



КОНДИЛЬЯК

СОЧИНЕНИЯ



# **Ф**ИЛОСОФСКОЕ **Н**АСЛЕДИЕ

**ТОМ ВОСЕМЬДЕСЯТ ДЕВЯТЫЙ**

ЭТЬЕНН БОННО ДЕ  
**КОНДИЛЬЯК**

**СОЧИНЕНИЯ  
В ТРЕХ ТОМАХ**

**ТОМ 3**

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО**

**« МЫСЛЬ »**

**МОСКВА - 1983**

ББК 87.3

К64

РЕДАКЦИИ  
ФИЛОСОФСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Редколлегия серии:

акад. *М. Б. МИТИН* (председатель), д-р филос. наук *В. В. СОКОЛОВ* (зам. председателя), канд. филос. наук *Н. А. КОРМИН* (ученый секретарь), д-р филос. наук *В. В. БОГАТОВ*, д-р филос. наук *А. С. БОГОМОЛОВ*, д-р филос. наук *А. И. ВОЛОДИН*, д-р филос. наук *А. В. ГУЛЫГА*, чл.-кор. АН СССР *Д. А. КЕРИМОВ*, канд. филос. наук *Г. Г. МАЙОРОВ*, д-р филос. наук *Х. Н. МОМДЖЯН*, д-р филос. наук *И. С. НАРСКИЙ*, д-р юрид. наук *В. С. НЕРСЕЯНЦ*, д-р филос. наук *М. Ф. ОВСЯННИКОВ*, акад. *Т. И. ОЙЗЕРМАН*, д-р филос. наук *В. Ф. ПУСТАРНАКОВ*, д-р филос. наук *И. Д. РОЖАНСКИЙ*, д-р филос. наук *М. Т. СТЕПАНЯНЦ*, д-р филос. наук *А. Л. СУББОТИН*, чл.-кор. АН УзССР *М. М. ХАЙРУЛЛАЕВ*, д-р филос. наук *И. Я. ЩИПАНОВ*.

Общая редакция тома и примечания  
*В. М. БОГУСЛАВСКОГО*

Перевод с французского

*И. С. ШЕРН-БОРИСОВОЙ* и *З. К. МАНАКИНОЙ*

К  $\frac{0302010000-071}{004(01)-83}$  подписное

**ОБ ИСКУССТВЕ  
РАССУЖДЕНИЯ**

Я изложил способности души, рассмотрел с Вами в общем виде различные обстоятельства, через которые прошел человек. Вы увидели происхождение правлений, законов, искусств и наук; Вы увидели предрассудки, заблуждения и первые успехи ума; Вы удивлялись то ограниченности, то обширности нашего разума<sup>1</sup>. Это, Ваше высочество, должно научить Вас не доверять самому себе. Вы — человек и можете ошибаться, хотя Вы и принц; или, скорее, так как Вы принц, вы должны ошибаться больше, чем кто-либо другой. Лесть, которая осаждает Вас с колыбели и ждет лишь момента, чтобы усилить свою осаду, не заинтересована в том, чтобы открыть Вам глаза. Я отдаю Вам должное: Вы не любите, когда Вам льстят. Я всегда буду это помнить, и помните об этом Вы сами; Вы не раз краснели от похвал, которые Вы считали незаслуженными. Хотите отогнать льстецов? Для этого есть только одно средство: будьте более просвещенным, чем они. Для Вас было бы унижением быть игрушкой в руках каких-то льстецов.

До сих пор я старался делать так, чтобы Вы рассуждали; сейчас речь идет о том, чтобы показать Вам все искусство рассуждения. Давайте же посмотрим, каковы в общем предметы наших знаний и какая степень достоверности доступна нашим знаниям.

**История природы  
делится на науку  
о чувственных истинах  
и науку  
об абстрактных  
истинах**

В сущности, есть только одна наука — история природы<sup>2</sup>; эта наука слишком обширна для нас, и мы можем постигнуть лишь некоторые ее ветви.

Мы либо наблюдаем факты, либо комбинируем абстрактные идеи. Поэтому история природы делится на науку о чувственных истинах, физику, и на науку об абстрактных истинах, метафизику.

Я разделяю историю природы на науку о чувственных истинах и на науку об абстрактных истинах, потому что

принимаю во внимание лишь основные предметы, которыми мы можем заниматься. Каков бы ни был предмет наших исследований, для постижения связей чувственных идей необходимы абстрактные рассуждения; а чувственные идеи необходимы нам, чтобы составлять абстрактные идеи, давать им определение. Таким образом, видно, что уже с момента первого своего разделения обе эти ветви науки входят друг в друга; поэтому они оказывают друг другу помощь, и напрасно философы пытаются поставить между ними барьеры. Для умов ограниченных, как наши, весьма разумно рассматривать каждую из них отдельно; но было бы нелепо заключать, что они должны по своей природе существовать раздельно. Всегда нужно помнить, что есть в сущности только одна наука, и если мы познаем истины, которые кажутся нам оторванными друг от друга, то потому, что мы не знаем связи, которая объединяет их в одно целое.

**Метафизика охватывает  
все предметы  
нашего познания**

Из всех наук метафизика лучше всего охватывает все предметы нашего познания; она является одновременно наукой о чувственных истинах и нау-

кой об абстрактных истинах. Наукой о чувственных истинах — потому что эта наука о том, что имеется в нас чувственного, как физика есть наука о том, что имеется чувственного вне нас<sup>3</sup>; наукой об абстрактных истинах — потому что именно она открывает принципы, образующие системы, и дает все методы рассуждения. Сама математика является лишь ее ветвью. Стало быть, она ведает всеми нашими знаниями и ей принадлежит эта прерогатива, ибо если необходимо говорить о науках в соотношении с нашим способом постигать, то именно метафизике, единственной науке, познающей человеческий ум, надлежит руководить нами в изучении всякого знания. Все в некоторых отношениях находится в ее ведении. Метафизика — самая абстрактная наука; она возвышает нас над тем, что мы видим и чувствуем; она возвышает нас до бога и образует науку, которую мы называем *естественной теологией*.

**Две метафизики:  
метафизика чувства  
и метафизика  
размышления**

Когда метафизика имеет своим единственным предметом человеческий ум, можно различить два ее вида: метафизику размышления и метафизику чувства. Первая исследует

все наши способности; она усматривает, какова их первооснова и как они формируются, и соответственно пред-



писывает правила для руководства ими; этой метафизикой овладевают лишь благодаря обучению. Вторая чувствует наши способности; она повинуется их действию и следует принципам, которых она не знает; ею обладают, хотя, казалось бы, ее не приобретали, потому что счастливые обстоятельства сделали ее естественной; она — удел настоящих умов; она есть, так сказать, их инстинкт. Следовательно, метафизика размышления — это только теория, развивающая в своем принципе и в его следствиях все, что метафизика чувства осуществляет на деле. Например, метафизика чувства создает языки; метафизика размышления объясняет их систему; первая создает ораторов и поэтов; вторая дает теорию красноречия и поэзии.

**Три рода  
очевидности**

Я различаю три рода очевидности: очевидность факта, очевидность чувства, очевидность разума\*.

Мы имеем очевидность факта всякий раз, когда убеждаемся в фактах благодаря нашему собственному наблюдению. Если мы не наблюдали их сами, мы судим о них по свидетельству других, и это свидетельство в большей или меньшей степени заменяет очевидность.

Хотя Вы не были в Риме, Вы не можете сомневаться в существовании этого города; но у Вас могут быть сомнения относительно времени и обстоятельств его основания. Значит, среди фактов, о которых мы судим согласно свидетельству других людей, есть такие, которые выступают как очевидные или в которых мы уверены, как если бы сами их наблюдали; среди них есть и весьма сомнительные факты, тогда предание, которое их сообщает, является более или менее достоверным согласно природе фактов, характеру свидетелей, одинаковости их сообщений и тому, насколько эти сообщения соответствуют обстоятельствам.

Вы способны на ощущения — вот то, в чем вы уверены благодаря очевидности чувства. Но в чем можно убедиться, располагая очевидностью разума? В тождестве. *Два плюс два равно четырем* — истина очевидная в силу очевидности разума, так как это предложение в сущности есть то же самое, что и предложение *два плюс два равно двум плюс два*. Первое и второе предложения отличаются друг от друга только выражением.

Я способен испытывать ощущения; Вы не сомневаетесь в этом, и, однако, у Вас нет в этом отношении ни одной из

---

\* См. «Логика», ч. II, гл. 9.

трех очевидностей. У Вас нет очевидности факта, ибо Вы не можете сами наблюдать мои ощущения. По этой же причине у Вас нет очевидности чувства, так как я один чувствую ощущения, которые я испытываю. Наконец, у Вас нет очевидности разума, потому что предложение «Я имею ощущения» не тождественно ни одному из предложений, какие Вам известны с очевидностью.

Свидетельство других людей восполняет очевидность чувства и очевидность разума, так же как и очевидность факта. Я говорю Вам, что у меня есть ощущения, и Вы в этом не сомневаетесь. Геометры Вам говорят, что сумма углов треугольника равна двум прямым, и Вы также этому верите.

За неимением трех очевидностей и свидетельства других людей, мы судим еще и по аналогии. Вы замечаете, что я имею органы, подобные Вашим, и поступаю как Вы, соответственно действию предметов на мои органы чувств. Из этого Вы заключаете, что если Вы сами имеете ощущения, то я также их имею. Ведь замечать отношения сходства между явлениями, которые наблюдают, и удостоверяться благодаря этому в явлении, которое нельзя наблюдать, — это и есть то, что называется «судить по аналогии».

Вот все средства, которыми мы обладаем для приобретения знаний, так как или мы сами видим факт, или нам его сообщают, или мы удостоверяемся при помощи чувства в том, что происходит в нас, или открываем истину благодаря очевидности разума, или же, наконец, судим об одной вещи по аналогии с другой.

Чтобы объяснить Вам, Ваше высочество, эти различные способы судить и рассуждать, мне будет достаточно дать Вам поупражняться на разных примерах. Я приведу их немало и не буду при этом следовать никакому плану. Неважно, что я напишу для Вас трактат об искусстве рассуждения, важно, чтобы Вы рассуждали. Это искусство станет Вам известно, когда Вы достаточно поупражняетесь.

Однако дать Вам поупражняться на суждениях, которые выносятся согласно свидетельству других людей, будет невозможно. Вы еще недостаточно прочли, чтобы суметь следовать за мной в подобном предприятии; мы сможем заняться этим лишь тогда, когда Вы изучите историю, или по мере того, как Вы будете ее изучать.

## КНИГА ПЕРВАЯ

### ГДЕ ТРАКТУЕТСЯ О РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ УБЕЖДАТЬСЯ В ИСТИНЕ

#### ГЛАВА I

#### ОБ ОЧЕВИДНОСТИ РАЗУМА

Тождество  
есть признак  
очевидности разума

Чтобы хорошо рассуждать, необходимо точно знать, что такое очевидность, и уметь узнавать ее по одному признаку, который полностью исключает всякого рода сомнения.

Предложение является очевидным или само по себе, или поскольку оно представляет собой очевидное следствие другого предложения, которое очевидно само по себе <sup>4</sup>.

Предложение очевидно само по себе, когда тот, кто знает значение слов, не может сомневаться в том, что оно утверждает; таково предложение *Целое равно своим частям, вместе взятым*.

Почему же тот, кто в точности знает идеи, которые связывают с различными словами этого предложения, не может сомневаться в его очевидности? Потому что он видит, что оно тождественно, что оно не означает ничего, кроме того, что целое равно самому себе.

Если говорят: *Целое больше, чем одна из его частей*, то это опять-таки тождественное предложение, ибо это значит сказать, что целое больше, чем то, что меньше его.

Следовательно, тождественность есть признак, по которому узнают, что предложение является очевидным само по себе; а тождественность распознается, когда предложение может быть переведено в выражения, сводящиеся к формуле *то же самое есть то же самое* (*le même est le même*).

Стало быть, предложение, очевидное само по себе, — это предложение, тождественность которого усматривается непосредственно в выражающих его словах.

Из двух предложений одно является очевидным следствием другого, когда из сравнения слов видно, что они утверждают одно и то же, т. е. когда они тождественны. Значит, доказательство — это ряд предложений, в которых одни и те же идеи, переходя из одного предложения в другое, различаются лишь тем, что они по-разному вы-

ражены, а очевидность рассуждения состоит исключительно в тождественности.

Пример, доказывающий это Предположим, что нужно доказать такое предложение: *Площадь (mesure) всякого треугольника есть произведение его высоты на половину его основания.*

Конечно, в этих выражениях не видно тождества идей. Значит, это предложение не является очевидным само по себе; значит, его нужно доказать, нужно показать, что оно — очевидное следствие очевидного предложения, или что оно тождественно тождественному предложению; нужно показать, что идея, которую я должен составить себе о площади всякого треугольника, — это та же самая идея, которую я должен иметь о произведении высоты всякого треугольника на половину его основания.

Для этого есть только одно средство, а именно сначала точно объяснить идею, которую я связываю со словами «измерить площадь», а затем сравнить эту идею с той идеей, которую я имею о произведении высоты треугольника на половину основания.

Но измерить площадь — это то же самое, что последовательно наложить на все ее части другую площадь определенной величины, например квадратный фут. Здесь тождественность заметна уже при одном взгляде на слова. Значит, это предложение относится к числу тех, которые нет нужды доказывать.

Но я не мог бы непосредственно приложить к треугольной поверхности определенное число квадратных поверхностей одинаковой величины, и здесь-то доказательство становится необходимым, т. е. мне нужно путем ряда тождественных предложений прийти к открытию тождественности предложения *Площадь всякого треугольника есть произведение его высоты на половину его основания.* Может быть, сначала это покажется Вам очень трудным, однако нет ничего проще этого.

Сначала я хочу обратить Ваше внимание на то, что знать измерение какой-нибудь величины и знать ее отношение к величине, размер которой известен, — одно и то же; например, нет разницы между знанием того, что величина данной площади — один квадратный фут, и знанием того, что она есть половина площади, о которой известно, что ее величина — два квадратных фута.

После этого Вы легко поймете, что если мы находим площадь, на которую мы могли бы наложить последова-

тельно определенное число квадратных площадей одинаковой величины, то тотчас же, как мы откроем отношение величины площади треугольника к величине площади, которую мы измерили, мы узнаем размер площади треугольника.

Возьмем для этого прямоугольник (рис. 1), т. е. поверхность, ограниченную четырьмя перпендикулярными линиями. Вы видите, что можете рассматривать его как составленный из нескольких маленьких площадей одной и

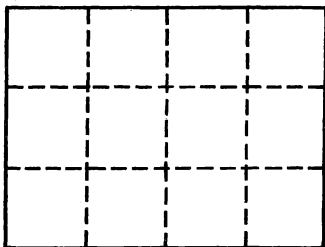


Рис. 1

той же величины; все они одинаково ограничены перпендикулярными прямыми. Вы видите также, что все эти маленькие площади, взятые вместе, — это то же самое, что и целая поверхность всего прямоугольника.

Ведь нет разницы между тем, чтобы разделить прямоугольник на одинаковые квадратные площади или наложить

последовательно на все его части площадь определенной величины.

Итак, я рассматриваю разделенный таким образом прямоугольник и вижу, что число квадратных футов, которое он имеет в высоту, повторяется столько раз, сколько футов содержит его основание. Если на первом футе своего основания он имеет в точности три квадратных фута высоты, то он имеет также в точности три квадратных фута на втором, на третьем и на всех других. Эта истина заметна на глаз, но ее легко проверить при помощи тождественных предложений.

В самом деле, прямоугольник представляет собой площадь, четыре стороны которой перпендикулярны друг другу.

У площади, стороны которой перпендикулярны, противоположные стороны параллельны, т. е. одинаково удалены друг от друга во всех противоположных точках своей длины.

Площадь, противоположные стороны которой одинаково удалены во всех точках, противоположных ее длине, имеет одинаковую высоту по всей длине своего основания.

Площадь, имеющая одинаковую высоту по всей длине своего основания, имеет столько же футов в высоту, сколько ее основание имеет футов в длину.

Все эти предложения тождественны. Они суть лишь различными способами выраженное предложение *Прямоугольник есть прямоугольник*.

Следовательно, измерить прямоугольник, наложить последовательно на все части его поверхности площадь определенной величины, разделить его площадь на равные квадраты, взять число футов, которое он имеет в высоту, столько раз, сколько футов имеет в длину его основание, — это значит сделать одно и то же несколькими различными способами.

Если это так, то больше нет необходимости ни в том, чтобы делить площадь на маленькие квадраты, ни в том, чтобы последовательно накладывать на различные части площадь определенной величины; взяв число футов в высоту столько раз, сколько имеется футов в основании, мы получим точные размеры данной площади.

Таким образом, можно заменить предложение *Измерить прямоугольник* — значит *взять число футов, которое он имеет в высоту, столько раз, сколько он имеет футов в основании* предложением, с которого мы начали: *Измерить прямоугольник* — значит *последовательно наложить на его различные части площадь определенной величины*.

В самом деле, взглянув на эти выражения, мы не узнали, что эти два предложения являются по существу одним предложением, но тождество не могло от нас ускользнуть, когда мы стали его разыскивать в ряде промежуточных предложений. Мы видели, что одна и та же идея переходит из одних предложений в другие, а изменяется лишь способ, которым она выражается.

Доказать — значит осуществить перевод очевидного предложения, придавая ему различные формы до тех пор, пока оно не станет предложением, которое требуется доказать. Это значит изменять слова, которыми выражено предложение, и прийти через посредство ряда тождественных предложений к заключению, тождественному тому предложению, из которого оно непосредственно выводится. Нужно, чтобы тождественность, незаметная, когда проходят через промежуточные предложения, была бы явной при одном только взгляде на выражения, когда непосредственно переходят от одного предложения к другому.

Предложение, которое мы только что доказали: *Измерить прямоугольник* — значит *взять число футов, которое он имеет в высоту, столько раз, сколько футов содержится в его основании* — это то же самое, что умножить его высо-

ту на основание, а это опять-таки то же самое, что взять произведение его высоты на его основание.

Предложение же *Площадь прямоугольника есть произведение его высоты на его основание* есть правило, от которого следует идти путем ряда предложений, всегда тождественных друг другу, вплоть до самого вывода: *Площадь всякого треугольника есть произведение его высоты на половину основания.*

Но я уже отметил, что если нам известна площадь прямоугольника, то мы найдем площадь треугольника, когда узнаем отношение одной из этих фигур к другой, ибо нет разницы между знанием площади фигуры и знанием того, как относится площадь данной фигуры к уже известной площади какой-либо фигуры.

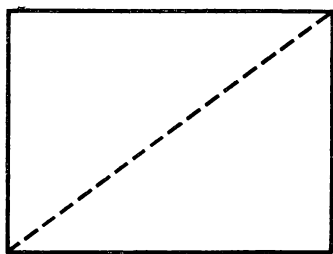


Рис. 2

Прямоугольник (рис. 2), разделенный по диагонали, дает два треугольника, площади которых, взятые вместе, равны его площади. Ведь сказать, что эти две площади равны площади прямоугольника, — то же самое, что сказать, что два треугольника были образованы из прямоугольника при помощи диагонали, которая делит его пополам. Кроме того, Вы заметите, что поверхности этих двух треугольников равны; Вы даже на глаз видите истинность этого предложения; но нужно доказать Вам их тождественность.

Площадь [фигуры] определяется величиной прямых, которые ее ограничивают, и величиной углов, образуемых этими прямыми. Следовательно, в двух выражениях: *две площади равны* и *две площади ограничены равными прямыми, образующими одинаковые углы* — содержится только одно предложение, выраженное двумя способами.

Следовательно, предложения *Площади двух треугольников равны* и *Стороны этих треугольников равны* опять-таки суть два тождественных предложения. Два треугольника, которые содержат в себе прямоугольник, разделенный по диагонали, имеют, стало быть, равные площади, если их стороны равны и если они образуют одинаковые углы.

Ведь сказать, что два треугольника заключены таким образом в прямоугольнике, — это то же самое, как если бы

мы сказали, что они имеют одну общую сторону — диагональ прямоугольника — и что они имеют также одинаковое основание и одинаковую высоту, образуя одинаковые углы, т. е. сказать, что они имеют три равные стороны и равные площади, или, короче, равны во всем.

Но сказать, что они равны во всем, — значит сказать, что каждый из двух треугольников относится к прямоугольнику как половина к целой единице, а это предложение есть не что иное, как перевод предложения *Прямоугольник разделен на два равных треугольника*.

Ведь высказывание *Поверхность треугольника относится к поверхности прямоугольника, имеющего то же основание и ту же высоту, что и данный треугольник, как половина к целому* и высказывание *Площадь такого треугольника представляет собой половину площади этого прямоугольника* представляют собой по смыслу выражений два тождественных предложения.

Но мы видели, что площадь прямоугольника есть произведение высоты на основание; значит, предложение *Площадь этого треугольника есть половина площади данного прямоугольника* будет тождественно предложению *Площадь этого треугольника есть половина произведения его высоты на основание*, или, как обычно выражаются, *произведение высоты на половину основания*.

Предстоит лишь узнать, равна ли площадь всякого другого вида треугольника произведению высоты на половину основания.

Какова бы ни была форма треугольника, площадь которого хотят узнать, из его вершины можно опустить перпендикуляр и этот перпендикуляр опустится на основание либо внутри треугольника, либо вне его.

Если он опустится внутри треугольника (*рис. 3*), он разделит его на два треугольника, у каждого из которых две стороны взаимно перпендикулярны и которые, следовательно, являются треугольниками того же рода, что и треугольник, который мы измерили. Значит, площадь каждого из них равна половине произведения высоты на основание.

Однако узнать суммарную площадь двух треугольников — то же самое, что узнать площадь треугольника, который мы разделили, опустив перпендикуляр. Эта площадь остается одной и той же, заключена ли она в одном треугольнике или разделена пополам. Значит, сказать ли, что площадь большого треугольника равна половине произведения его высоты на его основание, или сказать о



двух малых треугольниках [из которых он состоит], что она равна половине произведения их высоты на их основание, — это одно и то же.

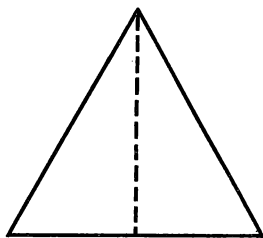


Рис. 3

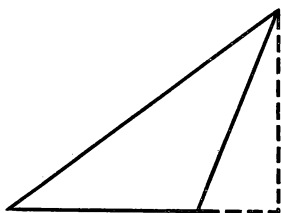


Рис. 4

Если перпендикуляр (рис. 4) опускается вне треугольника, нужно продолжить основание до точки, где встретятся эти две прямые, и мы образуем треугольник того же вида, что и треугольник, который мы измерили сначала.

Благодаря этой операции Вы получаете два треугольника, заключенные в одном, и Вы видите, что площадь большого треугольника равна сумме площадей двух малых треугольников, на которые он разделен.

Следовательно, одно и то же, измерить ли эту площадь, взяв половину произведения высоты большого треугольника на его основание, или взяв отдельно половины произведений высоты каждого из двух малых треугольников на их основания. Эти две операции сводятся к одному и тому же, и здесь нет иного различия, кроме того, что в одной операции делается в два приема то, что в другой делается сразу.

Таким образом, явно выступает тождество двух следующих предложений: *Площадь большого треугольника, который мы образовали, продолжая основание до перпендикуляра, равна половине произведения его высоты на его основание; Площадь каждого из треугольников, заключенных в большом, равна половине произведения его высоты на его основание.*

Но какую бы форму ни имел треугольник, Вы всегда можете опустить из вершины перпендикуляр, который либо опустится внутри треугольника на его основание, либо, опустившись вне треугольника, разделит основание, которое Вы продолжили. Значит, Вы всегда можете убедиться при помощи ряда тождественных предложений, что его площадь равна половине произведения его высоты

на его основание. Значит, доказательство применимо ко всем треугольникам, и эта истина не допускает никакого исключения: *Площадь всякого треугольника есть половина произведения его высоты на его основание.*

Другой пример, доказывающий, что тождество есть признак очевидности разума

Я выбираю это предложение не только для того, чтобы привести пример; эта истина, Ваше высочество, послужит мне правилом, для того чтобы вести Вас к другим знаниям. При помощи этого же правила я докажу Вам, что *сумма трех углов треугольника равна двум прямым*, ибо это еще одна истина, в познании которой мы нуждаемся.

Прямая есть линия, которая идет прямо от одной точки к другой. Это линия, направление которой не изменяется, или же линия, сохраняющая на всем своем протяжении направление, в каком она начинается; это наикратчайшая линия между двумя точками; это такая линия, что, когда поворачиваются ее крайние точки, вся она поворачивается так, что ни одна из ее частей не изменяет своего положения относительно других частей. Вы видите, что все эти выражения представляют собой лишь различные способы излагать одну и ту же идею и что они предполагают идею, которую они будто бы определяют.

Когда речь идет об идее, составленной из нескольких других идей, она определяется легко, так как для этого достаточно выразить идеи, из которых она образована. Говоря, например, что треугольник есть площадь, ограниченная тремя прямыми, дают его определение; и это определение носит характер, весьма отличный от мнимых дефиниций, даваемых прямой линии. В самом деле, дефиниция треугольника дала бы его идею тому, кто никогда не замечал ни одного треугольника; напротив, дефиниции прямой не дали бы ее идеи тому, кто никогда не замечал никакой прямой линии.

Дело в том, что идеи, когда они просты, не приобретаются при помощи дефиниций, а происходят исключительно из чувств. Проведите линию при помощи компаса — это будет кривая линия; проведите ее с помощью линейки, и это будет прямая линия. Правда, ничто не убедит Вас в том, что эта линия действительно прямая, так как ничто не убедит Вас, что сама линейка прямая; но, в конце концов, прямая линия — это то, чем Вам кажется линия, проведенная с помощью линейки; и хотя эта видимость может быть ложной, она тем не менее является идеей пря-

мой линии. Рассматривая прямую и кривую линии, Вы можете заметить, что вторая образована из нескольких линий, которые пересеклись бы, если бы они были продолжены. Но когда Вы скажете: «прямая линия — одна, кривая линия состоит из многих», Вы не дадите определение ни той, ни другой. Вы видите, что есть вещи, которым не следует даже и помышлять дать определение\*.

Прямая перпендикулярна другой прямой, когда она не отклоняется ни в какую сторону, или когда она не наклонна, когда она с обеих сторон образует два равных угла, два прямых угла, два угла, каждый из которых имеет  $90^\circ$ , или измеряется четвертью окружности. Все это лишь синонимические и тождественные выражения для того, кто знает значение слов.

Прямая является наклонной, когда ее направление отклоняется от направления другой прямой, когда, будучи продолжена до точки, где она встречается с этой другой прямой, она составила бы с ней два неравных угла, два угла, один из которых имел бы более, а другой — менее  $90^\circ$ .

Две прямые параллельны, когда по всей их длине точки одной прямой одинаково удалены от соответствующих точек другой, или когда все прямые, проведенные из точек одной прямой в соответствующие точки другой, имеют совершенно одинаковую длину.

Вы заметите прежде всего, что положение прямой линии есть лишь отношение ее направления к направлению другой линии и что, следовательно, если дано ее направление, то ее положение определено.

Во-вторых, Вы заметите, что одна прямая может занимать по отношению к другой прямой лишь три положения: она или перпендикулярна ей, или наклонна к ней, или ей параллельна. Наконец, Вы заметите, что положение одной прямой по отношению к другой является взаимным: если одна параллельна другой, то и другая ей параллельна; если одна перпендикулярна другой, то и другая ей перпендикулярна; если одна наклонна к другой, то и другая к ней наклонна и каждая из них образует с другой одни и те же углы. Достаточно взглянуть на термины, в них употребляе-

---

\* Со времени первого издания моего «Курса обучения» я показал в моей «Логике», что вещи познаются только благодаря анализу и что дефиниции ограничиваются тем, что указывают на вещи. Всякая дефиниция, предполагающая, что вещь известна, является скорее дефиницией слова, чем дефиницией вещи<sup>5</sup>.

мые, и мы увидим, что все эти предложения тождественны и, следовательно, не относятся к числу тех, которые следует пытаться доказать. Нам остается дойти путем ряда тождественных предложений до заключения, что *сумма трех углов треугольника равна двум прямым*.

Предположить, что прямая  $EG$  (рис. 5) является перпендикуляром, опущенным на прямую  $AB$ , — значит предположить, что она образует с прямой  $AB$  два равных угла, или два прямых угла.

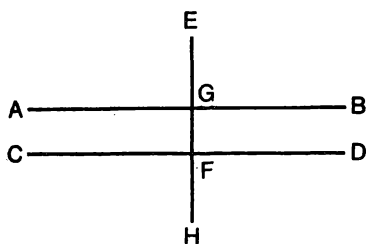


Рис. 5

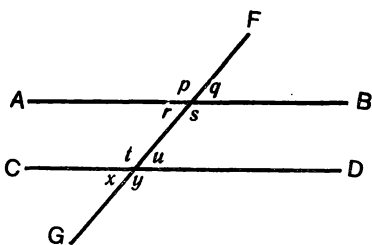


Рис. 6

Предположить, что эта прямая продолжена вниз от прямой  $AB$ , — значит предположить, что она продолжена в направлении прямой  $EF$ . Следовательно, если мы предположим, что прямая  $EF$  является этим продолжением, мы тем самым признаем, что прямая  $GF$ , так же как и прямая  $EF$ , образует с прямой  $AB$  два прямых угла, ибо, если бы два угла были неравными, один был бы больше прямого угла, а другой — меньше. А это означало бы, что прямая  $GF$  была бы наклонной; значит, она не была бы продолжением прямой  $EG$ , что противоречит предположению, из которого мы исходим.

Стало быть, как в своей нижней части, так и в своей верхней части прямая  $EF$  перпендикулярна прямой  $AB$ , а сказать так — то же, что сказать, что прямая  $AB$  перпендикулярна прямой  $EF$ , поскольку предположить, что прямая  $AB$  наклонна к прямой  $EF$ , означало бы предположить, что прямая  $EF$  наклонна к прямой  $AB$ , поскольку прямые занимают по отношению друг к другу одинаковое положение.

Но прямая  $EF$ , будучи продолжена до точки  $H$ , следует направлению, заданному двумя точками  $E, G$ , и является прямой по всей своей длине.

Если это так, то сказать, что прямая  $CD$  параллельна прямой  $AB$ , — значит сказать, что она образует с пря-

мой  $EH$  углы, подобные углам, которые образует прямая  $AB$  с той же самой прямой; а сказать, что она образует два подобных угла, — значит сказать, что она образует прямые углы. В самом деле, если бы мы допустили противоположное, мы допустили бы, что она наклонна по отношению к прямой  $EH$ ; а предположив в ней наклон, которого лишена прямая  $AB$ , мы допустили бы, что она не параллельна прямой  $AB$ .

Ведь сказать, что прямая  $CD$  образует с прямой  $EH$  прямые углы, — значит сказать, что прямая  $EH$  образует прямые углы с прямой  $CD$ , а сказать, что прямая  $EH$  образует прямые углы с прямой  $CD$ , — значит сказать, что она образует прямые углы с прямой  $AB$ . Таким образом, доказано, что прямая, перпендикулярная другой прямой, перпендикулярна всем прямым, параллельным этой второй прямой, или что она образует со всеми прямыми, параллельными последней, прямые углы.

Следовательно, если эта прямая наклонна к одной из параллельных, она будет одинаково наклонна ко всем другим параллельным, ибо предположить, что она не одинаково к ним наклонна, — значит предположить, что она не прямая или что прямые, которые она пересекает, не параллельны.

Следовательно, прямая  $FG$  одинаково наклонна к прямой  $AB$  (рис. 6) и к прямой  $CD$ . Ведь сказать, что она одинаково наклонна к обеим, — значит сказать, что она образует с той стороны, в которую она отклоняется, равные углы на каждой параллели; что угол  $q$ , внешний двум параллелям, равен внутреннему углу  $u$  и что внутренний угол  $s$  равен внешнему углу  $y$ .

Очевидно также, что с другой стороны прямой  $FG$  внешний угол  $p$  равен внутреннему углу  $t$ , а внешний угол  $x$  — внутреннему углу  $r$ . Чтобы сделать это явным, нужно лишь перевернуть рисунок.

