

АКТУАЛЬНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Э. Мах

Популярные лекции по физике

О явлениях полета пуль

В наше время люди чувствуют себя обязанными нанести друг другу – порой ради целей и идеалов весьма сомнительного свойства – в самое короткое время возможно больше ран. Другой же идеал, стоящий к прежним большей частью в самом резком противоречии, обязует их вместе с тем делать эти раны возможно меньшего калибра, а нанесенные – возможно быстрее залечивать.

Ввиду этих обстоятельств стрельба и все, что с ней связано, играет весьма важную, а порой важнейшую даже в современной нашей жизни. Поэтому

вы уделите мне, я надеюсь, на час свое внимание, чтобы познакомиться с некоторыми опытами, предпринятыми, правда, не с военными, а с научными целями и проливающими некоторый свет на явления, происходящие при стрельбе.

Современное естествознание стремится построить свою картину мира не на спекулятивных умозрениях, а по возможности на фактах наблюдения: свои конструкции он проверяет тоже при помощи наблюдений. Каждый новый факт дополняет эту картину мира, а всякое разногласие между ее конструкцией и фактами наблюдения наводит на мысль о несовершенстве, о пробеле в ней. Увиденное проверяется и дополняется мыслимым, которое есть в свою очередь не более, как результат увиденного уже раньше. Поэтому представляет особую прелесть делать непосредственно доступным проверке через наблюдение, т. е. доступным восприятию то, к чему пришли – умозаключениями ли или допущениями – чисто теоретическим путем.

В 1881 г. мне пришлось присутствовать в Париже на лекции бельгийского баллистика *Melsens'a*. Между прочим он высказывал предположение, что пули, обладающие большой скоростью, двигают впереди себя массы сгущенного воздуха, которые и вызывают, по его мнению, в достигаемых ими телах известные взрывные действия. У меня появилось тогда желание проверить эти представления на опыте и сделать весь процесс, если таковой существует, доступным чувственному восприятию. Это желание мое подкрепилось еще тем соображением, что все необходимые для того средства имеются уже наготове, а некоторые из них были применены и испытаны мною уже при других работах.

Выясним сначала затруднения, стоящие на пути достижения этой цели. Нам нужно наблюдать пулю, скорость движения которой превышает много сотен метров в секунду, вместе с изменениями, которые она вызывает в окружающем ее воздухе. Само непрозрачное твердое тело, пуля, видно при таких условиях в исключительных случаях: когда оно бывает значительной величины, и когда мы путь полета видим в сильном перспективном сокращении, так что скорость кажется как будто весьма уменьшенной. Пуля достаточной величины видна довольно хорошо, если, ставши позади орудия, направить взгляд свой по направлению ее полета или – случай менее удобный и приятный – если пуля летит на вас. Тем не менее есть весьма простое и радикальное средство, дающее возможность с удобством наблюдать весьма быстро движущиеся тела, как будто бы они в одном каком-нибудь месте своего пути оставались неподвижными. Средство это – освещение его сильно светящейся электрической искрой чрезвычайно краткой продолжительности, разумеется, в темноте. Но для того, чтобы вполне схватить какое-нибудь изображение, необходимо известное, довольно значительное время. Поэтому лучше будет, конечно, воспользоваться для фиксации это-

го столь кратковременного изображения моментальной фотографией, после чего можно полученное изображение с полным удобством рассматривать и анализировать. Этими средствами мы и воспользуемся в действительности.

К этому первому затруднению присоединяется еще одно, большее. Воздух обыкновенно вообще не виден, даже когда он находится в покое. Здесь же необходимо, чтобы виден был воздух, движущийся с очень большой скоростью.

Для того чтобы тело было видно, оно должно или само испускать свет, светиться, или как-либо влиять на падающий на него свет, поглощать его совсем или отчасти, отклонять его, отражать или преломлять. Видеть воздух светящимся невозможно, ибо он светится только в исключительных случаях, в гейслеровой трубке, например. Воздух весьма прозрачен и бесцветен и потому его нельзя так же видеть, как мы видим темное или цветное тело, подобно парам хлора, брома или йода. Наконец, показатель преломления воздуха столь мал, он столь мало отклоняет свет, что это совсем не замечается.

Стеклянный стержень в воде или в воздухе мы видим. Но мы почти не видим его, если поместить его в смесь бензола и серо-углерода, средний показатель преломления которой равен показателю преломления стекла. Порошок стекла, помещенный в ту же смесь, обнаруживает яркий цвет, потому что равенство показателей преломления вследствие рассеивания света существует только для одного цвета, который беспрепятственно и проходит через смесь, между тем как другие цвета испытывают всевозможные отражения.

Вода в воде, спирт в спирте не видны. Но если смешать спирт с водой, то сейчас же видны хлопья спирта в воде или наоборот. Так можно при благоприятных условиях увидеть и воздух. Если смотреть на предметы над крышей, освещенной и нагретой солнцем, или над нагретой печью, употребляющейся обыкновенно, когда делаются асфальтовые мостовые, то представляется впечатление какого-то мерцания, будто предметы дрожат в воздухе: здесь смешиваются нагретый воздух с холодным, показатели преломления которых сильно отличаются.

Так и в неравномерном стекле можно рассмотреть сильнее отклоняющие свет части, полосы, в массе, слабее отклоняющей свет. Такие стекла не годятся для оптических целей. Вследствие этого было обращено особое внимание на изучение их с целью их исключения, что и привело к развитию весьма точного метода исследования (*Schlierenmethode*; *Schlieren*-полосы), пригодного для наших целей.

Еще *Гюйгенс* для распознавания этих полос наблюдал обточенные стекла при непрямом освещении и на большом расстоянии, чтобы лучше заметить действие отклонений, которое и наблюдал при помощи зрительной трубы. Но до высшего совершенства метод этот развит *Теплером*, у которого он принимает следующий вид.

Небольшой источник света a (см. рис. 1) освещает чечевицу L которая и отбрасывает от первого небольшое изображение b . Если теперь поместить глаз так, чтобы изображение это падало в зрачок его, то вся чечевица, если она вполне совершенна, кажется освещенной равномерно, потому что все места ее отражают лучи в глаз.

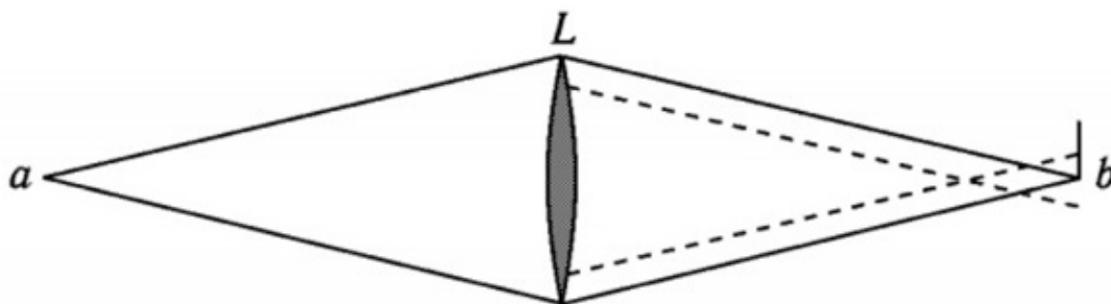


Рис. 1

Грубые недостатки в форме или равномерности стекла только тогда замечаются, когда отклонения настолько сильны, что свет некоторых мест проходит мимо зрачка. Но если более или менее заслонить изображение b краем небольшой ширмы, то в чечевице, менее ярко освещенной, те места, лучи которых вследствие более сильного отклонения падают в глаз еще рядом с заслонкой, кажутся светлее, а те места, лучи которых в противоположность падают на заслонку, кажутся темнее. Этот прием с заслонкой применял уже *Фуко* для исследования недостатков зеркал и он значительно увеличивает чувствительность исследователя. Еще больше повышает эту чувствительность зрительная труба, употребляемая *Темплером* позади заслонки. В методе *Темплера*, следовательно, объединяются преимущества методов *Гюйгенса* и *Фуко*.

Этот метод столь чувствителен, что с его помощью можно ясно заметить даже ничтожную неравномерность воздуха вблизи чечевицы. Приведу в пояснение один только пример.

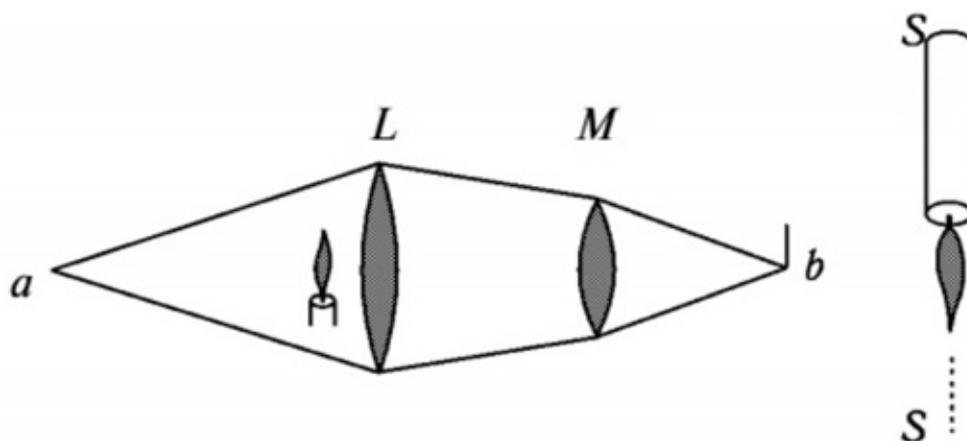


Рис. 2

Я помещаю свечу перед чечевицей L а вторую чечевицу M помещаю так, что на ширме S появляется изображение пламени свечи. Если в фокусе b , исходящего из a , света поместить заслонку, то на ширме видны изображения всех вызванных пламенем свечи изменений в плотности воздуха и его движений. Ясность всего явления зависит от места заслонки b . Если ее удалить, все делается ясным. Если удалить источник света a , мы видим только изображение пламени свечи на ширме S . Если a светится без пламени, ширма S равномерно освещена.

