в комнате друг к другу претерпит реальное изменение, если я что-либо изменю в этой комнате. Но если я упомянутую картину перевешу с одного места на другое, то взаимоотношения между обликами, изображенными на этой картине, остаются независимыми от тех изменений, которые происходят в комнате. Так же независимы мои эксперименты со светом в каком-либо пространстве, наполненном воздухом, в то время как эксперименты с теплотой не остаются независимыми. В этом вы могли убедиться, заметив, что во всём помещении стало теплее. Мои эксперименты со светом я могу продемонстрировать в их собственной сущности без дальнейших оговорок; так что в действительности, когда я провожу эксперименты с x в наполненном воздухом пространстве, я получаю в результате те же отношения, что и в эксперименте со светом. Таким образом, я могу идентифицировать x со светом. И если продолжить этот ход мыслей, то надо идентифицировать y с химическими действиями, а z — с жизненными действиями. И тогда, как вы видите, существуют отношения некой независимости между областью света и областью газов. Мы находим такое же отношение, продолжив ход наших мыслей, когда мы ищем химические эффекты в области жидкости. (Вы можете сделать это сами, так как это завело бы нас сегодня слишком далеко.) Мы ведь в действительности всегда нуждаемся в растворах для того, чтобы вызвать химические действия. И химические действия ведут себя так, как ведёт себя свет в воздухе. Наконец, мы должны были бы z идентифицировать с областью твёрдых тел. Тогда, если я обозначаю эту область буквой z , эту область — y , эту область — x , а посередине имею теплоту как среднее состояние, то затем я могу обозначить область газов как x^1 область жидкости — y^1 и область твёрдых тел — z^1 . Теперь у меня перед глазами следующее:

$z, y, x, \text{теплота } x^1, y^1, z^1,$

где x в x^1 , как свет в газе; y в y^1 , как химические эффекты в жидкости; z в z^1 , скажем пока, как z -эффекты в твёрдых телах. До сих пор мы были знакомы с ними только как с формообразованиями.

Так мы получаем до некоторой степени тесные взаимные соединения, которые суть не что иное, как выражение вещей, весьма реально существующих в жизни: x в x^1 есть просто газ, наполненный светом, а y в y^1 — жидкость, в которой происходят химические процессы. Кроме того, после вчерашней лекции вы едва ли будете дальше сомневаться в том, что подобно тому как мы, восходя от теплоты, находим свет, восходя от света, находим химические эффекты, так же от химических эффектов мы должны прийти к жизненным эффектам. Об этом было уже предварительно сказано вчера. Так что мы можем сказать: z в z^1 суть жизненные эффекты в твёрдых телах.

Однако жизненные эффекты в твёрдых телах не присутствуют. Мы знаем, что для земной жизни, по крайней мере, необходимо в какой-то мере наличие жидкого состояния. В самой земной жизни не существуют жизненные эффекты в твёрдых телах. Но земная жизнь вынуждает нас каким-то образом принять, что нечто такое лежит не вне области всякой действительности, ибо эта мысль является нам одновременно с образованием понятий: y в y^1 , и x в x^1 .

Итак, мы находим твёрдые тела, мы находим жидкие тела, мы находим газы. Мы

находим твёрдые тела, в которых отсутствуют жизненные эффекты. Жизненные эффекты мы обнаруживаем в земной сфере как развёртывающие свои действия рядом с твёрдыми телами и вступающие с ними только в известную связь. Но в этой земной области мы не находим непосредственного соединения жизненных эффектов с тем, что мы в земной области называем твёрдостью. Тут мы как раз через последний член z в z' , то есть жизнь в тверди, приходим к тому, что должно иметь место также при y в y' и x в x' : если я рассматриваю на Земле какое-либо жидкое тело, то оно находится в том же отношении, пусть и ослабленном, к химическому, в каком твёрдое тело — к жизни. Если я рассматриваю в земной области газ, то он находится в том же отношении к свету, в каком твёрдое тело — к жизни. Так я оказываюсь вынужденным признать, что твёрдое, жидкое и газообразное в земной области определённым образом, через свои последующие отношения к свету, химии, жизни являют мне нечто отмершее.

Эти мысли не удаётся сделать настолько осязаемыми, чтобы они ныне вполне отвечали требованию так называемой наглядности. Вам надлежит самим внутренне поработать с ними, если вы хотите осознать эти соображения в их связи с действительностью. И когда вы продолжите такой ход мыслей, то найдёте, что существует некое сродство между твёрдым и живым, между жидким и химическим, между газообразным и светом и что теплота известным образом существует сама по себе. Однако эта связь непосредственно не обнаруживается в земной области. Выступая в земной области, она указывает на отношение, существовавшее некогда в прошлом и теперь уже отсутствующее. Через внутренние отношения в вещах мы отвлекаемся в представление о времени. Если вы рассматриваете труп, то вы вовлекаетесь в представление о времени. Он присутствует в этом представлении. Вы должны рассмотреть всё, что вообще делает возможным существование трупа. Чтобы он выглядел таким, каков он есть, вы должны рассмотреть душевно-духовное, так как труп сам по себе не обладает никакой возможностью существования. Никогда не могло бы возникнуть тело, имеющее человеческий облик, если бы в нём не было духовно-душевного. Итак, то, что являет вам труп, принуждает вас сказать: такой, каков он есть, труп оказывается остатком чего-то. — А это то же самое, как если бы вы сказали: твёрдая Земля покинута жизнью, жидкая Земля — эманациями химических эффектов, газообразная Земля — эманациями световых эффектов. — И подобно тому как мы, находясь рядом с трупом, оглядываемся на жизнь, когда труп был связан с душевно-духовным, так мы от твёрдых тел Земли направляем свой взор к более ранним физическим состояниям, когда твёрдость была связана с жизнью. Тогда Земля не была твёрдым телом, каким она является в своём теперешнем состоянии (как труп не был трупом возможно пять дней назад), тогда в земном по всюду не было твёрдости как таковой, и она выступала только в связи с жизнью, и жидкость также выступала только в связи с химическими эффектами, а всё газообразное — только в связи со световыми эффектами. Другими словами, не было никакого газа, который внутри не сиял бы, не светился, который бы волнообразно не фосфоресцировал, светясь и затемняясь в своих разряжениях и уплотнениях. Не было жидкости самой по себе, но было непрерывное живое химическое действие. В основе всего лежала жизнь, она затвердевала (подобно тому как жизнь затвердевает, например, при образовании рогов у животных) и опять улетучивалась, переходила в жидкое состояние и так далее. Короче говоря, мы благодаря самой физике переносимся из нашего времени в то давнее время, когда на Земле подобные области существовали иным образом, когда то, что теперь разъединено: области газообразного, жидкого и твердого с одной стороны, и области света, химических эффектов и жизни с другой стороны, — было взаимно объединено, не прямо вторгаясь друг у друга, но охватывая одна другую (см. стрелки на схеме, с. 104). Теплота же находится между ними. Она не принадлежит к чему-то более материальному или к чему-то более эфирному. Но так как она находится между ними, то её самостоятельность не может превышать участия в обеих природах. Если мы обозначим верхние области как эфирные, а нижние как пондерабельно-материальные, то, само собой разумеется, мы постигаем теплоту, которая уже по своему существу представляет собой равновесие между обеими областями. Мы нашли в теплоте состояние равновесия между

эфирным и пондерабельно-материальным, что есть в одно и то же время и эфир, и материя и что поэтому, будучи некой двойственностью, с самого начала указывает на обнаруживаемую повсюду в теплоте разницу уровней, без которой мы вообще не можем ничего осуществить в области тепловых явлений, не можем даже производить наблюдений над ними.

Если вы воспримете этот ход мыслей, то будете приведены к чему-то гораздо более существенному и важному, чем то, что вам когда-либо может дать так называемое второе основное положение механической теории теплоты, которое гласит: “Perpetuum mobile” второго рода невозможен”. На самом деле оно вырывает одну область явлений из существующей связи с другими явлениями, тогда как эта область в её своеобразии совершенно естественно может ими видоизменяться.

Когда вы уясните себе, что область газов и область света некогда образовывали единство, что область жидкого и область химических эффектов тоже образовывали единство и так далее, вы сможете представить также в исходном единстве две полярные противоположности тепловой области: эфирную область и пондерабельно-материальную. Это значит, вам следует представлять теплоту древних времен совсем иначе, чем вы можете представить её теперь. Но тогда вы приходите к тому, что должны сказать себе: обозначаемое нами теперь как физические явления является всё же только выражением физической сущности, выражением физических существ, присутствующих здесь, и имеет только ограниченное во времени значение. Физика не распространяется на вечность. Она не действительна для других видов реальности. Ведь та реальность, где газ оказывается непосредственно внутренне светящимся, есть совсем иная реальность, чем та, где газ и свет относительно самостоятельны по отношению друг к другу.

Итак, оглядываясь на времена, когда существовала иная физика, чем теперь, мы приходим к тому, чтобы заглянуть в будущее, когда возникнет также совсем другая физика. А наша физика остаётся только тем, что выражает собой нынешние явления, присутствующие в нашем непосредственном окружении. Этот вывод добывается из самой физики, чтобы не получился парадокс — и не только парадокс, но и бессмыслица — изучать физические явления нашей земной области, строить по их поводу гипотезы и затем эти гипотезы прилагать ко всему миру, ко Вселенной. Мы прилагаем наши земные гипотезы ко Вселенной и при этом забываем, что наше знание о физическом ограничено по времени земной областью. Но оно ограничено, как уже видели, и в пространстве. В тот момент, когда мы выходим из сферы, где прекращается действие силы тяжести и где оно устремляется наружу, — в этот момент перестаёт существовать вся наша физическая картина мира.

Таким образом, мы должны сказать следующее. Наша Земля ограничена не только пространственно — она ограничена в пространстве как некое физическое качество; и бессмысленно думать, что выйдя за пределы «нулевой сферы», можно было бы где-то за ней найти нечто такое, к чему приложимы те же физические законы. Столь же мала возможность применения одних и тех же физических законов в одном определённом периоде древних времён и после какого-то определённого периода развития. Безумие канто-лапласовой теории — верить в возможность применения в обратном направлении в



течение какого угодно времени того, что выведено из современных физических явлений Земли. Но безумием является также современная астрофизика, полагающая, что то, что

пригодно для земных физических действий, можно применить, например, для строения Солнца, что можно говорить о Солнце, исходя из физических законов Земли.

Однако нам представляется чрезвычайно важным сопоставить обзор полученных нами явлений с тем, что выявляется нам, когда мы таким образом сводим вместе один ряд явлений с другим. Мы ведь обратили внимание на то, что физики пришли к воззрению, которое превосходно сформулировал Эдуард фон Гартман, а именно — ко второму принципу механической теории теплоты, который утверждает: когда теплота превращается в механическую работу, некоторая часть теплоты всегда остается; следовательно, в конце концов всё должно перейти в теплоту и в тепловую смерть. Это воззрение Эдуард фон Гартман охарактеризовал так: “Мировой процесс имеет тенденцию медленно угасать”⁷⁰ (auszubummeln). Прекрасно. Предположим, мы нашли, что происходит медленное выработка мирового процесса в этом направлении, и что же тогда случается? Поставив соответствующие эксперименты, которые должны продемонстрировать второй принцип механической теории теплоты, мы видим, что тогда выступает тепло. Механические действия исчезают, и возникает тепло. Возникнув, оно претерпевает своё дальнейшее развитие. Мы можем равным образом показать, как из теплоты мы производим свет, соответствующее этому свету в качестве теплоты не может соответствовать ему иначе⁷¹, чем теплота — механическому процессу в смысле второго принципа механической теории теплоты, но только наоборот. И таково же в свою очередь отношение между световыми и химическими явлениями.