Впрочем, если на первом рисунке прямая, которая перпендикулярно пересекает две параллели, образует на каждой два прямых угла, то на втором рисунке прямая, пересекающая их наклонно, образует на каждой два угла, сумма которых равна двум прямым. Ибо наклонность линии  $FG$ , образующая, например, угол  $q$ , не равный углу  $p$ , не может изменить суммарную величину этих двух углов. В самом деле, чтобы заметить тождество суммы двух углов на втором рисунке и суммы двух углов на первом, достаточно принять во внимание, что на обоих рисунках

величина рассматриваемых нами двух углов равна полуокружности.

Значит, угол  $p$  равен двум прямым минус угол  $q$ ; аналогичным образом угол  $t$  равен двум прямым минус угол  $u$ , ведь угол  $u$  равен углу  $q$ . Таким образом, каждый из углов  $p$  и  $t$  равен одной и той же величине; следовательно, они равны друг другу.

Та часть прямой  $FG$ , которая находится выше линии  $AB$ , наклонена в сторону  $B$ , а нижняя часть ее наклонена в сторону  $A$ . Ведь предположить, что эти две линии прямые, — значит предположить, что, как в той своей части, которая выше  $AB$ , так и в той, которая ниже  $AB$ , прямая  $FG$  имеет одинаковый наклон; если бы он не был одинаковым, одна из двух линий не была бы прямой.

Но сказать, что наклон одинаков, — значит сказать, что прямая  $FG$  со стороной  $A$  образует угол, равный углу, который она образует со стороной  $B$ , и угол  $r$  равен углу  $q$ . Таким же путем можно будет доказать, что угол  $p$  равен углу  $s$ , угол  $t$  равен углу  $y$ , угол  $u$  — углу  $x$ . Это накрестлежащие углы; следовательно, накрестлежащие углы равны.

В самом деле, очевидно, что угол  $r$  равен двум прямым минус угол  $p$ , а угол  $q$  равен двум прямым минус угол  $p$ . Значит, каждый из них равен двум прямым за вычетом одной и той же величины. Следовательно, они равны друг другу.

Ведь сказать, что угол  $r$  равен накрестлежащему углу  $q$ , — значит сказать, что он равен всякому углу, которому равен сам угол  $q$ . Но мы видели, что угол  $q$  равен углу  $u$ . Значит, угол  $r$  равен углу  $u$ . На том же основании угол  $s$  равен углу  $t$ , угол  $p$  — углу  $y$ , угол  $q$  — углу  $x$ . Именно это и выражают, говоря, что противоположащие углы равны.

Предположим теперь, что прямая  $FG$  (рис. 7) параллельна прямой  $de$ . Вы видите два противоположащих угла  $a$  и  $d$  и два других —  $c$  и  $e$ . Значит, угол  $a$  равен углу  $d$ , а угол  $c$  — углу  $e$ . Ведь сумма углов  $a, b, c$  равна двум прямым. Значит, три угла треугольника равны двум прямым углам.

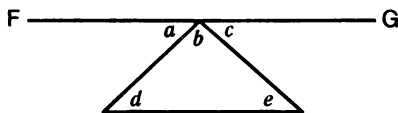


Рис. 7

Двух примеров, которые я привел в этой главе, более чем достаточно, для того чтобы сделать понятным, что

очевидность разума состоит исключительно в тождестве. К тому же я, как и предупреждал, выбрал их потому, что это две истины, которые поведут нас к другим истинам.

## ГЛАВА II

### РАССУЖДЕНИЯ О МЕТОДЕ, ИЗЛОЖЕННОМ В ПРЕДЫДУЩЕЙ ГЛАВЕ

**Каким образом тождество замечают в ряде предложений** Вы ясно видите, что вся сила доказательства теоремы о площади треугольника заключается исключительно в тождестве. Обратите внимание, что мы начали с дефиниции слова *измерять*, что эта дефиниция содержится во всех следующих предложениях и что при переходе от одного предложения к другому изменяется лишь форма рассуждения. А эта дефиниция высказывается лишь в других выражениях.

Невозможность непосредственно сравнить дефиницию слова *измерять* и дефиницию слова *треугольник* — вот что поставило Вас перед необходимостью предпринять в речи различные преобразования одной и той же идеи.

Но чтобы пройти таким образом через ряд следующих друг за другом предложений и открыть тождество первой дефиниции с заключением рассуждения, необходимо в совершенстве знать все вещи, которые Вам нужно сравнивать. Вы не докажете теорему о площади треугольника, если не имеете точных и полных идей того, что такое *измерять* *прямоугольник*, *площадь*, *сторона*, *диагональ*. Составьте же полные идеи каждой фигуры, и среди них не окажется такой, какую Вы не смогли бы точно измерить. Метод, которому мы следовали, применим ко всем случаям, когда мы не испытываем недостатка в идеях; и Вы можете предвидеть, что все математические истины суть лишь различные выражения этой первоначальной дефиниции.

Измерять — значит последовательно прилагать ко всем частям измеряемой величины определенную величину. Таким образом, математика представляет собой необозримую по своему объему науку, которая заключается в идее, выражаемой одним словом<sup>6</sup>.

Нельзя всегда, как в примере, который я Вам только что привел, проделать с первой дефиницией все необходимые преобразования; но есть методы, позволяющие преодолеть эту трудность; чего невозможно сделать с целой идеей, можно последовательно проделать со всеми ее частями.

Тождество  
является выходящим  
в арифметике

Например, большое число может быть выражено только одним способом, и арифметика не предоставляет средства варьировать его выражение. Но если, рассматривая непосредственно два больших числа, я не могу установить, в чем они тождественны, я могу открыть тождество, существующее между их частями, и благодаря этому способу я узнаю все их отношения. Именно на этом и основаны четыре действия арифметики, которые можно даже свести к двум — сложению и вычитанию. Стало быть, когда я говорю *шесть плюс два равно восьми*, это то же, как если бы я сказал *шесть плюс два равно шести плюс два*; а когда я говорю *шесть минус два равно четырем*, это опять-таки то же самое, как если бы я сказал *шесть минус два равно шести минус два*, и т. д.

Значит, арифметическая очевидность состоит в тождестве, и, если шести и двум я даю наименование восьми, а шести минус два — наименование четырех, я изменяю выражение лишь для того, чтобы облегчить сравнения и сделать тождество заметным.

Таким образом, доказательства всегда производятся лишь при помощи ряда тождественных предложений, производим ли мы действия с целыми идеями или последовательно с каждой их частью<sup>7</sup>.

Этого довольно, чтобы показать Вам, что очевидность разума относится исключительно к тождеству идей.

### ГЛАВА III

#### ПРИЛОЖЕНИЕ ПРЕДЫДУЩЕГО МЕТОДА К НОВЫМ ПРИМЕРАМ

Я уже имел случай, Ваше высочество, обратить Ваше внимание на то, что можно различать два вида сущностей. Но для того чтобы раскрыть Вам искусство рассуждать, нужно рассмотреть три различных случая.

Либо мы знаем  
истинную сущность  
вещи

1. Либо мы знаем первое свойство вещи, свойство, являющееся причиной (principe) всех других свойств, и тогда данное свойство есть сущность [данной вещи] в собственном смысле этого слова; я буду называть эту сущность *истинной* или *первой* сущностью.



**Либо мы знаем лишь  
ее второстепенную  
сущность**

свойств. Это свойство можно рассматривать как сущность по отношению к тем качествам, которые оно объясняет; но это сущность не в собственном смысле слова; я называю ее *вторичной сущностью*<sup>8</sup>.

**Либо мы не знаем  
никакой ее сущности**

3. Наконец, есть случаи, в которых среди второстепенных свойств мы вовсе не видим такого свойства, которое могло бы объяснить все другие свойства. Тогда мы не знаем ни истинной сущности, ни вторичной сущности и не можем составлять дефиниции. Чтобы дать знание о какой-либо вещи, нам остается лишь перечислить ее качества; такова, например, идея, которую мы составляем себе о золоте.

**Нужно удостовериться,  
какими знаниями  
мы обладаем  
в этом отношении**

Вы видели, что, когда мы знаем истинную сущность, мы можем указать все отношения с точностью; но Вы считаете, что когда мы знаем лишь вторичную сущность, то некоторых отношений мы не сможем указать и среди них будут даже такие, которых мы не сможем открыть.

Итак, Вы хотите судить о силе и точности доказательства? Удостоверьтесь, какого рода сущность заключена в дефинициях, о которых Вы рассуждаете.

Ведь если только Вы отдаете себе отчет в Ваших идеях, Вам будет нетрудно убедиться, знаете ли Вы истинную сущность или вторичную или же не знаете никакой.

**Когда не знают  
никакой сущности,  
остается лишь  
перечислить качества**

Золото желтое, ковкое, гибкое. Но почему один металл имеет свойства, которых другой не имеет? Вы не сможете добраться до первого качества, которое объяснит Вам остальные.

Значит, Вы не смогли бы с точностью указать отношение, существующее между металлами. Стало быть, Вам остается лишь перечислить их качества и сравнить качества одного с качествами другого.

**Мы не знаем  
ни истинной сущности  
тела, ни истинной  
сущности души**

Если я спрошу Вас снова, почему тело протяженно и почему душа чувствует, то, чем больше Вы будете над этим размышлять, тем яснее увидите, что Вам нечего ответить. Следовательно,

но, Вы не знаете истинной сущности этих двух субстанций.

**Мы знаем их  
вторичную сущность**

которые Вы замечаете в душе, предполагают способность ощущать. Значит, Вы можете рассматривать протяженность как вторичную сущность тела, а способность ощущать — как вторичную сущность души.

**Вторичная  
сущность тела  
не может быть  
тождественна  
вторичной  
сущности души**

Теперь, рассуждая об этих двух субстанциях, Вы можете сравнивать лишь вторичную сущность души со вторичной сущностью тела; ведь Вы не сможете сравнить одну истинную сущность, которой Вы не знаете, с другой истинной сущностью, которую Вы знаете не больше, чем первую. Сравним же вторичную сущность тела со вторичной сущностью души; начнем со следующей дефиниции: *Тело есть протяженная субстанция.*

Я могу изменять выражение этой дефиниции. Я могу представить себе тело разделенным на частицы, на атомы. Это будет тонкая материя, очень легкий воздух, очень деятельный огонь. Но какую бы форму я ни придавал этой дефиниции, я не смогу достичь предложения, тождественного с предложением *субстанция, которая ощущает*<sup>9</sup>. Значит, мы можем убедиться в том, что, когда мы исходим из идеи протяженной субстанции, у нас нет средства, позволяющего показать, что это та же самая субстанция, которая мыслит. Нам остается начать с идеи субстанции, которая ощущает, и в таком случае мы исчерпаем все средства, чтобы сделать в этом вопросе открытия, на которые мы способны.

**Из вторичной  
сущности души  
следует, что мышление  
есть лишь способ  
ощущать**

Сказать, что душа есть субстанция, которая ощущает, — значит сказать, что она есть субстанция, которая имеет ощущение.

Сказать, что она имеет ощущение, — значит сказать, что она имеет либо одно-единственное ощущение, либо два сразу, либо больше.

Сказать, что она имеет либо одно ощущение, либо два и т. д., — значит сказать или что эти ощущения производят на нее приблизительно одинаковое впечатление, или что одно или два производят на нее особенное впечатление.

Сказать, что одно или два ощущения производят на нее

особенное впечатление, — значит сказать, что она особенно их замечает, что она выделяет их из всех других.

Сказать, что она особенно замечает одно или два ощущения, — значит сказать, что она обращает на них внимание.

Сказать, что она обращает внимание на два ощущения, — значит сказать, что она их сравнивает.

Сказать, что она их сравнивает, — значит сказать, что она замечает между ними некоторое отношение различия или сходства.

Сказать, что она замечает некоторое отношение различия или сходства, — значит сказать, что она судит.

Сказать, что она судит, — значит сказать, что она выносит одно суждение или последовательно выносит несколько суждений.

Сказать, что она последовательно выносит несколько суждений, — значит сказать, что она размышляет.

Следовательно, размышление — это не что иное, как определенный способ ощущения, это преобразованное ощущение<sup>10</sup>. Вы видите, что это доказательство имеет тот же характер, что и доказательство, из которого мы заключили, что площадь треугольника равна половине произведения его высоты на его основание. Тождество сделало очевидным и то и другое доказательство.

Из этого также  
следует, что душа  
есть простая  
субстанция

Вам будет легко применить этот метод ко всем операциям рассудка и воли. Но заметьте, Ваше высочество, что, чем больше Вы будете продвигаться вперед, тем дальше Вы будете

от усмотрения какого-либо тождества между двумя следующими предложениями: «Душа есть субстанция, которая ощущает», «Тело есть протяженная субстанция». Скажу больше: Вы докажете, что душа не могла бы быть протяженной. Вот доказательство этого.

Сказать, что субстанция сравнивает два ощущения, — значит сказать, что она имеет два ощущения одновременно.

Сказать, что она имеет одновременно два ощущения, — значит сказать, что два ощущения объединяются в ней.

Сказать, что два ощущения объединяются в одной субстанции, — значит сказать, что либо они объединяются в одной субстанции в собственном смысле этого слова, субстанции, которая не состоит из частей, либо они объединяются в субстанции не в собственном смысле слова,

субстанции, которая в действительности состоит из частей, каждая из коих тоже субстанция.

Сказать, что два ощущения объединяются в одной субстанции в собственном смысле слова, не состоящей из частей, — значит сказать, что они соединяются в одной простой субстанции, в непротяженной субстанции. В этом случае доказано тождество субстанции, которую мы сравниваем с непротяженной субстанцией: доказано, что душа есть простая субстанция. Рассмотрим второй случай.

Сказать, что два ощущения объединяются в одной субстанции, состоящей из частей, каждая из которых является точно такой же субстанцией, — значит сказать, что либо эти ощущения объединяются в одной и той же части, либо они объединяются в этой субстанции лишь потому, что одно относится к одной части, например к части А, а другое относится к другой части, например к части В. Здесь перед нами еще два разных случая. Начнем с первого.

Сказать, что два ощущения объединяются в одной и той же части, — значит сказать, что они объединяются либо в одной части, являющейся одной в собственном смысле слова, либо в одной части, состоящей из нескольких других.

Сказать, что они объединяются в одной части, являющейся одной в собственном смысле слова, — значит сказать, что они объединяются в одной простой субстанции; в этом случае доказано, что душа непротяжена.

Сказать, что они объединяются в одной части, состоящей из нескольких других, означает либо что они объединяются в одной части, являющейся простой, либо что одно ощущение находится в одной из этих частей, а другое — в другой.

Сказать, что одно из этих ощущений находится в одной из этих частей, а другое — в другой, — значит сказать, что одно находится в части А, а другое — в части В; этот случай аналогичен случаю, который нам осталось рассмотреть.

Сказать, что из этих двух ощущений одно находится в части А, а другое — в части В, — значит сказать, что одно находится в одной субстанции, а другое — в другой.

Сказать, что одно находится в одной субстанции, а другое — в другой, — значит сказать, что они не объединяются в одной и той же субстанции.

Сказать, что они не объединяются в одной и той же субстанции, — значит сказать, что одна и та же субстанция не имеет их в одно и то же время.

Сказать, что одна и та же субстанция не имеет их в одно и то же время, — значит сказать, что она не может их сравнивать.

Таким образом, доказано, что душа, будучи субстанцией, которая сравнивает, не является субстанцией, состоящей из частей, — не является протяженной субстанцией. Значит, она — простая субстанция.

**Преимущество метода, которому мы следовали в предыдущих рассуждениях**

Метод, которому мы только что следовали, показывает Вам, до какой степени он позволяет проникнуть в знание вещей. Знания вторичной сущности достаточно для доказательства

того, что две субстанции различаются, но этого знания недостаточно, чтобы точно измерить имеющееся между ними различие.

Значит, очень легко не предполагать очевидность разума там, где ее нет; нужно лишь попробовать перевести в тождественные предложения доказательства, которые, как полагают, были приведены. Это пробный камень, это единственное средство обучить Вас искусству рассуждать.

Благодаря ему Вы поймете, как нам недостает идей, как из-за того, что мы не имеем идей, от нас ускользает тождество предложений и каким образом мы должны себя вести, чтобы не вводить в наше заключение больше того, что нам позволено знать. Если Вы будете учитывать Ваше незнание природы вещей, Вы будете весьма осмотрительны в утверждениях; Вы будете знать, что при всех усилиях, на которые Вы способны, Вы не могли бы пролить свет на предметы, которые верховная первопричина — единственная инстанция, способная их объяснить, — не позволяет Вам познать. Но если бог обрек нас на неведение, он не обрек нас на заблуждение: мы судим лишь о том, что видим, и не ошибаемся!

#### ГЛАВА IV

### ОБ ОЧЕВИДНОСТИ ЧУВСТВА

**Трудно заметить все, что чувствуешь** В Вас происходит много такого, чего Вы не замечаете; а если Вы хотите это вспомнить, то оказывается, что даже было время, когда из того, что в Вас происходило, весьма немного от Вас не ускользало. К счастью, Ваше высочество, это время не очень давнее для Вас, и, чтобы его вспомнить, Вам не

нужно сильно напрягать память. Открытия, которые Вы сделали в себе самом, совсем свежи, и Вы не раз находились в положении мещанина во дворянстве, который говорил прозой, сам того не зная. Это — преимущество, всю ценность которого Вы еще не понимаете; но я надеюсь, что оно предохранит Вас от многих предрассудков.

Тем не менее Вы чувствовали все, что происходит в Вас, ибо это были в конце концов модификации (*manières d'être*) Вашей души, а модификации этой субстанции по отношению к ней суть лишь ее формы существования, ее формы чувствования. Это доказывает Вам, что необходимо известное искусство, чтобы по чувствам распознать все то, что в Вас имеется<sup>11</sup>. Одна только метафизика знает эту тайну: именно она ежеминутно сообщает нам, что мы говорим прозой, сами этого не подозревая, и я признаю, что она не сообщает нам ничего другого, но и из этого нужно заключить, что, не владея метафизикой, люди весьма невежественны.

Трудно убедиться в очевидности чувства

Картезианцы верят в существование врожденных идей; сторонники Мальбранша воображают, что видят все в боге; а приверженцы Локка говорят, что существуют только ощущения. Все думают, что они судят по тому, что чувствуют; но это различие мнений доказывает, что все они не умеют спрашивать у своего чувства.

Таким образом, не всегда, когда мы думаем, что обладаем очевидностью чувства, мы ею действительно обладаем. Наоборот, мы можем обманываться, либо замечая не всё, что в нас происходит, либо предполагая то, чего в нас нет, либо искажая то, что в нас есть.

Часть того, что в нас происходит, ускользает от нас. Сколько в страстях тайных побудительных причин, влияющих на наше поведение? Однако на этот счет мы не сомневаемся: в глубине души мы уверены, что они не участвуют в том, что определяет наше поведение, и принимаем иллюзии за очевидность.

Было время, когда Вы воображали себя прелестным принцем. Ваше чувство повторяло Вам это так же часто, как и льстецы. Тогда, Ваше высочество, Ваши недостатки от Вас ускользали, Вы не замечали Ваших капризов, влиявших на Ваше поведение, и все, чего Вы хотели, казалось Вам разумным. Теперь Вы начинаете относиться недоверчиво и к льстецам, и к самому себе; Вы понимаете, что у нас есть основание наказывать Вас, и часто Вы осуждаете

себя сами; это доброе предзнаменование. Но оставим Ваши недостатки, о которых мы часто имели случай с Вами беседовать, и перейдем к примерам, менее задевающим Ваше самолюбие.

Каждое мгновение приносит нам ощущения, которых мы не в состоянии заметить и которые, определяя без нашего ведома наши движения, заботятся о нашем сохранении. Я вижу камень, который вот-вот упадет на меня, и уклоняюсь от него, потому что мне представляется идея смерти и страдания. Я действую соответствующим образом. Теперь, когда Ваше внимание целиком поглощено тем, что Вы читаете, Вы заняты только открывающимися Вам идеями и не замечаете, что при этом ощущаете слова и буквы. На этих примерах Вы видите, что для того, чтобы верно судить обо всем, что мы чувствуем, необходимо размышлять об этом. Думать, что мы всегда чувствовали так, как чувствуем сейчас,— значит предполагать, что у нас никогда не было детства, и, следовательно, дать ускользнуть из нашего поля зрения многому из того, что произошло в нас.

Так как мы  
предполагаем  
то, чего в нас нет

Мы предполагаем в нас то, чего в нас нет, так как чувство позволяет, чтобы от нашего внимания ускользнула часть того, что происхо-

дит в нас, и вследствие этого внушает предположение, будто в нас есть то, чего на самом деле нет. Если, находясь под влиянием страстей, мы не знаем истинных побудительных причин, определяющих наше поведение, то мы воображаем такие причины, которые не имеют отношения к нашим действиям или имеют к ним лишь косвенное отношение. Между состоянием, когда воображаешь, будто нечто чувствуешь, и состоянием, когда действительно это чувствуешь, разница столь мала, что совершенно естественно такое положение, когда люди считают, будто действительно чувствуют то, что, как они воображают, они должны чувствовать.

Обратите внимание на человека, который прогуливается, на все повороты, совершенные им во время прогулки в саду, и спросите его, почему он прошел по одной аллее, а не по другой. Он может с уверенностью ответить Вам: «Я чувствую, что был свободен выбрать, и если я предпочел эту аллею, то исключительно потому, что я этого хотел».

Однако возможно, что движение именно по данной

аллее не было со стороны этого человека актом свободы; возможно, что он предоставил своему телу двигаться по ней, подчиняясь такой же необходимости, какой подчинился бы предмет, который толкнула бы в данном направлении внешняя сила. Но у него есть чувство своей свободы, он распространяет его на все свои действия; и так как он нередко чувствует, что свободен, он верит, что ощущает себя свободным всегда.

Однорукий человек ощущает руку, которой он лишился; к ней он относит испытываемую им боль, и он сказал бы: «Для меня очевидно, что у меня снова есть рука». Но воспоминание о сделанной ему операции предотвратит заблуждение, которое могли бы рассеять взгляд и прикосновение другой руки.

Так как то,  
что происходит в нас,  
мы представляем себе  
искаженно

Словом, мы представляем себе искаженно то, что происходит в нас. Например, люди считают естественным то, что привычно, врожденным — то, что приобретено; последователь

Мальбранш не сомневается, что, когда ему угрожает падение на одну сторону, его тело естественно отклоняется в противоположную сторону. Значит, для человека ходить естественно? Но разве не при помощи осознания вырабатывается у детей привычка сохранять равновесие своего тела? Что бы ни говорил Мальбранш, не природа управляет движениями нашего тела, а привычка.

Тем не менее есть  
средства убедиться  
в очевидности чувства

Из всех средств, какие у нас есть для приобретения знаний, нет ни одного, которое не могло бы нас обмануть.

В метафизике нас вводит в заблуждение чувство, в физике — наблюдение, в математике — исчисление; но так же как имеются правила, позволяющие хорошо исчислять и хорошо наблюдать, есть правила, позволяющие хорошо чувствовать и хорошо судить о том, что чувствуешь.

Правда, не нужно льстить себя надеждой, что мы всегда разбираемся в том, что происходит в нас; но это незнание не есть заблуждение. Мы даже откроем в себе многое, и тем больше, чем более тщательно будем избегать двух других помех. Ведь предрассудки, предполагающие в нас то, чего в нас нет, или представляющие в ином свете то, что в нас есть, становятся препятствием к открытиям, источником заблуждений. Именно из-за них мы судим о том, чего мы не видим, и, заменяя то, что есть, тем, что



мы воображаем, создаем призраки. Предрассудки закрывают нам глаза на нас самих и на то, что нас окружает.

Следовательно, мы сможем убедиться в очевидности чувства лишь постольку, поскольку будем уверены в том, что не предполагаем в себе того, чего в нас нет, и не искажаем того, что в нас есть; и если мы преуспеваем в этом, то откроем в себе такое, о существовании чего прежде не могли даже подозревать, и, видя себя почти такими, каковы мы в действительности, мы позволим ускользнуть от нашего взора лишь тому, чего вовсе невозможно уловить.

Но никогда не удастся предположить в себе то, чего в нас нет, если никогда не представлять себе искаженно то, что в нас есть. Мы приписываем нашим действиям побудительные причины, которые на самом деле вовсе не вызывали этих действий, лишь потому, что хотим скрыть от себя те причины, которые в действительности их вызывают; и в момент, когда мы вовсе не пользуемся никакой свободой, мы верим в то, что свободны, лишь потому, что наше положение не позволяет нам ни заметить, сколь невелико участие нашего выбора в наших движениях, ни ощутить силу причин, насильственно нас побуждающих. Значит, мы должны лишь не представлять себе искаженно то, что происходит в нас, и тогда мы избежим всех заблуждений, к которым может дать повод чувство. Стало быть, все ошибки, в которые мы впадаем, когда советуемся с чувством, происходят исключительно из того, что мы представляем себе искаженно то, что чувствуем, а поступать так — значит не видеть того, что в нас есть, и видеть то, чего в нас нет.

## ГЛАВА V

### ОБ ОДНОМ ПРЕДРАССУДКЕ, КОТОРЫЙ НЕ ПОЗВОЛЯЕТ УБЕДИТЬСЯ В ОЧЕВИДНОСТИ ЧУВСТВА

**Чтобы убедиться  
в очевидности  
чувства, нужно  
научиться  
не смешивать привычку  
с природой**

Нет никого, кто не был бы склонен считать, что обладает очевидностью чувства каждый раз, когда говорит в соответствии с тем, как он, по его мнению, чувствует. Этот предрассудок является источником заблуждений.

Только тот обладает очевидностью чувства, кто, умея освободить душу от всего, что она приобрела, никогда не

смешивает привычку с природой. Поэтому есть основание отказаться от большей части той очевидности, которой, как нам кажется на первый взгляд, наделены все. Каждый чувствует, что он существует, когда он видит, слышит, действует, и никто в этом не ошибается. Но когда встает вопрос о том, как он существует, как он видит, слышит и действует, сколько находится таких, кто способен избежать заблуждения? Между тем все они апеллируют к чувству.

Душа приобретает  
свои способности  
так же, как и свои  
идеи

Люди иногда замечали удивление совсем невежественного человека, когда он слышит, как говорят на иностранном языке; говорить на своем языке представляется ему на-

столько естественным, что он верит, будто только его язык и является естественным. Относительно других предметов философы обманываются так же грубо. Мы видим тела [живых существ], которые начинают развиваться и переходят от возраста, когда они слабы, к возрасту, когда они становятся сильными. Здесь чувство не может нас обмануть, и никто не осмелился утверждать, что тело человека никогда не переживало детского возраста. Это, может быть, единственная нелепость, которую философы забыли высказать! Но разве меньшая нелепость — думать, что душа родилась обладающей всеми своими идеями и всеми своими способностями? Не достаточно ли наблюдать, чтобы увидеть, что развитие ее способностей и приобретение ее идей тоже имеют начало? Скажем больше: если и есть разница в этом отношении между телом и душой, то не в пользу души, ибо ей далеко до того, чтобы делать такие же успехи в своем развитии, какие делает тело. Но обычно все мы склонны думать, что всегда чувствовали так, как чувствуем сейчас, и что одна лишь природа сделала нас тем, чем мы являемся. Нужно рассеять этот предрассудок: пока он будет существовать, свидетельства чувства будут весьма сомнительны.

Ведь мы не можем скрыть от себя, что ум приобретает способность размышлять, воображать и мыслить, так же как тело приобретает способность ловко и проворно двигаться. Мы еще помним время, когда не имели никакой идеи об определенных искусствах и науках. Красноречию, поэзии и всем так называемым мнимым природным дарованиям мы обязаны обстоятельствам и обучению. Единственное преимущество, которое дается при рождении, — это

лучше предрасположенные органы; тот, чьи органы получают более яркие и разнообразные впечатления и легче приобретают привычки, становится в соответствии с родом своих привычек поэтом, оратором, философом и т. п., в то время как другие остаются такими, какими создала их природа. Не будем же слушать тех, кто беспрестанно повторяет: «остаются лишь тем, кем родились, — поэтами, ораторами и т. д. вовсе не становятся»; это, следуя предрассудку, говорит тщеславие.

Правда, как я доказал в другом месте \*, начало всему в нас положила природа, так как, создавая органы нашего тела, она определила наши потребности и способности. Стало быть, наши первые движения — следствие толчка, который дала природа; именно она их производит, но только мы сами, повторяя их, приобретаем привычки, вследствие чего эти привычки, которых мы бы не имели, если бы не природа, становятся нашим произведением.

Нужно судить о качествах, которые, по нашему мнению, мы всегда имели, по тем качествам, которые, как нам известно, мы приобрели

Есть качества, в приобретении которых мы не сомневаемся, потому что помним время, когда их у нас не было. Не дает ли это основание для предположения, что среди качеств нет ни одного, которое не было бы приобретено? Почему душа приобретает их в преклонном возрасте, если она не приобрела их в юном возрасте? Сейчас я вынужден исследовать, чтобы обучиться, а в детстве я обучался, не исследуя? Правда, память не сохраняет следов этих первых исследований, но чувство, которое уведомляет нас ныне о тех исследованиях, которые мы делаем, не позволяет нам сомневаться в том, что и в прошлом мы ими занимались.

Как мы можем судить о том качестве, которое приобрели в первые минуты нашей жизни

Если у нас нет никакого воспоминания о первых минутах нашей жизни, то как, скажут, сможем мы поставить себя в такое положение, чтобы почувствовать себя в точности такими, какими мы были? Каким образом мы вызовем у себя ощущение того состояния, которого больше нет и которое мы не можем вспомнить?

Невежество всегда отбрасывает какие бы то ни было суждения относительно этого и считает невозможным все, чего не понимает. История наших способностей и идей

\* «Логика».

кажется совершенно фантастическим романом таким умам, которым недостает проницательности; легче заставить их замолчать, чем просветить. Как много в физике и астрономии открытий, которые невежды когда-то считали невозможными! Современным невеждам, без сомнения, очень хотелось бы отрицать эти открытия, однако они ничего не говорят, а наиболее ловкие прикрывают недостаток познаний молчаливым согласием.

Дело заключается не в том, чтобы приняться за историю мыслей каждого индивида, так как в способе чувствования каждого индивида есть нечто особенное, то ли потому, что всегда имеется различие между органами различных индивидов, то ли потому, что они не оказываются в одинаковых условиях. Но имеется также и общее устройство органов (organisation): все имеют глаза, хотя у разных людей они различны; все имеют ощущение цвета, хотя не одинаково замечают их оттенки. Имеются также и общие условия — таковы условия, которые обучают каждого индивида удовлетворять свои потребности одинаковыми средствами.

Таким образом, мы можем представить себе следствия того, что имеется общего в устройстве органов и в условиях, и по этому судить о происхождении наших способностей, так же как и о происхождении и развитии наших идей.

Главное заключается в том, чтобы хорошо различать, каковы вещи, о которых просвещает нас чувство, и какова степень их познания. Ибо если верно, что мы чувствуем все, что происходит в нас, то столь же верно, что мы замечаем не все, что чувствуем. Привычка и страсть постоянно вводят нас в заблуждение. Чтобы познать себя, нужно сначала наблюдать себя в таких общих условиях, где страсти меньше нас обманывают и где мы легче можем расстаться с нашими привычками.

Бесполезно спрашивать чувство о том, что происходило с нами в детстве. Но если мы рассмотрим эти общие условия, которые были одинаковы для любого возраста, тогда то, что мы чувствуем теперь, позволит нам судить о том, что мы чувствовали в то время, и мы будем вправе заключать от одного к другому. Например, при помощи этого способа мы с очевидностью усмотрим, что потребность составляет причину (principe) развития способностей. Этим объясняется то, что бывают такие обстоятельства, в которых человек добивается незначительных успехов, тогда как при других обстоятельствах он создает искусства, науки и различные системы, являющиеся основой

обществ. Но все это было Вам достаточно доказано, и я перехожу к другим примерам.