Долгое время *Теплер* тщетно пытался сделать при помощи этого прибора неравномерное состояние воздуха, вызванное звуками. Наконец, ему посчастливилось констатировать такие звуковые волны при исследовании электрической искры. Вызванный электрической искрой в воздухе и сопровождающие ее звук волны настолько коротки и сильны, что их можно видеть при помощи этого метода.

Так тщательным изучением следов какого-нибудь явления и весьма постепенными целесообразными небольшими изменениями условий и методов могут быть в конце концов достигнуты совершенно неожиданные результаты. Человеку, который знал бы, например, только явление, наблюдаемое при трении янтаря и электрическое освещение на улицах, но не знал бы всех промежуточных ступеней, ведущих от одного факта к другому, эти два факта казались бы столь же чуждыми друг другу, какими кажутся ящерица и птица обыкновенному наблюдателю, незнакомому с эмбриологическими, анатомическими и палеонтологическими промежуточными членами. Примеры эти ярко иллюстрируют все великое значение общей работы исследователей на протяжении столетий, когда каждый может исходить из работы своих предшественников и вести ее дальше. Они же разрушают в глазах стороннего наблюдателя впечатление чудесного и вместе с тем исцеляют работника на ниве науки от высокомерия. Прибавлю еще сюда то отрезвляющее замечание, что все умение и знание научных исследователей были бы тщетны, если бы сама природа не обнаруживала слабые, по крайней мере, нити, ведущие от процесса, остающегося еще скрытым, в область явлений, поддающихся наблюдению. Если мы все это примем в соображение, нас не будет удивлять недавнее, например, краткое сообщение *Boys* о том, как очень мощная звуковая волна, вызванная взрывом нескольких сот фунтов динамита, отбрасывает при свете солнца тень, поддающуюся непосредственному наблюдению. Если бы звуковые волны не оказывали абсолютно никакого влияния на свет, то этого быть не могло бы, но тогда и все наше искусство оказалось бы тщетным. Так и явления полета пуль, которые я хочу продемонстрировать перед вами, удалось наблюдать, правда, весьма несовершенным об-

разом, французскому баллисту *Journee*, наблюдавшему их просто в зрительную трубу. Так ведь и описанные выше явления со свечей лишь слабо поддаются непосредственному наблюдению, а при ярком солнечном свете дают теневое изображение на равномерного белого цвета стене.

Моментальное освещение при помощи электрической искры, метод *Темплера* и фотографирование – вот те вспомогательные средства, при помощи которых мы можем достичь своей цели.

Летом 1884 года я произвел первые свои опыты с пистолетом. На пути пули я помещал соответственный аппарат и кроме того устраивал дело так, чтобы пуля, находясь в поле действия этого аппарата, освобождала электрическую искру, которая и фиксировала бы это изображение в фотографическом аппарате. Изображение пули я получил сейчас без особых затруднений. Нетрудно мне было получить также при помощи сухих пластинок, тогда еще не вполне хороших, весьма тонкие изображения звуковых волн. Но сгущения воздуха, вызванного пулей, мне получить не удалось. Исследовав скорость движения пули, я нашел ее равной 240 метрам в секунду, т. е. значительно меньшей скорости звука (340 метров в секунду), оно движется скорее пули и ускользает от наблюдения.

Будучи вполне убежден в том, что предполагаемый мной процесс можно было бы наблюдать в случае скорости движения пули, превышающей 340 метров в секунду, я попросил профессора *Salcher 'a* в Фиуме произвести такой опыт с пулей большей скорости движения. Летом 1886 года *Salcher* вместе с профессором *Риглером* произвели такие опыты в подходящем месте, отведенном властями морской королевской академии, устроив их таким же образом, как я, и предполагавшийся результат не заставил себя долго ждать. Явление даже по форме соответствовало тому рисунку, который я набросал до опытов. При дальнейших опытах удалось наблюдать и новые еще, неожиданные стороны явления.

Было бы, конечно, слишком много требовать, чтобы первые же опыты дали весьма совершенные и во всех местах ясные изображения. Достаточно было и то, что успех был обеспечен и что я мог быть уверенным в том, что дальнейшая трата времени и сил не пропадут даром, за что я обязан благодарностью обоим этим профессорам.

Морская секция военного министерства представила тогда в распоряжение *Salcher 'a* пушку для нескольких выстрелов в городе Пола. Я же сам, по любезному приглашению фирмы Круппа, отправился в сопровождении моего сына, тогда еще студента-медика, в Меппен, где мы при помощи аппаратов, оказавшихся необходимыми для опытов в открытом поле, произвели несколько опытов и получили уже довольно хорошие и полные изображения. Были при этом сделаны некоторые незначительные

нововведения. Но приобретенный здесь опыт укрепил нашу уверенность в том, что действительно хорошие результаты могут быть получены только при условии самого тщательного исполнения опытов в специально для этой цели, хорошо оборудованной лаборатории. Не имеет здесь также значение дороговизна средств, ибо размеры пули, например, решающего значения не имеют. При одних и тех же скоростях полета пули результаты получаются одни и те же, велики ли пули или малы. Но при опытах в лаборатории, раз она уже устроена, можно по произволу изменять первоначальную скорость, изменяя заряд и вес пули. Такие опыты были произведены в моей парижской лаборатории отчасти мной самим в сотрудничестве с моим сыном, и отчасти им одним впоследствии. Последние были наиболее совершенны и только на них одних мы и остановимся здесь несколько подробнее.

Итак, представьте себе следующее устройство опыта, в темной комнате, конечно.

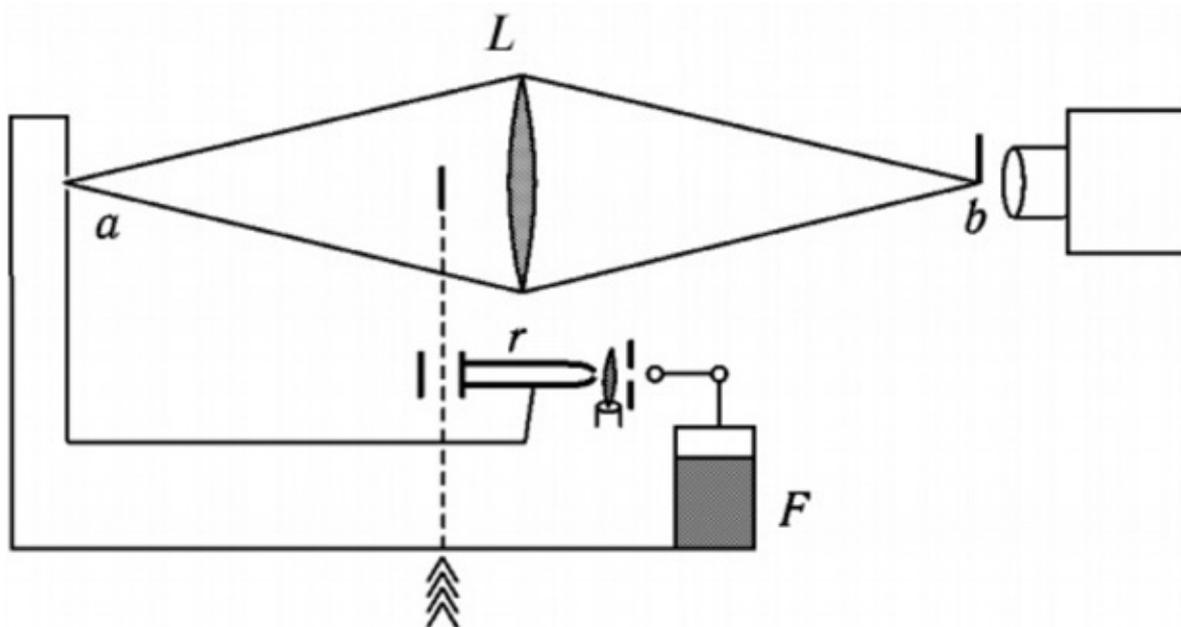


Рис. 3

Чтобы описание не вышло слишком сложным, я ограничусь самым существенным, а более мелкие подробности, более важные для техники опыта, чем для понимания, отпущу. Итак, пуля пролетает поле нашего аппарата. Когда она находится в середине нашего поля, освобождается электрическая искра, и фотографическая камера, находящаяся позади заслонки, фиксирует изображение. В последних и лучших опытах чечевица L была заменена сферическим, покрытым серебром, стеклянным зеркалом, благодаря чему комбинация аппаратов стала, естественно, несколько

сложнее, чем она изображена здесь. Освобождение электрической искры происходит первоначально. Две вертикальные проволоки, соединенные с обкладками лейденской банки, были помещены рядом в поле так, что пуля, хорошо направленная, пролетала между ними и, заполнив между ними пространство, замыкала цепь и разряжала банку. Но в цепи был еще один перерыв а в оси аппарата, дающий светящуюся искру, изображение которой падало на заслонку b (см. рис. 3). Эти проволоки в поле причиняли кое-какие затруднения и потому были впоследствии устранены. В новой постановке опыта пуля летит сквозь наклеенное бумагой деревянное кольцо. Здесь она вызывает сотрясение воздуха, которое в качестве звуковой волны распространяется со скоростью света, т. е. 340 метров в секунду, в трубке г. Достигнув другого конца трубки, воздух силой своего напора выбрасывает пламя свечи сквозь отверстие электрической ширмы и таким образом, сомкнув цепь, вызывает разряд банки. Длина трубки выбрана так, чтобы разряд этот произошел тогда, когда пуля будет находиться как раз в поле зрения, которое теперь уже остается свободным и чистым. Чтобы лучше обеспечить успех, дело устроивается так, что пламя разряжает большую банку F, а этот разряд вызывает лишь весьма кратковременный разряд небольшой банки, освещающий полет пули, но эту подробность мы здесь опустили. Продолжительность разряда больших банок – довольно заметная уже, а так как скорость полета пули весьма велика, то изображения получаются здесь неясные. Вследствие экономного употребления света в аппарате, а также и того обстоятельства, что на фотографическую пластинку при этом падает гораздо больше света, чем без аппарата, удастся с невероятно малыми искрами получать прекрасные, мощные и вместе с тем ясные снимки. Контуры изображений выступают в виде весьма тонких, ясных, очень близко соприкасающихся двойных линий. Из расстояния между ними и скорости полета пули можно вычислить продолжительность освещения или продолжительность искры; она найдена равной секунды. Отсюда ясно, между прочим, почему аналогичные опыты с механическими моментальными затворами не могли дать более или менее удовлетворительные результаты.