Всё это приводит нас к следующему утверждению: надо представить себе, что мировой спектр замыкается в круг. Если энтропия нашей Вселенной стремится к некому максимуму, если мировой процесс медленно вырабатывается, — а это в согласии с истинным положением дела есть только обобщение некоторого ряда явлений, — то следовало бы позаботиться о том, чтобы всегда какой-нибудь процесс бежал следом. Здесь он угасает⁷², с другой стороны бежит следом, и мы должны получить круг. Пусть тепловая смерть наступает с одной стороны, но с другой стороны приходит нечто выравнивающее её; оно по отношению к смерти мира является сотворением мира, и это проистекает из трезвого наблюдения самих явлений.

Исходя из наблюдений, сделанных в области физики, правомерно рассматривать мировой процесс не так, как обычно рассматривают солнечный спектр в виде полосы, которую представляют бесконечно распространяющейся в одну сторону — в прошлое, как мы прослеживаем в бесконечности красный цвет, и бесконечно распространяющейся в другую сторону — в будущее, как мы прослеживаем в бесконечность синий цвет. Но мы должны представить мировой процесс символически посредством круга. Только сделав это, мы приблизимся к мировому процессу.

И вот, когда мы символически представляем мировой процесс в виде круга, тогда в нём заключено то, что имеется в областях нашей физики. Но в этих областях у нас не содержалось намека на акустические эффекты. Они лежат в известном смысле в *другой* плоскости. Тут мы опять-таки имеем нечто иное. И об этом мы будем говорить завтра.

ЛЕКЦИЯ ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

Штутгарт, 14 марта 1920 г.

Сегодня я смогу только несколькими указаниями завершить наши предварительные рассмотрения. Само собой разумеется, то, что мы попытались выразить в этом и в предыдущем циклах докладов, выступит в правильном свете, когда мы будем в состоянии продолжать эти рассмотрения. В конце наших занятий я снова коснусь этого. Но из всей суммы того, что мы провели перед нашим взором в отношении тепловых и родственных им явлений, из всего круга представлений, которые вы смогли благодаря этому получить, я хотел бы сегодня обратить ваше

внимание прежде всего на следующее.

Ещё раз обращаясь к пройденному материалу, мы приходим к различению в физике таких областей действительности, как: область твёрдых тел, которую мы обозначили z^l ; область жидкостей, которую мы обозначили как y^l ; область газов, или воздухообразного, которую мы обозначили x^l . Затем у нас есть область теплоты, есть область света x , область химических эффектов y и область жизненных действий z .



Вчера мы должны были показать определённые отношения, существующие при переходе через область теплоты x к x^l и от y к y^l . Мы попытались представить тот факт, как химические эффекты могут осуществляться главным образом в жидком элементе. Кто хочет понять химические процессы, конечно, признает, что там, где они совершаются, там всё происходящее с химическими соединениями и химическими выделениями, химическими разложениями известным образом привязано к жидкому элементу. Для осуществления химических реакций жидкостное действует на свой собственный лад, также проникая в твёрдое и газообразное. Если мы вообще говорим о нашей земной химии, то мы можем рассмотреть взаимодействие химических эффектов и жидкого элемента при относительном различении обеих областей, то есть рассмотреть их взаимопроникновение и в этом проникновении, до некоторой степени, осуществление их связи. Так, можно сказать, наша земная химия посредством химических реакций действует оживляющим образом на жидкостный элемент.

Но теперь вы легко представите себе: когда мы рассматриваем эти области действительности, мы не должны думать, что одна такая область некоторым образом действует на другую, обходя всегда теплоту и область газа, но последние также включаются в действие. В них также образуются определённые волнения. Таким образом, мы можем сказать: если даже по какому-то внутреннему сродству химические эффекты прежде всего действуют в жидкой среде, то мы можем представить себе также и другой способ их действия, который происходит, например, в x^l – области газообразного, где также имеет место прямое действие химических эффектов.

Вот я теперь употребляю выражение «химические эффекты», и вы не должны при этом думать о химических процессах. Но когда я говорю о «химических эффектах», вам следует представлять себе, как внутренне проодухотворённый элемент ясно выступает нам навстречу в сине-фиолетовой части спектра, где химические эффекты обнаруживают себя в своей известной самостоятельности по отношению к материальному бытию; когда же мы говорим о химических процессах, то мы, собственно, говорим о пронизании материального химическими эффектами. В этих химических эффектах нам надо представлять нечто, не имеющее вначале ничего общего с нашей весомой материей; но они пронизывают её вследствие внутреннего сродства, характер которого я показал вам вчера, пронизывают жидкостный элемент. Теперь мы можем поставить вопрос: что же происходит, когда эти химические эффекты некоторым образом – если так выразиться – избирают для своего действия ближний элемент, а именно, область газообразного? Тогда должно возникнуть в газообразном – при этом мы остаёмся всегда в области наблюдаемого – нечто, в известном отношении сравнимое с существующим в жидкости. В жидком элементе сущность химических эффектов приступает к материи таким образом, что приводит её в некий хаос, когда сами вещества начинают взаимодействовать друг с

другом. Представляя себе жидкий элемент, мы должны ожидать, что вещества тут, внутри жидкости, сами вступают во взаимодействие во время химических процессов. Однако возьмём такой случай, когда дело не доходит до вовлечения химических эффектов в саму материю; примем, что они обрабатывают эту материю только извне, что они остаются несколько более чуждыми этой материи по сравнению с тем, как они могут действовать в жидкой среде; тогда должно происходить нечто такое, что в газообразном теле в виде параллельного протекания химических эффектов должно обнаруживаться сильнее, чем в жидкости. Здесь имеет место известная самостоятельность невесомого по отношению к материальному носителю. При химических процессах это невесомое решительно овладевает материей. В рассматриваемом же случае мы указываем на такую область, где столь резкого схватывания материи не бывает, где невесомое не остаётся внутри материи; и это происходит при акустических, звуковых явлениях. В то время как в химически-материальных действиях возникает полное погружение невесомого в материю, у звука мы имеем некое сохранение, самосохранение невесомого в газообразной, воздухообразной среде. Но это ведёт нас теперь к чему-то иному, и мы вынуждены сказать: всё-таки должно быть какое-то основание для того, почему в жидкости невесомое сразу захватывает материю, а при звуковых действиях, выступающих в газообразной среде, оно овладевает материей в меньшей степени.

Когда мы рассматриваем химические действия и имеем понимание физически наглядного изнутри, тогда, разумеется, мы ощущаем, что химические действия иначе и не могут происходить, что невесомое в этом случае просто принадлежит бытию материального, что оно присутствует здесь как признак материи. Это невозможно по-другому, когда мы имеем дело с земной материей, когда невесомое захватывается самой Землёй. Химический эффект в известной мере увлекается силами Земли и работает внутри жидкостной материи. Вы видите, как сила формообразования распространяется и действует во всей области Земли, овладевая проникающим сюда химическим эффектом. Если же мы понимаем, что здесь присутствует сила Земли, то, желая правильно понять движение звука в воздухе, следует представить себе противоположную Земле силу. Это значит: мы должны с полной внутренней активностью мыслить о звуке таким образом, что он несёт в себе тенденцию распространяться от Земли по всем направлениям Вселенной, преодолевать силы Земли, тенденцию уносить невесомое от Земли. В этом и состоит своеобразие мира звуков. В физике звуков, в акустике, это своеобразие означает, что, с одной стороны, мы способны физически изучать материальные процессы, а с другой стороны, когда мы живём в мире звуков своими ощущениями, по сути дела, вовсе нет никакой необходимости обращать внимание на акустику. Какое в конце концов дело мне как ощущающему человеку до всей акустики в то время, когда я воспринимаю звуки? Акустика прекрасна, ибо она замечательным образом показывает нам внутренние правильности и закономерности, но субъективное переживание находится далеко, очень далеко от того, что разыгрывается в материальном как физика акустики. Ведь звуковая стихия сохраняет свою самостоятельность, ибо она согласно своему происхождению определяет себя из далей Вселенной, точно так же как химические процессы выступают в жидкостной материи и определяют себя из центра нашей Земли.

Одна связь, о которой было сказано уже вчера, после доклада доктора Колиско⁷³, выявляется в том случае, когда мы поднимаемся, в известном смысле, до универсального рассмотрения, а именно, представляя себе размещение элементов в периодической системе как образ октавы. В этом образе обнаруживается аналогия между внутренней закономерностью звучаний и всем строением материи, когда она готовится развертывать химические процессы. Но тем самым получает оправдание также и наше понимание, что все соединения и разъединения, происходящие в материальном бытии, суть внешний образ некой внутренней космической музыки и что внутренняя космическая музыка открывается нам только в одном особом случае как земная музыка. Земную музыку меньше всего можно рассматривать, говоря: то, что в нас является звуком, — это вибрирующий снаружи воздух. Такое рассмотрение столь же бессмысленно, как если бы мы сказали: “Ты есть то, чем ты как тело являешься снаружи, душа же, рассматриваемая изнутри, существует только для тебя”. — Но тогда субъект теряется. И он отсутствует

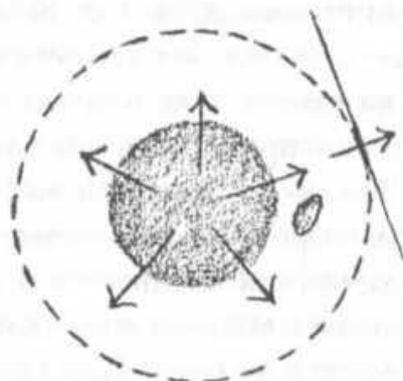
также, когда мы хотим звук, в его внутренних закономерностях, рассматривать как нечто идентичное с разрежениями и уплотнениями воздуха, которые суть внешние носители звука в воздушной среде. Итак, если вы правильно проведёте всё это перед своим взором, то вы увидите следующее: в химических процессах мы имеем дело с известным отношением между y и y^1 , а в звуковых действиях мы имеем дело с известным отношением между y и x^1 (см. схему на с. 108).

Недавно я обратил ваше внимание на следующее: оставаясь внутри какой-то области, мы всегда приходим к разности уровней, когда обнаруживаем что-либо во внешнем мире. И теперь попытайтесь ощутить нечто подобное разности уровней, как она выступает здесь. Попробуйте почувствовать это подобие, скажем, при одной разности уровней в случае с силой тяжести, когда происходит падение воды и движущая сила колеса возникает из разности уровней. Уясните себе также, что на разности уровней основывается температурное, или тепловое различие⁷⁴, звуковое различие, выравнивание напряжений в электричестве. Итак — разность уровней. Мы всегда приходим к ней, когда прослеживаем всякие действия. Но что же мы тогда имеем? (См. на схеме кривую $y — y^1$). Мы имеем тут внутреннее родство между воспринятым в спектре и материальным в жидкости. И то, что нам представляется при наблюдении химического процесса, есть не что иное, как разница, существующая между химическими эффектами и силами в жидкости. Такова разность уровней $y — y^1$. Затем имеется меньшая разность уровней $y — x^1$, выступающая перед нами в звуковых действиях. И мы говорим так, обращая внимание на те или иные области действительности. Химический процесс может быть для нас разностью уровней между химическими эффектами и силами жидкости. А возникновение тона в воздухе, звучания в воздухе есть разность уровней между тем, что действует формирующе в химических эффектах, пронизывающих мир с периферии, и материальностью газа, газообразного тела.

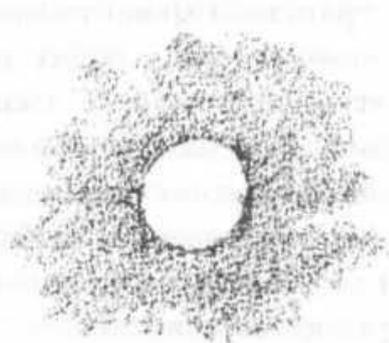
Также и то, что выражает себя в каждой из областей действительности, возникает благодаря установлению разности уровней. Все основывается на разности уровней. Остаётся ли мы в одной стихии, в теплоте, в газе, в жидкости или же воспринимаем различие между этими областями, — все покоится на разности уровней эффектов, проявляющихся в самих этих областях.