## ГЛАВА VI

### ПРИМЕРЫ, КОТОРЫЕ МОГУТ ПОКАЗАТЬ, КАК МОЖНО УБЕДИТЬСЯ В ОЧЕВИДНОСТИ ЧУВСТВА

Я предложу Вам несколько вопросов, которые нужно разрешить, и Вы скажете мне то, что ответит Вам чувство.

#### ПЕРВЫЙ ВОПРОС

##### Первый пример

Ощущает ли себя душа независимо от тела? Заметьте, что я не спрашиваю Вас, может ли она чувствовать без тела. Я говорил Вам и неоднократно доказывал, что душа — это простая субстанция и, следовательно, она совершенно отлична от протяженной субстанции. Я обратил Ваше внимание на то, что нет никакой связи между движениями, происходящими в органах, и чувствами, которые мы испытываем. Из этого мы заключили, что тело само по себе не воздействует на душу; тело не является в узком смысле слова причиной ее ощущений, оно — лишь повод для них, или, как обычно говорят, окказиональная причина<sup>12</sup>. Но этот вопрос относится к очевидности разума, а сейчас речь идет об очевидности чувства. Поэтому я возвращаюсь к первому вопросу и представляю Вам его с различных сторон. Это необходимая предосторожность, чтобы ничего не упустить.

Чувствовала ли себя душа, которая еще не была соединена ни с каким телом? Тщетно будем мы вопрошать чувство, оно ничего не ответит; в этом положении никто из нас не бывал, или же мы не помним, что были в таком положении, а это то же самое.

Чувствует ли себя теперь Ваша душа соединенной с Вашим телом? Вы ответите «да» не колеблясь: Вы обладаете очевидностью.

Но как она чувствует себя? Так, словно она разлита по всему Вашему телу. Очевидно, что Вы чувствуете предмет, которого касаетесь, словно Ваша душа в Вашей руке; очевидно, что Вы чувствуете предмет, который Вы видите, словно Ваша душа в Ваших глазах, — словом, очевидно,

что все Ваши ощущения кажутся находящимися в органах, которые являются лишь их окказиональной причиной.

Это ощущение основано на очевидности. Ибо если чувство может обманывать, когда мы хотим судить о том, каким образом мы чувствуем, то оно не может обманывать, когда к нему обращаются, чтобы судить только о том, каким образом, как нам кажется, мы чувствуем.

Следовательно, чувство свидетельствует, что части тела кажутся чувствительными. Но когда дело касается знания того, действительно ли они чувствительны, то чувство больше ни о чем не свидетельствует, так как и в том и в другом случае признаки одинаковы. Стало быть, этот вопрос не принадлежит к числу вопросов, которые можно решить при помощи очевидности чувства.

#### ВТОРОЙ ВОПРОС

**Второй пример**      Может ли душа чувствовать себя, не соотнося свои ощущения со своим телом, не имея никакой идеи о своем теле?

Прежде чем ответить на этот вопрос, нужно спросить, о каких ощущениях намерены говорить, ибо то, что было бы верно относительно одних ощущений, может быть неверным относительно других.

Идет ли речь об ощущениях осязания? Очевидно, что чувствовать тело и чувствовать орган, который к нему прикасается, — это два нераздельных чувства. Я чувствую это перо лишь потому, что чувствую руку, которая его держит. В этом случае ощущения души относятся к телу и дают мне идею тела.

А когда речь идет об ощущении запаха? Это не то же самое. Как очевидно, что, испытывая только одни такие ощущения, моя душа не сможет не чувствовать себя, так же очевидно, что она не сможет при этом составить себе идею какого-либо тела. Ограничьтесь на мгновение органом обоняния — Вы создадите себе идеи цвета, звука, протяженности, пространства, формы, твердости, тяжести и т. д. Однако это то, о чем Вы составляете идеи, какие Вы имеете о теле. Итак, каковы будут Ваши идеи, если предположить, что Вы обладаете лишь обонянием? Вы чувствуете запахи, когда подвергается воздействиям Ваш орган [обоняния], и в этих запахах Вы имеете ощущение себя самого. Ваш орган не получает впечатлений — у Вас нет ни [отдельного] ощущения запахов, ни [отдельного]

ощущения Вашего бытия. Следовательно, эти запахи выступают перед Вами только как Ваши различные состояния; Вы видите лишь себя в каждом запахе, и видите себя различным образом модифицированным. Таким образом, Вы будете воображать себя последовательно всеми запахами и не сможете вообразить себя чем-то другим. Это очевидно, но лишь при том предположении, которое я делаю, т. е. когда Вы поставлены в точности в то положение, какое имеется в виду.

Более того, даже обладая всеми органами чувств, Вы сможете в достаточной мере постичь абстрактную идею, замечая при этом только свою мысль. Ваше тело на это мгновение ускользнуло бы от Вас, идея его совсем не предстала бы перед Вами — не потому, что оно перестало бы воздействовать на Вашу душу<sup>13</sup>, а потому, что Вы сами перестали бы замечать впечатления, которые Вы от него получаете.

Вот это-то и ввело философов в заблуждение. Занятые одной идеей, они забывают то, чем их душа обязана телу; они вообразили, будто она ему ничем не обязана, и приняли за врожденные те идеи, которые происходят из чувств.

### ТРЕТИЙ ВОПРОС

**Третий пример** Видим ли мы расстояния, величины, формы и расположение с первого мгновения, как открыли глаза?

Кажется, что мы должны их видеть. Но если эта кажимость может выступать в двух различных формах, то чувство, согласно которому выносятся поспешные суждения, будет не менее очевидным. Обусловлено ли видение исключительно нашей организацией или зависит от усвоенных нами привычек, результат для нас один и тот же. Значит, нужно исследовать, видим ли мы величины, расстояния и т. д. потому, что мы от природы организованы так, чтобы их видеть, или же мы научились их видеть.

Для меня очевидно, что ощущения цвета являются для моей души лишь различными способами чувствовать саму себя, что это лишь ее собственные модификации. Пусть я предположу, что ограничен одним только зрением; стану ли я в этом случае считать названные модификации пребывающими только во мне или же я вдруг сочту, что они находятся вне меня, в предметах, о существовании которых ничто мне не сообщало?

Я понимаю, что, если бы у меня было только чувство осязания, я создал бы себе идеи расстояний, форм и т. д. Мне было бы достаточно отнести к концу моей руки или к окончаниям пальцев ощущения, которые передаются мне; тогда моя душа распространяется, так сказать, вдоль моих рук, разливается по кисти и находит в этом органе меру предметов. Но при том предположении, которое я сделал и согласно которому я обладаю лишь зрением, дело обстоит не так. Моя душа не направится вдоль лучей [света] в поисках удаленных предметов. Значит, прежде всего несомненно, что в этом случае ничто еще не может ее побудить судить о расстояниях <sup>14</sup>.

А раз она не судит о расстояниях, она не судит и о величинах и о формах. Но бесполезно вдаваться в большие подробности на эту тему.

#### *ДРУГИЕ ВОПРОСЫ*

**Четвертый пример** Подобно тому как любой может сказать: «Для меня очевидно, что теперь, когда я получаю ощущения, я себя чувствую», никто не может сказать: «Для меня очевидно, что я чувствовал себя, когда моя душа еще не имела никаких ощущений». Было бы не более обоснованным сказать: «Для меня очевидно, что, если бы мое тело не производило никаких впечатлений на мою душу, я бы себя не ощущал». Столь высоко очевидность чувства подняться не может. Но, допустив, что душа ощущает себя, поскольку имеет ощущения, можно поставить вопрос: каковы были бы ее способности, если бы она имела идеи, притом идеи всякого рода, каким образом она бы их получила и каково было бы их развитие? Вы знаете ответ на все эти вопросы.

Кажется, что очевидность чувства — самая несомненная из всех, ибо в чем можно быть уверенным, если Вы не уверены в том, что Вы ощущаете? Однако, Ваше высочество, Вы понимаете, что в этой-то очевидности труднее всего быть уверенным. Всегда склонные к тому, чтобы судить согласно предрассудкам, мы смешиваем привычку с природой и думаем, что ощущали с первых мгновений своей жизни так же, как ощущаем сейчас. Мы представляем собой лишь привычку, но так как мы не знаем, каким образом приобретаются привычки, то считаем, что одна лишь природа сделала нас тем, чем мы являемся.

Вас нужно предохранить от этого предрассудка, Ваше



высочество, чтобы Вы не думали, будто природа все сделала для Вас и Вам ничего не остается делать.

В этой главе я подверг обсуждению то, что Вы уже знаете, потому что для того, чтобы узнать, каким образом удостоверяются в очевидности чувства, нет ничего проще, чем наблюдать, каким образом получены знания, приобретенные этим путем.

## ГЛАВА VII

### ОБ ОЧЕВИДНОСТИ ФАКТА

Вы замечаете, что испытываете различные впечатления, которые не Вы сами производите. А всякое следствие предполагает причину. Значит, есть что-то, что воздействует на Вас.

Вы замечаете в себе органы, на которые воздействуют предметы, окружающие Вас со всех сторон, и замечаете, что Ваши ощущения суть следствия этого действия предметов на Ваши органы. Вы не могли бы усомниться в том, что замечаете эти вещи, — чувство доказывает Вам это.

Ведь телами называют все предметы, которым мы приписываем это действие.

Поразмышляйте над самим собой, и Вы согласитесь, что тела познаются Вами лишь постольку, поскольку они действуют на Ваши органы чувств. Тела, которые не действуют на Вас, по отношению к Вам как бы не существуют. Сами Ваши органы дают Вам о себе знать лишь потому, что действуют друг на друга. Если бы Ваши ощущения были ограничены одним только зрением, Вы ощущали бы себя определенным образом и даже не знали бы, что имеете глаза.

Но каким образом Вы познаете тела? Каким образом Вы познаете тела, из которых образованы Ваши органы, и те, которые являются внешними по отношению к Вашим органам? Вы видите поверхности, Вы прикасаетесь к ним — та же самая очевидность чувства, которая доказывает Вам, что Вы видите их, прикасаетесь к ним, доказывает Вам также, что Вы не можете проникнуть дальше. Стало быть, Вы не знаете природы тел, т. е. не знаете, почему они кажутся Вам такими, какими кажутся.

Между тем очевидность чувства доказывает Вам существование этих видимостей, а очевидность разума — существование чего-то такого, что их производит. Ибо

сказать, что есть видимости, — значит сказать, что есть следствия, а сказать, что есть следствия, — значит сказать, что есть причины.

Что понимается  
под фактом

Я называю *фактами* все вещи, которые мы замечаем, таковы ли эти вещи, какими они нам кажутся, или

же в действительности нет ничего подобного и мы замечаем только видимости, произведенные свойствами, которых не знаем. Фактом является то, что тела протяженны, другой факт — что они окрашены, хотя мы не знаем, почему они кажутся нам протяженными и окрашенными.

Очевидность должна исключать всякого рода сомнения. Следовательно, очевидность факта не может иметь своим предметом абсолютные свойства тел — она не может показать нам то, что они суть в себе, так как мы совсем не знаем их природы.

Но каковы бы они ни были сами по себе, я не смог бы усомниться в их отношениях ко мне. Именно о подобных отношениях осведомляет нас очевидность, и другой цели она не могла бы иметь. Очевидностью факта является то, что солнце восходит, что оно заходит и что оно светит мне все время, пока находится на небосклоне. Стало быть, нужно напомнить Вам, что я буду говорить лишь об относительных свойствах всякий раз, когда скажу, что нечто фактически очевидно. Но необходимо напомнить Вам также, что существование этих относительных свойств доказывает существование свойств абсолютных, как существование следствия доказывает существование причины. Следовательно, очевидность факта предполагает, а не исключает существование свойств<sup>15</sup>, и если она не сделала их своим объектом, то только потому, что мы не способны их понять.

### ГЛАВА VIII

#### НА ЧТО НАПРАВЛЕНА ОЧЕВИДНОСТЬ ФАКТА И КАКИМ ОБРАЗОМ СЛЕДУЕТ СДЕЛАТЬ ТАК, ЧТОБЫ ОНА ДЕЙСТВОВАЛА СОВМЕСТНО С ОЧЕВИДНОСТЬЮ РАЗУМА

Очевидность факта  
и очевидность разума  
должны действовать  
совместно

Очевидность факта, Ваше высочество, предоставляет все материалы для той науки, которую называют физикой и цель которой — исследовать тела. Но недостаточно собрать факты; нужно,

насколько это возможно, расположить их в порядке, кото-

рый, показывая отношение следствий к причинам, образует систему ряда наблюдений.

Таким образом, Вы понимаете, что очевидность факта всегда должна сопровождаться очевидностью разума<sup>16</sup>. Первая сообщает о вещах, которые наблюдались, а вторая показывает, по каким законам одни вещи рождаются из других. Следовательно, было бы бесполезно приниматься рассматривать очевидность факта отдельно от всякой другой очевидности.

Но, хотя благодаря очевидности факта мы и уверены в вещах, которые наблюдаем, мы не всегда уверены в том, что от нас не ускользнули некоторые существенные соображения. Значит, когда из наблюдения мы выводим следствие, очевидность разума нуждается в том, чтобы ее подтвердили новые наблюдения. Если даны все условия, то очевидность разума достоверна, но доказывать, что мы не забыли ни одного условия, должна очевидность факта. Таким-то образом обе очевидности должны содействовать друг другу в создании системы. Значит, речь идет не о том, чтобы непременно рассматривать очевидность факта изолированно, а о том, чтобы очевидность разума приходила ей на помощь и руководила нами в наших наблюдениях.

Что понимается  
под явлением

Есть факты, имеющие своей непосредственной причиной волю разумного существа; таковы движения

Ваших рук. Среди них есть движения, являющиеся непосредственным следствием законов, которым подчиняются тела и которые совершаются одним и тем же образом каждый раз, когда налицо одни и те же обстоятельства. Так, например, висящее тело падает, если Вы разрезаете веревку, которая его поддерживает. Все факты этого рода называются *явлениями*, а законы, от которых они зависят, — *естественными законами*. Задача физики — познание этих явлений и законов.

Что понимается  
под наблюдением

Чтобы достичь этого, нужно уделить особое внимание каждой вещи и тщательно сравнить факты и обстоятель-

ства — это и понимается под словом *наблюдать*, а явления, которые удалось открыть, называются *наблюдениями*.

Что понимается  
под опытом

Но для того чтобы открыть явления, не всегда достаточно наблюдать; нужно еще использовать подходящие

средства, чтобы сопоставить их, освободить от всего, что их скрывает, и сделать их досягаемыми для нашего зрения.

Вот это и называют *опытами*. Например, нужно было провести опыты, чтобы наблюдать тяжесть воздуха. Таково различие, которое Вы должны делать между *явлением*, *наблюдением* и *опытом*, — смысл этих слов довольно часто смешивают.

Цель, которую  
я себе ставлю далее  
в этом сочинении

Научить нас, как сделать, чтобы очевидность разума способствовала очевидности факта, — дело хороших физиков. Изучим их труды. Однако

мой замысел заключается не в том, чтобы преподавать Вам курс физики. Я хочу только показать Вам, как следует рассуждать в этой науке, чтобы Вы могли углубляться в нее, если более важные дела позволят Вам предаваться этому занятию. Вы не должны быть, Ваше высочество, ни физиком, ни геометром, ни астрономом, ни даже метафизиком, хотя Ваш наставник и является им. Но Вы должны уметь рассуждать и тем более должны владеть этим умением, что ошибочное рассуждение государя может нанести урон ему и его народу.

К тому же Вы согласитесь, что для Вас было бы весьма унизительным быть неспособным понимать образованных людей, опасаться встречи с ними, допускать к своему двору лишь глупцов или полуученых — в глазах здравомыслящих людей самых докучливых среди всех глупцов. Хотите не бояться умных людей? Приобретайте знания, сделайте себя способным раздавать знаки уважения, которые даже со стороны государя лестны, лишь когда они показывают его просвещенность. Имейте достаточно возвышенную душу, чтобы уважать науку и добродетель, где бы они ни оказались соединенными, и краснейте, если у Вас есть лишь преимущество Вашего происхождения.

В следующей книге мы будем рассуждать о принципах движения и попытаемся раскрыть первые принципы механики.

*КНИГА ВТОРАЯ,*  
**ГДЕ ПОКАЗЫВАЕТСЯ НА ПРИМЕРАХ,  
КАК ОЧЕВИДНОСТЬ ФАКТА  
И ОЧЕВИДНОСТЬ РАЗУМА  
СПОСОБСТВУЮТ ОТКРЫТИЮ ИСТИНЫ**

*ГЛАВА I*

**О ДВИЖЕНИИ И О СИЛЕ,  
КОТОРАЯ ЕГО ПРОИЗВОДИТ**

**Движение есть  
первое явление**

поражает; оно существует везде, оно существует всегда.

**Место, занимаемое  
телом, есть часть  
пространства**

занимаемая им в этом пространстве.

**Мы знаем лишь  
относительное место**

другим, т. е. лишь их относительное место.

**Мы знаем лишь  
относительное  
движение**

к Земле; но мы непрерывно переходим с одного абсолютного места на другое, так как перемещаемся вместе с Землей, которая вращается вокруг своей оси и обращается вокруг Солнца. Вообразите, что Земля — корабль и эта комната составляет его часть; из этого Вы можете заключить, что все, что мы можем сказать о движении и покое, должно пониматься как сказанное об относительном движении и относительном покое.

**Сила, являющаяся  
причиной движения,  
нам неизвестна**

вещи. Какова же причина этих явлений?

Когда Вы двигаете тело, когда Вы сами меняете место, причина этого движения сопровождается в Вас ощущением, которое заставляет Вас заметить нечто, что дейст-

Движение, т. е. переход тела из одного места в другое, представляет собой первое явление, которое нас

Идея места предполагает пространство, которое включает в себе вселенную, и место каждого тела есть часть,

Мы не можем наблюдать абсолютное место тел; мы видим лишь местоположение одних тел по отношению к

Мы не можем познать абсолютное движение. Будучи неподвижными в этом кабинете, мы находимся в одном и том же месте по отношению

Но хотя мы не знаем ни абсолютного движения, ни абсолютного покоя, быть неподвижным на Земле и быть на ней в движении — это разные

вует, и нечто, что сопротивляется действию. Тому, что действует, Вы даете название силы, а тому, что сопротивляется, — название противодействия. С этого момента Вы представляете себе идею силы как относительную, соотнесенную с идеей противодействия, и Вы уже не считаете, что сила была бы необходима, если бы не было противодействия, которое надо преодолеть.

Однако ощущение никоим образом не сообщает Вам, какова причина, производящая Ваше движение; если Вы обратите на это внимание, Вы признаете, что чувствуете скорее движение, а не вызывающую его причину.

А если Вы не знаете того, что производит в Вас движение, Вы весьма далеки от знания того, что производит его в телах, которым Вы не смогли бы приписать ничего подобного тому, что Вы чувствуете.

Таким образом, с первого шага мы вынуждены признать наше неведение. Мы уверены, что движение существует, что оно имеет причину, но этой причины мы не знаем. Тем не менее ничто не мешает нам дать ей название — вот почему мы сохраним за этой причиной название силы.

**Скорость — это как бы пространство, пройденное в данное время** Скорость есть быстрота, с которой тело последовательно перемещается в пространстве. Вы понимаете, что благодаря этому мы можем судить о скорости лишь по пространству, пройденному в определенное время; Вы сочтете, что скорость тела А вдвое больше скорости тела В, если в один и тот же промежуток времени А пройдет пространство вдвое большее, чем В. Значит, у Вас будут точные идеи о скорости лишь постольку, поскольку Вы будете иметь точные идеи о пространстве и времени. Но что такое время и пространство? Это, Ваше высочество, две вещи, о которых философы наговорили массу нелепостей.

**Но мы не знаем ни природы пространства** Несомненно, что благодаря чувствам мы обладаем идеей протяженности тел, т. е. идеей цветной, осязаемой и т. д. протяженности. Несомненно также, что мы можем путем абстракции отделить от этой протяженности все видимые, осязаемые и т. д. качества; значит, у нас остается идея протяженности, совершенно отличная от идеи тел, — это и называется пространством.

Осязаемые качества, которые мы ощущаем в телах, представляют нам тела как непроницаемые (т. е. осязание внушает нам, что различные тела не могут занимать одно и

то же место), как необходимо существующие одни вне других. Отбрасывая эти качества путем абстракции, мы получаем пронизываемое пространство, в котором, как нам кажется, движутся тела.

Но тот факт, что мы образуем идею такого пространства, не доказывает, что оно существует, ибо ничто не может нас убедить, что вещи вне нас таковы, какими мы их представляем себе при помощи абстракции.

Однако доказано, что движение, такое, как мы его себе представляем, невозможно, если все заполнено. Как же нам, Ваше высочество, выбраться из этих затруднений, сознавая наше неведение, сознавая, что мы не знаем ни пустоты, ни заполненности? В самом деле, как мы смогли бы иметь о них точную идею? Мы не смогли бы сказать, что такое протяженность.

**Ни природы времени** Не больше знаем мы и о времени. Мы судим о продолжительности, лишь исходя из последовательности наших идей. Но в этой последовательности нет ничего неподвижного. Если, перенося эту последовательность вне нас, мы приписываем ее всем вещам, какие существуют, мы не знаем того, что мы им приписываем. Тем не менее мы представляем себе вечность, которая не имеет ни начала, ни конца. Но не являются ли части этой продолжительности лишь неделимыми мгновениями? Как же образуют они длительность? И если они делятся, то каким образом доли, [будучи неделимыми мгновениями], сами делятся? Все это непостижимо. Мы сумели бы образовать идею длительности и протяженности лишь при помощи идей длительности и протяженности, т. е. вовсе не смогли бы их образовать.

**Ни природы материи** Подобно тому как, отделяя от протяженности все чувственные качества, создают себе идею пространства, так, сохраняя за протяженностью непроницаемость, создают себе идею материи, т. е. чего-то однородного, из чего состоят все тела. Это также лишь абстрактная идея, и от того, что мы ее имеем, у нас не прибавляется знания о том, что такое материя.

**Следовательно, нужно рассматривать только отношения, существующие между ними, и их отношение к нам** Протяженность, материя, тело, пространство, время, сила, движение, скорость — это такие вещи, природы которых от нас совершенно скрыта. Мы знаем только отношения, существующие между ними, и их отношение к нам <sup>17</sup>. Их и нужно рассматривать, если мы

хотим сохранить очевидность в наших рассуждениях.

Во все времена философы были склонны приписывать реальность своим абстракциям, т. е. предполагать, не имея на это оснований, что вещи в точности подобны их идеям о вещах. Так, например, перенося вовне ту силу и то сопротивление, которое мы чувствуем, они воображали, что создают себе идеи о том, что находится в самих телах, и, рассуждая об этой силе, думали, что рассуждают о точной идее. Отсюда рождались бесчисленные споры о словах и бесчисленные нелепости. Я не буду останавливать Ваше внимание на всех этих заблуждениях — для нас важнее заняться другими исследованиями.

## ГЛАВА II

### НАБЛЮДЕНИЯ НАД ДВИЖЕНИЕМ

**Тело, находящееся  
в покое, стремится  
сохранить состояние  
покоя**

1. Тело сохраняет состояние покоя, если только какая-нибудь причина не заставит его изменить место, т. е. оказаться в другом отношении к окружающим телам, ибо место должно

рассматриваться лишь в этом отношении, а не в абсолютном смысле.

Это факт, в котором мы не можем сомневаться, так как видим, что покоящееся тело приводится в движение лишь постольку, поскольку на него действует посторонняя причина; на этом надо остановиться. Философы скажут Вам, что оставаться в покое — в природе покоящегося тела и что в нем есть сила, благодаря которой оно сопротивляется движению; они скажут это, потому что для перемещения чего-либо они всякий раз вынуждены прилагать некоторое усилие. Но какую идею нужно себе составить о природе покоящегося тела и о силе сопротивления? На это им нечего ответить.

**Тело, приведенное  
в движение,  
стремится двигаться  
равномерно  
и прямолинейно**

2. Тело, приведенное в движение, стремится двигаться равномерно и прямолинейно. Это опять-таки факт, доказанный опытом, ибо движение изменяет направление, ускоряется, замедляется или уничтожается лишь

тогда, когда новые причины действуют на движущееся тело. Философы, которые все объясняют, не преминут Вам сказать, что, подобно тому как в покоящемся теле есть сила,



благодаря которой оно сопротивляется движению, так и в движущемся теле есть сила, благодаря которой оно сопротивляется покою.

**Мы не знаем причины  
этих явлений** Эту силу, благодаря которой тело, согласно мнению философов, упорно сохраняет состояние покоя или движения, они называют силой инерции; а как только они дали ей название, они вообразили, что обладают идеей данной силы. Посмотрим, нельзя ли глубже постичь это явление.

Хотя я и не знаю природы движения, я не могу сомневаться в том, что движение представляет собой нечто иное, чем покой. Значит, чтобы привести в движение, нужно произвести действие. А всякое действие требует причины, и, хотя эта причина имеет природу, о которой у меня совсем нет идеи, я могу дать ей название силы; для этого достаточно, чтобы я был уверен в ее существовании.

Таким образом, если сила необходима для того, чтобы двигать тело, то не потому, что в этом теле имеется сила, оказывающая сопротивление, а потому, что движение есть действие, которое должно быть произведено [какой-то причиной].

Кроме того, что это за сила инерции, которая сопротивляется движению? Меньше ли она движущей силы или равна ей? Если она меньше, та величина, на которую движущая сила ее превосходит, является силой, которая вовсе не встречает сопротивления. Если она равна ей, нам непонятно, как тело может быть сдвинуто с места, ибо две противоположные силы могли бы произвести что-либо, только если одна превосходила бы другую, а в случае их равенства обязательно наступило бы равновесие.

Чтобы привести в состояние покоя движущееся тело, нужно уничтожить какое-то действие; и если это тело упорно сохраняет свое движение, то не благодаря силе инерции, а благодаря движущей силе, которая была ему сообщена.

Мы видим также, что движение замедляется или уничтожается, лишь когда тело встречает противодействие. Если силы, действующие в противоположных направлениях, равны, движения больше нет; если первая сообщенная телу сила по-прежнему превосходит другую, то движение не прекращается, а только происходит с меньшей скоростью.

Мы не знаем,  
как действует то,  
что называется  
движущей силой

Спрашивается, является ли движущая сила мгновенной, действует ли она лишь в первый момент или ее действие продолжается и повторяется в каждое мгновение? Это вопрос, на

который мы не смогли бы ответить. Если сила действует лишь в первое мгновение, то почему тело еще движется во второе мгновение, третье и т. д.? Мы совсем не понимаем, в чем заключается связь между движением во второе мгновение, в третье и т. д. и силой, которая действует лишь в первое мгновение. Напротив, кажется, что в каждое мгновение тело как бы начинает двигаться и то, куда оно приходит в какое-либо мгновение, вовсе не зависит от того, куда оно пришло в предыдущие мгновения, и совсем не влияет на то, куда оно придет в последующие мгновения.

Повторяется ли, таким образом, действие силы в каждое мгновение? Но если ей нужно повториться во второе мгновение, что же она произвела в первое? Разве в первое мгновение она не привела тело в движение? А раз так, она повторяется во второе мгновение, в третье, во все последующие мгновения — целую вечность, хотя в течение всего этого времени тело ничем новым не будет приводиться в движение. Разве первоначально сила не привела его в движение? Следовательно, она заставила его пройти пространство. Но пространство может быть пройдено лишь в несколько мгновений, а это противоположно предположению, что сила, которая двигала тело в первое мгновение, должна повторяться, чтобы двигать его в следующие мгновения. Мы не смогли бы выйти из этого затруднения. Если сила является мгновенной, нам непонятно, каким образом движение может длиться дольше одного мгновения; а если нужно, чтобы оно повторялось, мы впадаем в противоречие: мы предполагаем, что в первое мгновение тело прошло пространство, тогда как пространство может быть пройдено лишь в несколько мгновений.

Оставим же все эти вопросы и ограничимся тем, что скажем: существуют движение и сила, т. е. причина, которая его производит, но о которой у нас нет никакой идеи.

Это начало, Ваше высочество, не сулит Вам большого успеха — Вы видите все наше неведение, и Вам трудно понять, как мы могли бы когда-нибудь что-либо узнать. Поэтому Вы еще больше будете восхищаться зданием

[знания], которое вскоре предстанет перед Вашим взором.

Не для того только, чтобы Вас удивить, я показал Вам, насколько мы невежественны; дело в том, что я хочу привести Вас к знанию самым коротким и самым верным путем. А ничто более не подходит к этому замыслу, чем устранить все ложные идеи, которые созданы о теле, материи, пространстве, времени, движении, силе и т. д.

### ГЛАВА III

#### О ТОМ, ЧТО СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ В ДВИЖУЩЕМСЯ ТЕЛЕ

Как мы судим  
о величине силы

В теле, находящемся в движении, надлежит учитывать три вещи: силу, количество материи и скорость. Посмотрим, как мы можем об этом судить; но помните: у нас нет абсолютной идеи об этих вещах, и мы всегда судим о них, лишь сравнивая одно тело с другим.

Всякая причина равна своему действию. Даже самое поверхностное размышление об идеях причины и действия убеждает нас в этом. Допустим, что действие превосходит причину, тогда то, что в нем превысило причину, будет действием беспричинным; а если допустить, что причина больше, тогда то, что в причине превзошло бы действие, было бы причиной без действия; следовательно, оно не было бы причиной.

Итак, сказать, что причина равна действию, — это другими словами выразить то, что сила равна движению.

Но привести в движение тело или привести в движение все его части — одно и то же. Следовательно, движущая сила распределяется по всем его частям, и сообразно этому в ней получается то же количество частей. Если [тело] А, по массе вдвое большее, чем В, т. е. вдвое большее, чем В, по количеству материи, проходит то же пространство за тот же промежуток времени, значит, сила, [действующая на] А, вдвое больше силы, [действующей на] В.

Но если действие неодинаково, когда два неравных по массе тела проходят одинаковые части пространства в один и тот же промежуток времени, то и в случае, когда равные по массе тела проходят в одинаковое время различные части пространства, действие также будет неодинаковым.

Если за одну секунду тело А, равное по массе В, перемещается на четыре туаза, а В в это же время лишь на два, то действие А будет вдвое больше. Следовательно, сила здесь вдвое больше.

Итак, мы можем судить о силе по массе и пространству, пройденному в заданное время. Если масса и пройденное пространство удвоены, то сила будет вчетверо большей, так как вдвое большая сила нужна и для массы, и для пространства.

Движение, благодаря которому тело проходит некоторое пространство в некоторое время, называется его скоростью. Если и масса и скорость возрастают вдвое, то сила окажется в четыре раза больше. Положение то же, что и предыдущее. Мы скажем это иными словами: сила — это произведение массы на скорость.

Как мы судим  
о скорости

Скорость возрастает сообразно пройденному в данное время пространству. Если в секунду А перемещается на четыре туаза, а В только на два, то А обладает вдвое большей скоростью. При одинаковой скорости пройденное пространство будет больше в соответствии с тем, насколько больше будет промежуток времени, в течение которого тело будет находиться в движении.

В данном случае А за две секунды пройдет вдвое большую часть пространства, нежели В, которое находилось в движении одну секунду.

Отношение между  
частями пространства,  
пройденными  
двумя телами

Если А двигается со скоростью вдвое большей в течение вдвое большего промежутка времени, то пройденная им часть пространства будет вчетверо больше. Пройденные части пространства относятся как произведения времени на скорости. То же самое можно выразить словами: пройденные части пространства пропорциональны времени, умноженному на скорость.

Если мы знаем соотношение пройденного пространства со скоростью и со временем, нам достаточно знать пройденное пространство и скорость, чтобы найти время, а зная пройденное пространство и время, можно найти скорость. Например, пусть пройденное пространство будет 12, скорость 4; разделив 12 на 4, получим время 3.

О СИЛЕ ТЯЖЕСТИ

**Притяжение —  
неизвестная причина  
силы тяжести**

Если тело, которое мы держим в руках, выпустить, оно упадет, и это явление Вы заметите во всех телах, находящихся вблизи Земли. Все они опускаются, если их не останавливает какое-либо препятствие. Вот это направление и есть так называемая сила тяжести. Это действие причины, нам неизвестной, которую мы назвали притяжением, так как мы предполагаем, что тело опускается не иначе как вследствие его притяжения к центру Земли.