Рассмотрим теперь изображение полета пули сначала на схеме (см. рис. 4) и потом на фотографическом снимке (см. рис. 5), который я проецирую на экран по негативу оригинала. Для последнего изображения выстрел был сделан из австрийского ружья Маннлихера. Не скажи я вам, что здесь изображено, вы могли бы подумать, что это быстро несущаяся по воде лодка, сфотографированная с высоты птичьего полета.

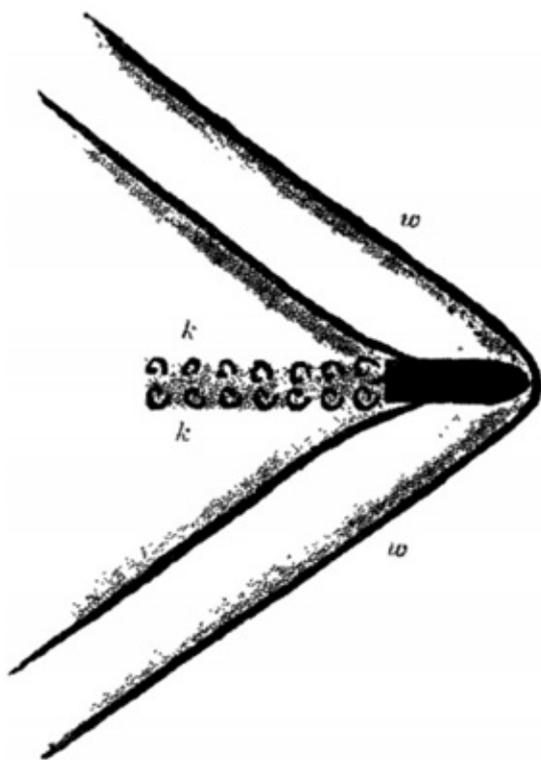


Рис.4

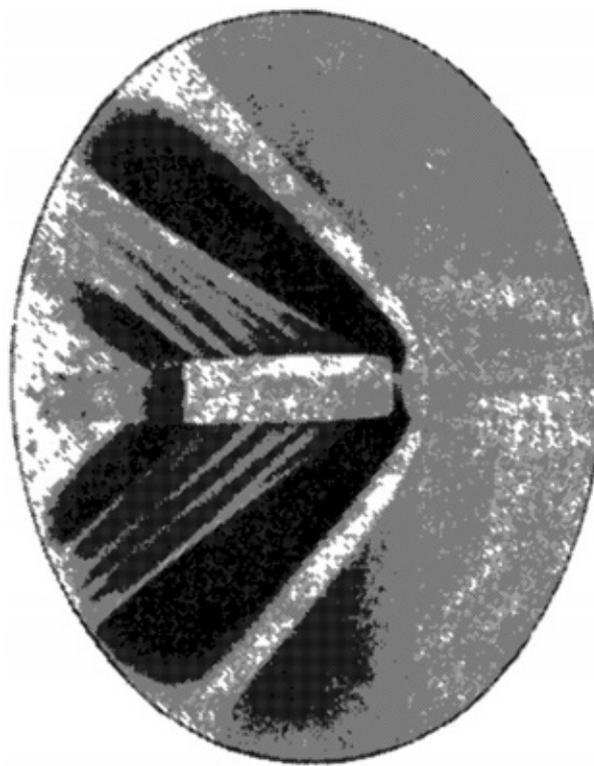


Рис. 5

Спереди вы видите волны у передней части лодки (w), а задняя часть kk весьма напоминает волнение воды, произведенное рулем. И действительно, светлая, напоминающая гиперболу дуга у верхушки пули есть волна сгущенного воздуха, вполне аналогичная волне у носа корабля, с той только разницей, что первая не есть волна поверхностная. Она образуется в воздушном пространстве и окружает пулю со всех сторон наподобие колокола. Волна становится видимой таким же образом, как в предыдущих опытах нагретая оболочка воздуха, окружающая пламя свечи. А цилиндр из нагретого трением воздуха, который выделила пуля в форме вихревых колец, действительно напоминает кильватер.

Медленно движущаяся лодка не вызывает никаких волн впереди себя: чтобы эти волны образовались, лодка должна двигаться со скоростью, превышающей скорость распространения водяных волн. Так и впереди пули нет волн сгущенного воздуха, если скорость ее полета не превышает скорость распространения звука. Но вот первая скорость достигает второй и начинает ее превышать, и головная волна заметно возрастает в мощности, становясь вместе с тем все более и более растянутой, т. е. угол, образуемый контурам волны с направлением полета пули, становится все меньше. Нечто подобное же наблюдается, когда скорость движения лодки возрастает. По полученному описанным образом моментальному изображению можно приблизительно оценить скорость полета пули.

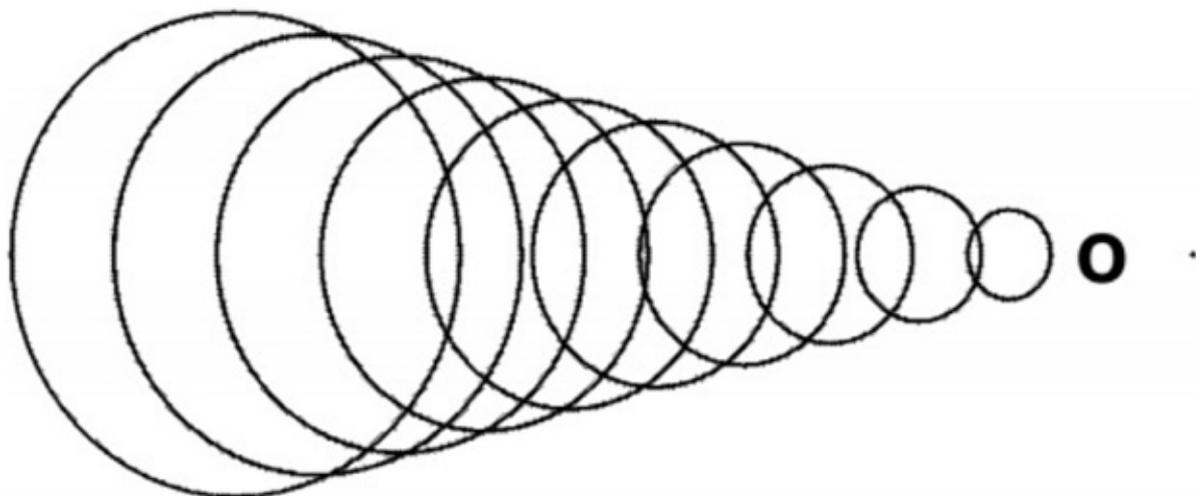


Рис. 6

В основе объяснения волны у носа корабля и головной волны лежит принцип, примененный *Гюйгенсом*. Представьте себе, что вы бросаете в воду камешки в правильном темпе так, что места, куда вы попадаете, лежат на одной прямой линии и что каждое последующее место лежит на определенном расстоянии вправо от предыдущего. В первых местах получаются самые широкие круги, а все вместе, там где они всего гуще, образуется некоторое сгущение, напоминающее волну у носа корабля. Сходство будет тем больше, чем меньше камни вы будете бросать и чем быстрее вы будете бросать их один за другим. Если вы опустите палочку в воду и будете ее вести по поверхности, то в бросании камушек не будут происходить, так сказать, перерывы и вы получите как раз такую волну, какая образуется у носа плывущего корабля. Если вы поверхностные волны воды замените волнами сгущенного воздуха, вы получите головную волну, образующуюся при полете пули (см. рис. 6).

Вы можете мне сказать: все это прекрасно, весьма интересно наблюдать пулю во время ее полета, но какое это имеет практическое значение?

На это отвечу вам: воевать при помощи пуль сфотографированных, конечно, невозможно! Таким же образом мне часто приходилось отвечать моим слушателям-медикам, когда они задавали мне вопрос о практическом значении какого-нибудь физического наблюдения: лечить, господа, этим невозможно! Подобным же образом мне пришлось раз ответить на вопрос, в каком объеме нужно проходить физику в школе для мельников, если ограничиваться самым для них необходимым. Мне пришлось тогда ответить: мельнику всегда окажется нужным столько физики, сколько он будет знать ее. Знанием, которым не обладаешь, пользоваться, конечно, невозможно.



Рис. 7

Всякий научный процесс, всякое разъяснение, всякое расширение или обогащение наших знаний фактов вообще создает лучшие условия и для практической деятельности. Но оставим это общее положение в стороне и зададимся частным вопросом: можем ли мы извлечь какую-нибудь пользу из более точного знания процессов, происходящих при полете пули?

Ни один физик, занимавшийся изучением звуковых волн и фотографированием этой волны, не усомнится в том, что сгущения воздуха впереди пули по природе своей сходны с звуковыми волнами. Мы поэтому и не задумались назвать эти сгущения головной волной. Но раз это вне сомнения, то не правильно представление *Melsens 'a*, по которому пуля увлекает за собой массы воздуха, которые она и вдавливают в поражаемое ей тело. Распространяющаяся звуковая волна не есть движущаяся вперед масса, поступательное движение определенного характера, как и водяная волна, или волна ржаного поля есть лишь поступательное движение определенной формы, но не движение вперед воды или ржи.