Если вы свяжете все это вместе, то получится так. Идя к жидкости, у которой есть ограничивающая её поверхность, мы должны сказать: для твёрдых тел мы имеем дело с силами Земли. Насколько формообразующие силы (или, используя выражение современной физики, — фигуративные энергии) родственны силе тяжести, уже было представлено вам в предыдущих рассматриваниях. Но если мы переходим от сил, выражающих себя как сила тяжести, к тому, что в обычной жизни из-за величины Земли можно характеризовать как горизонтальную плоскость, то мы находим сферу. Естественно, что различные уровни поверхности воды в своей совокупности образуют одну сферу. И теперь вы увидите, двигаясь наружу, проникая из центра Земли в направлении этой сферы, что дело обстоит следующим образом. Для земных отношений, когда проявляют себя силы, присутствующие в области тверди, мы имеем дело с силами окружения, охватывания; когда же проявляют себя силы, присутствующие в жидкости, мы имеем дело с такими силами, которые можно постичь в их конфигурации, проведя здесь касательную линию или построив касательную плоскость. Если мы идём дальше, если мы

наполнение пространства



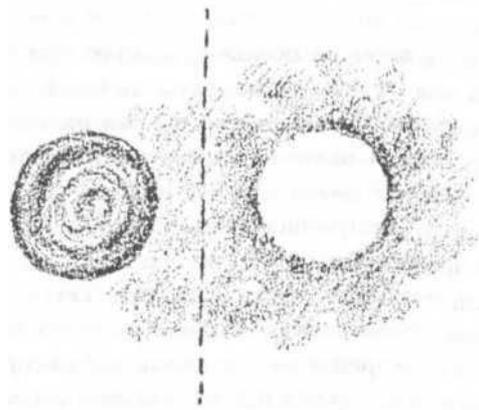
опорожнение пространства



проникаем за эти области, то должны еще раз сказать: есть область, где мы имеем дело с формообразующими силами для наших твёрдых тел, с формообразующими силами, которые, действуя на самой Земле, ограничивают пространства тел. А есть область (сфера, обозначенная на рисунке пунктиром), где мы имеем дело только с одной формой, при этом многие формы некоторым образом соединяются вместе и устремляются к одной форме, которую образует жидкий элемент Земли. Выходя за пределы этой сферы, какое представление всё-таки мы должны себе образовать? Мы продвигаемся вперёд наружу из того, что оформляется как отдельность и таким образом вызывает внутреннее замыкание в себе твёрдого тела. Мы выходим также из того, что есть существование целой формы. Как же мы должны представлять себе эти вещи, когда выходим из них? Мы должны представлять их себе как полные противоположности. Если у нас здесь твёрдое тело, заполненное материей, то там мыслится пространство с отрицательной материей. Здесь происходит заполнение пространства, а там — опорожнение пространства.

У людей должно возникнуть представление, что пространство бывает полым. Причём происходящее на Земле — сегодня я скажу только так, а позже мы займемся этим подробнее — оказывается на самом деле под влиянием не только одной стороны, иначе процессы на Земле были бы совсем другими, но на Землю оказывается дифференцированное влияние со всех сторон. Так, например, невозможно возникновение различий в континентах и в распределении воды между северным и южным полюсом, если где-либо в пространстве имеется только одно свободное от вещества место. Эти пространственные полости должны действовать с разных сторон. Если мы будем отыскивать их, то найдем их в том, что старые системы Космоса называли планетами; к ним причислялось также и само Солнце.

Итак, мы оставляем область Земли и вступаем в область Космоса, и нам надо найти переход от одной стороны пространства к другой его стороне. Мы должны найти переход от заполнения пространства к его опорожнению. И это опорожнение пространства нам следует представлять в связи с нашей земной деятельностью локализованным в планетах, окружающих Землю. То, что действует через опорожнение пространства, является всегда как всасывающее действие, а то, что действует посредством формообразующих сил, — как действие давления. И везде, где что-то происходит на Земле, в каждой точке нашей планеты осуществляется взаимодействие между земным и космическим. Такие взаимодействия предстают нам в тех или иных конфигурациях земных событий, но их обычно ищут в молекулярных силах, молекулярных притяжениях, а следовало бы делать это поистине так, как делали это совсем из других предпосылок сознания в прежние эпохи. Вместо того, чтобы, имея перед собой некое материальное действие, рядом с которым всегда присутствует имподерабильная часть, дать проявиться в своём действии всему Космосу, происходящее переносят в фантастические надуманные внутренние конфигурации. То, что делают звёзды, что творят гиганты, когда их взаимоотношения выступают в земных процессах, — это же должны осуществлять карлики — атомы и молекулы. В первую очередь нам надо знать и надо усвоить, что если мы приписываем и причисляем то или иное к материальным процессам, происходящим на Земле, то оно представляет собою отображение внеземных, космических взаимодействий.



Смотрите, здесь у вас имеется сила, наполняющая пространство материальностью (рисунок слева). Здесь у вас есть такая сила, но только эта сила в своем распространении должна прийти в конце концов где-то там к тому, чтобы произошло опорожнение пространства. А в промежутке находится некая область, где, если можно так выразиться, пространство разрывается. Мы говорим себе: пространство, окружающее нас, в известном смысле является сосудом, в котором протекают наши физические действия, оно внутренне связано с нашими физическими действиями. Это пространство должно представлять собой нечто такое, что само присутствует в наших физических действиях. Но когда мы перемещаемся из весоного в невесоное, пространство разрывается. Оно разрывается, и через разрыв входит сюда что-то совсем иное, чего здесь не было раньше. Допустим, мы разорвём трехмерное пространство и зададим вопрос: что же тут входит в этот разрыв пространства? — Если я порежу себе палец, то потечет кровь, но все это остаётся в пределах трехмерного пространства. Если же я разрезаю само пространство, из него выходит то, что существует уже в непространственном.

Видите ли, здесь расположен один из пунктов, где совершенно ясно можно наблюдать, на каких ложных путях оказывается способ рассмотрения нынешних физиков. Не правда ли, когда мы проделываем опыты с электричеством в школьном классе, нам надо тщательно высушить наши электрические приборы, чтобы они стали плохими проводниками электричества. У нас ничего не получится, если они будут влажными. Тем не менее возникает фактически такая концепция (я об этом не раз упоминал): из-за трения между облаками, которые сплошь состоят из влаги, образуется, по мнению физиков, электричество⁷⁵, и оно проявляет себя в молнии и громе. И это, конечно, одно из самых невозможных представлений, какое только приходит на ум.

Наоборот, соединяя всё собранное нами в наших физических рассуждениях и приходя к понятиям, соответствующим действительности, можно обнаружить в момент появления молнии разрыв пространства. Подобно тому, как прорывается кровь, если порежешь себе палец, выступает тогда наружу то, что интенсивно, безразмерно наполняет собою пространство. Это происходит каждый раз, когда свет приходит в сопровождении теплоты: пространство разрывается и открывает нам то, что в нем заключено; между тем как обычно в своих трёх измерениях, которыми мы располагаем, оно показывает нам лишь свою внешнюю сторону. Итак, пространство ведёт нас в свой внутренний мир.

Мы можем сказать: поднимаясь от весоного к невесоному, надо проходить через область теплоты, и мы находим, что теплота повсюду просачивается там, где мы вступаем из области действий давления весоной материи в область всасывающих действий, в область невесоного. Там теплота истекает наружу. Если вы теперь представите себе, что мы имеем дело с процессом, обозначенным нами несколько дней тому назад как теплопроводность, то с ним вы должны соединить другое представление. Ведь теплопроводность связана с весоной материей, в противоположность тому, что мы тоже уже выявили как теплоту, которая распространяется сама по себе. Мы теперь уже видим, что эта распространяющаяся сама по себе теплота просачивается при разрыве пространства. Как же она будет действовать? Она хочет действовать, переходя из интенсивности пространства в его экстенсивность. Она стремится изнутри пространства каким-то

образом вступить в его внешнюю работу. Когда же происходит это взаимодействие с материальным телом, мы видим, что возникает явление, при котором собственная тенденция теплоты сдерживается, её эффект всасывания преобразуется в эффект давления и космической тенденции теплоты противопоставляется индивидуализирующая тенденция материальности, превращающаяся затем в твёрдом теле в формирующую силу. Итак, в теплоте, в явлении теплоты, поскольку это явление ведёт к теплопроводности, нам надо искать теперь некую образующуюся тенденцию распространяться во все стороны, а не излучаться. Нам надо искать отображение невесомой материи в весомой материи или, иначе говоря, невесомого в весомой материи. Тело, которое проводит теплоту, непрерывно выявляет её таким образом, что по существу отталкивает её интенсивно — не экстенсивно, как у света, который, однако, выступает перед нами только в своих отображениях, — отталкивает интенсивно невесомую теплоту, натыкающуюся на его материальность.

И вот я хотел бы попросить вас такого рода представления, привычные для нашего понимания, постепенно перерабатывать на самом деле так, чтобы в процессе их осмысления вы заметили, что мы до некоторой степени имеем дело с представлениями, насыщенными реальностью. Как такие, насыщенные реальностью представления вводят нас в живое постижение мирового бытия, — об этом я хотел бы ещё наглядно показать вам в заключение.

Я уже обращал ваше внимание на субъективное восприятие, на ощущение той или иной температуры. Мы ведь можем воспринимать температурную разницу, которая существует между нашим собственным организмом и внешним миром, — это продельывает также и термометр. На чем это основано? Я обращал на это ваше внимание. Так вот, всякое восприятие вообще покоится на том, что мы чем-то являемся внутри определенной области, а лежащее вне этой области становится нашим восприятием. Мы не можем одновременно чем-то быть и это же воспринимать, но мы всегда должны быть другим, чем то, что мы воспринимаем. Итак, если мы воспринимаем звуки, мы сами не можем быть звуками, раз мы их воспринимаем. И если мы непредвзято отвечаем на вопрос, — чем мы являемся, воспринимая звуки, — то приходим к следующему заключению: тут мы являемся другой разностью уровней, а именно y — x^l (см. схему на с. 108), которую мы воспринимаем; разность уровней y — y^l , не воспринимается нами, так как мы суть она; и равным образом регулярно протекающие химические внутренние процессы в нашем жидкостном организме, сопровождающие наши звуковые восприятия, — они суть мы. То, что вызывает в нас химические эффекты, вписывает в мир нечто очень регулярное. В связи с этим весьма интересно рассмотреть такой образ. Вы ведь знаете, что человеческое тело только в очень незначительной мере состоит из твердых элементов, но более чем на 90% оно есть некий жидкостный столб. Когда мы слушаем какую-либо симфонию, в нашем организме разыгрываются химические процессы весьма тонкого рода, и они представляют собой совершенно внутреннее, непрестанно фосфоресцирующее чудесное строение. Здесь мы являемся тем, чем является химия звучащей картины. И воспринимаем мир звучаний потому, что определенным образом химически становимся миром звучаний в том смысле, как я вам это уже изложил.

Как видите, человеческое понимание существенно продвигается благодаря тому, что в людях взращивается понимание физики. В настоящее время для достижения чего-либо надо формировать не абстрактные представления, которые в особенности любят в современной физике, но пробиваться к представлениям, действительно связанным с миром, с объективным миром. В сущности, всё, чего добивается духовная наука, продвигаясь вперед, устремляясь к познанию, к мыслительному постижению, снова должно пробудить в человеческом развитии соответствующее реальности мышление. Такое мышление необходимо. И поэтому очень важно, чтобы прекрасные стремления, которые проявились в вас в эти последние 14 дней, были бы продолжены. Вы можете повсюду видеть, как в современности отмирает старое. Действительно нельзя не заметить, как отмирает старое в физических представлениях, — ведь пользуясь ими, не сделаешь ничего нового. И разве не обнаруживается в нашей ещё совсем несовершенной попытке создать некий образ физического рассмотрения, ибо это могут быть всего лишь намёки

совсем несовершенного рода, — не обнаруживается ли в этом, что ныне мы вплотную подошли к поворотному пункту человеческого развития?