**Что мы разумеем  
под словом *вес***

Под весом мы разумеем количество силы, с которой опускается тело. Полный вес тела — это совокупный вес всех частиц, его составляющих. Каждая из этих частиц — и когда они объединены, и когда они разъединены — имеет один и тот же вес; и данное тело может опускаться лишь так, как они опускались бы каждая в отдельности.

**Вес подобен массе**  
Итак, два тела соотносятся по весу так же, как по массе, т. е. соответственно количеству содержащейся в них материи.

**Тела должны падать  
с одинаковой  
скоростью**

Из этого следует, что все тела падали бы с одинаковой скоростью, если бы не встречали сопротивления; это подтверждается опытом. В пустой камере и золотая монета и перо достигают дна в одно и то же время. Если в камеру впустить воздух, перо опустится медленнее, так как встретит большее сопротивление <sup>19</sup>.

**Но сопротивление  
воздуха вносит  
различия в скорость  
их падения**

Причиной этого явления оказывается тяжесть воздуха, поскольку воздух, как это будет доказано ниже, обладает весом. Вы понимаете, что перо может опускаться лишь потому, что оно разгоняет находящийся внизу воздух и понуждает его подняться и занять место вокруг него. Следовательно, падающее тело должно разогнать больше воздуха пропорционально своему большему объему, т. е. пропорционально большему пространству, им занимаемому.

Перо преодолевает большее сопротивление, чем золотая монета. Поэтому оно должно падать медленнее.

Как действует  
притяжение,  
наблюдаемое во всех  
частях материи

Притяжение, которое Вы всегда рассматриваете как неизвестную причину тяжести, наблюдается во всех частях материи. Например, почему капля воды сферична? Потому что,

раз все части притягиваются одинаково и взаимно, необходимо, чтобы они располагались в таком порядке, в каком они находятся на самом малом расстоянии друг от друга. А это возможно лишь при условии, что все точки поверхности помещены на том же расстоянии от центра, так как все они стремятся к общему центру.

Вы ясно увидите это притяжение, если сблизите две капли воды; как только они соприкоснутся, они сольются воедино. То же самое Вы сможете наблюдать в каплях расплавленного металла, и отсюда Вы сделаете вывод, что все их части взаимопритягиваются.

Если эти капли сплющиваются, соприкасаясь с плоской поверхностью, — это результат притяжения данной поверхности.

Представьте себе, что Земля и планеты подобны каплям воды, и Вам станет ясно, что все тела, из которых образованы Земля и планеты, и все тела, находящиеся на некотором расстоянии от их поверхности, тяготеют к общему центру. Вы предположите, что если двум каплям воды необходимо соприкоснуться для взаимопритяжения, то планеты, массы которых неизмеримо больше, взаимопритягиваются на больших расстояниях.

Итак, Вы узнаете, что всем телам свойственно взаимное притяжение, каковое Вам уже известно во всех частях одного тела. Отсюда явствует, что все тела и корпускулы, рассеянные во вселенной, тяготеют друг к другу; это называют всемирным тяготением.

Если Вы не всегда усматриваете это притяжение между всеми телами на поверхности Земли, то потому, что Земля, неизмеримо большая по массе, притягивает их с такой силой, что их взаимное притяжение становится незаметным. Есть философы, отвергающие тяготение, — это картезианцы. Их довод следующий: образовать для себя идею притяжения невозможно. Они стараются объяснить данное явление толчком, не замечая при этом, что толчок так же непонятен, как притяжение. Ньютонианцы, напротив, не отвергают толчка, но только отказываются понимать, каким образом толчок смог бы вызывать наблюдаемые нами явления. Однако нет необходимости вдаваться в этот спор. Для

Вас достаточно будет знать об этих возражениях и установить, способствуют ли они доказательству притяжения.

## ГЛАВА V

### ОБ УСКОРЕНИИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПАДЕНИИ ТЕЛ. ПРОСТРАНСТВО, ПРОЙДЕННОЕ В ПЕРВУЮ СЕКУНДУ

Замечено, что падающее тело (*рис. 8*) проходит одну английскую першу, или около 15 футов, в первую секунду; например, оно падает из *A* в *B*.

**Предположение по данному вопросу** Если, рассматривая силу, заставляющую его опускаться из *A* в *B*, как толчок, данный в начале его падения, мы предполагаем, что тело впредь не получит иного толчка, то, значит, оно будет продолжать секунду за секундой опускаться на равные участки пространства — *Bc*, *cd*, *dE*, *Ef* и т. д. — и число пройденных участков пространства будет равно числу секунд.

Но оно падает не так: видно, как его падение ускоряется от секунды к секунде. Мы, вероятно, ошиблись, полагая, что оно не получает новых толчков.

**Другое предположение** В самом деле, если в точке *A* тяжесть, заставляющая тело падать в точку *B*, можно рассматривать как первый толчок, то в точке *B* она должна рассматриваться как второй толчок, поскольку в точке *B* тело получит второй толчок, равный первому. Но ведь два одинаковых толчка должны заставить его пройти двойное пространство. Значит, оно упадет из *B* в *d* за такое же время, за какое оно падало из *A* в *B*; и если бы оно не получило новых импульсов, оно продолжало бы проходить из секунды в секунду такие отрезки пространства, как *df*, *fh*, равные *Bd*. Но раз оно в *B*, в начале второго периода времени, получило второй толчок, то и в *d*, где начинается третий период времени, оно получит третий. Следовательно, оно пройдет пространство, равное тройному *AB*. Оно опустится в третью секунду из *d* в *g*; а отрезки пути, проходимые из секунды в секунду, будут относиться друг к другу как числа 1, 2, 3, 4 и т. д.

Это было бы равномерно ускоренное движение, а так как мы склонны верить, что все происходит единообразно,

мы бы предположили, что именно так и ускоряется движение при падении тел. Но и это было бы ошибкой: наблюдение, являющееся для нас единственным правилом, ясно показывает, что ускорение увеличивается в другом соотношении; тело падает за три секунды из А в К (рис. 8), а, по нашим предположениям, оно должно было упасть лишь в g.

Мы предполагали, что, когда тело достигает точки В, тяжесть сообщает ему новый толчок, равный тому, какой она ему сообщила в точке А; и мы заключили, что оно падает из В в d за такое же время, за какое оно упало из А в В.

Как действует тяжесть

Можно было бы предположить, что тяжесть действует лишь с интервалами, притом только в начале каждой секунды; но такое предположение неверно. Раз тело не перестает быть тяжелым, тяжесть не прекращает своего действия.

Ее действие непрерывно или повторяется без интервалов в каждой части секунды, и, следовательно, оно ускоряет движение в каждое мгновение. Тело же в начале своего падения не получает толчка для того, чтобы упасть в В за секунду: этот толчок оно получает последовательно, часть за частью; оно падает из А в В ускоренным движением.

Последнее предположение

Но поскольку мы не смогли бы представить себе закон этого ускорения в

столь краткое время, мы рассматриваем тяжесть, как если бы она воздействовала лишь в начале падения, и предполагаем, что толчок, побуждающий тело упасть из А в В, был дан сразу. Точно так же мы предполагаем, что, когда тело начинает падать из точки В, оно получает сразу второй толчок, равный первому, а поскольку оба толчка недостаточны для того, чтобы заставить его упасть так низко, как это показывает наблюдение, то не остается ничего иного, как предположить, что оно, падая, получает третий толчок, равный каждому из двух других.

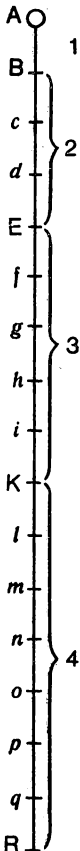


Рис. 8



**В какой пропорции  
возрастает сила,  
которую сообщает  
тяжесть**

Итак, если первый толчок заставил пройти расстояние АВ (рис. 8) в первый период времени, то три толчка; каждый из которых равен первому, должны во второй период заставить пройти пространство в три раза большее, нежели АВ. И тогда тело опустится в Е. Но поскольку тело получило два новых толчка во второй период, я вправе предположить, что в третий период оно также получит два новых. Следовательно, его будут двигать пять толчков, и оно упадет в К. Наконец, я вправе предположить, что число импульсов увеличивается на 2 в каждый период времени и что между ними из секунды в секунду образуется пропорция 1, 3, 5, 7, 9 и т. д. Пройденные пути образуют ту же пропорцию. Это подтверждено опытом и согласуется с нашими предположениями.

**Применение  
предположений  
в поисках истины**

Мы различаем толчки, чтобы помочь нашему воображению, и мы их представляем возрастающими в числе в пропорции 1, 3, 5, 7, 9 и т. д. Между тем, поскольку первый толчок был сообщен постепенно, в то время, когда тело опускалось из А в В, то и два новых толчка также сообщаются постепенно и присоединяются к первому. И наконец, когда тело находится в Е, сила полученных им толчков равна силе трех предполагаемых нами толчков, и по существу уже не имеет значения, были ли эти силы сообщены ему одна за другой и каждая постепенно, или они были сообщены в три приема и каждая сразу.

И опять-таки только в помощь нашему воображению я рассматриваю действие тяжести скорее как толчок, а не как притяжение; ведь для нее более привычно понятие силы толчка, нежели притягивающей силы.

Но, по правде сказать, метод, по которому мы только что рассуждали об ускорении движения при падении тел, не более чем нащупывание. Мы сделали предположение и ошиблись, затем мы сделали второе, чтобы исправить первое, и довели дело до того, что наши предположения оказались согласованными с опытом.

Вот пример поведения, на которое мы часто бываем обречены при изучении природы. Поскольку мы не всегда можем наблюдать точно с первого же раза и еще менее того способны отгадывать истину, мы блуждаем от предположений к ошибкам и от ошибок к предположениям, пока наконец не находим то, что ищем.

Именно так обыкновенно и делаются открытия. Прихо-

дилось строить предположения, подчас ошибочные, и эти ошибки бывали полезными, так как они вызывали необходимые дополнительные наблюдения и тем самым приводили к истине. Но когда истина найдена, ее доказывают не предположения, а их согласованность с наблюдением и скорее даже само наблюдение<sup>20</sup>.

Если бы явления не доказывали закона, которому подчинено ускорение при падении тел, не было бы уверенности в выводах, которые мы сделали о такой малоизученной причине, как тяжесть. Итак, доказано, больше наблюде-

**Закон ускорения  
движения  
при падении тел**

ниями, нежели нашими рассуждениями, что движение падающего тела ускоряется таким образом, что проходимые в равные промежутки време-

мени части пространства соотносятся как числа 1, 3, 5, 7 и т. д. \*

**Сумма пройденных  
частей пространства  
равна квадрату  
времени**

Узнав этот закон, Вы увидите, что имеется соотношение между периодами времени и пройденными частями пространства, и легко заметите,

что сумма частей пространства равна квадрату времени, т. е. числу единиц времени, помноженному само на себя. Например, тело, падающее за четыре секунды, проходит 16 першей, так как 16 есть квадрат четырех, или произведение числа 4, перемноженного само на себя.

**Как можно узнать,  
на какую высоту  
поднялся снаряд**

Вы заметите также, что, если тело метнуть в воздух, тяжесть должна замедлить движение в той же пропорции, в какой она ускоряет его при

падении тела. Если в первую секунду поднимающееся тело проходит 7 футов, то во вторую оно пройдет 5 футов, в третью — 3 фута, а в четвертую — 1 фут.

В тот же промежуток времени оно, поднимаясь, теряет то же количество силы, какое оно приобрело бы, падая.

Отсюда можно узнать, на какую высоту поднялся снаряд наподобие бомбы. Надо лишь установить наблюдением число секунд, истекших с момента запала мортиры до момента падения бомбы; половина этого числа будет временем падения. Итак, квадрат времени равен числу футов. Если это время — 10, то бомба поднялась на 100 футов.

---

\* Эту истину доказывают при помощи теории Галилея и другими методами, еще менее доступными читателям. Мне же нужен сам факт, и я довольствовался тем, чтобы сделать его наглядным путем предположений.

Когда плечи коромысла колеблются относительно его центра, то скорости различных точек плеч коромысла относятся друг к другу так же, как их расстояния от центра

Предположим, что на прямую АВ (рис. 9) мы нанесли с обеих сторон несколько точек на равном расстоянии от центра. Если данная прямая движется относительно центра, то эти точки опишут дуги, которые будут иметь различную для разных точек длину. Эти дуги будут частями про-

странства, пройденными в одно и то же время всеми точками. А ведь мы уже видели, что пройденные части пространства равны произведению времени на скорость.

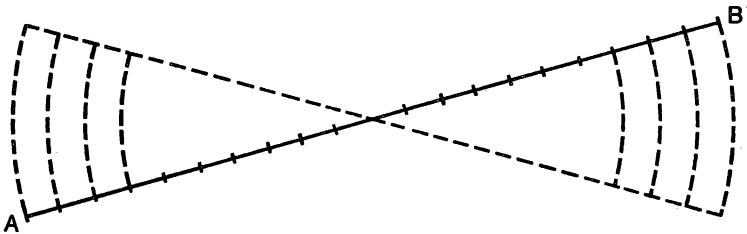


Рис. 9

Время одинаково для всех точек, и поэтому скорости относятся друг к другу как части пространства и, следовательно, как расстояния от центра.

Сила, действующая на тела, подвешенные в этих точках, равна произведению массы на расстояние

Подвесим тела к этим точкам. Известно, что сила есть произведение массы на скорость. Вы только что видели, что скорости здесь относятся друг к другу, как расстояния. Сила,

с которой каждое из этих тел будет стремиться вниз, будет пропорциональна произведению его массы на его расстояние от центра.

Случай, когда возникает равновесие

Предположим, что два тела равной массы (рис. 10) находятся на равном расстоянии [от центра], например, в точке 10; они будут воздействовать одно на другое с одинаковой силой. А приложит к В точно такое же усилие, чтобы его поднять, какое В приложит к А. Поэтому ни одно из них не поднимется и не опустится. Это случай равновесия.

Если, уменьшив массу А наполовину, мы поместим его на двойное расстояние, например в точку 6, в то время как В

находится в точке 3, оно выиграет в силе путем увеличения расстояния столько, сколько оно потеряло за счет уменьшения своей массы. И здесь также будет равновесие. Тела, подвешенные таким образом, называются грузами. Итак, грузы находятся в равновесии, когда их массы равны и они расположены на равном расстоянии от центра; если же их

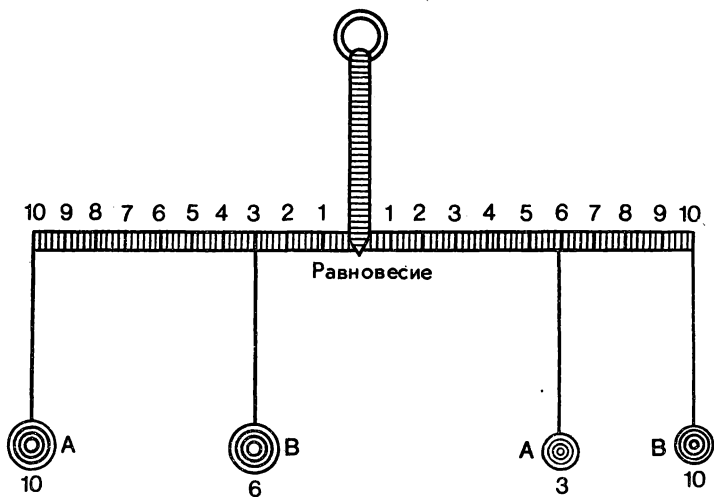


Рис. 10

массы неравны — когда масса большего относится к массе меньшего, как расстояние меньшего к расстоянию большего. Равновесие между В, масса которого 6, и А, масса которого 3, возникнет лишь тогда, когда расстояние от В будет 3, а расстояние от А будет 6.

**Случай, когда равновесие нарушается**

Отсюда следует, что в случае равновесия произведение веса на расстояние остается и с той и с другой стороны одинаковым и что равновесие нарушается, когда произведения разные. Произведение остается тем же, умножают ли 3 массы на расстояние 6 либо 6 масс на расстояние 3, и А уравновешивается с В. Но если изменить расстояние одного из них, произведение изменится и равновесие нарушится. Вы видите, что силы взаимно соотносятся так же, как произведения. Если А весом 4 ливра находится на четвертом делении, оно будет иметь силу, равную силе [тела] В весом 16 ливров, которое я подвешу на первое деление, потому что 1 умножить на 16,

как и 4 умножить на 4, равно 16. Если пододвинуть А ко второму делению, то его сила будет относиться к силе В как 1 к 16, так как 2 умножить на 4 равно 8, и равновесия не будет.

**Несколько тел  
в равновесии с одним**  
либра окажется на расстоянии 3, В весом 4 либра — на расстоянии 5, С весом 3 либра — на расстоянии 6; тогда получится:

Таким образом, Вам стало ясно, что несколько грузов могут оказаться в равновесии с одним. Пусть А весом 2

$$2 \times 3 = 6;$$

$$4 \times 5 = 20;$$

$$3 \times 6 = 18.$$

Все эти тела будут в равновесии с грузом 44 либра, помещенным на первом делении.

**Сила тяжести  
пропорциональна  
произведению веса  
на расстояние**

Прямая, разделенная на части в таком соотношении, представляет весы. Сила тяжести, подвешенной на весы, — это и будет произведение веса на расстояние. Это можно вы-

разить так: сила веса пропорциональна его произведению на расстояние.

**Два тела, находящиеся  
в равновесии, имеют  
один и тот же центр  
тяжести**

Из всех приведенных выше наблюдений явствует, что два тела, пребывающие в равновесии, имеют один и тот же центр тяжести и что вследствие этого они могут опуститься

лишь при условии, что опустится их центр тяжести.

**Все части шара  
находятся  
в равновесии  
относительно одного  
и того же центра**

Из этого Вам ясно, почему шар, помещенный на горизонтальной плоскости, остается неподвижным, хотя он касается лишь одной точки. Это происходит потому, что центр тяжести, вокруг которого все части находятся в равновесии, поддерживается этой плоскостью. Если бы не было равновесия, шар вращался бы, пока центр тяжести не расположился бы сколь возможно ниже.

**Вес тела как бы  
целиком собран  
в его центре тяжести**

Вы можете вывести заключение, что тело подпирается в точке, поддерживающей его центр тяжести, и Вы представите себе как бы собранной

в этом центре всю силу, с которой оно стремится к Земле.

**Направление  
центра тяжести**

в центре тяжести Земли.

**Падение тела  
по наклонной  
плоскости**

Вы понимаете, что, если поместить тело на наклонную плоскость, оно упадет, так как направление силы противодействия, создаваемой наклоном, не противоположно направлению центра тяжести. Сила противодействия направлена под углом и поэтому может только замедлить падение. Когда тело помещено на наклонную плоскость (рис. 11), направление центра тяжести либо проходит через его основание, либо оказывается вне его основания. В первом случае тело будет скользить, во втором оно покатится.

**Различие между  
центром тяжести  
и центром величины**

Я прошу Вас отметить, что центр тяжести тела не всегда совпадает с центром его величины. Оба этих центра могут быть совмещены лишь при условии, что это геометрически правильное, симметричное и однородное тело. Так же как у двух тел, подвешенных на весах, центры тяжести не могут находиться на одинаковом расстоянии от центра коромысла, если эти тела не равны между собой, так и части тела смогут быть в равновесии вокруг центра его величины только при условии тождественности массы и расстояний соответствующих частей этого тела. А ведь такое условие выполнимо, лишь если это геометрически правильное, симметричное и однородное тело.

В данной главе очевидна тождественность всех положений, выводимых друг из друга. Следовательно, они доказаны в силу очевидности разума. Ведь все теоремы [данной главы] — это по сути одна и та же теорема, но выражена она различно. Рычаг, колесо, ворот и прочие механизмы, о которых мы еще будем говорить, — все это те же весы, по-разному устроенные. Вполне достаточно будет освоиться с проведенными нами наблюдениями над

Направление центра тяжести вертикально, т. е. перпендикулярно к горизонту, и эта тяжесть исчезает в

Вы понимаете, что, если поместить тело на наклонную плоскость, оно упадет, так как направление силы противодействия, создаваемой на-

клоном, не противоположно направлению центра тяжести. Сила противодействия направлена под углом и поэтому может только замедлить падение. Когда тело помещено на наклонную плоскость (рис. 11), направление центра тяжести либо проходит через его основание, либо оказывается вне его основания. В первом случае тело будет скользить, во втором оно покатится.

Я прошу Вас отметить, что центр тяжести тела не всегда совпадает с центром его величины. Оба этих центра могут быть совмещены лишь

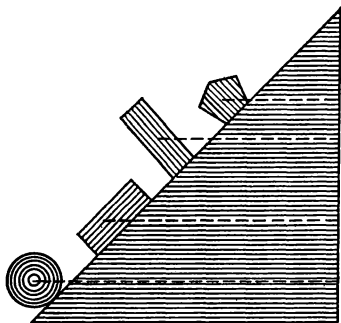


Рис. 11

весами, для того чтобы при беглом чтении понять последующие главы, где речь идет о рычаге, колесе и т. п., но если плохо усвоить, что представляют собой весы, трудно будет рассуждать о прочих машинах.

## ГЛАВА VII

### О РЫЧАГЕ

**Машины для рук  
суть то же, что  
методы для ума**

точно так же при различном устройстве весов наша рука поднимает тела, которых она не смогла бы сдвинуть: машины для рук суть то же, что методы для ума.

**Рычаг в сущности  
тот же механизм,  
что и весы**

Мы видели, как, придавая различные формы какому-нибудь положению, наш разум открывает истины, которых он [сам по себе] не усмотрел бы; Рычаг, изображенный на рис. 12 линией АВ, поддерживается на подпорке С, вместо того чтобы быть подвешенным, как коромысло весов.

Из точки подвеса мы делаем точку опоры, для того чтобы применить коромысло для других целей.

Это изменение не сделает из коромысла механизма, отличного от весов; в сущности, здесь остается тот же механизм, а принципы, объясняющие результаты работы одного, объясняют и результаты работы другого.

**Принципы и для одного  
и для другого  
остаются те же**

Вам понятно, что при малой затрате силы Вы сможете поднять значительную тяжесть, если расстояние, на котором Вы находитесь от точки опоры,

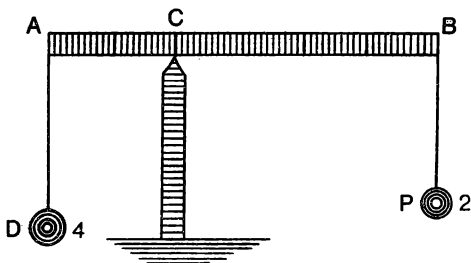


Рис. 12

относится к расстоянию до места нахождения тяжести так же, как сила этой тяжести относится к силе, Вами приложенной, или если произведение силы на расстояние одной части равно произведению силы на расстояние другой. Силой, способной удержать один ливр, Вы поднимете тяжесть в 100 ливров, находящуюся на расстоянии одного дюй-

ма, если будете действовать на расстоянии 100 дюймов.

Пусть прямая АВ (рис. 12) движется на своей опоре; тогда дуги, описываемые различными точками, пропорциональны их расстояниям от точки опоры. Скорости и, следовательно, приложенные к этим точкам силы будут пропорциональны расстояниям от опоры. Пусть тяжесть D, равная 4, будет помещена в точке, находящейся на расстоянии 2; сила, равная 2, будет в равновесии, так как она прилагается на расстоянии 4. Закон гласит, что равновесие устанавливается, когда произведение силы на расстояние одинаково и с той и с другой стороны, либо, что то же самое, когда D относится к P, как расстояние от P относится к расстоянию от D.

Следовательно, сила P может быть тем меньшей, чем ближе к точке опоры будет находиться D.

Сочетая несколько рычагов, получают такой же результат, прилагая меньшую силу. На рис. 13 Вы видите три

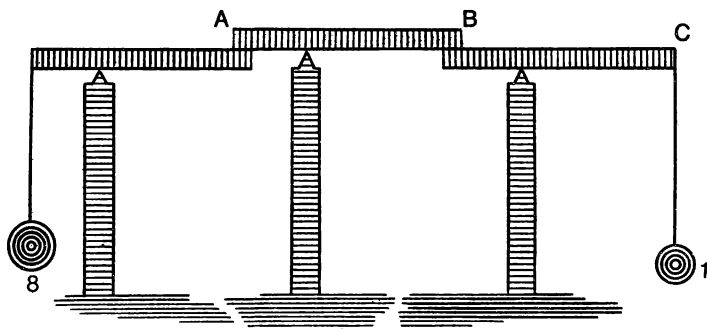


Рис. 13

рычага; понятно, что если сила, для того чтобы быть в равновесии с тяжестью 8, должна действовать как 4 на точку А, то достаточно будет, чтобы она действовала как 2 на точку В и как 1 на точку С.

Если прибавить еще один блок, то вес одного ливра удержит вес в 32 ливра, и Вы понимаете, что одна и та же сила поддержит и больший груз, по мере того как будет увеличено число блоков.

**Соображения**  
об изогнутых рычагах

Правило для изогнутых рычагов то же, что и для других (рис. 14), т. е. равновесие устанавливается, когда расстояние до точки приложения силы так относится к рас-



стоянию до тяжести, как величина тяжести — к величине движущей силы. Но здесь следует привести некоторое дополнительное соображение. Возьмем, например, рычаг ABC, где B — точка опоры, а D — движущая сила.

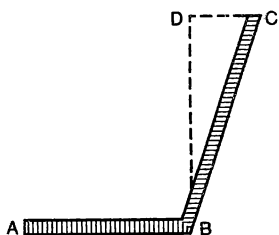


Рис. 14

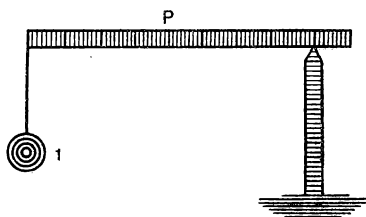


Рис. 15

Вы бы ошиблись, приняв расстояние до точки приложения силы за длину линии BC, потому что сила, действующая в направлении CD, в C имеет такую величину, какую она имела бы в D, где опускается перпендикуляр, начерченный относительно DC; этот перпендикуляр BD и является расстоянием до точки приложения силы. Одним словом, надо выпрямить этот рычаг и вообразить, что сила работает в D, как она работала бы при прямом рычаге, второе плечо которого было бы равным BD.

Существует три вида рычагов

Одни имеют точку опоры между тяжестью и точкой приложения силы — это те, о которых мы только что говорили.

У других точка приложения силы находится между тяжестью и точкой опоры, у третьих тяжесть располагается между точкой приложения силы и точкой опоры.

В рычаге, где точка приложения силы (рис. 15) расположена между тяжестью и точкой опоры, если она нахо-

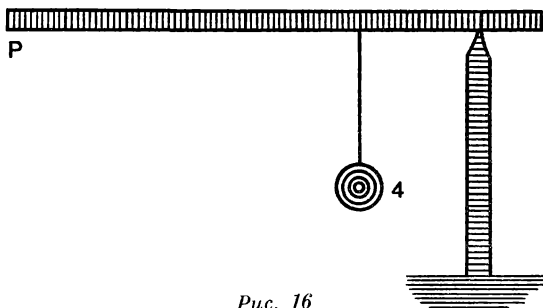


Рис. 16

дится на расстоянии 1 от этой точки, когда тяжесть в один ливр находится на расстоянии 8, для установления равновесия необходимо, чтобы она была равна 8, а если переместить ее на 2, надо, чтобы она была равна 4.

В рычаге, где тяжесть (рис. 16) находится между точкой приложения силы и точкой опоры, если тяжесть равна 4, находится на расстоянии 2, сила, равная 1, будет уравновешена на расстоянии 8. Но если ее переместить на 4, то надо будет, чтобы она была равна 2. Одним словом, закон таков, что сила относится к тяжести, как расстояние до этой тяжести относится к расстоянию до точки приложения силы.

Если два человека несут тяжесть, подвешенную к рычагу АВ (рис. 17), один по отношению к другому является

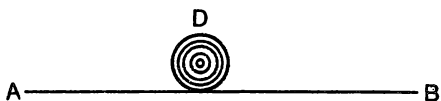


Рис. 17

точкой опоры рычага, а та часть, которую несет В, относится к той, которую несет А, как AD к BD. Если AD относится к BD как 2 к 3 и если тяжесть равна 50 ливрам, В будет нести 20, а А — 30. Значит, можно поместить тяжесть так, чтобы сильный человек и ребенок несли каждый часть, пропорциональную своим силам.

## ГЛАВА VIII

### О ВОРОТЕ

**Ворот состоит из множества рычагов, вращающихся вокруг точки опоры**

Рычаг поднимает грузы лишь на небольшую высоту. Когда желают поднять их выше, пользуются воротом (рис. 18). Сила действует на периметр; поэтому спицы представляют для Вас плечи весов,

а длина этих спиц является расстоянием, на которое сила отдалена от точки опоры.

**Расстояние до груза относится к расстоянию до точки приложения силы, как половина диаметра вала относится к спице ворота**

Вокруг вала, вращающегося вместе с воротом, наматывается веревка, на которую подвешивают груз. Полу-диаметром вала становится расстояние, на которое груз отстоит от точки опоры. Равновесие получится, когда спица будет относиться к полудиаметру, как груз к силе. Например, один ливр, находя-

метру, как груз к силе.

щийся на краю спицы в 10 футов, уравновесит груз в 10 ливров, если полудиаметр вала равен одному футу.

Но груз удаляется  
от точки опоры,  
по мере того как он  
поднимается

Вы заметите, что, по мере того как груз поднимается, требуется все большая сила, чтобы его удержать, потому что бечевка, наматываясь, увеличивает диаметр оси и, следова-

тельно, груз оказывается на большем расстоянии от точки опоры.

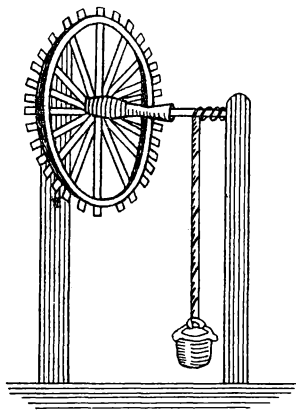


Рис. 18

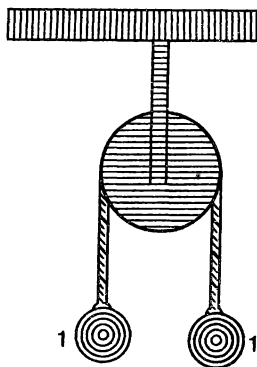


Рис. 19

## ГЛАВА IX

### О БЛОКЕ

Диаметр блока —  
это весы

Блок — это маленькое колесо, укрепленное на оси в развилку и движущееся вокруг стержня, проходящего через его центр. Если к двум концам бечевки, перекинутой поверх блока (рис. 19), подвешены два равных груза, то будет иметь место равновесие. Ведь очевидно, что эти грузы действуют лишь на конец диаметра. Следовательно, Вы не должны считаться ни с верхней, ни с нижней частью блока; представьте себе эти грузы как подвешенные на плечи весов на равном расстоянии от центра тяжести, или от точки подвеса. Поэтому Вы должны применить к этому блоку все сказанное нами о весах.

Посредством ряда  
блоков малая сила  
поддерживает  
большой груз

Один конец бечевки мы закрепим на крючке (рис. 20), а другой проведем по низу подвижного блока. Перекинем затем бечевку поверх неподвижного блока. Груз весом в один

ливр будет подвешен на этот конец бечевки, а груз в два ливра — на подвижный блок; Вы увидите, что установилось равновесие. Этот подвижный блок по существу является рычагом, где груз находится между двумя силами; ведь Вам надо считаться лишь с диаметром, а две бечевки представляют две силы  $a$  и  $b$ , каждая из которых удерживает половину  $P$ , потому что груз находится на равном расстоянии от одной и от другой силы.