Кроме того, некоторые опыты с интерференцией света, на которых я здесь подробно останавливаться не могу, но результат которых схематически изображен на рисунке 7, доказали, что колоколообразная головная волна представляет собой очень тонкую оболочку и что сгущения ее не велики, едва ли превышают 0,2 одной атмосферы.

Таким образом о том, чтобы взрыв в теле, поражаемом пулей, происходил вследствие давления воздуха, не может быть и речи. Следовательно, явления в огнестрельных ранах, например, следует рассматривать как результат давления самой пули.

В какой мере невелика роль, которую играет здесь трение воздуха, то, что пуля, будто бы, при своем движении увлекает за собой массы воздуха, показывает следующий простой опыт. Фиксируют изображение пули в то время, когда она пересекает в своем полете какое-нибудь пламя, т. е. видимый газ. Пламя не разрывается и не деформируется, а пробуравливается пулей, как твердое тело. Внутри и вне пламени видны контуры головной волны. Разгорается или тухнет пламя только впоследствии, после того, как пуля давно пролетела под действием следующих за ней пороховых газов или находящегося перед ними воздуха.

Физик, рассматривающий головную волну и знающий, что она по природе своей сходна с звуковой волной, видит вместе с тем, что она относится к тому же типу волн, к которому относятся и короткие, сильные волны, вызванные искрой, что это – волна, сопровождаемая треском. Таким образом, когда часть головной волны достигает уха, последнее должно слышать треск. Похоже на то, будто пуля движется с треском. Кроме этого треска, движущегося со скоростью полета пули, большей обыкновенно, чем скорость распространения звука, должен быть еще слышен треск пороховых газов, распространяющийся с обыкновенной скоростью звука. Слышны, следовательно, два различных по времени взрыва. Этот факт долгое время оставался совсем неизвестным людям практики, а когда он стал известен, находил порой весьма рискованное объяснение. Это обстоятельство, как и тот факт, что в конце концов было признано правильным мое объяснение, служат, мне кажется, достаточным доказательством того, что подобного рода исследования не остаются совершенно бесполезными и в практическом отношении. Что явлениями треска и искры пользуются для оценки расстояния, на котором находятся батареи, из которых палят, общеизвестно. Очевидно также, что неясное теоретическое объяснение процессов может повредить и правильности практической оценки.

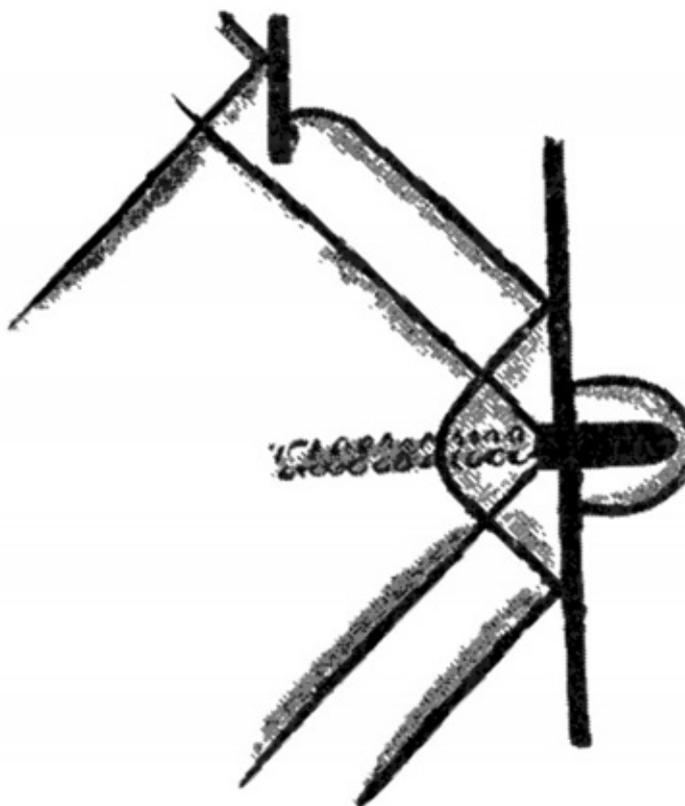


Рис. 8

Всякому, кто впервые это слышит, может показаться довольно странным, что один выстрел вызывает двойной треск и притом двух различных скоростей распространения. Но вспомним, что пули, скорость которых меньше скорости распространения звука, не вызывают никаких головных волн, ибо каждый сообщенный воздуху импульс распространяется со скоростью звука и, следовательно, летит впереди пули. Это соображение, если последовательно развить его, объясняет нам и упомянутое, странное с первого взгляда, явление. Если пуля движется скорее, чем распространяется звук, то воздух не может поспевать за ней. Он сгущается и нагревается, вследствие чего возрастает, как известно, скорость звука, пока скорость распространения звуковой волны не достигнет скорости полета пули, и причина дальнейшего возрастания скорости распространения звуковой волны исчезает. Если бы такая волна была предоставлена самой себе, она удлинилась бы и превратилась в обыкновенную звуковую волну с меньшей скоростью распространения. Но пуля находится позади нее, поддерживая ее сгущенность и скорость. Если даже пуля пробивает картон или доску, так что головная волна задерживается, то на пробивающемся острие пули сейчас же образуется новая, молодая, можно сказать, головная волна (см. рис. 8). На картоне можно наблюдать отражение и отклонение, а на пламени – преломление головной волны, так что относительно природы ее не может быть ни малейшего сомнения.

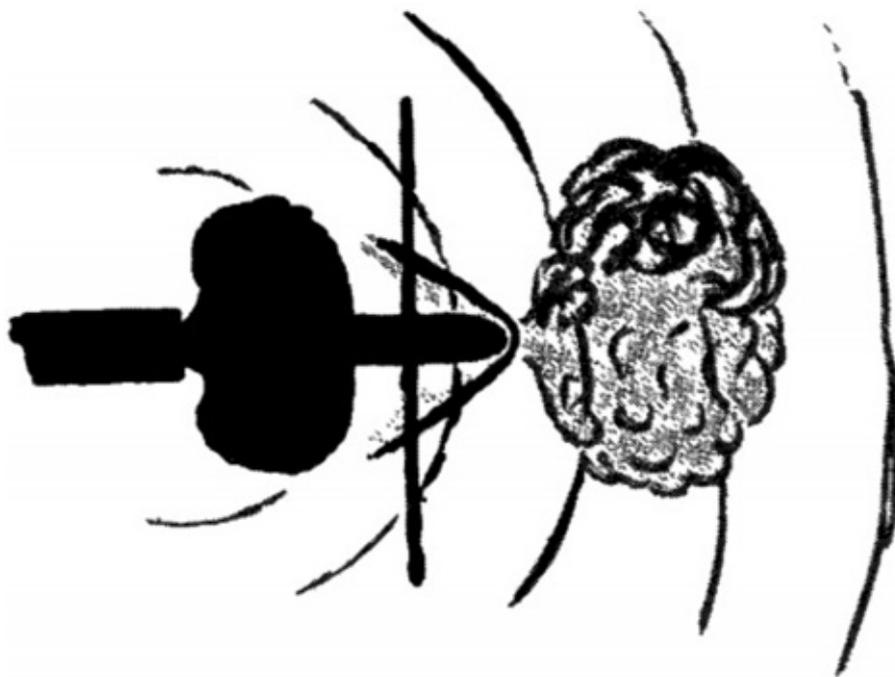


Рис. 9

Я позволю еще самое существенное из всего сказанного выше иллюстрировать одним схематическим рисунком, набросанным по более старым, менее совершенным фотографиям. На рисунке 9 вы видите пулю, которая только что оставила дуло ружья и, прикоснувшись к проволоке, разрядила банку и вызвала светящуюся искру. Вы видите у заостренного начала ее начатки мощной головной волны, но впереди ее – прозрачный грибообразный клубок. Это – воздух, вытесненный пулей из дула ружья. Исходят также из этого дула дугообразные звуковые волны, сопровождающиеся треском, но они скоро обгоняются пулей. Позади пули движется непрозрачный гриб пороховых газов.

Вряд ли можно указывать на то, что, руководствуясь этим методом, можно изучить и другие вопросы, относящиеся к баллистике, как, например, движение лафета во время стрельбы и т.д.

Один выдающийся французский артиллерист, *Gossot*, воспользовался изложенными здесь представлениями насчет головной волны для другой цели. Скорость полета пуль определяется обыкновенно следующим образом: устанавливаются на различных пунктах проволочные сетки; пуля, пролетая, разрывает их и тем самым вызывает электромагнитные сигналы на падающих рельсах или вращающихся барабанах. *Gossot* устроил так, что эти сигналы вызывались непосредственно ударом головной волны; этим он сделал излишней сетку и, кроме того, получил возможность измерить скорость полета пуль, пролетающих на большой высоте, т. е. в случаях, в которых проволочные сетки совершенно непригодны.

Законы сопротивления жидкостей и воздуха представляют собой вопросы весьма сложные. Можно, конечно, различными философскими построениями весьма просто решить проблему, что делалось весьма часто. Одно и то же тело, двигаясь с удвоенной, утроенной и т.д. скоростью, вытесняет в то же время вдвое, втрое и т.д. больше воздуха или жидкости и, кроме того, сообщает ей вдвое, втрое и т.д. большую скорость. Но для этого необходима в четыре, в девять и т.д. раз большая сила. Сопротивление, следовательно, возрастает пропорционально квадрату скорости.

Все как будто очень хорошо, просто и очевидно. Вся беда в том, что практика и знать не хочет об этой простой теории; по ней оказывается, что если увеличивать скорость, то закон сопротивления изменяется. Изменениям скорости в одних пределах соответствует один закон изменения сопротивления, изменяем скорости в других пределах – другой и т.д.

Внесли в этот вопрос некоторый свет исследования гениального английского корабельного инженера *Froude 'a*. Он показал, что сопротивление зависит от комбинации процессов весьма разнородных. Движущийся по воде корабль трется об воду, вызывает в ней водоворот и, кроме того, еще волны, которые и расходятся вдаль от него. Каждый из этих процессов зависит от скорости, но зависимость каждого из них другая, а потому и нет ничего удивительного, если закон сопротивления не столь прост.