Вы видите, мои дорогие друзья, господин доктор Баравалль, господин доктор Блюмель, господин Стракош, господин доктор Колиско⁷⁶ положили начало этому в разных областях. Нам надо всегда принимать во внимание следующее: мы должны продолжать дальше уже свершившееся и придать новый акцент тому, что до сих пор обеспечивало развитие человечества. Благодаря этому мы закладываем основу для дальнейшего движения вперёд. Вы видите: там, в окружающем мире люди говорят о том, что её необходимо создать. Должны быть основаны народные университеты. Но что же означает там, во внешнем мире требование о создании народных университетов? Возьмём, например, движение народных университетов, развернувшееся в Дании. Что всё это значит? Чего хотят тут народные университеты? В них вносится то, что изучалось в старых высших школах. Однако таким путём не будет создано ничего нового. Весь народ заразится тем, чем до сих пор было заражено только наше ученое образование. Едва ли есть что-нибудь безутешнее из мыслей о будущем, чем следующая: то, что опустошило головы наших ученых и образованных людей, как мы это уже видели, точно так же должно теперь из-за существования народного университета сделать окостеневшим вообще всё образованное население Земли. Если хотят создавать народные университеты, то надо прежде всего позаботиться о том, чтобы в них учили чему-то такому, что само по себе, по своей внутренней конфигурации является созидющим. Мы нуждаемся прежде всего в науке, которую можно будет внести в народные университеты. Однако желают оставаться на поверхности, желают всегда брать то, что уже имеется. Так же, как люди не любят нововведений в политической области, но всегда хотят экспериментировать со старым — даже социал-демократы, ничего нового не создавшие, желающие оставаться со старым государством и только вставляя туда свое словечко, — так и в духовном движении культуры ни за что не хотят стремиться к обновлению нашего способа познания, а вносят в народ старое, нисходящее. Как раз в рассматриваемых, касающихся физики, всё это выступает перед нашим взором самым глубоким и значительным образом.

Наверное, вы найдете в этом курсе докладов тут или там достаточно много неудовлетворительного, так как доклады могли быть даны только в афористическом виде. Но одно вы должны были обнаружить в них: необходимо создать заново весь мир физических, химических, физиологических и биологических представлений, создать заново в своей основе. Здесь мы, конечно, продвинемся дальше лишь тогда, когда станем совершенствовать не только школьное образование, но самую сущность науки. И если бы в нашей вальдорфской школе⁷⁷ возникло нечто способствующее тому, чтобы мы могли создать учебные классы от первого до последнего, а также академическое образование, одновременно со школьным, для которого в эти дни мы создали реальный зародыш — ибо это подобно зародышу некоего нового существа академии, мы бы тогда достигли того, чего, в сущности, нам и следует достичь. Мы этого достигнем, если европейская цивилизация не потерпит краха в области духа.

Вы только обратите внимание, каким ужасающим образом осуществляют свои действия в мире нынешние академии, где происходит лишенное всякой реальной жизни чтение длинейших трактатов друг для друга, где в красивых залах заседают люди, зачитывают длинные доклады и никто никого не слушает. Примечательно, что один из докладчиков является специалистом в одной области, другой — в другой области, и медик не слушает математика, когда математик читает; когда же читает медик свой доклад, тогда мысли математика заняты чем-то совсем другим. Кроме того, все это только дань внешней традиции. Тут должно наступить обновление. Обновление должно наступить в средоточии духовного устремления. Всё это надо видеть. И уже можно сказать: лишь тогда мы достигнем того, что должно быть достигнуто, когда в связи с нашим устремлением к новому роду реальности воплотим эту нашу мысль о школе.

Как видите, многое надо сделать. Однако только тогда учатся верно осознавать, как много надо сделать, когда входят в каждую отдельную частность. Достойно огромного сожаления, что теперь люди, которые только превращают во фразы старые познавательные предрассудки человечества, возникшие потому, что их время прошло, —

что эти люди теперь фактически получают в свое распоряжение большие капиталы, имеют возможность учреждать в мире свои академии и тому подобное. Создавшееся положение вещей становится тягостным, так как люди не проникаются сознанием того, что необходим действительно новый путь. Мы не можем предаваться иллюзии о создании народных университетов. Мы должны жить в действительности и сказать себе: нам надо сперва иметь кое-что, чему мы должны учить в этих народных университетах. Если развилась такая плодотворная техника, я бы сказал, даже между строк прежней науки, то разовьётся ещё более плодотворная техника, когда станет популярной наука, которую мы развиваем, например, здесь в области физики. Вы ведь видите, как повсюду стремятся выйти из старых теорий и прийти к реальности, где представления насыщены действительностью. А это должно дать такую технику, которая имеет совсем иное происхождение, чем прежняя техника. Опыт и познание внутренне связаны друг с другом. И если в какой-то момент берутся за реформирование в физике, то сразу замечают, что на самом деле необходимо предпринять. Поэтому, когда приходит время нам снова расстаться, я хотел бы обратить ваше внимание ещё на следующее. В отношении сказанного здесь в моих лекциях лишь афористически, вы увидите кое-что побуждающее вас самих разрабатывать эти вещи дальше. Вы сможете разрабатывать их дальше. Среди нас находятся физики-математики. Они в состоянии пересмотреть старые формулы. И тогда можно будет увидеть, что если познания, добытые из сделанных мною афористических замечаний, внести в эти старые формулы, то они испытают известные трансформации, можно сказать, настоящие метаморфозы, из которых произрастёт много такого, что будет иметь в техническом отношении огромное значение для поступательного развития человечества. Это нечто нельзя сразу определить, но пока следует на это только указывать.

Теперь мы должны закончить эти рассуждения; их продолжение заключается в вашей собственной самостоятельной работе, и как раз об этом я вас особенно прошу. Совершенно неотложными стали сегодня вещи, касающиеся прогресса людей во всех трёх областях⁷⁸, потому что, во-первых, мы не имеем больше никакой возможности терять время, так как у нашего порога стоит хаос, а во-вторых, только посредством совместной упорядоченной работы людей можно достичь верного направления. Итак, вы должны постараться полученное в качестве побуждения разрабатывать дальше самостоятельно. С другой стороны, как раз здесь, в вальдорфской школе, вы обнаружите, что в том момент, когда вы примените в преподавании некоторые исправленные понятия, добытые нами здесь, дело тотчас пойдёт на лад. Вы обнаружите также, применяя эти вещи в жизненной практике, что они работают. И конечно, было бы желательно сегодня с естественной наукой выступать не всегда только перед той публикой, которая хотя уже действительно многое воспринимает, но тем не менее видит себя внимающей суждениям «истинных учёных», «авторитетов», как я это уже отмечал в ходе лекций. Подобные авторитеты не имеют никакого представления о том, что во всё рассматриваемое нами по сути дела, постоянно входит совсем иное. Это можно было бы заметить в выражениях самого языка.

Посмотрите, в речи мы допускаем двустороннее отношение. Мы говорим о некоем толчке, ударе. Обозначив соответствующим словом нечто такое, что первоначально было толчком, который произвели мы сами, мы говорим также о некоем толчке в пространстве, где нет людей. И наоборот, говоря о происходящем в нас самих, мы пользуемся словами, взятыми из внешнего мира. Однако мы не знаем, что если мы хотим понять устройство земного тела, мы также должны взирать на внешний мир, например, на планетарный Космос. А потому, не зная этого, мы не можем научиться пониманию того, на что направлено это воздействие. Мы, правда, можем открывать достаточно интересные мелочи, рассматривая под микроскопом растительный зародыш, животный эмбрион или какие-либо микроскопически малые клетки. Тут находим мы всякий раз действительно что-то интересное. Но от чего это зависит, что можно только предчувствовать, мы обнаружили бы тогда, когда процессы, наблюдаемые под микроскопом, увидели бы хоть однажды, как они разыгрываются макрокосмически. Если бы мы видели, как внешняя природа непрерывно играет сама с собой, как в ней непрерывно совершаются процессы оплодотворения и умирания; если бы мы изучали, как следует постигать планеты в

качестве исходных точек для невесомых физических действий; если бы мы осмысливали Космос в его исходных точках для растительных зародышей, для животных зародышей; если бы мы рассматривали в великом всё то, что мы пытаемся сегодня увидеть в малом, наблюдая клетки под микроскопом, и чего здесь на самом деле нет; если бы мы вообще сначала созерцали то, что нас окружает, — лишь тогда мы продвинулись бы дальше. Путь исследования сегодня уже ясно намечен. Из-за человеческих предрассудков этот путь отмечен множеством препятствий. Предрассудки людей нелегко преодолеть. Наша задача — сделать всё возможное для преодоления предрассудков.

Будем надеяться, что мы сможем когда-нибудь снова продолжить эти рассмотрения⁷⁹.

ПРИМЕЧАНИЯ

Предлагаемый “Второй естественнонаучный курс” был, как и Первый, прочитан Рудольфом Штейнером в Свободной вальдорфской школе в Штутгарте. Состав слушателей представлял почти тот же узкий круг людей — в основном коллегия учителей Вальдорфской школы, — расширенный присутствием лиц с научно-математическим образованием из числа членов Антропософского общества и немногих других. К этому кругу можно было обращаться как к людям, основательно проникнутым импульсом духовной науки Рудольфа Штейнера, составившим суждение об основах и конкретных этапах его деятельности и имевшим желание работать в направлении этого импульса. Публикация подобных текстов могла бы повести к недоразумениям, если не принять во внимание историю их происхождения. Речь шла не об изложении зафиксированной и сложившейся новой физике, а о дальнейшем развитии естественнонаучных точек зрения и вытекающих отсюда побуждений для определённого числа исследователей, получивших основательное специальное образование. Благодаря публикации то, что было дано в качестве побуждения для определённого круга лиц, может быть обращено ко всем, кто способен оценить значение указанного направления исследовательской деятельности. В рамках полного собрания сочинений этот том занимает соответствующую нишу и опять-таки представляет собой один из камней всего построения, которое в той степени, в какой оно обрело в книгах и лекциях относительно законченный вид, может быть охвачено взором.

В курсе лекций сказано, что с определённой стороны он должен чем-то обогатить преподавателей в целях воспитания учеников, то есть имеет также педагогическую ориентацию. Очевидно, что речь не идет о простом преподавании физики в школе, а, как всегда в трудах Рудольфа Штейнера, о воспитании и выработке мышления и познания, способных привести к расширенному восприятию действительности. На естественнонаучной ниве, особенно в области физики, хотя и на свой манер, уже был деятелен Гёте в своём подходе к восприятию действительности. Естественно, современная школьная физика весьма далека от этого. Но с другой стороны, в нашей современной ситуации паразитическим образом выделяется тот факт, что, хотя и немногие, но стоящие на вершине своей науки физики начинают проявлять примечательный интерес к этим отвергнутым на полтора столетия исследованиям Гёте.