Поскольку  $a$  удерживает половину  $P$ , оно удерживает один ливр. Таким образом, на один конец диаметра неподвижного блока оказывает давление сила в один ливр и,

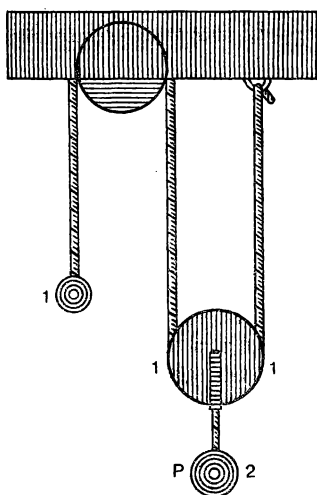


Рис. 20

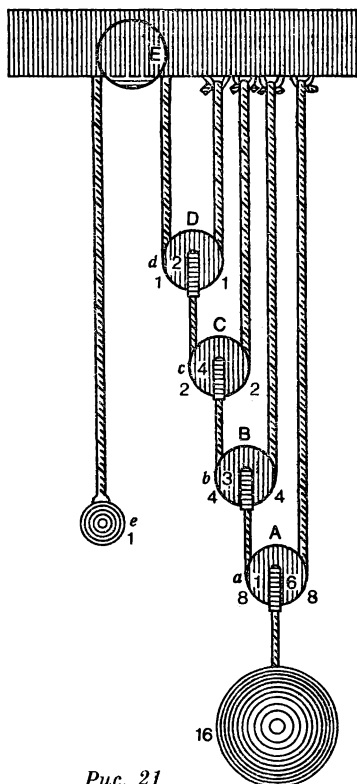


Рис. 21

следовательно, уравнивает груз в один ливр, помещенный на другом конце диаметра. С помощью пяти блоков, расположенных, как показано на рис. 21, вес одного ливра удержал бы груз в 16 ливров. Груз в 16 ливров, подвешенный к нижнему блоку А, находится на равном расстоянии от точек приложения двух сил, действующих на два диаметра этого блока. Каждая из этих сил удерживает половину веса  $a$  и равна 8, значит, груз весит 8, а груз, подвешенный к блоку В, становится весом в 8 ливров. Мы заметим также, что этот груз находится на равном расстоянии от двух сил, действующих на два конца диаметра блока В, и, следовательно, мы сочтем, что  $b$ , которое поддерживает половину груза, равно 4.

Аналогичным образом груз, подвешенный к блоку С, будет весить 4 ливра и сила С будет действовать как 2 ливра. И наконец, груз, подвешенный к блоку D, будет весом в 2 ливра, а сила  $d$ , которая будет действовать как один ливр, уравнивается грузом  $e$ , который, как мы предполагаем, весит один ливр.

При помощи добавочного блока груз в один ливр удержал бы вес в 32 ливра; и Вы понимаете, что та же сила удержит больший вес, если будет увеличено количество блоков.

## ГЛАВА X

### О НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Тяжесть на наклонной  
плоскости  
поддерживается  
частично плоскостью

Само собой разумеется, что потребуется большая сила для подъема тела в направлении перпендикуляра СВ, нежели в направлении наклонной плоскости АВ. Сделаем так, что пря-

мая ВА (рис. 22) будет двигаться относительно неподвижной точки А. Если мы будем приближать ее к перпен-

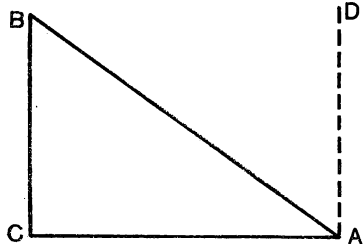


Рис. 22

дикуляру AD, плоскость будет становиться наклонной по мере того, как мы будем ее поднимать, и для того, чтобы удержать груз, понадобится большая сила. Если же, наоборот, понижать ее, приближая к горизонтальной линии СА, наклон плоскости будет уменьшаться по мере того,

как мы будем ее опускать, и такой же груз будет удерживаться меньшей силой. В первом случае наклонная плоскость удерживает меньшую часть груза, а во втором — большую. Все это подтверждается опытом.

Когда направление силы тяги параллельно плоскости, груз на наклонной плоскости удерживается наименьшей силой

Если сила  $P$  находится в равновесии с грузом  $D$  (рис. 23), когда направление силы тяги  $TD$  параллельно плоскости, то, как только это направление перестанет быть параллельным плоскости, равновесие нарушится, и груз потянет сила  $P$ . Следовательно,

но, если угодно удержать тяжесть наименьшей силой, надо, чтобы направление тяги было параллельно плоскости. И это подтверждается опытом.

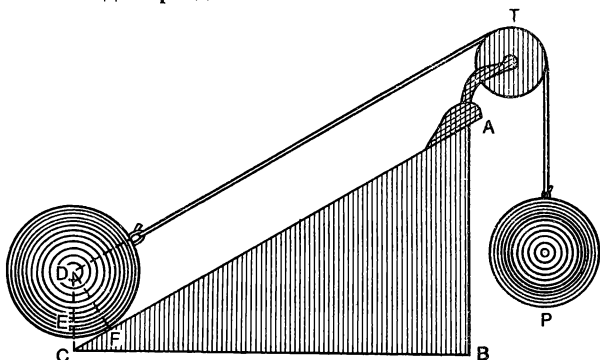


Рис. 23

Сила должна относиться к тяжести так же, как высота наклона плоскости относится к ее длине

Но поскольку плоскость, по мере того как Вы придаете ей большую или меньшую высоту наклона, поддерживает большую или меньшую часть тяжести, Вам ясно, что это правило можно обобщить. И тогда Вы скажете:

сила всегда так относится к тяжести, как высота наклона плоскости относится к ее длине. В сущности, это правило является следствием фактов, нами рассмотренных. Оно не что иное, как эти самые факты, выраженные обобщенно. Теперь попытаемся доказать это согласно установленным нами принципам.

Сила  $P$  (рис. 23) действует на центр тяжести  $D$ , т. е. на конец линии  $FD$ ; тяжесть стремится упасть в направлении

линии  $DEC$  перпендикулярно горизонту, и она упала бы в этом направлении, если бы ее частично не поддерживала плоскость. Вы можете рассматривать  $DFE$  как изогнутый рычаг, имеющий свою точку опоры в  $F$ ; Вы видите, что прилагаемая сила воздействует в конце более длинного плеча рычага, а тяжесть давит на конец короткого плеча, на конец линии  $FE$ , перпендикулярной  $DC$ ; она давит на точку  $E$  и упала бы перпендикулярно в  $C$ , если бы не была поддержана.

Следовательно,  $DF$  выражает расстояние, на которое точка приложения силы отдалена от точки опоры, а  $EF$  выражает расстояние от этой самой точки, на которой находится тяжесть. Следовательно, две эти линии выражают условия, необходимые для равновесия, т. е. определенное соотношение силы и тяжести. Итак, эти две линии соотносятся между собой, как высота и длина плоскости:  $EF$  относится к  $DF$ , как  $BA$  к  $AC$ . Вот это и следует доказать.

Сказать, что  $EF$  относится к  $DF$ , как  $BA$  к  $AC$ , — это значит сказать, что три стороны треугольника  $DEF$  так же соотносятся друг с другом, как и три стороны треугольника  $ABC$ , поскольку если даны две стороны треугольника, то тем самым определена и третья.

Ведь сказать, что три стороны треугольника  $EDF$  так относятся друг к другу, как три стороны треугольника  $ABC$ , — это значит сказать, что эти треугольники подобны; нам остается доказать, что они действительно подобны.

Они подобны один другому, если они подобны третьему. Итак,  $DEF$  подобен  $DCF$ . Во-первых,  $DEF$  имеет прямой угол  $F$ , а  $DCF$  также имеет прямой угол  $F$  — они подобны в том, что каждый имеет прямой угол. Во-вторых, они подобны и в том, что угол  $CDF$  является общим для обоих. Стало быть, они одинаково подобны и третьему, так как, если даны два угла, третий определен.

Так же легко будет понять, что треугольник  $ABC$  подобен  $CDF$ , поскольку Вы видите, что каждый из них имеет прямой угол. Вы видите также, что наклонная линия  $AC$  падает на две параллельные линии  $AB$  и  $CD$  и что, следовательно, угол  $DCA$  равен углу  $CAB$ . Вспомните сказанное нами, когда мы рассматривали углы, образующиеся при пересечении двух параллельных прямых третьей.

Когда какая-нибудь тяжесть находится в равновесии на наклонной плоскости, то доказано, что расстояние до точки опоры относится к расстоянию от точки приложения силы до этой же точки, как высота относится к длине

плоскости, и что, следовательно, сила относится к тяжести, как высота плоскости — к ее длине.

**Скорость, с которой тело спускается по наклонной плоскости**

Тело спускается с различной скоростью в зависимости от того, падает ли оно перпендикулярно к горизонту или же падает по наклонной плоскости. Оно не может спускаться иначе

как с силой, равной той силе, которая удерживала бы его в равновесии. Стало быть, мы можем вывести общее правило: сила, с которой тело спускается по наклонной плоскости, относится к весу тела, как высота плоскости к ее длине. Теперь следует найти путь, который оно должно пройти по линии АВ за то же время, за какое оно проходит путь от А до С.

Начертим плоскость ABC (рис. 24), длина которой будет вдвое больше высоты, и разделим AC и АВ на четыре части.

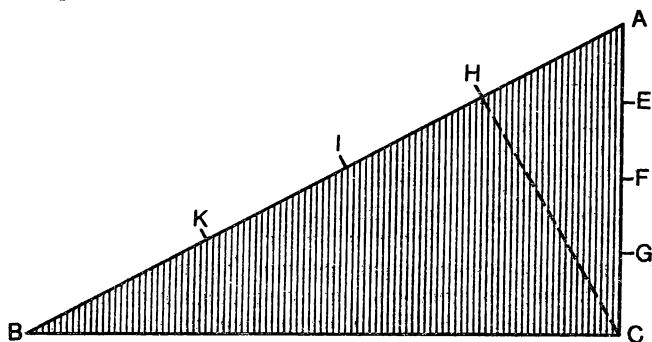


Рис. 24

Я предполагаю, что АЕ, ЕF, FГ и GС — четыре отрезка, которые тело должно пройти за две секунды.

На тело действует наполовину меньшая сила, когда оно падает из А в В, чем когда оно падает из А в С. Стало быть, оно должно иметь наполовину меньшую скорость, и потому оно достигает В лишь за четыре секунды.

**Его движение ускоряется в пропорции 1, 3, 5, 7**

Итак, сила тяготения воздействует на тела одинаково, в каких бы направлениях они ни двигались, иначе говоря, в равные промежутки времени ускорение движения составляет

пропорцию 1, 3, 5, 7 и т. д. Стало быть, тела, падающие



из  $A$  в  $C$ , проходят в первую секунду отрезок пути  $AE$ , а в следующую — отрезки  $EF$ ,  $FG$ ,  $GC$ , и точно так же тело, падающее из  $A$  в  $B$ , в первые две секунды должно пройти отрезок  $АН$ , а в две следующие — отрезки  $HI$ ,  $IK$ ,  $KB$ . Тело,двигающееся по этой наклонной плоскости, придет в  $H$  за такое же время, как если бы оно падало перпендикулярно из  $A$  в  $C$ , т. е., падая по линии  $AB$  в течение двух секунд, оно окажется не ниже, чем падая по линии  $AC$  в течение одной секунды. Ведь  $E$  и  $H$  находятся на равном расстоянии от горизонтальной линии  $CB$ .

Как узнать расстояние, которое оно должно пройти по наклонной плоскости за такое же время, как если бы оно падало перпендикулярно

перпендикуляр из  $C$

Падает ли тело перпендикулярно или вдоль наклонной плоскости, оно приобретает ту же силу всякий раз, когда оно падает с той же высоты

Если Вы опустите перпендикуляр на  $AB$ , Вы увидите, что он падает точно в  $H$ . Стало быть, чтобы узнать путь, который тело должно пройти по наклонной плоскости за такое же время, как если бы оно падало из  $A$  в  $C$ , нам нужно всего лишь опустить

Раз сила тяготения действует всегда одинаково, то из этого следует, что, каким бы ни был наклон плоскости, тело, когда оно опустится вниз, будет иметь ту же скорость, какую бы оно имело, если бы падало вдоль перпендикуляра.

Если плоскость имеет больший наклон и потому короче, ускорение будет большим и эта скорость будет достигнута раньше; если плоскость менее наклонна, ускорение будет меньшим и та же скорость будет достигнута позднее. Стало быть, какой бы ни была линия, которую описывают несколько тел, достигнув низа, они имеют ту же силу всякий раз, когда падают с той же высоты.

## ГЛАВА XI

### О МАЯТНИКЕ

Тело, падающее вдоль хорд окружности, проходит их за такое же время, как если бы оно проходило весь диаметр

Линии  $AD$ ,  $AE$ ,  $AF$

Начертим несколько наклонных плоскостей между точкой  $A$  и горизонтальной линией  $BC$  и опустим перпендикуляры из  $C$  на эти плоскости. Наметим центр на равных расстояниях от  $A$  и от  $C$  и начертим окружность по угловым точкам  $D$ ,  $E$ ,  $F$ .

(рис. 25) — хорды окружности; и мы

можем во второй полуокружности начертить прямые, которые, будучи параллельны первым, будут им равны и одинаково наклонны.

Ведь очевидно, что все эти прямые играют ту же роль, что и плоскости, о которых мы только что говорили. Тело спустится вдоль каждой из них за такое же время, как если бы оно падало с верха диаметра вниз из  $A$  в  $C$ .

Сколько бы мы ни проводили хорд в вертикально поставленной окружности, тело всегда затратит одинаковое время на прохождение каждой хорды, и время это будет равно тому, которое оно затратило бы на прохождение диаметра. Вы также заметите, что хорды пропорционально степени их наклона будут более длинными или более короткими.

**Маятник производит колебания за то же время, за какое он прошел бы четыре диаметра окружности, радиусом которой он является**

Сила тяготения всегда действует перпендикулярно, и независимо от угла наклона плоскости тело, достигнув горизонтальной линии  $BC$ , имеет ту же силу, как если бы оно падало перпендикулярно из  $A$  в  $C$ .

Пусть тело подвешено (*рис. 25*) к центру  $M$  на нити, длина которой равна полудиаметру

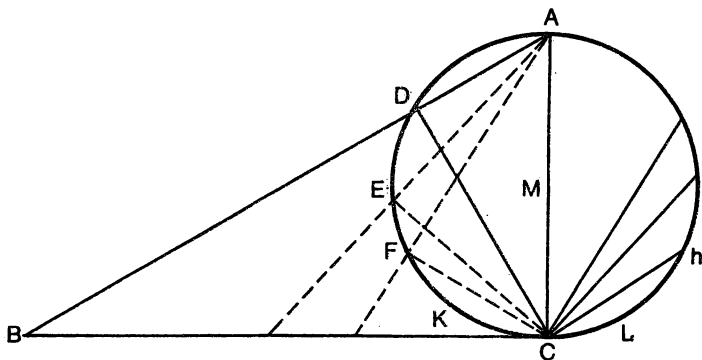


Рис. 25

окружности. Это тело, опускаясь из  $h$ , не может упасть ниже  $C$ ; но сила, приобретенная им при прохождении данного пути, может быть использована для прохождения еще одного, равного ему пути, и оно вновь поднимется в  $F$ . Дойдя до этой точки, оно утратит всю свою силу и, таким образом, вновь упадет под действием своего тяготения, вновь обретет достаточную силу, для того чтобы

подняться в точку  $h$ , откуда оно снова упадет, и т. д.

Тело, подвешенное таким образом, называется маятником. Оно может быть подвешено на веревке либо на проволоке. Движение маятника из  $h$  в  $C$  и из  $C$  в  $h$  называется колебанием или качанием.

Оно падает ускоренным движением из  $h$  в  $C$  за то же время, за какое оно упало бы из  $A$ ; и за такое же время оно поднимается в  $F$  затухающим движением.

Стало быть, если бы за эти два промежутка времени оно падало перпендикулярно из точки  $A$ , оно прошло бы четыре диаметра окружности.

Значит, тело, подвешенное в центре  $M$ , затратило бы на колебание такое же время, какое оно затратило бы, проходя перпендикулярно четыре диаметра, либо, что то же самое, проходя высоту маятника восемь раз.

Таково соотношение между движением колебательным и движением перпендикулярным, когда, по нашему предположению, маятник опускается и поднимается по хордам. Ведь поскольку дуги окружности тем менее отличаются от хорд, чем они меньше, предполагается, что соотношение остается тем же, когда маятник совершает колебание по малой дуге  $LCK$ . По правде говоря, это допущение не совсем точно, поскольку геометры доказывают, что время, необходимое для того, чтобы опустить тяжелое тело по бесконечно малой дуге, относится к времени, необходимому для того, чтобы опустить его по хорде той же дуги, как длина окружности — к четырем ее диаметрам, или приблизительно как 355 к 452. Между тем периоды колебания по сколь угодно малым дугам окружности равны, потому что они соотносятся как равные периоды падения по хордам этих дуг.

Условия, необходимые для изохронных колебаний

Вам следует отметить, что во всем сказанном нами о движении мы опускаем из виду трение, а также сопротивление воздуха. Но трение тем менее ощутимо, чем длиннее маятник и чем меньшую дугу он описывает.

Если бы не существовало ни трения, ни сопротивления воздуха, маятник, раз качнувшись, вечно продолжал бы свои колебания в равные промежутки времени. Когда маятник короток, а дуги большие и трение и сопротивление воздуха более ощутимы, то колебания происходят в неравные промежутки времени. А когда, наоборот, маятник длиннее, а дуги меньше, колебания могут без ощутимой ошибки рассматриваться как происходящие в одинаковые периоды

времени, до тех пор пока маятник не остановится. Подобные колебания называются **изохронными**.

Соотношение между  
длиной маятника  
и продолжительностью  
колебаний

Время колебаний тем меньше, чем короче сам маятник. Вот каково должно быть это соотношение (рис. 26).  $AGBE$  и  $DfVi$  — две окружности, диаметры которых  $AB$  и  $DB$  относятся друг к другу как 4 к 1.

Мы доказали, что если тело падает из  $A$  в  $B$  за определенное время, то за промежуток времени, вдвое меньший,

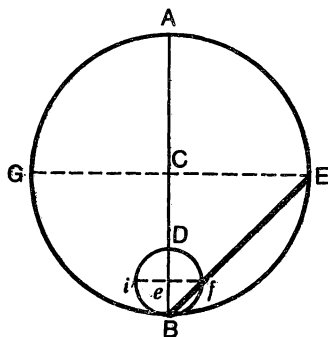


Рис. 26

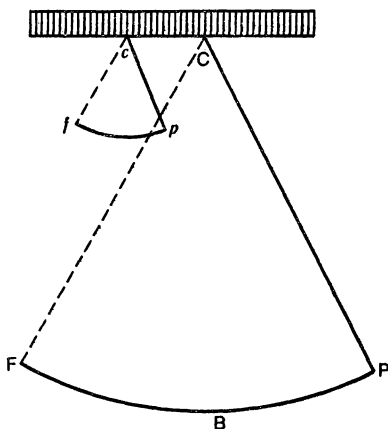


Рис. 27

оно может упасть лишь из  $D$  в  $B$ . Мы доказали также, что тело падает вдоль хорды окружности за то время, за какое оно падает вдоль диаметра. Стало быть, тело в  $E$  упадет вдоль хорды  $BE$  за время, вдвое большее по сравнению с тем временем, в течение которого тело в  $f$  упадет вдоль хорды  $fB$ . Итак, доказано, что если допустить, что дуги  $BE$  и  $fB$  подобны или очень малы, то периоды падений по этим дугам, или периоды полуколебаний, соотносятся как периоды падений по хордам. Следовательно, время колебания маятника  $CB$  будет вдвое больше, нежели время колебания маятника  $Ce$ .

Если Вы хотите, чтобы колебания были в два раза медленнее, надо, чтобы маятник был в четыре раза длиннее, и, напротив, надо, чтобы он стал в четыре раза короче, если Вы желаете, чтобы колебания стали вдвое быстрее.

Для определения  
длины маятника  
необходимо знать  
центр колебаний

Но для того чтобы вымерить маятник, надо уметь определить центр колебаний, ведь длина маятника равна расстоянию от центра колебаний до центра подвешивания. Это один из труднейших вопросов. Всего того, что мы изучили до сих пор, недостаточно, чтобы научиться отыскивать точку, которая и есть центр колебания. Ограничимся же тем, что составим понятие о данной проблеме.

Представим себе маятник  $CP$  (рис. 27) как рычаг, имеющий точку опоры в центре подвеса  $C$ , и, не учитывая силы тяготения рычагов, предположим, что вся тяжесть подвешенного тела сосредоточена в точке  $P$ .

Предположим, что это тело упадет из  $P$  в  $B$  со скоростью, пропорциональной массе, умноженной на расстояние от центра тяжести до центра подвеса  $C$ , и центр колебания будет тот же, что и центр тяжести. Если предположить то же относительно маятника  $cp$ , составляющего лишь одну четверть  $CP$ , центр колебания будет для него снова тот же, что и центр тяжести подвешенного тела. Итак, если эти два маятника совершают колебания по дугам, соотносящимся как окружности, частями которых они являются, то  $p$  достигнет  $f$ , когда  $P$  будет еще только в  $B$ ; и  $p$  возвратится в точку, откуда оно вышло, когда  $P$  достигнет  $F$ ;  $p$  делает два колебания, в то время как  $P$  делает одно, и если  $p$  затрачивает полсекунды на каждое колебание, то  $P$  затратит на каждое колебание целую секунду.

Вы также можете рассматривать (рис. 28) подвешенный рычаг  $AC$ , не учитывая силы тяготения, и, разделив его на четыре равные части, поместить на втором делении тело  $B$  весом в два ливра, а на конце — тело  $C$  весом тоже в два ливра.

Скорости  $B$  и  $C$  соотносятся как произведения их масс на их расстояние от  $A$ , и произведения будут 12. А ведь произведение массы на расстояние для тела весом в четыре ливра, помещенное в  $D$ , на третьем делении было бы тоже 12. Следовательно, колебания этого маятника будут происходить со скоростью, составляющей среднее арифметическое по отношению к скоростям  $B$  и  $C$ , как если бы вся тяжесть сосредоточивалась в  $D$ .

Из всех этих предположений Вам ясно, что, чем меньшую тяжесть будет иметь нить по отношению к весу маятника, тем меньше поправок внесет сила тяготения рычага. Так именно и получается, когда тело значительного веса

подвешивают на очень тонкую стальную проволоку; наблюдали, что маятник длиной 39,2 дюйма (в английской мере) от центра диска до точки подвеса совершает одно колебание в секунду и, следовательно, 3600 колебаний в час. Этот опыт был проведен с маятником весом 50 ливров, которому была придана чечевицеобразная форма, чтобы уменьшить

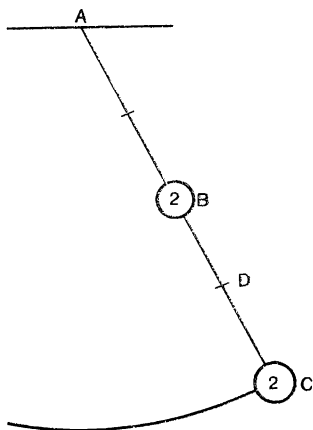


Рис. 28

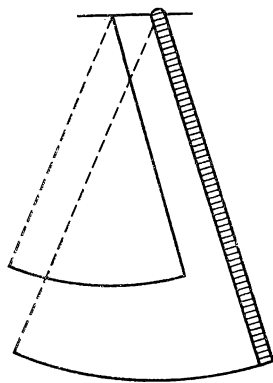


Рис. 29

сопротивление воздуха; колебания продолжались целый день. Опыт (рис. 29) приблизительно показывает центр колебания бруска, однородного и имеющего одну и ту же плотность во всех своих частях, так как его колебания изохронны с колебаниями маятника, длина которого была бы равна третям длины бруска.

Предмет следующей  
книги

Я не склонен входить в дальнейшие подробности устройства механизмов.

Принципов, изложенных мною, достаточно для объяснения того, как очевидность факта и очевидность разума содействуют друг другу при достижении истины, и, поскольку эти принципы позволяют составить идею о системе планет, я дам Вам представление об этой системе в качестве нового примера рассуждений, касающихся одновременно и очевидности факта, и очевидности разума. Вы увидите, монсеньер, что вселенная — не что иное, как машина, подобная только что изученным нами; это — весы. Эта истина будет доказана Вам при помощи ряда теорем, тождественных теоремам второй книги.

КАК ОЧЕВИДНОСТЬ ФАКТА  
И ОЧЕВИДНОСТЬ РАЗУМА  
ДОКАЗЫВАЮТ СИСТЕМУ НЬЮТОНА

ГЛАВА I

О МЕТАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ  
(MOUVEMENT DE PROJECTION)

Действие  
сопротивления  
воздуха и силы  
тяготения на снаряд,  
выпущенный  
горизонтально

Пушечное ядро, посланное горизонтально, продолжало бы двигаться с одинаковой скоростью в одном и том же направлении, если бы ему не противодействовала никакая причина.

Но в то время как сопротивление воздуха уменьшает его скорость, сила, заставляющая его стремиться вниз, называемая силой тяготения, изменяет его направление. Если, предполагая, что ядро невесомо, мы будем учитывать лишь сопротивление воздуха, то мы предположим, что оно будет следовать своему первоначальному направлению, с каждым мгновением теряя скорость, так как оно не проложит себе путь, если не устранил частиц флюида, оказывающих ему сопротивление; оно не устранил их иначе, как придавая им движение, а сколько движения оно им сообщит, столько его и потеряет. Следовательно, оно будет продвигаться все медленнее и наконец остановится в воздухе.

Но оно падает, потому что имеет вес; оно падает в каждое мгновение, так как не прекращает быть невесомым. Таким образом, с каждым мгновением оно отклоняется от горизонтального направления и описывает кривую. Это происходит оттого, что оно уступает в одно и то же время двум силам, направленным под углом друг к другу. Как же оно уступает этим двум силам? Какому закону оно подчиняется?

Этот снаряд  
проходит диагональ  
параллелограмма  
в то же время,  
в какое он прошел бы  
одну из двух сторон

Для наглядности предположите (*рис. 30*), что  $TS$  — плоскость лодки, движущейся в направлении  $TS$  по каналу  $NhgG$ .

Допустим, что  $dD$  — два неподвижных предмета, например два дерева, которые находятся на берегу;  $Cc$  — два человека на про-

тивоположном берегу и АВ — двое детей, играющих в волан в этой лодке. Итак, если за то время, пока волан переходит из А в В, А вследствие движения лодки оказывается перемещенным в  $a$  и В в  $b$ , то В получит волан в  $b$ . Таким образом, под действием двух сил, направления которых образуют угол  $BAa$ , волан прошел линию  $Ab$  —

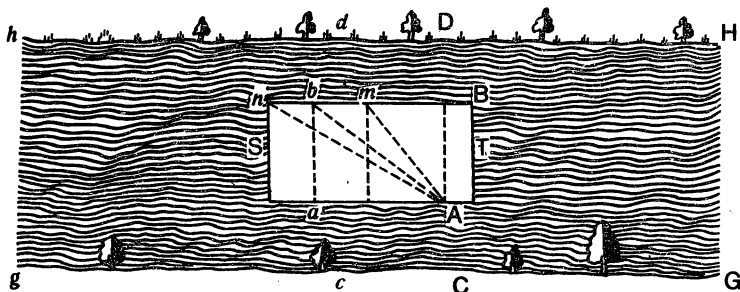


Рис. 30

диагональ параллелограмма  $ABba$ ; он прошел ее за такое же время, за какое он был бы перенесен из А в  $a$ , если бы не имел иного движения, кроме движения лодки, или за такое же время, за какое он был бы вытолкнут из А в В, если бы он имел лишь движение, сообщенное ему ракеткой в лодке, находящейся в покое.

Между тем волан кажется детям движущимся в направлении АВ, так как в то время, когда он попадает в  $b$ , дети находятся на линии  $ab$ , не замечая движения, в результате которого они переместились, и не сознавая того, что они принимают  $ab$  за АВ.

Но люди на берегу, находящиеся в  $Cc$  и устремляющие глаза на предметы  $dD$ , не могут спутать эти две линии и видят, что волан перешел из А в  $b$ .

Если, сохраняя прежнюю скорость волана, Вы увеличите или уменьшите скорость лодки, то диагональ будет пройдена в такое же время, но она будет либо длиннее, либо короче. Если лодка движется быстрее, диагональ будет длиннее: она окончится, например, в точке  $n$ ; если лодка движется медленнее, диагональ будет короче и окончится, например, в точке  $m$ .

Итак, мы можем обобщить этот закон: тело, приводимое в движение двумя силами, направленными под углом друг к другу, проходит диагональ параллелограмма за такое же



время, как если бы оно под воздействием одной из двух сил прошло одну из двух сторон.

Галилею возражали, что если бы Земля вращалась вокруг своей оси с запада на восток, то снаряд, выпущенный перпендикулярно горизонту, не упал бы в ту же точку, откуда поднялся, а упал бы, более или менее отклонившись к западу, в зависимости от того, насколько подвинулась бы эта точка к востоку за промежуток времени, который снаряд затратил бы, чтобы подняться и опуститься.

Это точно так, как если бы было сказано, что волан, брошенный из А к В, остался бы позади и упал бы за борт вне лодки; если бы, пока он двигался, лодка сама двигалась в направлении Аа.

Но волан подчиняется двум направлениям, поскольку он приводится в движение одновременно силой, приложенной к нему ракеткой, и силой, сообщаемой ему лодкой; так и предполагаемый снаряд имеет два направления: одно — перпендикулярное, которое мы ему придаем, другое — горизонтальное, сообщенное ему движением Земли. Стало быть, он должен подняться вдоль одной диагонали, по которой он движется к востоку, и из наивысшей точки, достигнутой им, опуститься вдоль другой диагонали, которая также отклоняет его к востоку. Так и отвечал Галилей; в качестве доказательства он приводил тот факт, что на парусном судне, как и на судне, стоящем на якоре, камень одинаково падает с верха мачты к ее подножию. Галилей справедливо полагал, что если камень падает перпендикулярно, когда судно неподвижно, то, когда судно движется, он падает наклонно к горизонту и проходит диагональ параллелограмма, одна сторона которого равна расстоянию, пройденному судном, а другая — высоте мачты.

Итак, опыт доказывает, что тело, движимое двумя силами, направленными под углом друг к другу, проходит диагональ параллелограмма за такое же время, за которое оно прошло бы одну из его сторон. Теперь посмотрим, как, проходя ряд диагоналей, оно опишет кривую.

Проходя ряд диагоналей, оно описывает кривую

Пушечное ядро (рис. 31), приведенное в движение в горизонтальном направлении АВ, продолжало бы, как мы уже говорили, двигаться в данном

направлении, если бы сила тяготения не отклоняла его в каждое мгновение; и если бы оно было вытолкнуто силой, способной придать ему скорость 4 фута в секунду, оно прошло бы в пять секунд 20 футов по линии АВ.

Точно так же, если, падая из А, это ядро приводилось бы в движение только той силой, которую оно получает от своего тяготения, оно продолжало бы двигаться в направлении АЕ, перпендикулярно горизонту, и, поскольку в первую секунду оно прошло бы 1 фут, опускаясь из А в С, за пять секунд оно опустилось бы в Е, прошло бы 25 футов, поскольку это квадрат периодов времени.

Но так как его приводят в движение сразу две силы, из которых одна способна переместить его в В за то же время, за которое другая способна переместить его в Е, т. е. каждая за 5 секунд, оно подчинится обоим этим силам и, вместо того чтобы достичь В или Е, за 5 секунд упадет в G.