Изложенные здесь наблюдения наводят на вполне аналогичные же рассуждения относительно пули. И здесь мы имеем трение, образование вихрей и волн. Нет, поэтому, ничего удивительного, если закон сопротивления воздуха не прост. Нас поэтому не должно поражать, когда практика показывает, что закон сопротивления существенно изменяется, как только скорость полета пули превышает скорость распространения звука: ведь именно здесь только вообще начинает действовать один из элементов сопротивления, именно, образование волн.

Никто не усомнится в том, что пуля с острым концом с меньшим сопротивлением прошивает воздух. Что у таких пуль головная волна слабее, доказывают и фотографические снимки. Не невозможно поэтому, чтобы были придуманы такие формы пуль, которые обуславливали бы более слабое образование вихрей и т.д. и чтобы относящиеся сюда процессы были изучены с помощью фотографии. Судя, однако, по тем немногим опытам, которые я произвел в этом направлении, я не думаю, чтобы при больших скоростях можно было многого еще достичь изменением формы пули, но, впрочем, подробно я этим вопросом не занимался.

Подобного рода исследования, по меньшей мере, не повредят артиллерийской практике. Это столь же несомненно, как несомненно то, что предпринятые в большом масштабе эксперименты артиллеристов наверное принесут пользу физике.

Кто имел случай познакомиться с современными огнестрельными орудиями и пулями в наиболее совершенных их формах, узнать силу и точность их действия, тот должен сознаться, что эти вещи воплощают в себе огромный технический, как и высокий научный прогресс. Впечатление это столь сильно, что порой совершенно забываешь, для каких страшных целей эти вещи предназначаются.

Позвольте мне прежде, чем расстаться, сказать еще несколько слов насчет этого контраста. Величайший воин нашего времени утверждал, что величайший мир есть сон и даже не прекрасный сон. Мы можем положиться в этих вопросах на этого великого знатока людей и прекрасно можем понять страх солдат перед тем, как бы не опуститься в случае слишком продолжительного мира. Но для того, чтобы не надеяться на существование перемены в интернациональных отношениях, необходима очень уж сильная вера в неодолимость средневекового варварства. Вспомним наших предков, вспомним эпоху кулачного права, когда в пределах одной и той же страны, одного и того же государства, люди с такой жестокостью нападали друг на друга и оборонялись. Это положение дел стало столь угнетающим, что в конце концов самые разнообразные обстоятельства привели к тому, что ему положен был конец. И больше даже всего в этом направлении было сделано пушкой. Этим кулачное право не было еще, правда, устранено из мира; оно воплотилось только в кулаки другого рода. Да и не следует также предаваться иллюзиям, которыми увлекался Руссо. В известном смысле вопросы права навсегда останутся также и вопросами силы. Весьма важно здесь только то, в чьих руках эта сила. Ведь вот даже в Соединенных Штатах, где основным принципом государства является право для всех, избирательная записка есть, согласно превосходному замечанию *И. Сталло*, лишь суррогат палки. Вы прекрасно знаете, что и некоторые из наших сограждан очень даже любят еще старину. Но с прогрессом культуры, сношения между людьми все же, хотя очень и очень медленно, принимают более мягкие формы, и всякий, кто знает «доброе старое время», вряд ли на самом деле пожелает, чтобы оно вернулось, хотя поэзия и рисует нам его столь прекрасным.

Но в отношениях между народами старое, грубое кулачное право еще сохранилось. Но это положение дел наносит слишком уже большой вред интеллектуальным, материальным и моральным силам народов; давя с одинаковой силой в мире, как во время ВОЙНЫ, на победителей, как на побежденных, оно становится все более и более несносным. К счастью, и мышление и обсуждение дел перестали быть исключительным достоянием тех, которые скромно причисляют себя к «верхним десяти тысяч». Как и везде, зло и здесь само пробудит интеллектуальные и этические силы, которые сумеют уменьшить его. Пусть расовая и национальная ненависть становятся все шире и вместе с тем теснее. Рядом с вопросами, которые служат разделению народов, все яснее и с большей силой выступают великие общие цели, которые в будущем будут поглощать все силы людей.

Для чего человеку два глаза

Для чего человеку два глаза?

Для того, чтобы не была нарушена прекрасная симметрия лица, – ответил бы, может быть, художник. Для того, чтобы второй глаз мог служить заменой, если будет потерян первый, – скажет экономист. Для того, чтобы мы двумя глазами могли плакать над грехами мира, – скажет ханжа. Не странно ли это? Но если бы вы обратились с этим вопросом к какому-нибудь естествоиспытателю, вы могли бы счесть за счастье, если бы вы отделались одним страхом. Извините меня, сударыня, сказал бы он строго, человек вовсе не обладает своими глазами для какой-нибудь цели; природа не человек и потому не так ординарна, чтобы заниматься преследованием каких-то целей. Но это еще ничего! Я знавал одного профессора, который с ужасом затыкал рот своим ученикам, когда они пытались ставить такой ненаучный вопрос.

Спросите еще только человека терпимого, спросите меня. Собственно говоря, я не знаю в точности, для чего у человека два глаза, но отчасти, мне кажется, и для того, чтобы я мог видеть вас здесь и беседовать с вами на эту прекрасную тему.

Вот вы снова улыбаетесь недоверчиво. Но ведь это один из тех вопросов, на который не дадут ответ и сто мудрецов, собранных вместе. Выслушав до сих пор пятерых из них, вы предпочли бы слушать остальных. Первому вы могли бы возразить, что мы были бы менее красивы, если бы выступали, как циклопы; второму вы ответили бы, что если следовать его принципу, то было бы еще лучше иметь четыре или восемь глаз и, следовательно, в этом отношении мы стоим далеко позади пауков; третьему вы ответили бы, что вы не имеете охоты плакать; четвертому вы могли бы сказать, что одно запрещение ставить вопрос скорее возбуждает, чем удовлетворяет ваше любопытство, а чтобы от меня отделаться вы можете сказать, что мое удовольствие не так важно, чтобы этим можно было оправдать существование двух глаз у всех людей со времен грехопадения. Но раз вы недовольны моим кратким и ясным ответом, то отвечайте сами за последствия. Вы выслушаете ответ более длинный и более основательный, насколько я могу его дать.

Но естественно-научная церковь, как мы видели, запрещает вопрос «для чего». Чтобы оставаться вполне правоверными, мы поставим, поэтому, вопрос так: человек имеет два глаза; что же может увидеть он двумя глазами, чего не увидел бы одним.

Позвольте предложить вам небольшую прогулку! Мы находимся в лесу. Что это такое, что так выгодно отличает действительный лес от на-

рисованного, как бы ни великолепен был бы рисунок? Что делает его в такой мере привлекательным? Живость ли красок, распределение света и тени? Не это, я думаю. Мне кажется, что, напротив, именно в этом живопись могла бы очень многое сделать.

Искусная рука художника может двумя тремя штрихами кисти набросать фигуру весьма пластичную. Еще большего можно достичь при помощи других средств. Фотографические рельефные изображения бывают настолько пластичны, что так и кажется, будто можно ощупать все возвышения и углубления. Но одного художник не сможет произвести с той живостью, какая наблюдается в природе: разницу между близким и далеким. В действительном лесу вы ясно видите, что одни деревья так близки к вам, что вы можете осязать их, тогда как другие так далеки, что вы добраться до них не можете.

Картина художника неподвижна. Картина же действительного леса изменяется при малейшем нашем движении. Вот одна ветка спряталась за другой, а вот показался ствол, который до сих пор был прикрыт другим.

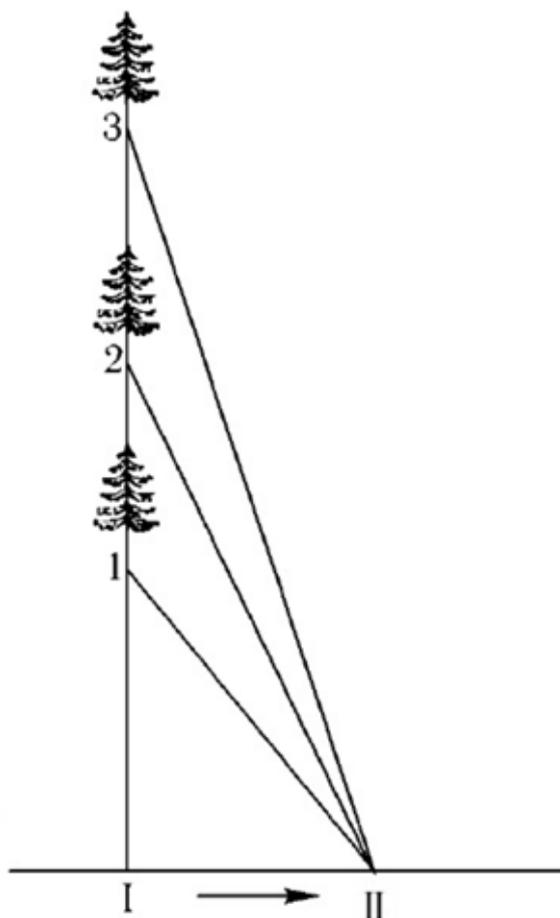


Рис. 1

Рассмотрим это явление подробнее. Ради удобства дам останемся на аллее I, II (рис. 1). Справа и слева лес. Когда мы стоим в одном месте, например, в I, то мы видим, допустим, в одном направлении три дерева (1, 2, 3), из которых каждое, более отдаленное от нас, несколько закрыто более близким. По мере того, как мы продвигаемся вперед, дело меняется. Находясь в II, мы для того, чтобы видеть третье дерево (3), не должны настолько оборачиваться, сколько для того, чтобы увидеть второе дерево (2), а для того, чтобы увидеть это последнее, мы меньше должны оборачиваться, чем для того, чтобы увидеть первое дерево (1). Таким образом, *когда вы продвигаетесь вперед, то более близкие к вам предметы как будто более отстают, чем отдаленные, и тем больше, чем они ближе к вам.*

Что же касается очень отдаленных от вас предметов, на которые, продвигаясь вперед, вам долго приходится осматриваться почти в одном и том же направлении, то они как будто двигаются вместе с вами. Так, сидя в железнодорожном вагоне, быстро несущемся по огромному полю, вам кажется, что луна двигается вслед за поездом.