Не подлежит сомнению, что то, как были развиты отдельные положения этого курса,

вызвало изумление у тогдашних слушателей и может вызвать это чувство и у современного читателя, хотя и по другой причине. Кто проследит развитие физики за годы, прошедшие с момента смерти Рудольфа Штейнера, и с достаточно непредвзятым умом читает, например, 12 лекцию, должен быть изумлён, как те математические выкладки, которые в масштабах всего курса могут показаться только эпизодическим включением, в точности направлены на тот пункт, в котором затем разыгрывалось самое решающее в области физики: тепловое уравнение с мнимым коэффициентом и принятие сверхмнимых чисел в физике. Поскольку к этому пункту здесь приходишь из совершенно других взаимосвязей, чем это было впоследствии в атомной физике, обнаруживается гораздо более далеко идущее значение этого шага, нежели это понималось до сих пор, а с другой стороны, ставятся также вопросы о собственном существовании новейшей атомной физики. И когда в заключение 11 лекции сказано: «То, что современная физика совершенно не разработала это понятие — понятие негативной материи, которая так относится к внешней материи, как всасывание относится к давлению, — это несчастье современной физики», — то для современного физика это звучит совершенно иначе, чем для физика в рядах слушателей курса. Те взаимосвязи, на которые опирается Рудольф Штейнер, совершенно другие по сравнению с теми, что привели атомную физику к открытию антиматерии, причём оказалось под запретом приравнение «негативной материи» и «антиматерии». И снова возникает вопрос: как относится та область действительности, которой занимается атомная физика, к тем реалиям природы, о которых говорится в курсе лекций. Ответ может быть найден из истинного понимания хода всего этого курса по сравнению с путями развития атомной физики. Отдельные аспекты такого ответа, помимо предлагаемого курса лекций, рассыпаны по всем трудам Рудольфа Штейнера. Нечто принципиальное содержится в лекции «Эфиризация крови» из тома «Эзотерическое христианство и духовное водительство человечеством» (1911), где помимо физического и сверхфизического миров характеризуется также мир, лежащий ниже физического.

Таким образом, при публикации этого курса в составе Полного собрания сочинений Рудольфа Штейнера само развитие физики обнаружило некоторые аспекты, которые добавляют нечто к тому, что могло быть известно ко времени появления этих лекций.

Для издания этого курса, помимо общих правил, понадобилось учесть ещё следующее: сложности, связанные со стенографированием такого цикла лекций, когда одновременно говорится с кафедры и проводятся эксперименты, пишется и рисуется на доске, настолько велики, что чисто словесное фиксирование представляется совершенно недостаточным. Задача издателя осложнялась ещё тем, что отсутствовала стенограмма, а имелись только отдельные выписки из неё. Работа над полным собранием сочинений уже показала, что многие кажущиеся бессмысленными места в тексте обязаны своим происхождением неквалифицированной расшифровкой стенографических сокращений. Что касается издания данного естественнонаучного курса, то, например, стоящее в стенограмме слово «уголь» надо было скорректировать, чтобы соответствующее место получило смысл. Но до такой корректуры дело не дошло. Возможно, в тех или иных местах предлагаемого текста могут встречаться неправильности в этом смысле, хотя, с другой стороны, основной задачей издателя было, чтобы ни одна из принципиальных мыслей лектора — речь ведь идёт не просто о расхожих идеях — не была искажена.

На более поздней фазе работы к услугам издателя имелось большое количество экземпляров первого издания, на полях которых читатели этого курса вносили свои смысловые поправки — от отдельных замечаний относительно определённых мест текста вплоть до полной его переработки. Издатель оценил все эти замечания и дал им свободное применение. Благодаря этим ценным замечаниям многие сомнительные места текста приобрели ясность. Но не редкими являются также такие места, когда настоящий текст восходит к буквальному звучанию первоначальной записи, которая подчас уже в первых перепечатках этого курса была изменена без достаточного основания. Заголовок и

подзаголовок предлагаемого тома дан издателем. Первоначально речь шла о “Втором естественнонаучном курсе”, а иногда говорилось об “Учении о теплоте”.

1 *“Естественнонаучные рассмотрения, проведенные мною во время моего последнего пребывания здесь...”*: относится к лекциям от 23 декабря 1919 года — 3 января 1920 года, опубликованным в Полном собрании сочинений под названием “Духовнонаучные импульсы к развитию физики. Первый естественнонаучный курс” (ПСС, том 320).

2 *“Представьте себе, что у вас есть сосуд с водой...”*: опыт с тремя ёмкостями, наполненными водой разной степени теплоты, был известен уже во времена Локка и Беркли. Эрнст Мах также описывает его в начале своих “Принципов учения о теплоте в его историко-критическом развитии” (Лейпциг, 1896) с тем, чтобы, однако, связать с ним противоположные мысли. Опыт также описывается в современных учебниках по физике, чтобы продемонстрировать ненадёжность внешнего чувственного восприятия.

3 *Зенон Элейский*: примерно 490 — 430 до Р.Х., ученик Парменида. Согласно Аристотелю, основатель диалектики.

4 *“На это различие я указывал в предыдущем курсе лекций...”*: в Первом естественнонаучном курсе, особенно в первой лекции.

5 *Альберт Эйнштейн* (Ульм, 1879 — Принстон, 1955). В частности, основоположник “Специальной теории относительности” (1905) и “Общей теории относительности” (1915).

6 *“Об этом сообщалось на последнем заседании Берлинского физического общества...”*: заседание Немецкого физического общества в Берлине имело место 10 дней назад — 20 февраля 1920 года. Тогда Макс фон Лауэ смог представить полученную от одного из английских исследователей фотографию, сделанную 29 мая 1919 года во время полного солнечного затмения в Бразилии. Согласно Общей теории относительности, видимый свет звезд, находящихся в непосредственной близости от Солнца, должен был отклоняться от своего пути под влиянием притяжения Солнца. Прделанные измерения прекрасно подтвердили теоретические выкладки.

О дискуссии, завязавшейся в заключение этого показа, которая представляла бы особый интерес, в “Отчетах Немецкого физического общества”, ничего не сказано. Рудольф Штейнер реферировал здесь эти отчёты выборочно, по всей видимости, на основании газетных сообщений, которые до сих пор не могут быть точно установлены. По поводу Общей теории относительности, которая в 1920 году была подтверждена результатами английской астрономической экспедиции, проводилось и множество других диспутов, касающихся предпосылок, из которых она проистекала, — см., например, “Отчет об общей теории относительности и её проверке на опыте” Б. А. Зоммерфельда: (Архив электротехники, том 9): в спектре Солнца спектральные линии должны быть смещены в сторону красного цвета по сравнению со спектрами земных источников света. Но это смещение настолько незначительно, что до сих пор не было обнаружено и лежит на границе технических возможностей. И тем не менее, в 1920 году такое смещение считалось опытно доказанным.

Прочный интерес Рудольфа Штейнера к этой теме не надо считать подтверждением теории относительности как таковой, а только заинтересованностью в возможности воздействовать на спектральные цвета с помощью внешних сил. Настоящий курс в 11 и 12 лекциях подводит к такой постановке вопроса.

7 *“Тогда некоторые вещи, раскрытые из духовно-научных оснований, просто получили бы дополнительное подтверждение...”*: предлагаемый курс лекций в некотором роде сам является образцом такого утверждения, сравни преамбулу к этим примечаниям.

8 *“...что сегодня под натиском фактов такие представления уже отчасти*

отброшены...”: То, что в конце XIX и в начале XX века в этом направлении существовала полновесная литература, в наше время оно принимается во внимание. Её существование мы можем подтвердить следующими примерами:

Э. Мах, “Анализ ощущений”, 9-е изд. 1922 г., с. 253—256: “В качестве дальнейшего достижения (в результате предшествующих исследований) мы должны признать, что физик перестаёт увлекаться чисто интеллектуальными методами. Если “материя”, лишенная в самой себе сознания, может рассматриваться как совершенно натуральный мыслительный символ относительно стабильного комплекса чувственных элементов, то тем более это относится к искусственной гипотезе об атомах и элементах физики и химии. Интеллектуальные методы *сохраняют* свою ценность только для определенных ограниченных целей. Эти методы являются выгодными способами символизировать *физико-химический* опыт. Но от них нельзя ожидать большего, чем ждут от символов в алгебре, то есть получать больше, нежели было вложено, а именно, не ждать большего объяснения и опережения, чем *от самого* опыта. Уже в области самой физики мы переоцениваем наши символы. Ещё менее результативной будет чудовищная идея воспользоваться символом атомов для объяснения психических процессов. Ведь атомы — только символы того своеобразного комплекса внешних чувственных элементов, с которыми мы встречаемся в области физики и химии.

Когда мы сводим *весь материальный мир к элементам*, которые одновременно являются также элементами психического мира, причём, последние принято называть ощущениями, когда мы далее будем видеть единственной задачей науки исследование взаимосвязей, обоюдной зависимости этих *однородных* элементов *во всех* областях, то тогда мы можем с основанием ожидать, что при помощи таких представлений можно воздвигнуть единое монистическое построение и, наконец, избежать соблазнов дуализма. А когда рассматривают *материю* как нечто абсолютно прочное и неизменное, то на самом деле разрушают взаимосвязь между физикой и психологией.

Вскоре после выхода первого издания (1885) этой книги, один физик укорял меня в неудачной постановке моей задачи. Он считал, что невозможно анализировать ощущения, прежде чем не станут известны орбиты атомов в мозгу. Тогда всё, мол, обнаружится само собой. Такие упрёки, которые, возможно, в *лапласовы* времена запали бы в душу молодого учёного и он стал бы развивать психологическую теорию на основе “сокровенных движений” (!), не могли меня затронуть. Но они подействовали в том смысле, что я про себя попросил прощения у *Дюбуа*, чей “Игнорабисмус” (Непознаваемое) дотолде казался мне величайшим заблуждением. Ведь это был ощутимый прогресс, когда *Дюбуа* познал неразрешимость своих проблем, причём такое познание для многих сделалось своего рода освобождением, что доказывает успех его речи, который трудно объяснить иначе. Но самого важного шага — прозрения, что проблема, признанная как принципиально неразрешимая, должна покоиться на *перелицовке* самого вопроса, — он не сделал. Ибо он считал, как это делало бесчисленное множество других, что инструментарий отдельных наук представляет автономный мир”.

Вильгельм Оствальд: “Преодоление научного материализма”. Лекция, прочитанная на третьем общем заседании собрания общества Немецких естествоиспытателей и врачей в Любеке 20 сентября 1895 года (опубликована в его “Статьях и лекциях”, Лейпциг, 1904): “От математиков вплоть до практикующих врачей каждый научно мыслящий человек, сталкиваясь с вопросом, как устроен мир “изнутри”, приходит к тому выводу, что все вещи состоят из подвижных атомов и что эти атомы, а также действующие между ними *силы* являются последней реальностью, из которой проистекают все отдельные явления. И если высказать мой взгляд, мое убеждение, то *это всеми признанное убеждение является бессодержательным;*

этот механистический взгляд на мир не выполняет тех задач, для которых он был создан; что он вступает в противоречие с теми истинами, которые признаны несомненными, общеизвестными и общепринятыми. А вывод из этого таков, и он не подлежит сомнению: научно бессодержательное воззрение должно быть отвергнуто и заменено другим, лучшим; недостаточность расхожего механистического воззрения будет легче обнаружить, когда возникнет то действительно новое, которое мне хотелось бы обозначить как *энергетическое* воззрение”. (Сравни примечания Рудольфа Штейнера к любекской речи Оствальда во вступлении к “Гётевским естественнонаучным трудам”, том 4, часть 1, 1897).

Георг Хельм: “Энергетика в её историческом развитии”, Лейпциг, 1898, с. 144—146: “Предшествующее изложение дало нам повторную возможность указать на то, как в 80-е годы 19 столетия термодинамика считалась тесно связанной с кинетической теорией газов, то есть с атомистикой. Предмет представлялся так, как если бы дело шло о законах энергии и энтропии, которые целиком и полностью, к удовольствию многих, могли получить техническое применение в том же роде, в каком в области механики оказались плодотворными интегралы центра тяжести и поверхности, или энергетические интегралы; но с тех пор закрыли доступ к тонкостям природы, скрыли от взора механики внутренние структуры тел. Кому объяснение всех явлений через движение атомов представляется высшей целью теоретического естествознания, тому, конечно, термодинамика может показаться старым хламом, ибо ей доступны только отношения, которые он считает позднейшими следствиями истинных и собственно внутренних процессов. Преодоление такого атомистического образа мыслей относится не только к энергетике, к нему причастен общий образ мыслей, ибо энергетика в существенном поколебала только веру в необходимость атомной гипотезы и удовлетворённость, которая проистекала из неё. Сегодня мне кажется ненужным устраивать бряцание оружием на поле механической гипотезы; она искупила свою вину. Воевать надо только с тем, что эта гипотеза поддерживается разными искусственными средствами, как если бы речь шла о существовании подвижных атомов, как если бы речь шла о простом описании опыта. И прежде всего надо бороться с до сих пор ни в коей мере не искоренённым смешением энергетике и молекулярной гипотезы.