Если бы диагональ А параллелограмма АВGE представляла направление падения, ядро словно проходило бы по прямой линии, но поскольку

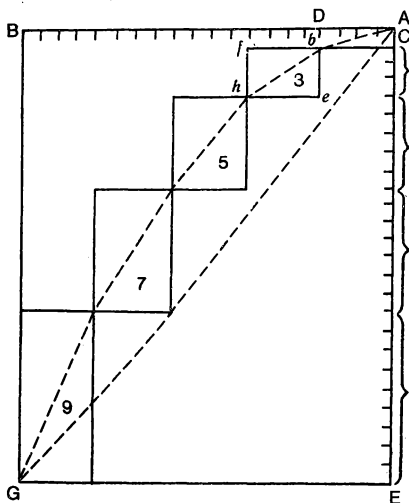


Рис. 31

обе силы действуют каждое мгновение и в каждое мгновение каждая отклоняет ядро от того направления, которое другая стремится ему придать, то очевидно, что мы приблизимся к описываемой ядром кривой лишь по мере того, как мы будем наблюдать его в самый короткий промежуток времени. Поэтому, если мы считаем, что ядро в А, толкаемое к С и к D, движется по диагонали Аb и что в b, толкаемое к e и к f, оно движется по диагонали bh, и так далее вплоть до G, мы увидим, что оно движется по диагоналям 1, 3, 5, 7, 9, ряд которых образует кривую, и нам становится ясно, что если бы мы наблюдали движение ядра в более короткие промежутки времени, то каждая из этих диагоналей еще более искривлялась бы. Если бы это ядро (рис. 32) двигалось в направлении, наклонном к горизонту, как AI, то метательная сила заставила бы его пройти в равные промежутки расстояния АВ, ВС и т. д. Но так как сила притяжения заставляла бы его опускаться в каждое мгновение, оно будет

двигаться из  $A$  в  $b$ , вместо того чтобы двигаться из  $A$  в  $B$ . Следовательно, оно пройдет диагональ параллелограмма  $ABba$ , сторона  $AB$  которого представляет вытолкнувшую его силу, а сторона  $Bb$ , равная  $Aa$ , представляет силу тяготения.

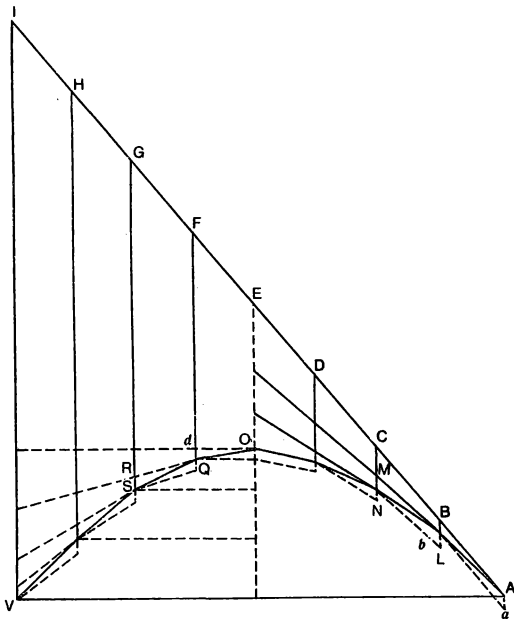


Рис. 32

Точно так же, вместо того чтобы двигаться из  $b$  в  $M$ , подчиняясь лишь метательной силе, оно придет в  $N$ , так как подчиняется и силе тяготения, и пройдет диагональ параллелограмма  $bMNL$ . Таким образом, от диагонали до диагонали оно за четыре мгновения поднимется лишь на высоту точки  $O$ , вместо того чтобы подняться до  $E$ , как это было бы, если бы оно двигалось под действием одной лишь метательной силы. Итак, от  $O$  до  $E$  шестнадцать отрезков пути, и это ровно столько, насколько оно должно опуститься за четыре промежутка времени, так как шестнадцать — квадрат четырех.

Но поскольку оно поднялось из  $A$  в  $O$  замедленным движением, то из  $O$  в  $V$  оно опустится движением ускоренным. Вместо того чтобы двигаться из  $Q$  в  $R$ , оно будет двигаться из  $Q$  в  $S$ . Таким образом, под действием двух сил оно

опустится так же, как и поднималось, т. е. от диагонали к диагонали, вплоть до низшей точки V. Значит, оно опишет кривую AOV за такое же время, за какое оно поднялось бы в I, если бы совершало только движение, вызванное вытолкнувшей его силой.

Кривая, описываемая телом, брошенным горизонтально либо наклонно, называется параболой.

Таким образом, Вы можете представить себе параболу как ряд диагоналей, через которые проходит движущееся тело, когда оно одновременно подчиняется и выбросившей его метательной силе, и силе тяготения.

Вы можете заметить, что все сказанное нами в данной главе тождественно с какой-либо из двух теорем, доказываемых наблюдением; первая: отрезки пути, пройденные падающим телом, равны квадратам времени; вторая: тело, приводимое в движение двумя силами, направленными под углом друг к другу, проходит диагональ параллелограмма в такое же время, в какое под действием одной из двух сил оно прошло бы одну из двух сторон. В сущности, мы лишь по-разному объясняем эти две теоремы, когда заключаем из этого, что тело, брошенное наклонно или горизонтально, описывает параболу. Вам надлежит освоиться с ними, чтобы с большей легкостью постичь их тождественность с другими истинами, которые станут для Вас открытиями.

## ГЛАВА II

### ОБ ИЗМЕНЕНИИ, ПРОИСХОДЯЩЕМ С ДВИЖЕНИЕМ, КОГДА НОВАЯ СИЛА ПРИБАВЛЯЕТСЯ К ПЕРВОЙ

Силы действуют  
в одном и том же  
направлении или  
в различных  
направлениях

Две силы действуют либо в одном направлении, либо в противоположных направлениях, либо в направлениях, образующих угол. Надо рассмотреть эти три случая.

Пусть тело A направлено из A в L (рис. 33) с силой, способной заставить его пройти расстояние AB в одну секунду; в следующие секунды оно пройдет расстояние BC, CD и т. д. потому, что все проходимые участки пространства равны первому.

Если, когда оно находится в B, новая сила, равная первой, действует на него в том же направлении, оно обретет двойную силу; значит, оно пройдет из B в D, из D в F за та-

кое же время, за какое оно прошло из А в В, т. е. оно пройдет вдвое большую часть пространства в секунду, если добавленная вторая сила будет вдвое больше.

**Результат действия сил, направления которых противоположны**

Если в то время, когда тело, движимое первой силой, проходит одинаково АВ, ВС и т. д., на него будет действовать равная сила в обратном направлении LA, оно останется неподвижным; так как эти две силы равны и противоположны, действие одной должно уничтожить действие другой.

Если же последняя сила действует, лишь когда тело имеет тройную силу для прохождения трех отрезков пути за одну секунду, она уничтожит треть скорости. Следовательно, тело будет двигаться, как если бы оно подвергалось воздействию лишь одной двойной силы в направлении AL, и оно пройдет лишь два отрезка пути в одну секунду. Наконец, если в то время, когда оно продвигается на три отрезка в секунду, на него будут действовать сразу две силы, равные первой, одна в направлении AL, а другая в направлении LA, оно будет продолжать двигаться с той же скоростью, так как результат двух новых сил будет равен нулю, поскольку они взаимоуничтожились. Таковы результаты действия сил, имеющих одинаковое направление, и сил, направленных в противоположные стороны.

А теперь посмотрим, что должно произойти в других случаях.

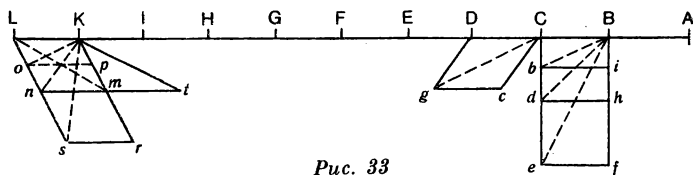


Рис. 33

**Скорость возрастает, когда две силы действуют под прямым углом друг к другу**

Я предполагаю, что тело (рис. 33), двигаясь равномерно, проходит расстояние от А до В и от В до С за одну секунду и что новая сила, равная первой, действует на тело в В в направлении линии Vf, перпендикулярной к AL; в данном случае эта сила действует под прямым углом к первой. Тело изменит направление и, как ясно из сказанного выше, опишет диагональ Vb. На том же основании, если бы новая сила была вдвое больше, тело описало бы диагональ Ve,

в данном случае эта сила действует под прямым углом к первой. Тело изменит направление и, как ясно из сказанного выше, опишет диагональ Vb. На том же основании, если бы новая сила была вдвое больше, тело описало бы диагональ Ve,

а если бы она была вдвое меньше первой, тело описало бы лишь диагональ  $Vf$ . Отсюда Вы видите, что, какова бы ни была новая сила, действующая под прямым углом, скорость тела непременно увеличится, так как оно проходит диагональ прямоугольного параллелограмма в такое же время, в какое под действием одной из двух сил оно бы прошло одну сторону этого параллелограмма. Одним словом, Вы увидите, что в предполагаемом нами случае предложения *Скорость движущегося тела увеличится и Движущееся тело проходит диагональ прямоугольного параллелограмма* идентичны. Вы увидите, что и следующие теоремы тождественны с указанными выше, и мне не нужно будет это подчеркивать.

**Скорость возрастает и тогда, когда силы действуют под острым углом** Если новая сила действует под острым углом, то, как Вы понимаете, ее направление тем больше приближается к направлению первой силы, чем острее угол. Отсюда мы делаем два вывода: что она увеличит скорость и что она не увеличит ее так, как увеличила бы, если бы действовала не под углом, т. е. в том же направлении.

Если, например, новая сила, равная первой, направлена по линии  $Cc$ , то  $DCc$  будет острым углом, образуемым двумя направлениями. Итак, чем острее данный угол, тем тупее  $gcC$  и тем больше диагональ  $Cg$ . Но ведь эта диагональ есть пройденный путь, и она выражает скорость тела.

**Если вторая сила образует с первой тупой угол, скорость либо останется прежней, либо уменьшится**

Следовательно, скорость увеличивается всякий раз, когда новая сила действует под прямым или острым углом, но, если новая сила действует под тупым углом, скорость либо останется прежней, либо слегка уменьшится.

Предположим, что эта сила, равная первой, когда тело находится в  $K$ , действует в направлении  $Km$ , тогда диагональ  $Kn$  параллелограмма  $KLnm$  будет равна  $Km$ , так как параллелограмм разделен на два треугольника, стороны которых равны. Тогда скорость тела останется прежней.

Если бы новая сила была вдвое меньше первой, скорость тела уменьшилась бы, так как тогда [отрезок]  $Kp$  представлял бы новую силу и [отрезок]  $Ko$ , более короткий, нежели  $Kn$ , был бы пройденной диагональю.

Если новая сила вдвое больше и действует под тем же тупым углом (она изображается  $Kr$ ), скорость, изображаемая  $Ks$ , увеличится.

Если эта сила действует под более тупым углом и вследствие этого в направлении более близком к противоположному, таком, как  $Kt$ , тело пройдет диагональ  $Km$ , равную  $KL$ , и, следовательно, его скорость не увеличится, несмотря на то что новая сила больше первой. Вы понимаете, что, если бы она была равна первой, скорость уменьшилась бы в той мере, в какой увеличился бы угол.

Положения данной главы тождественны с положениями предыдущей

Все рассмотренные нами положения всего лишь различные приемы для выражения применительно к различным случаям следующего положения: *движущееся тело пройдет диагональ, когда на него действуют две силы, направления которых образуют угол.* Но рассмотренные выше положения будут необходимы нам для уяснения других тождественных им положений, т. е. других истин.

Закон, которому подчиняется сила тяготения, и закон, которому подчиняется тело, на которое действуют две силы, образующие угол, окажутся тождественными со многими явлениями, объясняемыми в дальнейшем

Мы видели, что сила тяготения — это сила, способная заставить пройти фут в первую секунду; так она действует вблизи земной поверхности. Нам остается узнать, как она действует на всяком другом расстоянии, и, когда мы узнаем это путем наблюдения, мы начнем понимать систему планет. Для объяснения этих явлений достаточно учитывать закон, которому подчинена сила тяготения на любом расстоянии, и закон, которому подчиняется тело, приводимое в движение двумя силами, направленными под углом друг к другу. Вы увидите, что истины, нами открытые, и будут этими двумя законами, различным образом изложенными сообразно различным случаям.

### ГЛАВА III

#### КАК ДЕЙСТВУЮТ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ СИЛЫ

Что подразумевается под силой центробежной, центростремительной и центральной

Когда Вы вращаете пращу, камень, с одной стороны, делает усилие, чтобы вырваться по тангенсу, а с другой — удерживается веревкой. Сила, с которой он стремится отклониться от центра своего движения, называется центробежной, а сила, благодаря которой он удерживается на своей

орбите, называется центростремительной; понятно, что и ту и другую можно назвать центральными силами.

Соотношение  
центробежных и  
центростремительных  
сил в теле,  
движущемся  
кругообразно

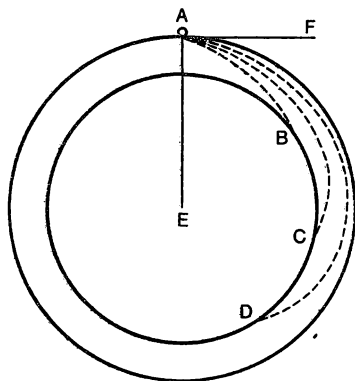
Чем быстрее вращение пращи, тем больше усилий делает камень, чтобы вырваться, и тем больше усилий делает веревка, чтобы его удержать. Вы, разумеется, ощущаете, что, по мере того как камень движется со все боль-

шей скоростью, веревка все туже натягивается, и Вы можете догадаться, что камень описывает круг лишь потому, что сила, которая влечет его к центру, равна силе, удаляющей его от центра.

Подобно этому, планеты перемещаются вокруг Солнца. Когда Вы наблюдаете в театре смену декораций, Вы отлично представляете себе, что механизмы приводятся в движение только веревками, на которых они подвешены и которые Вам не видны.

А ведь притяжение, монсеньер, не что иное, как невидимая веревка, и натяжение этой веревки бывает больше или меньше. Соответственно этому стремление планеты отклониться будет больше или меньше.

Пушечное ядро (*рис. 34*), выпущенное с вершины горы, будет двигаться сообразно силе пороха по кривой АВ в С и в D; оно даже вернулось бы в А, если бы не встречало сопротивления воздуха; порох мог бы сообщить ему силу проекции, равную силе, притягивающей его к центру Земли, и оно продолжало бы двигаться так потому, что центробежная сила равна силе центростремительной. Эта истина станет для Вас очевидной, если Вы увидите, что она тождественна с другими, уже доказанными истинами.



*Рис. 34*

Прочертите из центра Земли радиус АЕ (*рис. 34*) и перпендикулярно этому радиусу проведите прямую АF. Вы увидите, что эти две прямые образуют прямой угол, что АF изображает направление силы, вытолкнувшей ядро, а АЕ — направление силы тяготения, которая толкает, или



притягивает, его к Земле. Однако сказать об этих двух силах, которые мы считаем равными, что они действуют под прямым углом, еще не значит сказать, что они приближают ядро к центру Земли или удаляют ядро от центра. Это всего-навсего означает, что ядро движется с удвоенной скоростью, а раз оно двигается с удвоенной скоростью, не удаляясь и не приближаясь, то, значит, оно описывает окружность. В самом деле, разделите эту окружность на малые равные части и начертите радиусы, которые заканчиваются в конце каждой из них, и Вы увидите, что сказать применительно к каждому делению, что эти две силы заставляют ядро пройти равные диагонали, — значит сказать, что они постоянно удерживают ядро на равном расстоянии от центра, либо что они вынуждают ядро описать круг.

**Сила тяжести, или притяжения, действует прямо пропорционально количеству материи** По сути дела притяжение в массе — это притяжение каждой частицы; оно, стало быть, будет удвоенным, утроенным и т. д., когда количество материи будет удвоено, утроено и т. д., а расстояния будут предположительно равны.

**И обратно пропорциональна квадрату расстояния** Я говорю «если расстояния равны», потому что сила притяжения убывает соразмерно расстоянию между телами. На удвоенном расстоянии тело будет притягиваться в четыре раза слабее, на утроенном — в девять раз и т. д. Данное положение следует сделать наглядным.

**Пример, поясняющий это** Если свет одной свечи пропустить в маленькое отверстие и на расстоянии одного фута поместить поверхность А в один квадратный дюйм (рис. 35), эта поверхность отбросит на тело В, находящееся в двух футах, тень в 4 квадратных дюйма, а на тело С, находящееся в трех футах, тень в 9 дюймов. На D, находящееся в четырех футах, — тень в 16 дюймов, на расстоянии пяти футов — тень в 25, на расстоянии шести — тень в 36. Одним словом, тень увеличивается пропорционально квадрату расстояния. Но раз тело А отбрасывает на В тень в 4 квадратных дюйма, на С — в 9 квадратных дюймов и на D — в 16, то, следова-

тельно, будучи перемещено в В, оно получит лишь четвертую часть света, который оно получило в А, в С — лишь девятую, а в D — лишь шестнадцатую. Значит, свет убывает соразмерно тому, как увеличивается тень.

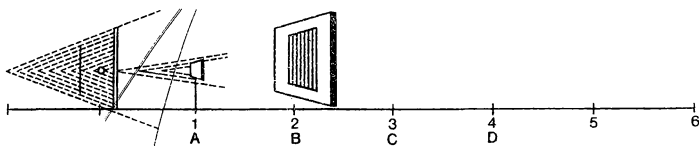


Рис. 35

Если бы свет возрастал, как тень, он усиливался бы прямо пропорционально квадрату расстояния, но так как он убывает в той же пропорции, в какой растет тень, то говорят, что свет действует обратно пропорционально квадрату расстояния. То же происходит и с теплотой, если предположить, что действие лучей является единственной ее причиной; ведь согласно этому предположению, если бы Земля была в два раза дальше от Солнца, она была бы в четыре раза меньше освещена. На утроенном расстоянии она была бы нагрета в девять раз меньше; на расстоянии, в четыре раза большем, — в шестнадцать раз меньше и т. д. Следовательно, действие теплоты также обратно пропорционально квадрату расстояния.

Но сила притяжения, так же как и свет и теплота, действует от центра к окружности. Значит, она будет также действовать обратно пропорционально квадрату расстояний, раз она увеличивается и уменьшается в той же пропорции, что и свет и теплота. Именно так она возрастает и убывает; это доказывается наблюдением. Но оттого что Вы еще не в состоянии понять, каким образом стало возможным наблюдать это явление, Вам пока будет достаточно довериться авторитету наблюдателей и вместе с ними считать это принципом, способным объяснить и другие явления.

Сила тяготения, вес, тяжесть, гравитация — все это следствия одной причины, которую мы называем притяжением.

Все эти слова, в сущности, означают одно и то же и различаются лишь по дополнительным данным, которые я Вам уже объяснил\*.

\* В словаре французских синонимов.

Явления, которые мы обозначаем этими словами, следовательно, подвержены законам притяжения, т. е. сила тяготения в небесных телах, их вес, тяжесть или тяготение, обратно пропорциональна квадрату расстояний. Я говорю «небесные тела», потому что нам представится случай заметить, что гравитация частиц материи подчиняется другим законам.

Вес тела на любом расстоянии от Земли относится к его весу на поверхности Земли как единица к квадрату этого расстояния

Из того, что сила притяжения действует обратно пропорционально квадрату расстояния, следует, что три тела, которые будут иметь вес в один ливр (одно — в двух радиусах от центра Земли, другое — в трех и третье — в четырех радиусах), будут весить в одном радиусе: первое — 4 ливра, второе — 9 и третье — 16. Потому что все эти теоремы, в сущности, говорят одно и то же, а различаются лишь по способу выражения.

Следовательно, и это еще одна теорема, тождественная с предыдущими, вес тела на любом расстоянии так относится к весу, который оно имело бы на поверхности Земли, как единица к квадрату этого расстояния. Если же я хочу узнать, сколько бы весило на поверхности Земли тело, которое на расстоянии 60 радиусов весило бы один ливр, мне нужно всего лишь умножить 60 на 60, и я получу квадрат этого числа — 3600; если же, наоборот, на поверхности Земли оно весило бы один ливр, то на расстоянии в 60 радиусов оно весило бы всего лишь 3600-ю часть ливра.

Скорость, с которой падает тело, обратно пропорциональна квадрату его расстояния

Итак, сила тяготения — это сила, которая определяет скорость, с которой падает тело. Следовательно, зная скорость падения тела на поверхности Земли, я узнаю его скорость на любом другом расстоянии, например на расстоянии 60 радиусов. Мне понадобится лишь следующее рассуждение. Тело вблизи поверхности Земли опускается за одну секунду на один фут, следовательно, в 60 радиусах оно подвергнется действию силы, в 3600 раз меньшей; стало быть, оно опустится лишь на 3600-ю часть фута. А если я захочу узнать, в какое время оно должно пройти на этом расстоянии 3600 частей, или целый фут, мне нужно только вспомнить, что пройденные участки пространства представляют собой квадраты соответствующих промежутков времени. Таким образом, если пройденное про-

странство содержит 3600 частей, то время будет равно 60 секундам, квадратному корню из 3600.

Даже из этих расчетов тождественность достаточно видна; будем продолжать идти от тождественных теорем к тождественным и посмотрим, куда мы придем.

**Какова  
центростремительная  
сила Луны**

Луна находится на расстоянии 60 радиусов от Земли; значит, она опустилась бы на один фут в минуту и на 3600 — в 60 минут, или за один час,

если бы она была предоставлена своему весу, т. е. если бы она приводилась в движение одной только силой, которая влечет ее к Земле; при данном предположении было бы достаточно произвести вычисления согласно законам ускорения движения, чтобы определить время ее падения.

**Какова  
ее центробежная  
сила**

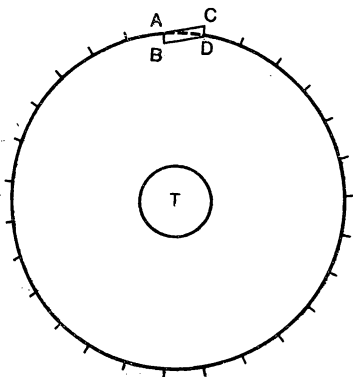
Но если за один час ее вес, или ее центростремительная сила, должен принудить ее опуститься на 3600 футов, то очевидно, что она опишет орбиту на расстоянии 60 радиусов лишь при условии, что на нее будет действовать центробежная сила, способная отклонить ее на 3600 футов за один час.

Итак, мы знаем, какова центробежная сила Луны и какова ее центростремительная сила. Кроме того, мы знаем, что она заканчивает свой полный оборот за 270 дней и 7 часов. Зная это, мы можем определить ее орбиту.

**Как можно узнать  
ее орбиту**

Если мы предположим, что АВ (рис. 36) — путь, который она прошла бы за один день, будучи предоставлена

своему собственному весу, то мы имеем одну из сторон параллелограмма, диагональ которого она должна описать.



Но поскольку АВ представляет центростремительную силу, [отрезок] АС, перпендикулярный к АВ, представляет силу, побуждающую ее двигаться по касательной к орбите, и [отрезок] СD, параллельный и равный АВ, заканчивает параллелограмм и представляет центро-

Рис. 36

бежную силу. Таким образом, очевидно, что AD — это кривая, которую Луна опишет за день под действием двух сил. В результате мы получим приблизительную орбиту этой планеты, если, для упрощения пренебрегая часами, начертим такую окружность, что AD будет одной двадцать седьмой ее частью.

**Как наблюдения  
подтверждают  
соответствующие  
расчеты**

Вы видите теперь, как наблюдения за силой тяготения позволяют определить центральные силы Луны и кривую, которую она описывает вокруг Земли. Но для того чтобы уверить Вас в том, что эти расчеты верны, надо подтвердить их наблюдениями; и если обнаружатся отклонения от рассчитанной нами кривой движения Луны, надо, чтобы наблюдения выявили причину таких отклонений, которая не противоречила бы расчетам; именно так и получилось у нас.

**Почему трудно  
объяснить кажущиеся  
неправильности  
в движении Луны**

Все эти расчеты подтверждались бы наблюдениями, если бы Луна тяготела лишь к одной Земле и описывала окружность, центром которой была бы Земля. Но, во-первых, Луна, кроме того, тяготеет и к Солнцу; во-вторых, она описывает не окружность, а эллипс, и, наконец, Земля находится не в центре эллипса, а в одном из фокусов.

Все эти соображения настолько затрудняют расчеты, что еще не удалось с точностью объяснить все кажущиеся неправильности движения Луны.

**Действие солнечного  
притяжения на Луну**

Если Луна (рис. 37) находится в А, а Земля — в Т, Солнце S одинаково притягивает их, так как оно находится на равном расстоянии от той и от другой.

В таком случае ничто не изменит силы тяготения Луны к Земле. Но если Луна находится в В, она будет больше притягиваться Солнцем, так как она ближе к нему, и вследствие этого она будет меньше тяготеть к Земле. В С сила тяготения к Земле будет та же, что и в А. И наконец, в D Земля, сильнее притягиваясь к Солнцу, удалится от Луны, которая в силу этого меньше будет тяготеть к Земле. Таким образом, во всех точках орбиты, за исключением А и С, Солнце более или менее стремится отдалить друг от друга эти две планеты. Добавим, что это действие Солнца изменяется еще и по мере того, как Земля и Луна, которую она увлекает в своем обращении, приближаются к Солнцу или удаляются от него. Здесь Вы начинаете понимать, что дви-

жение Луны должно быть то ускоренным, то замедленным и что описываемая ею орбита не может быть абсолютно правильной.

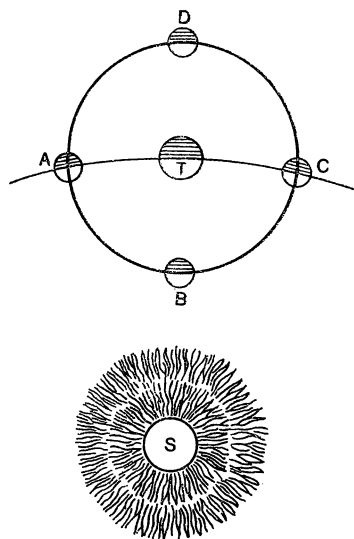


Рис. 37

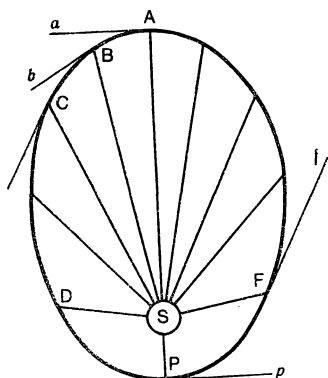


Рис. 38

Бесполезно вдаваться в дальнейшие подробности по этому вопросу. Я ограничиваюсь тем, что даю Вам общую картину, общие планы, с помощью которых Вы сможете глубже вникнуть в данный предмет, если Вас побудит к этому любознательность и если занятия, более соответствующие Вашему положению, оставят Вам какой-то досуг для этого.

#### ГЛАВА IV

#### ЭЛЛИПСЫ, ОПИСЫВАЕМЫЕ ПЛАНЕТАМИ

Луна вокруг Земли, планеты и кометы вокруг Солнца описывают эллипсы. Тот, который я Вам сейчас приведу в качестве примера, является наиболее эксцентрическим из всех планетных эллипсов, и все же он менее эксцентрический, нежели кометные эллипсы; но его рассмотрения достаточно, для того чтобы объяснить и те и другие, потому что законы для них одинаковы.

Эллипсы объясняются рядом теорем, тождественных с тем, что уже было доказано

Я хочу, чтобы Вы сначала отметили, что все, что мы будем говорить для объяснения этих эллипсов, сводится, в сущности, к тому, что уже говорилось и доказывалось, когда мы объясняли кривую, называемую параболой, именно что небесные тела описывают эллипсы только потому, что, подчиняясь двум силам, всегда направленным под углом друг к другу, они движутся от одной диагонали к другой.

Часть эллипса,  
описываемая  
при ускоренном  
движении

Тело (рис. 38), брошенное в направлении  $Aa$ , притягивается Солнцем в направлении  $AS$ , т. е. под прямым углом, следовательно, оно будет двигаться ускоренно из  $A$  в  $B$ . Когда оно придет в эту точку, сила проекции понудит его двигаться по линии  $Bb$ , но оно притягивается под острым углом в направлении  $BS$ ; следовательно, его движение еще будет ускоренным, и оно будет двигаться из  $B$  в  $C$ . Таким образом, направление силы, действующей вдоль касательных, всегда составляет острый угол с направлением силы тяготения, и две сложные силы ускорят движение планеты, пока она не придет в  $P$ .

Часть эллипса,  
где движение  
замедляется

Когда планета приходит в  $P$ , направление силы, действующей вдоль касательной  $P$ , составляет прямой угол с  $PS$ , направлением силы тяготения; планета будет двигаться в  $F$ . Но поскольку она прошла путь из  $D$  в  $P$ , двигаясь ускоренно, то из  $P$  в  $F$  она движется замедленно. В  $F$  направление силы, действующей по касательной  $Ff$ , составит тупой угол с  $FS$ , направлением силы тяготения, следовательно, движение будет еще замедленным, и оно будет замедленным до тех пор, пока планета не придет в  $A$ , потому что углы все время будут тупыми.

Увеличение  
и уменьшение углов —  
не единственная  
причина, ускоряющая  
и замедляющая  
движение

Но следует заметить, что увеличение и уменьшение углов — не единственная причина, которая ускоряет и замедляет движение. Ведь из  $A$  в  $P$  углы уменьшаются лишь до половины пути, точно так же как и возрастают они до половины пути из  $P$  в  $A$ . Следовательно, ускорение и замедление имеют еще и другую причину. И действительно, планета ускоряет свое движение по пути из  $A$  в  $P$ , так как все больше приближается к Солнцу, которое притягивает ее обратно пропорционально квадрату расстояния, а замедляет она свое движение, возвращаясь из  $P$  в  $A$ , поскольку, по мере того как она все больше удаляется от Солнца, она все меньше им притягивается.

## ПЛОЩАДИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫ ВРЕМЕНИ

Что подразумевается под радиусом, вектором и под описываемыми ими площадями

Площадь треугольника — это пространство, ограниченное тремя его сторонами (рис. 38). Таковы отрезки  $AS$ ,  $BS$  и т. д. Когда планета движется из  $A$  через  $B$ ,  $C$  и т. д., радиус  $SA$  представляется как прямая, которая, поднимаясь над центром  $S$ , уносит планету на другой конец и которая, перемещаясь вместе с планетой, так сказать, замечает соответствующую площадь, по мере того как планета описывает сторону, противоположную центру  $S$ . Этот радиус называется «радиус-вектор», т. е. «несущий». Вот что подразумевают, когда говорят, что планета описывает площади вокруг центра своего движения. Площади пропорциональны промежуткам времени.

Ныне все астрономы знают, что площади, описываемые планетой, пропорциональны времени, т. е. в равные промежутки времени планеты описывают равные площади. Кеплер первый открыл это явление и первый выдвинул догадку, что причина его — притяжение Солнца. Ньютон доказал истинность этого открытия и этого предположения.

Эта истина становится наглядной, когда планета движется по круговой орбите. Когда планета движется кругообразно вокруг центра, она описывает одинаковые дуги окружности в одинаковые промежутки времени. В данном случае площади, которые описывает радиус-вектор, не только равны, но также и подобны, и это подобие делает наглядным их равенство. Вот что должно происходить всякий раз, когда планета движется по круговой орбите, ибо поскольку ее движение ни замедленно, ни ускоренно, то, очевидно, радиус-вектор в одинаковые промежутки времени проходит равные и подобные площади.

Именно так, по-видимому, движутся вокруг Юпитера его спутники. По правде сказать, сообразно их положениям они должны более или менее отклоняться, так как они не всегда находятся на одном и том же расстоянии от Солнца и на одинаковом расстоянии друг от друга. Но мы можем пренебречь этими неправильностями, так как они не столь значительны, чтобы их можно было наблюдать в телескоп.



Доказательство  
данной истины,  
когда планета  
движется  
по эллипсу

Когда планета совершает движение по эллипсу, а центр движения находится в одном из фокусов, то радиус-вектор описывает равные площади. Это равенство вначале не столь ощу-

тимо, потому что площади не все подобны и Вы найдете подобие лишь среди тех, которые соответствуют одна другой на одинаковом расстоянии от перигелия и от афелия. Но хотя площади (рис. 39) не все подобны, они все равны: те, у которых наименьшая длина, выигрывают в ширине то, что они проигрывают в длине. Вы сможете наглядно увидеть это на рисунке; однако необходимо привести доказательство этого.