Когда мы видим, что из-за холма выглядывают верхушки двух деревьев и нам неясно, какое из них ближе к нам и какое дальше, нам нетрудно это выяснить. Мы отходим несколько шагов в сторону, хотя бы вправо, и какая верхушка подвинется более влево, та и будет ближе к нам. Более того, геометр мог бы даже по величине этого отступления, вычислить расстояние, ни разу не приблизившись к самим деревьям. Не что иное, как именно это наше наблюдение, научно разработанное, дает возможность измерять расстояние между звездами.

Итак, *на основании перемен, происходящих в открывающейся перед нами картине, когда мы передвигаемся вперед, можно измерять расстояние между предметами в нашем поле зрения.*

Строго говоря, вовсе нет необходимости передвигаться для этого вперед. Ибо каждый наблюдатель состоит собственно из двух наблюдателей. Человек имеет два глаза. Правый глаз находится правее левого. Вследствие этого изображение, получающееся от одного и того же леса в правом и левом глазу, не одинаковы, а различны. Правый глаз видит ближайшие деревья смещенными несколько влево и притом тем больше, чем они ближе. Вот этого различия достаточно, чтобы определить расстояние.

И действительно, вы легко можете убедиться в следующих фактах:

1. Когда вы смотрите одним глазом (закрыв другой), ваша оценка расстояний весьма ненадежна. Вам с трудом, например, удастся просунуть палку сквозь подставленное кольцо, а большей частью вы попадете мимо кольца.

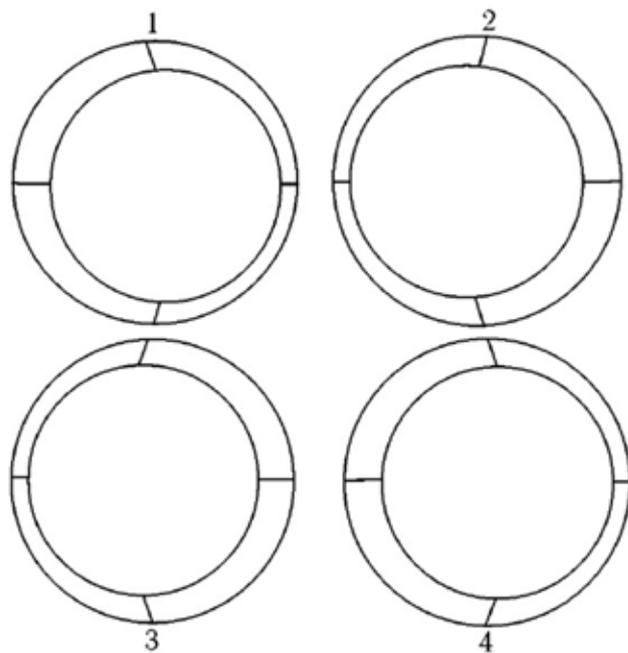


Рис. 2

2. Правым глазом вы тот же предмет видите иначе, чем левым.

Возьмите абажур от лампы и поместите его прямо перед собой на столе, широкой стороной вниз, и рассматривайте его сверху (см. рис. 2). Вы видите правым глазом изображение 2, а левым изображение 1. Если же вы поместите абажур широким отверстием вверх, то вы правым глазом увидите изображение 4, а левым глазом изображение 3. Подобными наблюдениями занимался уже *Евклид*.

3. Наконец, вы знаете, что если смотреть *обоими* глазами, то расстояние узнать нетрудно. Очевидно, следовательно, что для этого нужна совместная работа обоих глаз. В приведенном выше примере отверстия в изображениях обоих глаз кажутся нам смещенными друг относительно друга, и этого смещения достаточно, чтобы мы считали одно отверстие более близким, чем другое.

Я не сомневаюсь, сударыни, что вам приходилось уже слышать немало очень тонких комплиментов своим глазам. Одного только вам наверное никто не сказал – да и не знаю, покажется ли это вам лестным – что в ваших глазах, все равно черных ли, или голубых, сидят маленькие геометры!

Вы ничего об этом не знаете? Собственно говоря, и я об этом ничего не знаю. Но как же это может быть иначе? Хорошо ли вы знакомы с геометрией? Вы сознаетесь, что очень плохо. Но как же вы с помощью ваших глаз определяете расстояния? Ведь это же геометрическая задача! А вы

умеете ее решать, ибо способны же вы оценивать расстояние. Если же вы не решаете этой задачи сами, то это, очевидно, тайно делают маленькие геометры, сидящие в ваших глазах, и потом шепотом сообщают вам решение. Не правда ли, ловкие малые!

Но что меня при этом удивляет, так это только то, что вы ничего об этом не знаете. Но, может быть, и они ничего не знают о вас? Может быть, это столь аккуратные чиновники, которые ничем более не интересуются, кроме своего бюро. Но в таком случае нам нетрудно надуть этих господ.

Покажем правому глазу изображение, имеющее вполне такой вид, каким абажур от лампы представляется правому глазу, а левому глазу покажем изображение, имеющее такой вид, каким тот же абажур представляется левому глазу. Нам кажется тогда, что мы видим перед собой абажур во всей его физической телесности.

Вам знаком этот опыт! Кто привык косить глаза, может воспроизвести его здесь же на фигуре, рассматривая правым глазом правое изображение, а левым – левое. Именно таким образом этот опыт был впервые произведен *Эллиотом* в 1834г. Усовершенствованием его является стереоскоп, изобретенный Уитстоном в 1838г. и преобразованный Брюстером в очень полезный и всем нам известный аппарат.

С помощью фотографии мы можем, сделав два снимка одной и той же местности с двух разных пунктов (соответственно левому и правому глазу), воспроизвести в стереоскопе ясное пространственное изображение далеких местностей и зданий.

Но стереоскоп делает еще больше. Он позволяет видеть вещи, которые в действительности никогда не могут быть с такой ясностью. Вам известно, что если, сидя у фотографа, вы не будете соблюдать надлежащего спокойствия, то ваш портрет будет напоминать индусское божество с несколькими головами и руками, которые в тех местах, где они кажутся наложенными друг на друга, иногда бывают видны с одинаковой отчетливостью, так что в результате можно видеть одно изображение сквозь другое. Если кто-нибудь до окончания сеанса быстро отойдет в другое место, то на снимке за ним будут видны стоящие за ним предметы. Человек становится прозрачным. На этом основана фотография духов.

Из этого наблюдения можно сделать весьма полезное применение. Если стереоскопически сфотографировать какую-нибудь машину, например, и во время этой операции удалять одну ее часть за другой (причем во время операции должны быть сделаны, конечно, перерывы), то можно получить фотографию прозрачной машины, в которой ясно были бы видны скрытые обыкновенно части ее, входящие одна в другую.

Вы видите, что фотография делает гигантские успехи, и нам грозит большая опасность, что явится какой-нибудь коварный фотограф, который сможет снимать своих ничего не подозревающих клиентов прозрачными, со всем тем, что они скрывают в своем сердце, со всеми тайными их помыслами. Какое спокойствие настанет тогда в государстве! Какая богатая добыча для нашей достославной полиции!

Итак, *совместным действием обоих глаз мы познаем расстояния, а потому и формы тела*. Позвольте мне потолковать о других еще относящихся сюда опытах, которые помогут нам понять некоторые явления из истории культуры.

Вы уже часто слышали и сами замечали, что более отдаленные предметы представляются в перспективе уменьшенными. В самом деле, вы легко убедитесь, что всю фигуру человека, находящегося в нескольких шагах от вас, можно закрыть одним пальцем, если держать его на небольшом расстоянии перед глазом. Однако же вы обыкновенно не замечаете этого уменьшения. Вам кажется, напротив, что человека, стоящего среди залы, вы видите таким же, каким и вблизи, непосредственно перед собой. Это потому, что глаз узнает расстояние и сообразно с этим придает далеким предметам больший размер. Глаз знает, так сказать, о перспективном уменьшении и не позволяет ему обманывать себя, даже если его обладатель ничего не знает об уменьшении. Кто пробовал рисовать с натуры, тому знакомы затруднения, которые создает эта способность глаза для восприятия перспективы. Только когда оценка расстояний становится ненадежной, когда расстояние слишком велико и исчезает масштаб для него или же когда оно слишком быстро изменяется, перспектива становится ясной.

Когда вы быстро мчитесь в поезде железной дороги и внезапно замечаете на каком-то холме несколько человек, то они часто кажутся вам маленькими куколками, потому что у вас нет масштаба для расстояния. Камни при входе в туннель заметным образом увеличиваются, когда въезжаешь в него, и быстро уменьшаются, когда удаляешься от него.

Оба глаза действуют обыкновенно вместе. Так как известные виды очень часто повторяются и приводят к совершенно сходным оценкам расстояния, то глаза и приобретают определенную сноровку в их истолковании. Сноровка эта в конце концов становится столь значительна, что и один глаз уже берет на себя это истолкование.

Позвольте мне пояснить это на примере. Что может быть привычнее для вас, чем картина, открывающаяся перед вами вдоль знакомой улицы. Кто не смотрел обоим глазами, полный ожидания, вдоль нее, стараясь из-

мерить ее глубину? Но вот вы приходите на художественную выставку и находите картину, изображающую такую улицу. Художник не пожалел линейки для того, чтобы сделать правильную перспективу. Геометр в вашем левом глазу думает: о, это я уже высчитывал сотни раз, здесь я знаю отношения между разностями наизусть. Это улица, – говорит он, – там, где дома становятся ниже, ее более отдаленный конец. Геометр правого глаза слишком ленив, чтобы наводить справки у своего, быть может, несколько ворчливого коллеги, и потому говорит то же самое. Но вдруг в этих исправных служаках снова пробуждается чувство долга, они производят вычисление и находят, что все точки картины находятся от них на равном расстоянии, т. е. что они нарисованы на одном полотне.