Гельмгольц своей основополагающей работой 1847 года положил начало этому смешению энергетических идей с молекулярной гипотезой. *Роберт Майер* остался совершенно свободным от её влияния, развивая энергетике в Англии в духе *Вильгельма Томсона*. В Германии отчётливо виден постепенный перевес механической гипотезы на примере научного развития *Клаузиуса*. Его первая работа 1850 года видит в энергетике новую перспективную науку наряду с механикой; но последующие его труды всё больше тяготеют к молекулярной гипотезе, и таким же видится весь ход развития немецкой науки с середины 50-х до 80-х годов — отпадением от прозрачной ясности *Майеровских* интуиций. Полностью свободной от подобных предубеждений по части механики атома, устанавливающей совершенно неспроста выводы из обоих основных положений, без тяги и приверженности к механике, — такой предстаёт нам работа *Гиббса*, в частности, для исследователя исторического развития физики. В ней снова оживает в математических формулах старая великая идея *Роберта Майера*, свободная от какого-либо гипотетического молекулярного муляжа. Какая прекрасная книга, в которой рассматриваются химические процессы без какого-либо следа химического аппарата атома, в которой теории эластичности, капиллярности и кристаллизации, электродвижущей силы трактуются без какой-либо опоры на привычное атомистическое происхождение! Нам предстаёт чистым и незамутнённым истинный предмет теоретического естествознания... Не удивительно, что эта работа *Гиббса* осталась непонятой, несмотря на настоятельное указание на её важность со стороны *Максвелла*”.

9 *Рудольф Клаузиус* (Кеслин, 1822 — Бонн, 1888) — физик-теоретик. Его статьи по механической теории теплоты, первоначально печатавшиеся в Погендорфских анналах, были собраны в трёх томах “Механической теории теплоты”, Брауншвейг, 1876—91. Примечательно, что работы 1850—56 гг. ориентированы феноменологически с опорой на Карно. Атомистическая тепловая теория появляется у него с 1857 года статьёй “О том виде движения, который мы именуем теплотой”.

10 “...а есть число, устанавливающее отношение, иначе дробь.”: к примеру, $\frac{1}{273}$ у газов при 0°C . Аналогичным образом ранее обозначались другие коэффициенты расширения тел на основе общего знаменателя — например, $\frac{1}{81000}$ для железа.

11 “...для газов...”: здесь речь идёт о газах в узком смысле слова, которые в отличие от пара, не всегда могут быть сжижены при помощи давления.

12 “...дабы этот процесс сделать наглядным...” эта наглядность ни в коем случае не является обычно принятым графическим представлением, а является как бы отображением самого процесса: кривая поднимается с ростом температуры и остаётся неподвижной, когда температура не меняет своего значения.

13 *Сэр Вильям Крукс* (Лондон, 1832 — там же, 1919) — физик и химик.

14 “...добавляем в нее другой пар...”: рисунок к эксперименту и дополнительные данные отсутствуют.

15 “...в них выражается...”: эта фраза в записи повреждена. Из контекста не ясно, как надо описывать отношение существа теплоты к давлению, формообразующей способности и к температуре.

16 *Иммануил Кант* (Кенигсберг, 1724 — там же, 1804). Сравни, например, “Пролегомены к любого вида метафизике, которая может выступить как наука” в первой части: “Каким образом возможна чистая математика?” (§ 6).

17 “...продолжать наши мысли посредством медитации...”: сравни “Как достигнуть познания высших миров” (1904/1905 — ПСС, том 10) и “Очерк тайноведения” (1910 — ПСС, том 13). Данные представления приведены в связь с естествознанием в “Границах природопознания” (Дорнах, 1920 — ПСС, том 322, особенно в 7 и 8 лекциях).

18 “В предыдущем курсе...”: см. 1 лекцию, а также с. 97 и сл. в “Первом естественнонаучном курсе”.

19 “Отсюда достоверность математических и кинематических наук.”: вместо слова “достоверность” в стенограмме написано “трудность”, что надо отнести к слуховой ошибке стенографистки, на что уже указывали многие читатели курса.

20 “...диалог, который был у меня в детстве с одним юным приятелем...”: сравни “Мой жизненный путь” с. 84 (ПСС, том 28).

21 “... что подвешиваем груз.”: на лежащий горизонтально и опирающийся только на свои края ледяной блок во время эксперимента была наложена проволочная петля, на которой держался груз.

22 “...точка плавления смеси металлов ниже...”: при двух частях висмута, одной части свинца, одной части цинка (так называемый металл Розешеса) температура плавления 94°C .

23 “Реально она присутствует у жидких тел”: мысленный переход в жидкое состояние был изображен на готовом рисунке последующим добавлением изогнутых линий и уровня поверхности сосуда.

24 “я ведь сказал, что все вещи относительны” — смотри с. 62, 63 нем. изд.

25 “Если же вы берёте твёрдое тело, в данном случае лёд...”: на с. 40 нем. изд. говорилось между тем о железе как “об особом исключении”. Это исключение относится также к плавлению железа под воздействием давления. В природе имеется мало других субстанций, которые ведут себя в этом же духе и которые, как железо во время плавления, плавают в возникающей жидкости (например, висмут и галлий).

26 *Эдуард фон Гартман* (Берлин, 1842 — там же 1906). Часто упоминается Рудольфом Штейнером — см., например, “Мой жизненный путь”. Основная работа: “Философия бессознательного”, которая при своём появлении в 1869 году привлекла всеобщее внимание. Позднее Гартман разрабатывал различные специальные области философии, а также вопросы жизни и науки в своих трудах. “Мировоззрение современной физики” появилось в 1902 г., второе издание — 1909 г.

27 “*Физика есть учение...*”: смотри названное в предыдущем примечании “Мировоззрение современной физики”, с. 1.

28 “*...несомненно нуждаемся в настоящее время в научно-исследовательских институтах...*”: вскоре по прочтении этого курса в рамках акционерного общества “Грядущий день” в Штутгарте был основан Научно-исследовательский институт с физическим отделением. Во времена инфляции падение акций ещё при жизни Рудольфа Штейнера привело к ликвидации этого института (1924). По этой причине экспериментальные изыскания, связанные с настоящим курсом, были прерваны, несмотря на частичный успех предварительных результатов. Тогдашние эксперименты в таком объёме больше никогда не были повторены, а отдельные из них так и не нашли соответствующего продолжения.

29 “*...позитивный тетраэдр, преобразуясь в негативный...*”: негативная фигура в противовес позитивной позднее была описана Рудольфом Штейнером более подробно, особенно в цикле лекций “Отношение различных естественнонаучных областей к астрономии” (ПСС, том 324), прочитанном вслед за настоящим курсом с 1 по 18 января 1921 года, причём в нём использовался термин “противопространство”, а также было указано на проективную геометрию.

30 “*...Свободную вальдорфскую школу*”: основана Эмилем Мольтом (1876-1936) в 1919 году для детей рабочих сигаретной фабрики “Вальдорф— Астория”, а также как общедоступная школа - как объединённая начальная, средняя и высшая школа под руководством Рудольфа Штейнера вплоть до его смерти (1925), который занимался переквалификацией преподавателей и проводил для них подготовительные семинарские курсы.

31 (см. рисунок на с. 67): он должен передавать ход проводившегося тогда опыта. Насос нужен был, чтобы в начале опыта удалить воздух из конденсатора (сгустителя). Это соответствует тому улучшению, которое Джеймс Ватт придал паровой машине.

32 “*...Эдуард фон Гартман обобщает...*”: см. упомянутую в примечании 26 книгу “Мировоззрение современной физики”.

33 *Юлиус Роберт Майер* (Хейльбронн, 1814 — там же, 1878) — врач и физик. Его сочинения были собраны в книге под названием “Механика теплоты”, Штутгарт, 1867.

34 “*...важную работу Гельмгольца...*”: Герман фон Гельмгольц (Потсдам, 1821 — Берлин, 1894) — физиолог и физик. “О сохранении энергии”, Берлин, 1847 г. Статья начинается словами: “Введение настоящего тезиса (о сохранении энергии) может быть обосновано с двух позиций - либо с той, что невозможно получить энергию через взаимодействие различных природных сил в беспредельном пространстве, либо из признания того, что все силовые воздействия в природе могут быть сведены к силам действия и противодействия, интенсивность которых зависит только от расстояния взаимодействующих центров сил”.

35 “*...если исходить изучения Гёте о цвете...*”: “Этюд по оптике” § 46 и сл., “Набросок учения о цвете”, абз. 215 и сл. и гл. “Признание автора” в “Материалах к истории учения о цвете”. См. также: Рудольф Штейнер “Естественнонаучные импульсы к развитию физики. Первый естественнонаучный курс”.

36 “*Что, собственно, есть всякое явление во внешних физических аппаратах по сравнению с таковым в ухе музыканта...*”: из “Изречений в прозе”. Буквально:

“Но человек стоит в этом отношении так высоко, что может представить себе иначе непредставимое. И чем же в таком случае является какая-то струна и всякие механические её разделения по сравнению со слухом музыканта? Можно даже сказать: чего стоят сами элементарные явления природы по сравнению с самим человеком, который должен их сначала увязать между собой и модифицировать, чтобы суметь их каким-то образом усвоить?” См. “Естественнонаучные сочинения Гёте”, изданные в 5-ти томах с комментариями Р. Штейнера. “Deutsche National-Litteratur” (1883-97), 5 Bände, переизданы в Дорнахе в 1975 г., GA Bibl.-Nr. 1 a-e. Band IV, 2 Abt., S. 351.

³⁷ “Эти наблюдения привели Юлиуса Роберта Майера к написанию небольшой статьи, которую он послал в 1842 г. в “Поггендорфские Анналы”: статья, которую Ю. Р. Майер направил в “Поггендорфские Анналы”, была написана в 1841 г. и озаглавлена: “О количественном и качественном определении силы”. Она была впервые опубликована после смерти Майера в 1893 г. и мало известна. Роль Майера в физике начинается со статьи 1842 г. “Заметки о силах неодушевлённой природы” - сравни следующее примечание.

³⁸ “...возвращена Юлиусу Роберту Майеру как совершенно бездарная”: Поггендорф никак не отреагировал на статью, посланную Ю. Р. Майером, и на его письмо, которое требовало возвращения посланной статьи. Она была найдена в архиве Поггендорфа после его смерти (1877 г). Высказываний Поггендорфа о Ю. Р. Майере в упомянутом смысле, не считая его поведения, не сохранилось. Наоборот, друг Майера Густав Рюмелин в статье “Воспоминания о Роберте Майере” (напечатано в кн. Г. Рюмелин “Речи и статьи”, новая серия) пишет: “Рукопись, посланная по назначению в “Поггендорфские Анналы для физики и химии”, была отослана назад как не пригодная. Затем та же самая статья была послана в Гиссен в “Анналы для химии и фармацевтики”. Либиг, редактор “Анналов”, принял её, хотя она не имела непосредственного отношения ни к химии, ни к фармакологии.

Похоже, что формулировка Рудольфа Штейнера относится к этому месту из статьи Рюмелина, которую он попутно упоминает в связи с Майером. Но Рюмелин ошибался, что статья, которую Майер посылал в “Поггендорфские Анналы”, а затем в “Анналы” Либига, одна и та же. На Рюмелина, очевидно, опирался также Х. Мунк (Лейпциг, 1885) в статьях о Ю. Р. Майере во “Всеобщей немецкой биографии” и многие другие авторы.