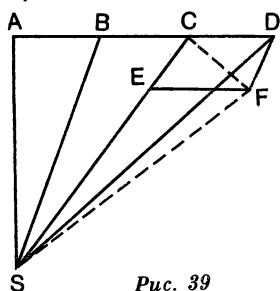


Рис. 39

Вы знаете, что площадь треугольника, или пространство, заключенное между тремя сторонами, есть половина произведения высоты на основание, а потому Вы полагаете, что, когда треугольники имеют одно и то же основание и одинаковую высоту, площади равны. Теперь предположим, что тело (рис. 39), двигаясь равномерно, проходит в равные промежутки

времени равные отрезки  $AB$ ,  $BC$ ; очевидно, что площади  $ASB$ ,  $BSC$ , описываемые радиусом-вектором, равны, так как оба этих треугольника имеют одинаковую высоту и одинаковое основание: одинаковое основание — так как  $BC$  равно  $AB$  и одинаковую высоту — так как высота и того и другого — это перпендикуляр, опущенный из вершины  $S$  на прямую  $AD$ .

Следовательно, пока это тело будет продолжать двигаться по той же прямой и пока треугольники будут иметь общую вершину в той же точке, площади останутся равными и будут различаться лишь потому, что они будут выигрывать в длине то, что потеряют в ширине.

Однако, когда это тело вместо прямой линии будет описывать кривую линию вокруг точки  $S$ , где мы установили вершину треугольников, данное направление не изменит размера площадей, а изменит лишь их конфигурацию, так что они выиграют в ширину то, что они потеряют в длину. Для доказательства сообщим этому телу, пришедшему в  $C$ , силу, способную, при условии что на тело не будут действовать другие силы, перенести его в  $E$  за то же время, за какое

оно прошло бы, двигаясь равномерно, из  $C$  в  $D$ . Из вышесказанного явствует, что данное тело, подчиняясь этим двум силам, пройдет диагональ  $CF$  параллелограмма  $CDFE$  за то же время, за какое оно прошло бы  $CE$  или  $CD$ . Стало быть, радиус-вектор опишет площадь  $SCF$ , но эта площадь равна  $SCD$ , так как два треугольника имеют общее основание в  $CS$  и, находясь между двумя параллелями  $CE$  и  $DF$ , имеют также общую высоту в перпендикуляре, опущенном с одной из этих прямых на другую. Вам понятно, что то же самое рассуждение доказывает равенство следующих площадей:

**Площади пропорциональны периодам времени лишь при допущении, что планета постоянно направлена к одному и тому же центру**

Но если бы планеты не всегда направлялись в точку  $S$ , а периодически устремлялись бы в какую-либо смежную точку, то плоскости непременно были бы неравны; потому что тело, вместо того чтобы попасть на прямую  $DF$ , в тот же период времени либо пройдет поперек этой прямой,

либо не достигнет ее, и, следовательно, описанные площади будут либо большими, либо меньшими, чем  $SCD$ .

Итак, доказано, что, когда тело движется по кривой, постоянное направление к той же точке доказывает пропорциональность площадей периодам времени; отсюда Вы должны заключить обратное данному положению, а именно что пропорциональность площадей периодам времени доказывает, что тело постоянно направлено к одной и той же точке.

**Следствия, вытекающие из данной истины**

Это одна из наиболее значительных истин в системе Ньютона, она является непреложным законом, от которого природа никогда не отклоняется.

Достаточно вместе с Кеплером наблюдать спутники Юпитера и вместе с ним заметить соразмерность описываемых площадей периодам времени, чтобы убедиться, что его спутники всегда направлены к центру основной планеты.

Точно так же Луна в течение всего периода своего обращения направлена к центру Земли, поскольку ее радиус-вектор в равные промежутки времени описывает равные площади, а если и замечены некоторые неправильности в описываемых площадях, то доказано, что Луна направлена не в точности к центру нашего шара. И наконец, уже не подлежит сомнению, что все планеты направлены к центру Солнца, поскольку радиус, проведенный от любой

из них к данному центру, описывает равные площади в равные промежутки времени; достаточно наблюдения, чтобы убедиться, что дело обстоит именно так.

**Почему комета  
не падает на Солнце  
и не выходит  
за пределы  
своей орбиты**

Быть может, Вы спросите меня, почему комета, находясь в своем перигелии, не падает на Солнце и почему в своем афелии она не выходит за пределы своей орбиты. В самом деле,

в эллипсе, таком, какой я Вам приводил в пример, комета в перигелии \* в 6 раз ближе к Солнцу и поэтому в 36 раз сильнее притягивается, а в афелии она в 6 раз дальше от Солнца и в 36 раз менее притягивается. Но отметьте, что, больше притягиваясь, она имеет большую скорость, а скорость не может увеличиваться так, чтобы при этом не возрастала также и центробежная сила. И наоборот, ее скорость уменьшается по мере того, как ослабевает притяжение; соответственно уменьшается и центробежная сила.

Из этого Вы видите, что, чем более эксцентрическим является эллипс, тем более изменяется скорость от афелия к перигелию. Именно это происходит с кометами: они быстро движутся в нижней части своей орбиты — в перигелии и медленно в верхней части — афелии, и именно это ускорение и замедление заставляют радиус-вектор описывать площади, соразмерные периодам времени.

**Ее тяготение  
подчинено тем же  
законам, что и  
сила тяготения  
вблизи земной  
поверхности**

Для того чтобы понять, как тяготение планет и комет (рис. 40) согласуется с силой тяготения на Земле, допустите, что с одной части солнечной поверхности брошено тело таким образом, что оно поднимается по линии ВА

до А; Вы видите, что при этом предположении оно поднимается до А, совершая замедленное движение, и что, придя в эту точку, где метательная сила и сила, притягивающая его к центру, действуют под прямым углом, оно будет падать, совершая ускоренное движение по линии ВА. Если же на некотором расстоянии от Солнца Вы бросите то же тело в направлении, параллельном ВА, оно будет двигаться, например, из С в D и опишет эллипс CDc. Все это выводы из всего вышесказанного, или из теорем, тождественных с уже доказанными нами теоремами.

\* Перигелием называется точка, которая показывает ближайшее расстояние планеты от Солнца, афелием — точка, показывающая наибольшее расстояние от Солнца.

Планеты и кометы  
должны постоянно  
приближаться  
к Солнцу

Тем не менее не следует думать, что кометы и планеты должны вечно двигаться по орбитам, однажды ими пройденным: Это было бы так, если бы

они перемещались в совершенно пустой среде, где они не встретили бы никакого сопротивления, но разве свет, пронизывающий все небесное пространство, или тон-

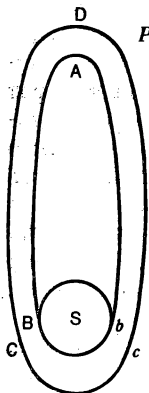


Рис. 40

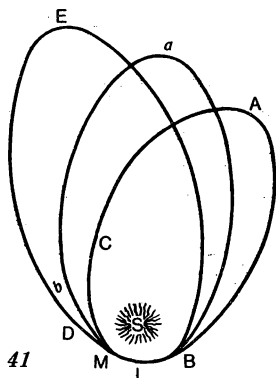


Рис. 41

чайшие частицы, отрывающиеся от комет и от планет, не могут стать препятствием для движения этих тел, обращающихся вокруг Солнца? Это сопротивление, правда, будет в несколько тысяч раз меньше того, которое оказал бы воздух, окружающий Землю, но все же это сопротивление. Метательные силы этих тел и, следовательно, их центробежная сила убывают соразмерно с этими препятствиями, а если сила притяжения Солнца, или центростремительная сила, останется неизменной, то все планеты должны постоянно, хотя бы и незаметно, приближаться к Солнцу. Именно это заставило Ньютона сказать, что вселенная будет существовать, лишь пока господь бог будет заводить эту гигантскую машину. К этому я добавлю, что некоторые астрономы уже полагают, что им удалось наблюдать незначительные изменения в орбите планет. Это всё догадки. Однако посмотрим, как комета может упасть на Солнце.

Как комета  
может упасть  
на Солнце

Солнце имеет огромную атмосферу; в силу царящей там жары его поверхность должна испускать вовне ис-

течения, которые образуют вокруг среду, по меньшей мере столь же плотную, как наш воздух.

Пусть ABC (рис. 41) — орбита кометы, а BLM — атмосфера Солнца. Когда комета приходит из афелия A в перигелий B, она встречает в B сопротивление, уменьшающее ее метательную силу. Солнечное притяжение придает ее орбите большую кривизну, и она поднимается по  $b$ , вместо того чтобы пройти по C, и так, описывая более продолговатый эллипс, она поднимается до  $a$ .

Тогда, падая вновь в B, она еще больше приблизится к Солнцу и, вырываясь по D, направится в E, откуда опустится на Солнце по линии ES. Значит, возможно, что кометы могут упасть на Солнце. Ньютонианцы даже строят догадки о том, что это случается, и почитают это необходимым для питания сего светила, которое незаметно иссякло бы, потому что, излучая свет, оно постоянно теряет часть своей субстанции.

Если бы комета описывала орбиту, подобную той, какую мы начертили выше, то понадобилось бы несколько тысяч лет, чтобы изменить ее полный оборот до такой степени, чтобы заставить ее упасть на Солнце.

**Эксцентриситет  
орбит планет  
достаточно ощутим,  
чтобы быть  
наблюдаемым**

Хотя орбиты планет почти круговые, тем не менее, поскольку фокусы эллипсов отдалены один от другого, эксцентриситет достаточно ощутим, чтобы быть наблюдаемым. Вот почему в северном полушарии наше

зимнее полугодие, когда мы проходим через перигелий, на восемь дней короче нашего летнего полугодия.

Обращение планет тем короче, чем ближе к Солнцу планета.

Из всего нами сказанного Вы понимаете, что планеты должны заканчивать свои полные обороты в промежутки времени тем более короткие, чем ближе к Солнцу они находятся. В самом деле, как только планета подходит ближе, ее центростремительная сила, которая увеличивается, требует, чтобы ее центробежная сила также увеличивалась, и эти две силы неизбежно перемещают ее с большей скоростью. Это подтверждено наблюдением.

ОБ ОБЩЕМ ЦЕНТРЕ ТЯЖЕСТИ  
МЕЖДУ НЕСКОЛЬКИМИ ТЕЛАМИ, ТАКИМИ,  
КАК ПЛАНЕТЫ И СОЛНЦЕ

В обращении двух тел вокруг общего центра тяжести обнаруживается равновесие

Сила притяжения в телах соразмерна содержащемуся в них количеству материи. Следовательно, в пустоте два тела равной массы будут притягивать друг друга с одинаковой силой (рис. 42). Например, А будет притягивать В с той же силой, с какой его будет притягивать В; и следовательно, они будут сближаться с одинаковой скоростью и встретятся в точке С, находящейся на полпути между ними.

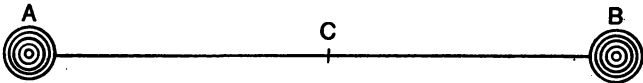


Рис. 42

Если А будет иметь вдвое большую массу, оно будет притягивать В вдвое сильнее, значит, оно придаст В скорость вдвое большую, нежели та, которую В от него получает, и точка, где они встретятся, будет тем ближе к А, чем более его масса превысит массу В.

А имеет свой центр тяжести в В, на которое оно воздействует, а В — в А, на которое оно также воздействует; но в силу этого взаимного притяжения получается так, как если бы, не притягивая друг друга, они, каждое в отдельности, тяготели к точке, где они стремятся соединиться.

А если мы предположили бы еще и третье тело, то А и В притягивали бы его так, как если бы два их центра тяжести были соединены в точке, к которой они оба притягиваются. В самом деле, предположим, что А и В закреплены на коромысле, мешающем им сблизиться, и поставим под коромыслом подпору в точке, где они стремятся соединиться, — получатся весы, на которых А и В будут в равновесии, потому что расстояние от А до этой точки относится к расстоянию от В до той же точки, как масса В к массе А; они будут действовать на третье тело так, как если бы вся их тяжесть была собрана в центре подвеса, как, например, в обращении Луны и Земли вокруг их общего центра.

Итак, Вы можете представить себе Луну и Землю на двух концах этого коромысла и вообразить, что Вы держите их подвешенными над Солнцем, как Вы держите два тела подвешенными на весах; равновесие получится и в том и в другом случае, если расстояния от точки подвеса обратно пропорциональны массам.

Значит, Луна и Земля находятся в равновесии на двух концах коромысла, подвешенного над Солнцем.

Но если сила притяжения и метательная сила, вместе взятые, производят точно такое же действие, как подвешенное коромысло, то из этого следует, что, рассуждая о вращении небесных тел, мы составим теоремы, тождественные с тем, что мы говорили, рассуждая о весах.

Итак, Луна и Земля находятся в 60 радиусах одна от другой; метнем их с силой, направление которой составляло бы прямой угол с направлением их взаимного тяготения, тогда, вместо того чтобы соединиться, они будут обращаться вокруг общего центра; таким образом, метательная сила в сочетании с силой тяготения произведет действие коромысла, которое бы держало их на определенном расстоянии друг от друга, а центром их обращения будет та же точка, которая в коромысле была бы точкой подвеса. Следовательно, как бы взвешивая их на весах, мы находим, что Земля, содержащая приблизительно в 40 раз больше материи, уравнивается с Луной лишь тогда, когда она будет примерно в 40 раз ближе к точке подвеса, и точно так же равновесие между этими двумя планетами по отношению к центру обращения будет сохранено лишь тогда, когда Земля будет примерно в 40 раз ближе к центру.

**И в обращении  
этих двух планет  
вокруг Солнца**

Итак, Вы усматриваете подобие весов в обращении Луны и Земли вокруг общего центра тяжести; Вы усмотрите еще одни весы в обращении этих двух планет вокруг Солнца. Пока Вы их держали подвешенными к двум концам коромысла, они могли бы упасть на это светило, лишь если бы упала сама точка подвеса. Таким образом, если бы Вы желали вообразить коромысло, которое мешало бы им объединиться с Солнцем, то следовало бы, чтобы один конец его находился в этом светиле, а другой — в центре подвеса обеих планет; а если Вы желали бы найти точку, в которой нужно было бы подвесить коромысло, чтобы уравновесить эти грузы, Вы нашли бы такую точку, расстояние которой от Солнца так относится к расстоянию планет от нее, как масса планет относится

к массе Солнца. Вот тогда, взяв эти веса, Вы держали бы Солнце в равновесии с общим для двух планет центром тяжести. Но поскольку одна метательная сила заставила две планеты двигаться вокруг их общего центра тяжести, другая метательная сила, приложенная сразу и к этому центру, и к Солнцу, приведет в движение этот центр и Солнце вокруг другого центра тяжести, достаточно будет метнуть их с силами, способными уравновесить действие их взаимной силы тяготения.

Таким образом Земля, находящаяся в одиннадцати тысячах солнечных диаметров от Солнца, иначе говоря, приблизительно в тридцати трех миллионах миль совершает свое годичное обращение. Но следует заметить, что из-за превосходства массы Солнца данное расстояние слишком мало, для того чтобы вынести общий центр тяжести за пределы этого светила. Следовательно, он находится внутри, и без ощутимой ошибки мы можем считать, что Солнце как бы пребывает в покое.

Различные положения  
Луны и Земли  
во время их  
обращения  
вокруг Солнца

Представим (рис. 43), исходя из этих предположений, обращение Луны и обращение Земли. Пусть Солнце будет в S, и пусть общий центр тяжести Луны будет Q, когда она в полнолунии, а Земли M — в F; пусть после полного лунного месяца Луна будет вновь в полнолунии и тот же центр будет в A; и наконец, пусть FDA будет орбитой, описываемой этим центром вокруг Солнца.

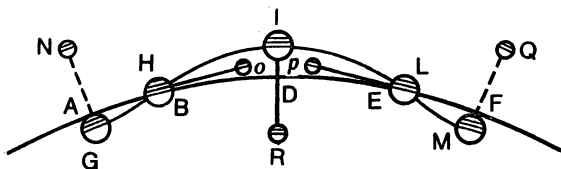


Рис. 43

Если мы затем разделим лунный месяц на четыре равные части, то после первой центр тяжести будет в E, Луна — в p, Земля — в L; после второй — при ново-



лунии — центр тяжести будет в D, Луна — в R, Земля — в I; в следующей четверти центр тяжести будет в B, Луна — в o, Земля — в H; наконец, когда Луна достигнет полнолуния, а центр тяжести будет предположительно в A, Луна будет в N, а Земля — в G; все эти положения основаны на обращении Земли и Луны вокруг центра тяжести, который описывает орбиту вокруг Солнца.

Итак, кажется, что Земля проходит кривую MING, но, поскольку эта неправильность не так значительна, чтобы быть заметной, мы можем предположить без ощутимой ошибки, что центр Земли проходит орбиту FDA, потому что MF или DI, обозначающие наибольшее расстояние, на котором Земля может находиться на этой орбите, представляют собой всего лишь сороковую часть расстояния MQ, которое само не составляет даже трехсотой части расстояния FS. Вот почему Землю считают находящейся как бы в центре обращения Луны и как бы проходящей орбиту, описываемую центром тяжести.

Как приблизительно определяют общий центр тяжести между планетами и Солнцем

Метнем одну за другой в направлении, почти одинаковом с направлением Земли, планеты Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн: Меркурий — на 4257 диаметров, Венеру — на 7953, Марс — на 16 764, Юпитер — на 57 200 и Сатурн — на 104 918 диаметров — таковы приблизительно средние расстояния, на которые эти планеты удалены от Солнца.

При помощи этих предположений мне будет легко показать Вам, как определять общий центр тяжести между всеми этими телами.

Однако предупреждаю Вас, что я не задаюсь целью дать Вам по этому вопросу самые точные понятия, — они потребовали бы вычислений, в которые мы оба, однако, не должны вдаваться. Мне достаточно преподать Вам метод рассуждения. Чем больше масса тела, тем ближе оно к общему центру тяжести. Так, Солнце содержит материи в миллион раз больше, нежели Меркурий; значит, его расстояние от центра тяжести в миллион раз меньше. Но поскольку расстояние от Меркурия до Солнца — 4257 [диаметров], Вы сможете поместить общий центр тяжести в миллион раз ближе к Солнцу лишь при условии, что поместите его на очень малом расстоянии от центра этого светила. В самом деле, будь эти два тела равны, общий центр тяжести находился бы на расстоянии около 2128

[диаметров] от центра каждого из них. Следовательно, общий центр тяжести приблизится к центру Солнца в той степени, в какой возрастет масса этого светила. Если увеличить массу в миллион раз, этот центр будет в миллион раз ближе к центру Солнца.

Теперь предположим, что 4257 разделено на миллион частей; каждая из этих частей будет равна расстоянию, на которое центр Солнца отстоит от центра тяжести. Масса Венеры относится к массе Солнца как 1 к 169 282; она передвинет центр тяжести трех тел немного вперед; Земля и Марс по той же причине передвинут его еще больше; но так как Юпитер имеет большую массу и к тому же еще более отдален от Солнца, то центр тяжести Солнца и Юпитера будет вне поверхности Солнца, и, следовательно, центр тяжести пяти тел будет вынесен еще больше вперед. Но так как масса Сатурна составляет всего лишь около трети массы Юпитера, общий центр тяжести был бы несколько глубже поверхности Солнца, если допустить, что существуют только эта планета и Солнце. Если же мы примем во внимание все эти тела, то, когда мы поместим все планеты на одной стороне, общий центр тяжести еще больше отдалится от поверхности Солнца. И напротив того, он окажется ближе к центру Солнца, глубже его поверхности, когда Юпитер будет по одну сторону, а Сатурн — по другую, каким бы ни было при этом положение других планет, потому что они находятся слишком близко и имеют слишком малую массу, чтобы отодвинуть общий центр тяжести от центра Солнца. Это и есть центр тяжести, пребывающий в покое в нашей системе, а не центр Солнца; вот почему движение этого светила представляет собой нечто вроде волнообразного движения. Масса Юпитера настолько превосходит массу его спутников, что общий центр тяжести пяти тел совсем немного отдален от центра этой планеты. То же наблюдается и на Сатурне по отношению к его спутникам и к его кольцу.

Заклучим, что для того, чтобы изменить общий центр тяжести нашей системы, было бы достаточно прибавить или отнять одну планету и что изменение было бы более или менее значительным в зависимости от массы этой планеты и ее расстояния от Солнца.

О ВЗАИМНОМ ТЯГОТЕНИИ ПЛАНЕТ  
И О ТЯГОТЕНИИ, СУЩЕСТВУЮЩЕМ  
МЕЖДУ ПЛАНЕТАМИ И СОЛНЦЕМ

Нарушения,  
вызываемые  
в движении Луны  
притяжением Солнца  
(рис. 43)

Все тела нашей системы воздействуют друг на друга обратно пропорционально квадрату их расстояний и прямо пропорционально их массам. Когда Луна пребывает в своей первой и в последней четверти, она в точ-

ности такова, как если бы она притягивалась одной лишь Землей, потому что оба этих тела в это время одинаково притягиваются Солнцем. Но когда Луна продвигается из второй четверти к точке, где она находится ближе к Солнцу, она ускоряет свое движение, потому что сильнее притягивается к Солнцу, равно как она замедляет его, когда входит в свою первую четверть, потому что тогда Солнце слабее ее притягивает.

Наконец, когда из своей первой четверти она идет в точку противостояния, то для того, чтобы возвратиться в свою вторую четверть, она еще более ускоряет движение, потому что она тем более подчиняется притяжению Земли, чем менее притягивается Солнцем, будучи более удалена от него. К этому прибавьте, что это двойное притяжение оказывает вдобавок различные действия в зависимости от того, находится ли Земля в своем перигелии или в своем афелии.

Это ускорение и это замедление движения Луны, следовательно, являются результатами солнечного и земного притяжения; и Луна описывала бы площади, пропорциональные периодам времени, если бы притягивалась одним лишь земным шаром.

Итак, нарушения в ее движении отнюдь не противоречат системе Ньютона, а, напротив того, подтверждают ее.

Почему нарушения  
в движении  
спутников Юпитера и  
Сатурна, вызываемые  
солнечным  
притяжением,  
незаметны

Как бы спутники Юпитера и Сатурна ни были удалены от Солнца, они подчинены тому закону, в силу которого солнечное притяжение нарушает их движение; действие этого притяжения уменьшается по мере увеличения расстояния от планет и их спут-

ников до Солнца; и хотя действие Солнца неизбежно несколько изменяет их ход, оно настолько ничтожно по

сравнению с действием Сатурна и Юпитера, что это изменение не удастся заметить в телескоп.

**Нарушения  
в движениях планет,  
вызываемые их  
тяготением  
друг к другу**

Поскольку планеты взаимодействуют, они должны взаимно изменять движения друг друга; это изменение заметно в движении Сатурна, равно как и в движении Юпитера, когда обе эти планеты находятся на одной и той

же стороне по отношению к Солнцу.

Если то же явление не наблюдается в случае других планет, то потому, что их масса значительно меньше и взаимное действие одних на другие не может достаточно ощутимо изменить ход, предписанный им силой притяжения Солнца; движение комет и движение планет также должны изменяться, когда кометы проходят вблизи планет.

## ГЛАВА VIII

### КАК ОПРЕДЕЛЯЮТ ОРБИТУ ПЛАНЕТЫ

**Сначала строят  
первую гипотезу**

Если мы вначале предположим, что планета описывает окружность, центром которой является Солнце, и в равные периоды времени проходит равные дуги, и если мы разделим время ее полного оборота на равные части, то площади, по которым пройдет ее радиус-вектор, будут не только равны, но и подобны.

**Наблюдение  
отвергает  
или разрушает  
эту гипотезу**

Такова была гипотеза, построенная сначала астрономами на основании их первых наблюдений и отвергнутая ими, после того как они продолжили свои наблюдения. И действительно, она не согласуется с наблюдаемым у планет неравномерным движением, то ускоряющимся, то замедляющимся.

В данном ускорении и замедлении следует отметить две вещи: первое — что планета бывает то ближе к Солнцу, то дальше от него; второе — что ее радиус-вектор проходит в равные периоды времени равные площади. Итак, очевидно, что, согласно всему сказанному нами для объяснения эллипсов, она может двигаться подобным образом, не иначе как описывая орбиту, представляющую собой эллипс, один из фокусов которого является центром ее обращения.

Гипотезы строятся до тех пор, пока они не будут подтверждены наблюдениями

согласно гипотезам, которые, как им казалось, вытекали из наблюдений, а затем вновь стали наблюдать, чтобы

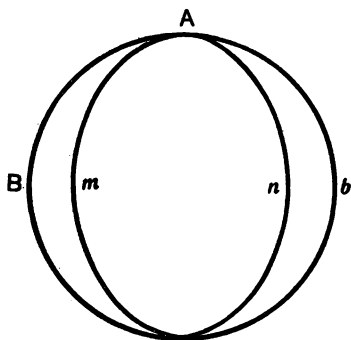


Рис. 44

Вместо того чтобы представлять орбиту планеты в виде окружности, такой, как ABC (рис. 44), астрономы представили ее в виде эллипса  $AmCn$ . Сначала они начертили этот эллипс

либо удостовериться в истинности своих гипотез, либо выяснить, в чем здесь ошибка. И когда они видели, что движение планеты не согласуется с тем эллипсом, какой они предполагали, они выдвигали новые предположения, чтобы исправить свои ошибки. Например, если эллипс был слишком близок к окружности, они его сплющивали; а если он оказывался слишком сплюснутым, они приближали его к окружности; и так, переходя от

наблюдений к гипотезам и от гипотез к наблюдениям, они наконец начертили орбиту планеты. Вы понимаете, что подобное исследование требует большой прозорливости и многочисленных расчетов; сказанного нами достаточно, чтобы Вы могли судить об этом.

## ГЛАВА IX

### ОБ ОТНОШЕНИИ РАССТОЯНИЙ К ПЕРИОДАМ ОБРАЩЕНИЙ

Имеется определенное соотношение между расстоянием и периодом обращения

Когда два тела находятся на некотором расстоянии друг от друга и им сообщена метательная сила, они будут перемещаться вокруг общего центра, и, если Вы предполагаете, что центростремительные и центробежные

силы неравны, оба тела будут сближаться или удаляться друг от друга до тех пор, пока эти две силы не уравновесятся и между телами не установится равновесие. С этого момента все определено: и расстояния

между этими телами, и орбиты, ими описываемые, и скорость, с которой они проходят по своим орбитам.

Законы равновесия определяют, на каком расстоянии находится каждая планета от центра ее обращения; различные расстояния определяют различные точки ее орбиты, а различные углы, составленные направлениями сил, определяют скорость на каждом отрезке кривой. Следовательно, должно существовать определенное соотношение между расстоянием планеты от Солнца и периодом ее обращения в том случае, когда, будучи ближе к Солнцу, она заканчивает свое обращение, например, за три месяца, и расстоянием от Солнца и периодом обращения планеты, которая, будучи более отдаленной, заканчивает свое обращение за тридцать лет.

**Кеплер открыл это отношение, наблюдая спутники Юпитера**

Кеплер первый открыл это отношение. Он наблюдал расстояние спутников Юпитера и время их обращения; он заметил, что квадраты времени их обращения пропорциональны кубам

их расстояний. Планеты подтверждают это наблюдение. При дальнейшем наблюдении планет этот закон был обобщен: квадраты времени их обращения вокруг Солнца всегда пропорциональны кубам их расстояний. Ньютон доказал его своей теорией. Он представил соответствующие расчеты, а его теория объяснила закон, доказанный наблюдениями.

**Законом, которому подчинено тяготение, и двумя аналогиями Кеплера он объясняет систему мироздания**

Мы видели, что сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния, или, иначе говоря, что ее действие ослабевает в той же мере, в какой увеличивается квадрат расстояния.

Мы видели также, что планеты в своих движениях описывают площади, пропорциональные периодам времени.

Наконец, только что мы рассмотрели отношение периодов обращения к расстояниям. Итак, монсеньер, все эти законы согласуются с явлениями и доказывают друг друга; надо только наблюдать и делать расчеты, чтобы убедиться в этом. Два последних закона представляют собой то, что называют аналогиями Кеплера. С помощью этих принципов Ньютон начертал для планет путь, по которому они должны следовать: он предписывает планетам двигаться

по эллипсам вокруг Солнца, которое он помещает в один из фокусов этих эллипсов, и наблюдение доказывает, что движения планеты подчинены законам, которые он им приписал.

Кроме того, Ньютон видит также кометы, когда они ускользают от телескопа: намечая некоторые точки, через которые они проходили, он прослеживает гигантские эллипсы, по которым они движутся, и учит нас предсказывать их возвращение. Остается только продолжать наблюдения, чтобы окончательно подтвердить его результаты или исправить допущенные им ошибки.

Например, известно, что данная орбита и ее период обращения являются следствием метательной силы и силы тяготения; известно, каков вес Луны на расстоянии 60 радиусов и каков был бы ее вес на Земле; известно, какова ее скорость в одном случае и какой она была бы при других обстоятельствах; и наблюдения и расчеты дают одни и те же результаты. Таким образом, вся теория этой системы доказана очевидностью факта и очевидностью разума.

## ГЛАВА X

### О СИЛЕ ТЯГОТЕНИЯ ТЕЛ НА РАЗЛИЧНЫХ ПЛАНЕТАХ

Удалось определить  
вес одних и тех же  
тел на различных  
планетах

Достойно изумления, что нам удалось в некотором роде взвесить небесные тела. Но едва ли Вы поверите, что можно приблизительно вычислить

вес, который имели бы на поверхности Сатурна или Юпитера тела, которые мы взвешиваем на нашем земном шаре. Могли ли Вы предвидеть, что мы достигнем подобных знаний? Ведь Вы видели, с какого уровня невежества мы начинали. Но когда мы наблюдаем и рассуждаем, так сказать перемещаясь с одной планеты на другую, мы берем весы и взвешиваем.

Такие исследования, разумеется, требуют многочисленных и сложных расчетов. Я не предлагаю Вам вникать во все эти детали: у Вас еще не совсем твердая рука, чтобы держать весы. Достаточно уже того, что Вам рисуется в туманной дали образ Ньютона, взвешивающего вселенную и ее части.

Все тела тяжелее на поверхности планеты, чем на любом расстоянии от планеты

Вес тела на планете — не что иное, как результат силы притяжения, действующей от планеты на тело и, наоборот, от тела на планету.

Эта сила находится в каждой частице, следовательно, она складывается из стольких отдельных сил, сколько частиц входит в массу планеты. Следовательно, на равных расстояниях сила притяжения всегда пропорциональна количеству материи.

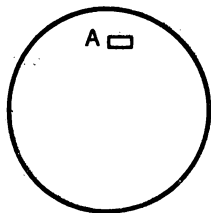


Рис. 45

Отсюда следует, что вес одних и тех же тел на поверхности планеты больше, чем на любом другом расстоянии; он даже больше, чем над поверхностью, хотя при этом тело находится ближе к центру. Например, если бы мы учитывали только центр (рис. 45), то А должно было бы сильнее притягиваться по мере его приближения к центру, но, как Вы видите, материя, про-

стирающаяся поверх него, необходимо уменьшает его вес, так как ее большее количество притягивается сильнее.

Зная массу и диаметр планеты, можно судить о весе тел на ее поверхности

Если планеты равны по массе и по объему, то одни и те же тела на их поверхности будут весить одинаково. Если, будучи неравными по массе, они равны по объему, одни и те же тела, помещенные на поверхности

одной планеты, будут весить больше, а на поверхности другой — меньше в зависимости от количества материи, в них содержащейся.

Если же мы предположим, что они неравны по объему, но равны по массе, то тела, перенесенные с меньших планет на большие, изменят свой вес обратно пропорционально квадрату расстояний.

А в случае если они будут неравны и по массе, и по объему, вес тел будет прямо пропорционален количеству материи и обратно пропорционален квадрату расстояния.

Вы теперь понимаете, как, зная массу и диаметр планет, можно судить о том, каков будет вес тела на каждой из планет, если на Земле оно весит один ливр.



На поверхности  
Юпитера тело  
имеет вес  
вдвое больший  
по сравнению с тем,  
который оно имело бы  
на земном шаре

На Юпитере, самой большой из всех планет, вес тел увеличивается, но вовсе не в той пропорции, в какой Юпитер превосходит Землю по количеству материи; потому что, если тела, находящиеся на поверхности, притягиваются большей массой, они

в то же время менее притягиваются центром, от которого они более удалены.