Чему вы теперь будете верить? Тому, что глаза говорили в первый раз, или тому, что они сказали во второй раз? Если вы поверите первому их заключению, то ясно увидите улицу; если же второму, – то вы не увидите ничего, кроме полотна, на котором нарисованы какие-то неправильные изображения.

Вам кажется пустяком рассмотреть картину и уловить его перспективу. И однако же прошли тысячелетия, прежде чем человечество научилось этому пустяку, да и многие из вас дошли до этого лишь под влиянием воспитания.

Я хорошо помню, что в возрасте около трех лет все рисунки, в которых соблюдается перспектива, казались мне искаженными изображениями предметов. Я не мог понять, почему живописец изобразил стол на одной стороне таким узким, а на другой – таким широким. Действительный стол кажется мне на дальнем конце столь же широким, как и на ближнем, так как мой глаз производит свои вычисления без моего содействия. Что на изображение стола на плоскости нельзя смотреть, как на покрытую красками плоскость, что оно означает стол и должно быть представлено продолжающимся вглубь, – это был пустяк, которого я не понимал.

Есть наивные люди, которые убийство на сцене принимают за настоящее убийство и всякое мнимое действие считают реальным действием; они готовы возмущаться и спешить на помощь, когда видят в пьесе людей притесняемых. Некоторые же, напротив, не могут забыть, что деревья на сцене – только декорации, что Ричард III – это актер М., которого они уже не раз встречали в обществе. Обе ошибки одинаково велики.

Для того чтобы иметь правильный взгляд на драму и на картину, нужно знать, что та и другая – не действительность, но означают и кое-что действительное. Для этого требуется, чтобы внутренняя духовная жизнь преобладала до известной степени над жизнью чувств, чтобы первая не

уничтожалась непосредственным впечатлением. Для этого требуется известная свобода в определении своей точки зрения, известный юмор, сказал бы я, которого совсем нет у ребенка и у народов молодых.

Рассмотрим несколько исторических фактов. Мои исследования не будут очень уж основательными, я не начну с каменного века, хотя и от этой эпохи у нас сохранились рисунки, весьма оригинальные в перспективе.

Обратимся лучше к гробницам и развалинам храмов древних египтян. Бесчисленные рельефы их и великолепные краски сохранились на протяжении тысячелетий. Перед нашими глазами вырисовывается здесь красивая и разнообразная жизнь. Мы находим египтян во всех положениях и условиях жизни. Что сразу же бросается в глаз – это изящество художественной техники. Контуры в высшей степени нежны и тонки. Но рядом с ними мы находим несколько грубо-ярких красок, без всякой смеси и перехода. Тени отсутствует совершенно. Плоскости закрашены равномерно.

Ужасающую для современного глаза картину являет перспектива. Все фигуры одинаково велики за исключением царя, который изображен в несоразмерно увеличенном виде. Близкое и далекое – равной величины. Уменьшения, требуемого перспективой, нет нигде. Пруд с водяными птицами изображается в вертикальной плоскости так, как будто поверхность воды и в действительности вертикальна.

Человеческие фигуры переданы так, как их никогда нельзя видеть. Ноги видны сбоку, лицо в профиль, грудь же во всю ширину плоскости рисунка. Голову быка рисовали в профиль, между тем как рога опять же в плоскости рисунка. Принцип, которому следовали египтяне, быть может, лучше всего был бы передан, если бы мы сказали, что фигуры накладывались на плоскость рисунка, как засушенные цветы в гербарий.

Дело объясняется просто. Так как египтяне привыкли рассматривать вещи без предвзятости обоими глазами, то им не могло быть привычно перенесение в пространство перспективного рисунка. Они видели руки, ноги у действительных людей в натуральную величину. Фигуры, наложенные на плоскость, были в их глазах более похожи на оригиналы, чем рисунки с перспективой.

Это становится еще понятнее, если принять во внимание, что живопись возникла из рельефа. Небольшие несходства между придавленными рисунками и оригиналами не могли все же не привести мало-по-малу к перспективному рисунку. Физиологически же египетская живопись имеет столько же оснований, как и рисунки наших детей.

Небольшой шаг вперед, по сравнению с египтянами, мы находим у ассирийцев. Рельефы, найденные при раскопках холмов Нимрода у Мос-

сула, в общем сходны с египетскими. Знакомством с ними мы обязаны преимущественно *Layard*'у.

В новую фазу своего развития живопись вступает у китайцев. Здесь мы находим уже ясно выраженное чувство перспективы и правильных теней, хотя встречаются еще и ошибки. И в этой области китайцы сделали, по-видимому, только начало, но не пошли далеко вперед. Этому соответствует и язык их, который, как язык детей, не развился еще до той стадии, на которой появляется грамматика или скорее, согласно современному воззрению, не пал еще до такой степени, чтобы иметь грамматику. Этому соответствует и состояние их музыки, которая удовлетворяется пятизвучной гаммой.

Стенная живопись Геркуланума и Помпеи обнаруживает наряду с изяществом рисунка ясно выраженное чувство перспективы и правильного освещения, но она очень неосторожна в конструкции. И здесь уменьшения еще избегаются, и члены иногда ставятся в неестественное положение, в котором они являются во всей своей величине. Уменьшения чаще заметны на одетых, чем на неодетых фигурах.

К пониманию этих явлений я пришел впервые благодаря нескольким простым экспериментам, которые показывают, как различно, в зависимости от произвольной точки зрения, может смотреть человек на один и тот же предмет, если только он приобрел некоторую власть над своими чувствами.

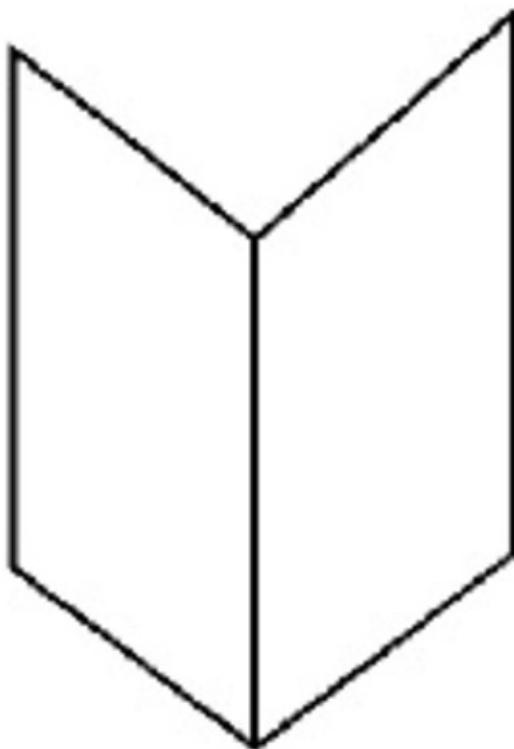


Рис. 3

Рассмотрим прилагаемый здесь рисунок (см. рис. 3). Он может представлять собой согнутый лист бумаги, обращенный к вам своей внутренней (вогнутой) или внешней (выпуклой) стороной. Этот рисунок вам может представляться и тем, и другим, и в обоих случаях он будет казаться неодинаковым.

Если вы, действительно, поставите перед собой на стол лист бумаги так, чтобы он обращен был к вам острым ребром, то, смотря на него одним глазом, вы можете видеть его то выпуклым, то вогнутым. При этом обнаруживается замечательное явление. Когда вы видите лист в том положении, в котором он действительно находится, ни освещение, ни форма его не представляют собой ничего особенного. Когда же он представляется перегнутом в другую сторону, вы замечаете неправильную перспективу, свет и тени кажутся несравненно ярче и темнее, как будто на бумаге густо наложены краски. Свет и тени оказываются ничем не обусловлены в своем распределении: они уже не соответствуют форме тела и скорее бросаются в глаза.

В повседневной жизни мы пользуемся перспективой и освещением видимых предметов, чтобы узнать их форму и положение. Вследствие этого мы не замечаем света, теней и искажения фигур. Рассматривая плоское изображение в камере Обскура, вы поразитесь силе света и густоте тени, которые вы на действительных предметах едва замечаете.

В самой ранней моей юности все тени и светлые места на картинах казались мне ненужными пятнами. Когда я начал учиться рисовать, я считал наведение теней простым обычаем. Я срисовал однажды пастора, друга нашего дома, и заштриховал половину лица совсем черной. Сделал я это не потому, что я чувствовал в этом потребность, а потому, что видел это на других портретах. За это я подвергся жесточайшей критике со стороны своей матери, и моей глубоко оскорбленной гордости художника я обязан тем, что эти факты так сохранились в моей памяти.

Из всего этого вы видите, что не только в жизни отдельного человека, но и в жизни человечества, в истории культуры немало вещей объясняется тем фактом, что у человека два глаза.

Измените глаз человека и вы измените его мировоззрение. Поставить ближайших наших родственников – египтян, китайцев и жителей свайных построек, мы не оставим без внимания и более отдаленных наших родственников, обезьян и других животных. Сколь иной должна казаться природа животным, глаза которых устроены совсем иначе, чем у людей, насекомым, например. Но покуда науке приходится отказаться от мысли дать об этом какое-нибудь представление, так как мы слишком мало еще знакомы с тем, как функционируют эти органы. Загадка для нас уже то, какой представляется природа животным, близким человеку, как, например, птицам, которые ни одной почти вещи не видят одновременно обоим глазами, а для каждого имеют особое поле зрения, так как глаза помещены по обеим сторонам головы.