Но обе статьи от 1841 и 1842 годов, не считая основной идеи, сильно различаются между собой. В 1841 году Майер еще был не в состоянии правильно соотнести свои основные идеи с положением в современной ему физике. По-другому было в 1842 году. Было достигнуто не только это соотнесение, но и вычислен тепловой эквивалент на основании опыта Гей-Люссака и специфики нагревания воздуха, причём в то время никто из физиков ещё не допускал закономерной связи этих явлений. В автобиографической заметке 60-х годов (опубликовано Вей-раухом из наследия Майера), оглядываясь на 1841 год, Майер пишет: “В те времена существовало ещё два главных заблуждения, которые препятствовали ходу моей мысли и не допускали ясного понимания предмета. В изложениях физики тех времён, помимо учения о параллелограмме сил, часто *тс* представлялось как мера движения, и это, а также происходившие из остатков кантовской натурфилософской школы понятия центробежной и центростремительной сил завело меня в лабиринт гипотез и противоречий. Легко можно себе представить, какое впечатление эти несуразности и экстравагантности самой системы могли произвести на тюрингских профессоров, когда летом 1841 года я как неопит мог предложить им что-то подобное. Между тем я решился не отступать от основной идеи об эквивалентности работы и теплоты, и мне вскоре стало ясно, что мера движения (*Quantitas motus*) определяется только квадратом скорости, а не просто скоростью,

так что мне удалось также привести мои мысли к ясной форме, и я к концу 1841 года мог представить свою систему тогдашнему гейдельбергскому профессору Жолли в достаточно прозрачной форме. Представленное мной, в общем, обрадовало Жолли, и он благословил меня на дальнейшее исследование темы, её разработку и последующую публикацию”. Примечательно, что отсылка статьи в “Поггендорфские Анналы” (16 июня 1841 года) здесь вообще не упоминается. В борьбе за признание приоритета Майера эта статья не играла никакой роли, потому что о ней никто не знал. В своем описании Поггендорфа и других физиков Майер проявляет сильную снисходительность, говоря о своей “экстравагантности”. Но физики должны были, в указанном Рудольфом Штейнером духе, обращать свое внимание на то, что было ими упущено из вида: на значение идеи, которая, несмотря на “экстравагантности”, присутствовала в целом.

39 “...а они были, собственно, самые лучшие физики...”: Иоганн Кристиан Поггендорф (1796—1877) — с 1824 по 1877 гг. издатель “Анналов для физики и химии”, а также деятельный исследователь во многих областях физики и химии. Создатель различных измерительных инструментов и методов измерения. Историк и физик, издатель “Литературно-биографического карманного словаря по истории точных наук”, содержащий более 8000 имен учёных с указанием дат их жизни и трудов (1863; переиздан и продолжен до 1962 г.). “Поггендорф ставил всё на экспериментальную основу, пустым спекуляциям он оставался решительно чужд” (из некролога в томе 160 “Анналов”).

40 “...между ним и нашим органом слуха”: вместо “органом слуха” в стенограмме стоит “высшим органом”.

41 “...то что же тут образуется?”: однозначного истолкования слова “тут” не нашлось.

42 “...например, по рисунку, помогающему разобраться в этом”: предлагаемый рисунок трудно понять, не зная процесс его возникновения. Из сравнения текста с весьма различающимися рисунками в отдельных экземплярах стенограмм вырисовывается следующий порядок: синяя, более или менее прямоугольная поверхность представляет собой область от газообразного до твёрдого состояния. Сверху и снизу присоединяются красные области теплоты X , Y , Z или U , но красный “хвостик” изогнут и вклинивается в голубую область, причём предположительно слева и справа. Сильное отличие левой стороны от правой, которое имеется в большинстве записей, а также в первом издании, возникло, по-видимому, по причине повторных перерисовок.

43 “Я мог бы эту картину изобразить таким образом”: рисунок на с. 167 внизу немецкого оригинала и подпись к нему находятся только в одной из стенографических записей участника курса и предположительно принадлежат ему. Но они могут быть полезны для лучшего понимания.

44 “...нам необходимо приблизиться к реальным вещам”: вслед за этой фразой в записи имеется еще одна “Но нам следует преодолеть этот процесс”, которая прямо не связана с предыдущей. Предположительно, отсутствует связующее звено.

45 “...на каком основании мы можем вписать её сюда”: последующие объяснения относятся опять-таки к схеме, отсутствующей в записи. Схема на с. 175 была взята немецким издателем из предыдущей лекции. Но в ней отсутствует дальнейшая детализация, которая, несомненно, была сделана на данной лекции.

46 “...что можем мы найти, рассматривая оба эти случая?”: (в немецком

тексте стоит: “Was können wir da finden, hier?”) слова “тут” (“da”) и “здесь” (“hier”) сложно интерпретировать, особенно из-за отсутствия рисунка (см. предыдущие примечания).

⁴⁷ “Итак, если мы ставим сюда человека...” разные читатели этого курса единодушно пришли к следующему добавлению схемы на с. 175, то есть к такого рода рисунку:



⁴⁸ “...по окончании доклада, который сделает один из присутствующих...”: ср. прим. 66.

⁴⁹ “...излагалось в предыдущем курсе”: ср. прим. 1.

⁵⁰ “...и спиртовой столбик здесь понижается...”: рисунок отсутствует, но из текста следует, что имеется в виду аппарат, сходный с тем, о котором говорится на с. 169, но наполненный вместо ртути винным спиртом.

⁵¹ Ойген Дрейер (Штеттин, 1841 — Берлин, 1900). См. следующее примечание.

Это ряд опытов, который необычайно важен: В одном из примечаний к “Естественнонаучным сочинениям Гёте” (в 4 томе, 2 раздел, с. 147 нем. оригинала — Берлин, 1897, репринтное издание, Дорнах, 1975) Рудольф Штейнер подытоживает эту тему следующим образом: “После Гёте исследованиями явлений “светящейся материи” прославились Беккерель и Ойген Дрейер. Благодаря гениальным изысканиям последнего, мы пришли, относительно этого предмета к особенной ясности. (Сравни “Статьи по современной атомной и молекулярной теории” доктора Ойгена Дрейера, Галле, 1882, с. 108—127 нем. оригинала). Дрейер рассматривает “светящуюся зелёную материю” света (существует также сине-фиолетовая светящаяся материя, но она не столь реактивна), а также бесцветный солнечный свет, равно как и свет, который проходит через разные вещества. Он использует: 1. бесцветный стеклянный шар, наполненный концентрированным раствором калия, 2. аналогичный шар с йодом в серо-углекислоте, 3. аналогичный шар с концентрированным раствором эскулина и 4. шар с дистиллированной водой. Концентрированный раствор калия не пропускает воздействие тепла; раствор йода не пропускает воздействия света и, наконец, раствор эскулина уничтожает следы спектра в окружающем пространстве (например, хлорированное серебро не темнеет). Но все эти действия проявляются при употреблении четвёртого шара. “Светящаяся материя” световой массы, прошедшая через раствор калия и через воду, проявляет (в темноте) различную степень свечения (фосфоресцирования), а свет, прошедший через раствор йода или эскулина, не обнаруживает никаких следов свечения. Дрейер, наоборот, освещал разнообразно модифицированным светом приведенную к свечению материю. Оказалось, что под влиянием световой массы, прошедшей через раствор йода и эскулина, свечение сначала становится более интенсивным, но затем совершенно прекращается, тогда как под влиянием световой массы, прошедшей через раствор калия, оно продолжается. Последнее наблюдение всецело соответствует тому давно известному явлению, что “светящаяся материя”, подвергнутая определённое

время воздействию света, по прекращении этого воздействия может при помощи разогрева — причём один только раз — приведена к свечению. Если же материя перестала светиться, то повторное разогревание действует только в том случае, если предварительно тело еще раз подвергается воздействию света. Из этого наблюдения следует, что способность “светящейся материи” к свечению (фосфоресцированию) вызывается той же самой силой, которая вызывает и химические изменения. Теплота может вызвать явление свечения, но не может дать материи способность светиться, ибо она уничтожает эту способность, когда приводит свечение к проявлению. Вот почему и световые массы, учитывая их способность к химическому воздействию, но дающие также тепловое воздействие (после прохождения раствора эскулина), вызывают сначала свечение, а затем полное угасание фосфоресцирующего тела”.

52 “...какое действие оказывает на соотношения спектра, например, сильный магнит...” Первый естественнонаучный курс (с. 116, сл. нем. издания).

53 “...то, что здесь может быть воспринято, как ещё находящееся в области материального...”: эта фраза в стенограмме имеет следующий вид: “что здесь воспринято в области материального”.

54 *Клаузиус*: см. прим. 9.

55 *Макс Планк* (Киль, 1858 — Геттинген, 1947) — физик-теоретик.

Высказывание берлинского физика Планка: содержится в лекции, прочитанной им 23 сентября 1910 года на 82 собрании немецких естествоиспытателей и врачей в Кенигсберге: “В упомянутой лекции Гельмгольца особенно подчёркивается, что первый шаг на пути к открытию энергетического принципа был сделан, когда был поставлен вопрос: Каково должно быть соотношение между силами природы, чтобы было невозможно построить вечный двигатель? Равным образом можно с полным правом утверждать, что первый шаг к открытию принципа относительности совпадает с вопросом: В каких отношениях друг с другом должны находиться силы природы, чтобы стало невозможно приписать световому эфиру какие-либо материальные качества? Как могут световые волны двигаться в пространстве, не имея никакого материального носителя? Ведь тогда, естественно, невозможно будет определить скорость движущегося тела по отношению к световому эфиру и, тем более, невозможно будет её измерить. Не стоит и говорить, что такой взгляд попросту несоединим с механистическим воззрением на природу”. («Позиция новейшей физики в отношении механистического природовоззрения» Физ. Журнал 11, с. 922—932 (1910); Макс Планк “Статьи и лекции по физике” 1958 г., том 3, с. 30—46).

56 “*Другие физики, например, Мах...*”: Эрнст Мах (1838—1916). В своих “Принципах теплового учения” на сс. 345—346 он называет В. Томсона и Ф. Вальда.

57 “*Нет никакого здравого смысла...*”: “Репрезентативные принципы для всеобщей физики”. Формулировку в связи с “вечным двигателем второго рода” можно встретить, например, уже у Вильгельма Освальда” (Э. Мах “Принципы теплового учения”, с. 345—346).

58 “...как Гёте отыскивал действия света...”: “Краски суть деяния света, деяния и страдания”. К учению о цвете. Предисловие.

59 “... которые можно использовать, например, в разделе о теплоте...”: “можно” — введено в немецком издании.

60 “*Об этап я уже говорил в моём предыдущем курсе*”: см. примечание к с. 11 нем. изд., а также особенно страницы 68 сл. и с. 104 сл. названного курса, (нем. изд.).

61 *Жан Батист Йозеф Фурье* (1768-1830) - математик, физик, секретарь Института Египта.

62 “*Я должен буду умножить на время*”: этой фразе предшествуют краткие выкладки, связанные с ней, но в стенограмме они переданы неясно. Напрямую непонятно значение слова “Эффект” в этой связи. Не исключено, что здесь это слово может иметь общий смысл, сродни слову “Процесс”, то есть здесь прочтение

“Процесс теплопроводности” возможен, но в совершенно определённом, не общепринятом смысле слова, аналогичном тому, как в следующей лекции говорится о “химических эффектах” в противоположность химическим процессам.

$$w = \sqrt{-1} \cdot c \cdot q \cdot \frac{d\psi}{dx} \cdot dt$$

63 Формула написана так, что целиком помещена под знак квадратного корня. Но этим, наверняка, должно быть выражено только то, что w должно быть приписано свойство мнимости. А подведение величин под квадратный корень лишает их какого-либо содержания, да и квадратный корень из дифференциала dt не имеет смысла. Многие слушатели Курса пытались скорректировать эту формулу. В этом уравнении заложен тот факт, что оно представляет собой уравнение теплопроводности с мнимым коэффициентом, что с математической точки зрения является упрощённым уравнением Шредингера с той разницей, что само уравнение теплопроводности здесь не доведено до дифференциального уравнения второго порядка, а ограничивается только указанием на Фурье. В момент составления этого уравнения оно могло показаться тогдашнему физическому абсурдным. Шредингер в 1926 году в другой связи составил подобное уравнение, когда открыл по аналогии с “волновой оптикой” “волновую механику”. Последняя стала одним из оснований новейшей атомной физики.