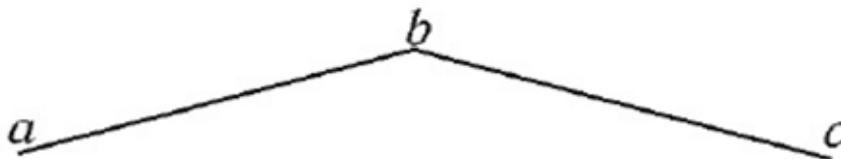


Рис. 4

Душа человеческая замкнута в своем доме, в голове. Она смотрит на природу сквозь два окошечка – глаза. Хотелось бы ей так же знать, какой представляется природа через другие окна. Это кажется недостижимым. Но любовь к природе изобретательна. В этом отношении кое-что уже достигнуто. Поставив перед собой зеркало, состоящее из двух плоских зеркал, образующих большой тупой угол, я вижу свое лицо дважды. В правом зеркале я вижу отражение правой стороны моего лица, а в левом – левой. Так, если передо мной стоит человек, то я правым глазом вижу лицо его больше справа, а левым больше слева. Но для того, чтобы я видел это лицо в двух столь различных видах, как в нашем зеркале, мои глаза должны были бы быть удалены друг от друга гораздо больше, чем это есть в действительности. Когда же я правый глаз скашиваю на правое зеркало, а левый – на изображение в левом зеркале, то я похож: на великана с огромной головой и далеко отстоящими друг от друга глазами. Этому соответствует впечатление, которое производит на меня мое лицо. Я вижу его тогда единым и телесным. При более продолжительном наблюдении рельеф от секунды к секунде вырастает, брови нависают над глазами, нос вырастает как будто в длину сапога, усы отходят от губ наподобие фонтана, а зубы отстоят очень далеко от губ. Но самым страшным представляется нос. Я собираюсь взять привилегию на этот простой аппарат и рекомендовать его испанскому правительству для употребления в канцеляриях.

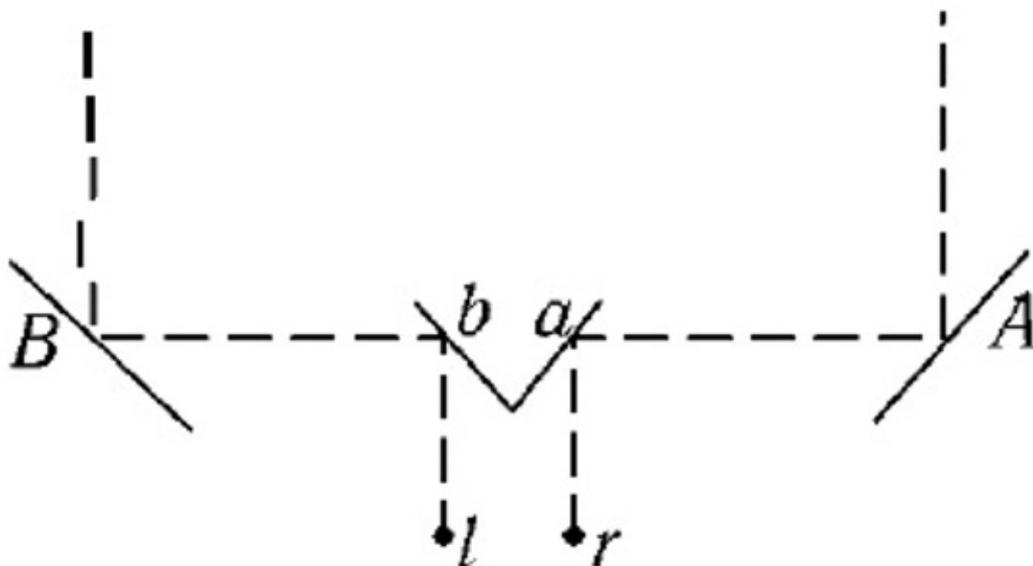


Рис. 4

Интересен в этом направлении аппарат, предложенный Гельмгольцем, телестереоскоп. Рассматривают какую-нибудь местность, смотря через посредство зеркала а в зеркало А и левым глазом через посредство зеркала b в зеркало В. Зеркала А и В отстоят далеко друг от друга. И здесь мы видим далеко отстоящими друг от друга глазами великана. Все представляется в уменьшенном виде и ближе. Дальние горы кажутся покрытыми мхом камнями, лежащими у ваших ног. Между ними вы находите уменьшенную модель города, поистине лилипут. Вы могли бы наложить руку на этот лес и на город, если бы не боялись, что вас уколют острые иголки, шпили колоколен, или что они с треском сломаются. Лилипуты – не сказка, нужно только смотреть глазами Свифта, т. е. в телестереоскоп, чтобы их увидеть.

Представьте теперь обратный случай! Представим себе, что мы так малы, что можем прогуливаться в лесу из мха, и наши глаза соответственным образом сближены между собой. Мох казался бы нам большими деревьями. По этим деревьям лазили бы огромные, причудливых форм, никогда неведомые звери. Ветки же дуба, у подножья которого расстилается этот лес, в котором мы гуляем, казались бы неподвижными, темными, ветвистыми облаками, стоящими высоко в небе, так как, например, жителям Сатурна представляется, вероятно, кольцо Сатурна. На деревьях нашего леса мы заметили бы большие, блестящие и прозрачные шары в несколько футов в диаметре, медленно покачивающиеся от ветра. Побуждаемые любопытством, мы приближаемся к ним и замечаем, что эти шары, внутри которых бегают какие-то животные, состоят из жидкости, что это – вода. Еще одно неосторожное прикосновение и – о ужас! – какая-то неведомая сила влечет мою руку вовнутрь шара и удерживает меня там! Это капля росы поглотила по законам капиллярности человечка в отместку за то, что человек так много капель проглатывает за завтраком. Ты должен был бы знать, ты, маленький естествоиспытатель, что при тех ничтожных размерах, какие ты теперь имеешь, нельзя шутить с капиллярностью.

Ужас этого положения заставляет меня опомниться. Я слишком, слишком увлекся своей идиллией. Простите, пожалуйста! Кусочек дерна, лес мха или вереска с их крошечным населением представляет для меня куда больший интерес, чем некоторые литературные произведения с их обожествлением человека. Будь у меня талант, и я писал бы повести, то в них, наверное, действующими лицами были бы не Ганс и Гретхен. Я не перенес бы также своей парочки и в страну Нила, времен фараонов, хотя все же предпочел бы это время нашему. Я должен откровенно сознаться, что я ненавижу исторический хлам, как бы он не был интересен сам по

себе, как явление, потому что его нельзя только наблюдать, а его нужно еще и чувствовать, потому что он нагло заявляет о себе, неодоленный, неизжитый.

Героем моей повести был бы майский жук, который на пятом году своей жизни, когда у него вырастают новые крылья, впервые свободно поднимается ввысь. Право было бы не вредно, если бы человек, чтобы побороть свою ограниченность, прирожденную и привитую воспитанием, попытался ознакомиться с мирозерцанием родственных ему существ. Он научился бы гораздо большему, чем обыватель какого-нибудь захолустья, который, отправившись в кругосветное путешествие, ознакомился с воззрениями других народов.

Я водил вас по различным дорогам и тропинкам, чтобы показать вам, куда можно прийти, если последовательно проследивать какой-нибудь естественно-научный факт. Точное изучение обоих глаз человека не только привело нас к детству человечества, но заставило даже перейти от человека к животным.

Вам часто, вероятно, приходилось уже слышать, что науки делятся на две части – на гуманитарные и естественные науки; первые требуются так называемым «высшим образованием» и резко противопоставляются вторым.

Я должен сознаться, что я не верю в это деление наук. Мне кажется, что в более зрелую эпоху такой взгляд будет считаться столь же наивным, какой нам кажется не знающая перспективы египетская живопись. Неужели в самом деле «высшее образование» можно почерпнуть из нескольких старых пергаментов и горшков, составляющих лишь ничтожную частицу природы? Неужели они одни могут научить нас большему, чем вся остальная природа? На мой взгляд, и те и другие науки являются лишь частями одной и той же науки, только начатыми с разных концов. Если же оба эти конца еще напоминают в своих взаимных отношениях *Монтеки* и *Капулетти*, если даже их слуги продолжают еще драться между собой, то, мне кажется, они только показывают вид, что не могут примириться. Есть уже Ромео у одних и Джульетта у других, которые соединяют оба дома и, будем надеяться, с менее трагическим исходом.

Филология начала с безусловного поклонения грекам. Теперь же она распространяет свои изыскания уже на другие языки и начинает заниматься другими народами и их историей. Через посредство сравнительного языкознания она заключает уже, хотя и осторожно, союз с филологией.

Естествознание начало с занятий колдовством. Теперь же оно охватывает всю органическую и неорганическую природу, а через физиологию

языка, через теорию органов чувств, оно забирается, хотя и несколько нескромно, в область духовной жизни.

Коротко говоря, мы учимся кое-что понимать в нас самих, обращаясь взглядом к внешнему миру, и наоборот. Каждый объект составляет объект изучения и тех и других наук. Вот вы, сударыни, представляете весьма интересные, без сомнения, и трудные проблемы для психолога. Но вы – и явления природы, очень милые. Церковь и государство суть объекты изучения историка, но также и явления природы и притом в некоторых частях довольно оригинальные явления.

Если исторические науки расширяют наш кругозор, знакомя нас с воззрениями различных народов, то в еще большей мере это в известном смысле делают естественные науки. Заставляя человека исчезнуть, потонуть во всеобъемлющем целом природы, они заставляют встать его на объективную точку зрения, центр которой был бы вне его, заставляют его измерять вещи другим, но не маленьким человеческим масштабом.

Но если бы вы меня теперь спросили, для чего же человеку два глаза, я должен был бы дать такой ответ:

Для того, чтобы он мог наблюдать, как следует, природу, для того, чтобы он научился понимать, что он сам со своими правильными взглядами, со своей *haute politique*, является лишь преходящим явлением природы, что он, говоря словам Мефистофеля, есть часть части и что совершенно неосновательно,

Wenn sich der Mensch, die kleine Narrenwelt
Gewöhnlich für ein Ganzes hält.¹ (Faust)

¹ «Когда вы мирок нелепый свой

Считаете за все, за центр всего творения!» (перевод Холодковского).