64 “...но вы продвигаетесь в бесконечность также и здесь вверх...”: следующие за этими словами скобки представляют собой уточнение, составленное редактором немецкого текста на основании нижнего рисунка на с. 208 и уравнений (1) и (2). Дальнейшее подтверждение содержится в дискуссии по поводу этой лекции с участием Рудольфа Штейнера, имевшей место накануне, — см. следующее примечание.

65 “...на что вчера было обращено внимание во время дискуссии...”: эта дискуссия имела место по прочтении двух лекций — лекции доктора Е. Блюмеля “О мнимом и о понятии бесконечного и невозможного” и лекции А. Стракоша “Математический образ как промежуточное звено между прообразом и отображением”. На вопрос доктора Блюмеля: “Нет ли возможности прийти к живому созерцанию мнимых величин, иными словами, лежат ли в основе мнимого реальные качества?” Рудольф Штейнер ответил:

“Не так-то легко дать на это ответ. Не легко по той причине, что как раз в тот момент, когда пытаешься сформулировать ответ, приходится сильно выходить за пределы наглядного. Вы уже видели на днях, как я, отвечая на вопрос господина доктора Мюллера, был вынужден, чтобы вообще дать хоть какой-то наглядный коррелят для математического образа, указать на то, что такого рода наглядный коррелят содержится при переходе от трубчатой кости к костям черепа. Ибо этот переход еще достаточно нагляден. По крайней мере, предмет можно созерцать, даже и в состоянии перехода одного объекта в другой. Когда хотят созерцать мнимое в качестве духовной реальности, то приходят к следующему: возникает необходимость, как я указывал именно во время наших изысканий по физике, найти переход от позитивного к негативному, если хотят составить какое-то реальное представление об отношении так называемой весомой материи к так называемой невесомой материи вообще. В поисках наглядности уже в самых обычных областях наталкиваешься на то, что необходимо преодолеть привычную, расхожую манеру символизировать. Я упомяну только следующее: ведь можно, например, когда рисуют обычный спектр, нарисовать прямую линию, идущую от красного через зелёный к фиолетовому; но не всё, что можно символизировать при помощи спектра, присутствует в таком прямолинейном рисунке, и оно появится только тогда, когда, чтобы придать символическое значение красному, рисуют некую кривую, проходящую примерно на этом уровне (делается рисунок на доске), а чтобы прийти к фиолетовому, надо теперь

войти в доску и выйти из нее сверху так, чтобы, глядя сверху, увидеть, что красное окружено фиолетовым. Я должен выйти за черту и вернуться вместе с фиолетовым. Благодаря этому я смогу охарактеризовать то свойство фиолетового, что оно входит в химическое, а красный по своему положению в спектре из химического выходит. Значит, я вынужден уже таким образом продлить прямую линию, что обычный рисунок, который я здесь делаю, является всего лишь проекцией того, что я, собственно, должен был бы нарисовать. Фактически, если хотят прийти к ясности относительно определённых вещей, которые попросту имеются в высшей действительности (если можно так выразиться), то требуется перейти от позитивно-материального к негативно-материальному, иначе это будет столь же мало удовлетворительно, как когда напрямую идут от красного через зелёный к фиолетовому. Представьте себе теперь круг, причём вам требуется, если вы вышли, например, из этой точки, двигаться так, чтобы больше к ней не вернуться, — тогда вы вынуждены двигаться по спирали. Равным образом мы должны, когда переходим при помощи символов позитивного и негативного из пространственного в непространственное, двигаться вперёд к тому, что представляет собой более высокий обертон пространственного и непространственного.

Итак, допустим, мы хотели бы слить воедино два разных вида реальности, — тогда мы должны себе представить, что существует нечто, которое является и пространственным, и непространственным. Для этого надо искать нечто третье. И когда человек действительно на основе физически-реального вступает в область высшей реальности и обозначает это физически-реальное знаком плюс, то он вынужден эфирное, — но действительно эфирное, когда выходят из пространственного, а значит, вступают в духовное, — обозначить знаком минус. Но если хотят войти в астральное, то недостаточно иметь дело с пространственным и непространственным, а надо прийти именно к третьему, которое относится к позитивному и негативному в точности так, как в формальной математике мнимое относится к позитивному и негативному. И тогда станет необходимым при переходе от астрального к истинной субстанциональности “я”, составить понятие, которое являлось бы сверхмнимым по отношению к понятию мнимого. Вот почему мне всегда не нравилась антипатия по отношению к понятию сверхмнимого, ибо при восхождении к “я” такое понятие действительно необходимо. Без него невозможно обойтись — речь идёт только о правильном его применении, когда остаются в рамках чисто формальной математики; его невозможно опустить, если хотят правильным образом работать с математическими формулами, не теряя при этом реальности. Я сегодня обсуждал эту проблему с одним человеком, который отчетливо показал, что и в области арифметики математические вычисления необыкновенно трудно привести в соотношение с реальностью, что всё является проблемой вероятности. Страховая компания может точно вычислить, когда умирает человек, но это относится только к определённым множествам. Невозможно из таких вычислений сделать вывод, что данный человек умрёт точно в вычисленный год. Так что реальность выпадает из таких вычислений. Очень часто определённые результаты вычислений в формальном отношении являются правильными, но они не совпадают с реальностью. И случается, что математические формулы приходится часто приспособлять к сверхэмпирической действительности. Сначала надо исследовать, правильно ли, что $A \times B = 0$ только в том случае, если один из множителей равен нулю. В этом случае, разумеется, результат будет нулевой. Но можно поставить вопрос: а не возникнет ли нулевой результат, если ни один из множителей не равен нулю? Такое может произойти, когда сама реальность заставляет прийти к сверхмнимым числам, причём, в этом случае они будут соответствующим коррелятом сверхэмпирической действительности.

Так что фактически надо пытаться в математике со всей ясностью

акцентировать реальное в его отношении к мнимому, сверхмнимое в его отношении к мнимому и к реальному, но может оказаться, что тогда придётся модифицировать сами законы исчисления”. Сравни также рассмотрения в “Духовных подосновах Первой мировой войны” (ПСС, т. 174Б, с. 192—193 в нем. изд. 1974 г.).

66 “...а именно - к сверхмнимым числам”: в 1928 году Поль Дирак ввёл сверхмнимые числа в атомную физику как ступень к более глубокому пониманию электронов. Его работа, связанная с идеями квантовой теории и теории относительности, открыла возможность в рамках представлений атомной физики составить понятие об “антиматерии”, которая способна уничтожить обычную материю.

67 *Вильгельм Прейер* (Манчестер, 1841 — Висбаден, 1897) — физиолог и психолог. См. “Естественнонаучные факты и проблемы” (Берлин, 1880), а также статью Рудольфа Штейнера “Вильгельм Прейер. День кончины 15 июля 1897 года”, Литературный журнал, 1897. (Перепечатано в “Методических основаниях Антропософии 1884—1901” — ПСС, т. 30, с. 346—359).

68 *Эмиль Дю Буа Реймон* (Берлин, 1818 — там же 1896) — физиолог. Часто упоминаемая Рудольфом Штейнером речь “О границах природопознания” была прочитана 14 августа 1872 г. перед собранием немецких естествоиспытателей и врачей в Лейпциге.

69 “Прежде всего, мы хотим продемонстрировать...”: опыт, описанный в 11 лекции, не может быть полностью повторен, так как он производился на несколько изменённой аппаратуре, от которой не осталось никаких рисунков.

70 “Мировой процесс имеет тенденцию медленно угасать...”: буквально: “Чем ближе всемирный процесс подступает к полному выравниванию, чем меньше становятся различия в его интенсивности, тем медленнее продвигается само выравнивание; при бесконечно малых различиях он будет продолжаться бесконечно долго. Значит, в конечное время процесс не прекращается полностью, но бесконечно приближается к выравниванию, так что надо допустить бесконечно длинный остаток на фоне его исчезающе малых процессов. Тезис об обесценивании гласит, что всемирный процесс приходит к затуханию и что за конечное время он должен достигнуть той стадии, когда никакое возобновление энергии более невозможно, причём это произойдёт задолго до того, как температурные различия сделаются бесконечно малыми”. Эдуард фон Гартман “Очерк натурфилософии”, 1907, т. 2, с. 92.

71 “...не может соответствовать ему иначе...”: В стенограмме записано: “что не всё то ... иначе может ему соответствовать”.

72 “Здесь он угасает...”: рисунка, пригодного для воспроизведения, не имеется.

73 *Ойген Колиско* (Вена 1893 - Лондон 1939) - учитель и школьный врач в Свободной вальдорфской школе в Штутгарте, автор естественнонаучных и медицинских трудов. Название его лекции должно, как это можно заключить из дискуссии с участием Рудольфа Штейнера, должно звучать примерно так: “Химия, свободная от гипотез”.

74 “...на разности уровней основывается температурное, или тепловое различие...”: эта фраза в стенограмме записана неразборчиво.

75 “...из-за трения между облаками... образуется, по мнению физиков, электричество...”: теорию о происхождении атмосферного электричества в результате трения облачных масс в воздухе развивал Фридрих Йордан в журнале “Природа, журнал для распространения естественнонаучных познаний и природовоззрений для читателей всех уровней” (29-й год издания, Халле, 1880 год). Этот журнал имеется в библиотеке Рудольфа Штейнера. Йордан обновляет старое воззрение, которое в “Большой энциклопедии” (Париж, примерно 1896 год) резюмируется в соответствующей статье такими словами: “Аналогия между молнией

и электрической искрой была замечена с того самого мгновения, как человек научился производить достаточно сильные искры, и привела к выводу, что в атмосфере наличествуют причины, сходные с теми, которые производит электричество в наших машинах. Последние производят электричество при помощи трения или влияния соседствующих наэлектризованных тел. Отсюда берёт своё начало гипотеза о способности туч производить электричество при помощи трения о вершины гор или о другие тучи и т. д.”

⁷⁶ *Герман фон Баравалль* (родился в Вене в 1898 г.). С 1920 года преподаватель в Свободной вальдорфской школе в Штутгарте, затем основатель вальдорфских школ в США. Автор трудов в области математики, физики, астрономии и педагогики.

Эрнст Блюмель (1884—1952) — математик. Преподавал, в частности, в Свободной Вальдорфской школе в Штутгарте.

Александр Стракош (Брюнн, 1879 — Дорнах, 1958) — строительный инженер, с 1919 года преподавал в Свободной вальдорфской школе в Штутгарте, в 1921 году был избран в правление научно-исследовательского института “Грядущий день” в Штутгарте.

Доктор Колиско: см. прим. 73.

⁷⁷ “...в нашей Вальдорфской школе...” см. прим. 30.

⁷⁸ “...во всех трёх областях...” духовная жизнь, правовая жизнь и хозяйство. В 1920 году Р. Штейнер интенсивно работал с общественностью, внедряя идею Трёхчленности социального организма. См. “Поворотный момент социального вопроса в жизненных потребностях настоящего и будущего” (1919; ПСС, т. 23).

⁷⁹ “...что мы сможем когда-нибудь снова продолжить эти рассуждения...”: с 1 по 18 января 1921 г. в Штутгарте был прочитан третий курс — см. прим. 29.

Разпознавание текста и редактирование - Алексей Дубинюк.