Таким образом, оказывается, что на поверхности Юпитера, имеющего материи в 200 раз больше, чем Земля, вес тела всего лишь вдвое превышает его вес на поверхности земного шара.

И точно так же на поверхности Луны тела весят больше по сравнению с тем, сколько они весят на поверхности Земли; эта планета имеет материи в 40 раз меньше, но зато точки ее поверхности менее удалены от центра, поскольку ее диаметр относится к диаметру Земли как 100 к 365. Таким образом, по массе и по диаметру планеты можно судить о весе тел на ее поверхности.

Кстати, следует Вас предупредить, что в этих вещах невозможно постичь истину с предельной точностью, приходится довольствоваться приближением к ней, и Вы согласитесь, что и это уже немало.

## ГЛАВА XI

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ К ПРЕДЫДУЩИМ ГЛАВАМ

Вселенная —  
это те же весы

До чего же человек и невежествен и величествен одновременно, монсеньер! В то время как всякое тело словно таится от него, вселенная открывается его взору, и он постигает систему вещей, природа коих от него ускользает<sup>21</sup>. Приведите в равновесие это коромысло весов на острие иголки, и Вы кончиком пальца заставите вращаться вокруг этого центра тела, находящиеся на оконечностях, — вот, до некоторой степени, образ вселенной, и именно так Ньютон поддерживает ее и приводит в движение.

Сколько бы Вы ни размышляли о весах, рычаге, воротах или блоках, о наклонной плоскости и о маятнике, Вы увидите, что и эти машины, и другие, более сложные сводятся к одному — к весам или рычагу. Тождество здесь явственно: они принимают различные формы, для

того чтобы легче произвести то или иное действие, но в принципе все они суть одна и та же машина. Итак, наш мир всего лишь громадные весы. Солнце, установленное на самом коротком плече, находится в равновесии с планетами, удаленными от него на различные расстояния; и все эти тела двигаются на точке подвеса или опоры, которая называется общим центром тяжести, так как и точка подвеса, и точка опоры, и центр тяжести в сущности одно и то же.

Этого сравнения достаточно, чтобы пояснить Вам, как все эти массы управляют в своем движении той самой силой, повинаясь которой падает тетрадь, если ее выпустить из рук. Всеобщий закон — сила тяготения; именно благодаря этой силе Солнце заставляет вращаться вокруг себя Меркурий, Венеру, Землю.

Все возможные  
истины сводятся  
к одной

Итак, поскольку все машины, начиная с простейшей и кончая сложнейшей, — это всего лишь одна и та же машина, принимающая различные

формы, для того чтобы произвести различные действия, то свойства, которые обнаруживаются в ряде наисложнейших машин, сводятся к основному свойству, которое, видоизменяясь, одновременно едино и множественно. Ведь если существует, по сути дела, лишь одна-единственная машина, то, по сути дела, существует лишь одно свойство. В этом Вы убедитесь, если примете во внимание, что мы поднимались от одного знания к другому лишь потому, что переходили от одних тождественных положений к другим, тождественным с ними.

Итак, если бы мы могли открыть все возможные истины и убедиться в них с полной очевидностью, мы построили бы ряд тождественных положений, равный ряду истин, и вследствие этого поняли бы, что все истины сводятся к одной<sup>22</sup>. А если и существуют истины, очевидность которых от нас ускользает, это значит, что мы не можем обнаружить их тождество с другими истинами, которые для нас совершенно очевидны; все это доказывает, что тождество, как я уже говорил, — единственный признак очевидности.

До сих пор я ограничивался знаниями, которые дают нам о системе мироздания очевидность факта и очевидность разума. Впрочем, многое еще предстоит изучить. Часть этого я Вам преподаю, обсуждая прочие способы; посредством которых мы можем обучаться.

Это и будет предметом следующей книги.

КАКИМИ СПОСОБАМИ МЫ СТРЕМИМСЯ  
ВОЗМЕСТИТЬ ОЧЕВИДНОСТЬ

ГЛАВА I

РАЗМЫШЛЕНИЯ О ТЯГОТЕНИИ

Было бы ошибочным предполагать, что тяготение всегда подчинено одному и тому же закону

Мы видим законы, которым подчинено тяготение, когда эта сила действует на значительных расстояниях, но есть и другая сила, действующая на очень малых расстояниях, и законы ее нам неизвестны. Почему тяготение

проявляется во всем теле? Несомненно, потому, что оно существует в каждой частице, и именно это позволило заметить, что данная сила всегда пропорциональна количеству материи. Казалось бы, она должна следовать одному и тому же закону и, значит, всегда действовать обратно пропорционально квадрату расстояния. Однако это не так, и этого достаточно, чтобы объяснить Вам необходимость присоединять наблюдения к рассуждениям; это единственный способ убедиться в физической истине.

Следует остерегаться мании обобщения

Между тем, стоит только философам найти один закон, подтвержденный опытом в некоторых случаях, как они спешат его обобщить, воображая,

что проникли в тайну природы. Хотя этот метод философствования и распространен, он, разумеется, не самый мудрый. Конечно, следует обобщать; это единственный способ постичь ряд истин, внести порядок в свои знания; но весьма часто мания обобщения приводила к заблуждениям. Она и есть первоначало всех плохих систем.

И ньютонианцы не вполне безупречны в этом отношении

Ньютонианцы в данном случае не впали в чрезмерную крайность: от этого их уберегли слишком разительные опыты; однако не все они свободны от упреков. Желая все свести к

принципу тяготения, они зачастую довольствовались расплывчатыми доводами, которые в лучшем случае можно расценивать как хитроумные.

**Сила тяготения,  
которая имеет место  
лишь в точке  
соприкосновения  
либо очень близко  
от этой точки**

Малые частицы материи сильно притягиваются друг к другу в точке соприкосновения либо очень близко к этой точке, но уже на незначительных расстояниях эта сила вдруг ослабевает и становится ничтожной; на-

пример, частицы воды, едва соприкоснувшись с другой частицей, образуют каплю, а находясь даже на малом расстоянии, они не воздействуют друг на друга. Подобного не наблюдается в частицах воздуха, огня и света. Почему же эти флюиды не образуют капель? Ведь, как предполагается, тяготение действует равно во всех частицах материи? Ведь нельзя сказать, что частицы данных флюидов никогда не соприкасаются, — это было бы бездоказательно; по-видимому, здесь существует какая-то тайна, в которую нам не дано проникнуть. Я отнюдь не утверждаю, что из этого можно заключить, будто частицы воздуха, огня и света не притягивают друг друга, я просто утверждаю, что мы знаем еще недостаточно, чтобы равно применить этот принцип ко всем частицам материи. Если он является общим, он не всегда производит одинаковое действие; его действие изменяется в различных случаях, и он так изменяется, что потребуются очень много опытов, чтобы признать его действующим повсеместно. Я приведу Вам несколько примеров тяготения, действующего на небольшом расстоянии.

**Примеры такого  
тяготения**

Два гладких зеркальных стекла, чистых и сухих, соединяются друг с другом так, что разъединить их можно лишь с усилием. То же происходит и в вакууме, а это доказывает, что такое сцепление никоим образом нельзя отнести за счет давления окружающего воздуха. Положите между этими стеклами тонкую шелковинку — для того чтобы их разъединить, потребуются меньше усилий. Разделите их двумя или тремя кручеными нитями — препятствие уменьшится. Это будто бы доказывает, что взаимопритяжение этих стекол уменьшается по мере того, как они становятся дальше друг от друга. Погрузите твердое тело в жидкую среду и потихоньку приподнимите его. Жидкость останется на нем, образуя тонкую пленку флюидов между твердым телом и поверхностью жидкости. Поднимите твердое тело выше — пленка отделится и отпадет; это произойдет потому, что притяжение, приподнявшее его, уступает тяжести.

Как различно  
действие тяготения  
в зависимости  
от различных  
обстоятельств

Я не стану говорить Вам об опытах, которые будто бы доказывают, что притяжение отклоняет лучи света от прямой линии. Не буду также говорить ни о притяжении, вызываемом магнетизмом, ни о притяжении,

вызываемом электричеством, — о видах притяжения, которые действуют на больших расстояниях; все это мы рассмотрим в свое время. Я удовлетворюсь лишь указанием на то, что во всех этих случаях оказывается, что нет ничего менее единообразного, нежели законы, которым подчинено тяготение, и, по-видимому, чем больше мы проведем опытов, тем больше мы убедимся, что данный принцип не является общим, так как его действие должно быть различным сообразно с различными обстоятельствами.

Но чтобы узнать, как он действует при всех различных обстоятельствах, следовало бы все их рассмотреть. Однако боюсь, что мы никогда полностью всего не узнаем. Нам остается только прервать наше рассуждение.

Как ньютоналианцы  
объясняют  
тяготением твердое  
и жидкое состояние

Тем не менее, исходя из данного малоизученного принципа, ньютоналианцы стали объяснять твердость, жидкое состояние, жесткость, мягкость, эластичность, растворимость,

ферментацию и т. д. Вкратце попытаюсь изложить Вам ход их рассуждения. Вы видели два притяжения: одно — действующее пропорционально квадрату расстояния, другое — действующее лишь в точке соприкосновения или, во всяком случае, исчезающее на очень малом расстоянии. Вот это второе притяжение подходит к атомам, т. е. к мельчайшим частицам, из которых, как предполагается, состоят тела. Поскольку эти частицы притягиваются лишь в точке соприкосновения, сила их притяжения должна быть пропорциональна соприкасающимся поверхностям, а части, сколько-нибудь удаленные от поверхности, ничем не способствуют сцеплению.

Однако поверхность малого тела [относительно его объема] больше поверхности более крупного тела [относительно его объема]. Например, в наперстке Вы видите шесть равных граней. Поместите их одну на другую и рассматривайте их как одно тело, вдвое большее, чем первое; Вы заметите, что грани соотносятся не так, как массы. Ведь в наперстке, который вдвое больше, их не

будет двенадцать, т. е. вдвое больше шести,— их будет только десять. Когда-нибудь геометрия докажет Вам эту теорему; сейчас достаточно привести Вам наглядный пример.

Итак, рассмотрим атомы с плоскими поверхностями и со сферическими. Первые сильно сцепляются, так как соприкасаются во всех точках своей поверхности; вот это и есть твердые тела.

Другие соприкасаются лишь в бесконечно малой точке, они почти не сцепляются, и из них образуются флюиды, части которых уступают малейшему усилию.

**Жесткость** Изменим форму атомов — изменится структура тел. Станет больше или меньше пустот, и внутренние поверхности будут соприкасаться большим или меньшим количеством частей. В результате тела станут более или менее жесткими.

**Мягкость** Предположим, что тело сжато какой-либо тяжестью таким образом, что элементарные частицы, удаленные от первой точки их соприкосновения, соприкасаются в других точках и, сцепляясь в положении, отличном от первоначального, остаются в этом положении. Тело, легко принимающее любую форму, которую ему придают, называют мягким телом.

**Эластичность** Но если давление, достаточное для нарушения первого контакта, было недостаточным для создания второго, частицы, как только прекратится давление, вновь вернуться в прежнее положение. Таково явление эластичности.

**Растворение** Если частицы жесткого тела, погруженные в жидкость, взаимопритягиваются с силой, меньшей, нежели та, с которой их притягивают частицы жидкости, оно растворится и распространится в малых частях. Это и есть растворение.

**Брожение и кипение** Если эластичные корпускулы плавают в жидкости и взаимопритягиваются, они сталкиваются и отклоняются.

Таким образом, непрерывно притягиваясь и отталкиваясь, они будут перемещаться по всем направлениям, все ускоряя свое движение. Вот так происходит брожение и кипение.

**Недостатки этих объяснений** Все эти объяснения чрезвычайно искусны, изобретательны, хитроумны, и даже в большей степени, нежели все то, что было выдуманно до ньютонианства. Но мы не

находим здесь той очевидности, которая следует из согласования рассуждения с наблюдением, и в данном случае ньютонианцы воображают и измышляют прежде, чем рассуждают.

Почему мы рассматриваем притяжение как причину движения небесных тел? Потому что наблюдение и рассуждение согласуются; и одно и другое доказывает наличие законов, согласно которым действует данный принцип. Но когда мы рассматриваем частицы материи, мы больше не можем с точностью определить эти законы. А если мы не можем их определить, то каким же образом увериться, что притяжение — единственная причина явлений? Может быть, это так и есть, но, не зная, как она действует, как нам в этом убедиться? Когда нет наблюдения, нет и правил для верного рассуждения.

Действие притягиваемых тел либо обратно пропорционально квадрату расстояния, либо ощутимо лишь в точке соприкосновения. Отчего такое различие? Я согласен, что при изменении обстоятельств один и тот же принцип должен изменяться согласно законам, также изменяющимся. Но, повторяю, что это за изменение обстоятельств и какое изменение оно должно внести в законы? Вот что следовало бы точно уяснить, прежде чем рассуждать о явлениях. По-видимому, есть лишь один принцип, но является ли этим принципом тяготение? А может быть, это что-либо другое? Мы этого не знаем.

Допустим, что это тяготение, но уже доказано по крайней мере то, что нам неведом первый закон, лежащий в основе тяготения. Ведь это не закон квадрата, поскольку он не имеет места по отношению к частицам; это и не закон соприкосновения, поскольку он не проявляется в движениях тел, которые вращаются над нами; ни тот, ни другой не единообразны и не универсальны. Значит, существует более общий закон, а все остальные — всего лишь следствия. Какой же это закон? Нам придется открывать более общий принцип, чем тяготение, или по крайней мере более общий закон, чем все те, которые мы наблюдали. Пусть строят гипотезы, раз их очень любят строить, но, главное, пусть произведут опыты, и, возможно, мы придем к новым открытиям. Ньютон в такой мере расширил пределы наших знаний, что можно надеяться еще более расширить их; и было бы столь же смелым утверждать, что впредь уже ничего нельзя открыть, сколь неразумным было бы считать, что все уже открыто.

Тщетный вопрос  
относительно  
тяготения

Тяготение существует, это несомненно. Но является ли оно основным свойством материи? Первостепенное ли это свойство? Вот какой вопрос, монсеньер, мучает философов.

Не важно, основной ли это принцип, или первоначальный, или главный. Такое явление наблюдается, и этого достаточно. Разве Вас не удивляют люди, желающие решить, что именно является основным в вещах, сущность которых им неизвестна? Философы всегда занимаются спорами о том, о чем у них нет никаких идей; если бы наблюдениям уделяли столько же времени, философия преуспела бы значительно больше. Да что же, наконец, такое это тяготение? Это явление, объясняющее многие другие явления, но все же еще очень далекое от того, чтобы оно объяснило все без исключения явления; тяготение — это явление, которое само предполагает, или по крайней мере кажется, что оно предполагает, более общий принцип.

## ГЛАВА II

### О СИЛЕ ПРЕДПОЛОЖЕНИЙ

Польза  
предположений

Предположения — степень вероятности, наиболее далекая от очевидности, но это не основание для того, чтобы ими пренебрегать. Именно с них начинались все науки и все искусства; ведь мы предугадываем истину до того, как ее увидим; и очевидность зачастую приходит лишь после искания на ощупь. Систему вселенной, доказанную Ньютоном, предвидели глаза, которые не смогли ее постичь, потому что они еще недостаточно умели видеть или, точнее говоря, потому что они еще не умели смотреть. История человеческого разума доказывает, что предположения часто находятся на пути к истине.

Значит, раз нам предстоит сделать открытия, мы обязаны выдвигать предположения, и, чем больше открытий мы сделаем, тем с большей прозорливостью мы будем строить предположения.

Следует  
избегать  
чрезмерностей

В данном случае следует избегать крайностей, монсеньер, ведь философы могут быть легковерными из предубежденности, а неверными из невежества.



Одни, добившись в ряде случаев очевидности, ни во что не хотят верить, если ее нет. Некоторые даже отказывают себе в очевидности; а поскольку бывают воззрения ненадежные, неясные, они считают, что все системы недостоверны. И наконец, есть и такие, кто полагается на малейшую вероятность, им всегда слышится истина; они ее видят, они ее осязают. Эти люди во сне бодрствуют и наяву бредят; они удивляются, если кто-нибудь не бредит, как они.

**Подчас  
для достижения  
истины  
предположения  
необходимы**

Люди так часто ошибались, что многие склонны считать, будто для заблуждений уже не осталось путей: Философия — океан, а философы часто всего лишь кормчие, бедствия коих знакомят нас с подводными

камнями, которых нужно избегать.

Мы идем вслед за ними, и у нас есть преимущество: мы плывем с большей уверенностью по морю, где они не раз бывали игрушкой стихии. И все же будем тщательно все исследовать и постараемся избегать опасных мест, где легко сбиться с пути.

В ясную погоду кормчий не собьется с пути: Полярная звезда словно для того и помещена на небесах, чтобы указать ему, куда держать путь. Но если он лишен верного проводника, когда тучи заволакивают воздушные просторы, он все же не теряет надежды на спасение; основываясь на определении места, где он находится, и намечая нужное ему направление, он строит предположения, он продвигается с большей осторожностью, не ускоряет хода и выжидает, когда его путеводная звезда покажется в небе.

Именно так должны поступать и мы. Очевидность может проявить себя не сразу, но, ожидая, пока она проявится, мы можем строить предположения; а когда она станет явной, мы определим, или рассудим, верным ли путем вели нас наши предположения.

**Какова  
самая слабая  
степень  
предположения**

Самой слабой степенью предположения является та, когда, не имея возможности убедиться в какой-либо вещи, ее утверждают всего лишь потому, что не понимают, почему бы этого

не могло быть. Если уж позволить себе такие предположения, они должны быть не более чем догадками, и не следует пренебрегать любыми исследованиями, способными либо опровергнуть их, либо подтвердить.

Как ее следует  
применять

Если не наблюдать за собой, то подобному ходу рассуждения можно придать вес больший, нежели оно того заслуживает; ибо мы склонны верить в какую-либо вещь всего лишь потому, что не представляем себе, почему бы нам ее отрицать. Именно так и было, когда, едва уверившись в том, что планеты обращаются вокруг Солнца, стали предполагать, что их орбиты — идеальные окружности, центром которых является Солнце, и что они проходят эти орбиты, двигаясь равномерно. Так судили лишь потому, что не было причины судить иначе; и продолжали бы так думать, если бы наблюдения не позволили обнаружить, что Солнце занимает другое место, наметить новые пути для планет и признать, что их движение то ускоряется, то замедляется. До этих наблюдений никто не предвидел, что когда-нибудь придется изменить что-либо из первых предположений, и не потому, что были причины предпочесть именно эти предположения, а потому, что не было причин, для того чтобы их отвергнуть. Идеальные круги, центр и равномерные движения столь легко постижимы и представляют столь ясные идеи, что, полагая их наиболее простыми для природы, поскольку они наипростейшие для нас, мы считаем, что природа именно их избрала, как избрали их бы мы сами, и мы принимаем их, не подозревая, что они нуждаются в тщательном исследовании.

Но когда мы заменяем все это движением неравномерным, орбитами эксцентрическими, эллиптическими и т. п., наш ум не знает, на чем остановиться, он уже не может определить эти движения и эти орбиты; при таком новом воззрении ум не чувствует себя столь уверенно и недоумевает, почему этому воззрению надо отдать предпочтение.

Вторая степень  
предположения

Предположения второй степени суть те, когда из многих способов, коими та или иная вещь может быть произведена, мы предпочитаем способ, который считаем наиболее простым, исходя из предположения, что природа действует наипростейшими способами.

На чем она  
основана?

Это предположение в общем правильно, но, когда его применяют, оно может ввести в заблуждение. Несомненно, что, если первого закона достаточно для создания ряда явлений, бог не использовал для этого двух законов. А если нужны два, он их бы и применил; но

не применил бы третьего. Итак, основные законы мироздания все просты, так как все равным образом необходимы по отношению к явлениям, которые надлежит создать.

Насколько она  
мало надежна

Но этот закон действует различно в зависимости от обстоятельств, а отсюда получается, что неизбежно

существует множество подчиненных законов и множество сложных следствий этих законов, т. е. действий, вызванных множеством перекрещивающихся и изменяющихся причин.

Наипростейшая система, разумеется, та, при которой один закон достаточен для сохранения всей вселенной. Однако эта система не была бы простой, если бы каждое явление вызывалось особой и единственной причиной. Все было бы очень осложнено, если бы предполагалось столько же причин, сколько и явлений, и гораздо проще, чтобы многие причины участвовали в создании каждого явления, поскольку эти причины уже существуют и сами являются действиями одного, первого закона. Следовательно, в природе должно быть очень много сложных действий, которые по этой же причине являются простейшими и самыми закономерными.

Заблуждения,  
к которым  
она приводит

Но философ, которому не дано видеть отношение одного действия ко всему целому, попадает впросак; ему приходится считать сложным то, что не

является сложным или по крайней мере является таковым лишь по отношению к нему, и, отважно рассуждая о простоте путей природы, он предполагает, что та причина, которую он вообразил, есть подлинная и единственная, так как, по его мнению, ее вполне достаточно для объяснения того явления, причину которого он ищет. Таким образом, принцип *природа всегда выбирает простейшие пути* удобен для спекуляции, но его очень редко можно применить.

Каким образом  
она приобретает  
достоверность

Данная степень вероятности имеет тем большую силу, чем более мы уверены, что знаем все средства, которыми может быть создана какая-либо

вещь, и чем в большей мере мы способны судить об их простоте; и напротив, эта степень догадки значительно слабее, когда мы не убеждены, что исчерпали все эти средства, и когда мы не в состоянии судить об их простоте; последнее положение — обычный для философов случай.

Следовательно, предположения становятся обоснованными лишь по мере того, как, сравнивая все средства, мы все более убеждаемся, насколько прост способ, который мы предпочли, и насколько сложны все остальные. Так, например, ясно, что [видимое] обращение Солнца может быть вызвано либо его собственным движением, либо движением Земли, либо обоими сразу; четвертого способа не существует.

Итак, самым простым средством [решения этого вопроса] является вращение Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца. В этом Вы убедитесь, но Вы отметите, что данный принцип не лучшим образом доказывает истину Коперниковой системы. Обычно желают всё свести к единой причине; это общий недостаток. Так и кажется, что слышишь, как со всех сторон философы кричат: «У природы простые средства! Моя система проста, следовательно, моя система и есть система природы!» Но, еще раз повторяю, весьма редко им приходится судить, что просто и что не просто.

**Предположения  
не являются  
истинами, но они  
должны открыть  
путь к истине**

На предположениях следует останавливаться лишь постольку, поскольку они могут проложить путь к новым знаниям. Их назначение — наметать необходимые эксперименты; причем необходимо, чтобы имелась какая-то

надежда когда-нибудь их подтвердить или заменить чем-нибудь лучшим, а поэтому их надо строить, лишь поскольку они могут со временем стать предметом очевидности факта и очевидности разума.

Итак, нет ничего менее прочного, чем такое предположение, которое по самой своей природе никогда не может быть ни подтверждено, ни опровергнуто. Таковы, например, предположения ньютонианцев, объясняющие твердость, жидкое состояние и т. д.

**История —  
подлинное поле  
для предположений**

История — подлинное поле для предположений. Большое скопление множества фактов имеет достоверность весьма близкую к очевидности,

и поэтому оно не позволяет сомневаться. Но с обстоятельствами дело обстоит совершенно иначе. Правила, которыми нужно руководствоваться в подобном случае, очень сложны, но, как я уже говорил, Вы еще не в состоянии вникнуть в это исследование.

ОБ АНАЛОГИИ

**Аналогия  
различных степеней  
достоверности**

Аналогия подобна цепи, простирающейся от предположения до очевидности. Таким образом, ясно, что есть много степеней аналогии и что не все заключения, сделанные по аналогии, имеют равную силу; попробуем их оценить.

**Аналогия  
от действий  
к причине  
и от причины  
к действиям**

Рассуждают по аналогии, когда судят об отношении, которое должно существовать между действиями, на основании отношения, которое существует между причинами, либо когда судят об отношении между причинами по тому отношению, какое существует между действиями.

**Пример,  
где аналогия  
доказывает,  
что Земля вращается  
вокруг своей оси  
и обращается  
вокруг Солнца**

Пусть суточные и годовые обращения и различие времен года на Земле будут замечаемыми нами действиями, причину которых нужно найти по аналогии.

Мы не бываем на других планетах, чтобы и там отметить те же действия, но мы видим такие планеты, которые описывают орбиты вокруг Солнца и вращаются вокруг своей оси, более или менее наклонной. Это причины тех действий, какие мы наблюдаем в движениях планет. Так, с одной стороны, наблюдая Землю, мы замечаем действия, а с другой стороны, наблюдая планеты, мы замечаем причины происходящих там явлений.

Мы не бываем на других планетах, чтобы и там отметить те же действия, но мы видим такие планеты, которые описывают орбиты вокруг Солнца и вращаются вокруг своей оси, более или менее наклонной. Это причины тех действий, какие мы наблюдаем в движениях планет. Так, с одной стороны, наблюдая Землю, мы замечаем действия, а с другой стороны, наблюдая планеты, мы замечаем причины происходящих там явлений.

Однако очевидно, что эти причины должны обуславливать периоды планет, соответствующие нашим годам, нашим временам года и суткам. Так мы низойдем от причин к действиям. Но поскольку действия, наблюдаемые в отношении планет, того же рода, что и действия, которые мы наблюдаем на Земле, мы можем подняться от действий к причинам и приписать Земле движение вращения [вокруг своей оси] и движение обращения вокруг Солнца. Действия суть годы, времена года, сутки; причины — вращение вокруг своей оси, обращение вокруг Солнца, наклон оси.

Эти причины мы наблюдаем на Юпитере, и, понимая, что они должны производить там годы, времена года и

сутки, мы по аналогии заключаем, что на Земле, которая, подобно Юпитеру, является подвешенным шаром, имеют место годы, времена года и сутки только потому, что она совершает два движения: вращение вокруг своей наклонной оси и обращение вокруг Солнца. Вот самая сильная аналогия.

Когда судят о причине по действию, которое может быть вызвано только одним способом, это означает, что судят в силу очевидности разума, но когда действие может быть вызвано несколькими способами, то судить по аналогии — то же, что говорить: в данном случае действие вызвано такой-то причиной, значит, вот в этом случае оно не должно быть вызвано какой-либо иной причиной.

**Аналогии,  
приходящие  
на помощь**

В подобных случаях надо, чтобы новые аналогии пришли на помощь первой. Есть две аналогии, доказывающие движение Земли вокруг

Солнца. В дальнейшем Вы увидите, как наблюдения доказывают, что Земля находится на большем расстоянии от Солнца, чем Венера, и на меньшем, чем Марс. Раз это так, припомните установленные нами законы, и Вы сочтете, что она должна затратить на свое обращение меньше времени, чем Марс, и больше, чем Венера. Именно это и подтверждают наблюдения, так как обращение Венеры длится восемь месяцев, Земли — один год, а Марса — два года. Последняя аналогия выведена из закона Кеплера: квадраты периодов обращений пропорциональны кубам расстояний. Итак, скажем: как 729, квадрат 27 (время обращения Луны), относится к 133 225, квадрату 365 (предполагаемому времени вращения Солнца вокруг своей оси), так 216 000, куб 60 (удаленность Луны, выраженная в количестве полудиаметров Земли), относится к четвертому члену пропорции. Вычисление даст нам число 39 460 356, кубическим корнем которого будет 340. Выходит, что Земля отдалена от Солнца всего на 340 радиусов.

Итак, получается, что Земля отстоит от Солнца на 340 радиусов. Однако наблюдениями доказано, что это расстояние больше по крайней мере в тридцать раз. Следовательно, тем самым доказано, что обращается не Солнце. А на каком основании хотят, чтобы Земля являлась исключением из закона, который, согласно наблюдениям и вычислениям, является всеобщим? На стороне предрассудка оказалась бы лишь видимость, поэтому он не-

обоснован. Перенесемся поочередно на все планеты; каждая из них, когда мы будем на ней находиться, покажется нам неподвижной, а движение Солнца, по мере того как мы будем перемещаться с одной на другую, покажется нам более или менее быстрым.

На Сатурне нам будет казаться, что Солнце заканчивает свое обращение за 30 лет, на Юпитере — за 12 лет, на Марсе — за два года, на Венере — за 8 месяцев, на Меркурии — за 3 месяца, а на Земле нам будет казаться, что Солнце обращается вокруг нее в течение одного года.

Однако невероятно, чтобы Солнце могло сразу совершать все эти различные движения; и приписывать ему то движение, какое воображают, наблюдая с Земли, не больше оснований, чем приписывать ему движение, какое можно вообразить, находясь на другой планете.

Если для нас совершенно очевидно заблуждение, в которое впал бы обитатель Юпитера, считающий себя неподвижным, то для этого обитателя точно так же ясно, что мы ошибаемся, считая, что все вращается вокруг нас.

Из всех планет только обращение Меркурия вокруг Солнца ускользает от взора наблюдателей. Причина этого — его близкое соседство с этим светилом, но сомневаться в этом обращении нам не позволяет аналогия, поддерживаемая принципами, которые мы уже установили. Эта планета, если бы она не совершала быстрого движения вокруг Солнца, неминуемо упала бы на это светило.

Аналогия,  
основанная  
лишь на вероятных  
соотношениях

И Сатурн и Меркурий — единственные планеты, вращение которых вокруг своей оси пока не удалось наблюдать; но по аналогии мы можем это предполагать.

Может быть, вращение вокруг своей оси является следствием обращения Сатурна вокруг Солнца и обращения его спутников вокруг него самого, но это не доказано. Таким образом, здесь аналогия не выводит заключения ни от действия к причине, ни от причины к действию; она выводит заключение лишь на вероятных соотношениях; следовательно, она имеет малую силу.

Вполне могло бы быть и так, что Сатурн вращается вокруг Солнца, как Луна вокруг Земли, постоянно подставляя ему одно и то же полушарие, в таком случае его вращение было бы чрезвычайно медленным. Но существует соображение, по-видимому опровергающее данное предположение: ведь при той отдаленности, в какой Сатурн

находится от Солнца, его полушария еще больше нуждаются в последовательной освещенности. Эта необходимость сама служит доказательством, тем более веским, что трудно допустить, чтобы творец природы, из предосторожности давший Сатурну несколько спутников да еще и светящееся кольцо, не заставил его быстрее вращаться вокруг своей оси.

Что касается предположения о вращении Меркурия, то оно также основано на аналогии и еще и на том, что соседство Солнца как бы требует, чтобы одно и то же полушарие не подвергалось постоянно жару его лучей.

К этим соображениям добавим, что наблюдаемое нами вращение планет вокруг своей оси — следствие закона, которому равно подчинены они все. Каков бы ни был этот закон, он должен вызывать и по отношению к Меркурию, и по отношению к Сатурну почти те же явления, как и повсюду, потому что всякая система предполагает одинаковый принцип, действующий на все части и вызывающий повсюду следствия того же рода.

**Аналогия,  
основанная  
на отношении к цели** Мы рассмотрели аналогию, когда вывод делают от действия к причине либо от причины к действию, и аналогию, когда вывод делается на основании вероятных соотношений; есть еще третья — когда вывод делается по отношению к цели.

**Она доказывает,  
что планеты обитаемы** Если Земля имеет двойное обращение, то для того, чтобы ее части поочередно освещались и нагревались; это имеет целью сохранение ее жителей.

Однако все планеты совершают такие двойные вращения. Следовательно, и на них есть обитатели, коих необходимо сохранять. Данная аналогия не имеет столь большой силы, как та, что основана на соотношении следствий и причины; ведь то, что природа делает здесь для некой цели, она, возможно, в другом случае допускает лишь в качестве следствия общей системы. А почему все-таки мы считаем, что все подчинено Земле? На тех же основаниях, на которых мы считали бы все подчиненным Сатурну, если бы мы жили на нем.

Однако доводы, которые доказывали бы, что все подчинено какой-либо планете — исключительно ей одной, по существу ровно ничего не доказывали бы ни для одной из них. Нельзя же думать, что вся система мироздания имеет целью какой-то один атом, совершенно затерянный в не-



объятности небес, и было бы нелепо приписывать столь ничтожные цели природе, полагая, что она рассеяла столько светящихся точек над нашими головами лишь для того, чтобы создать зрелище, достойное наших глаз. Да к тому же для чего ей было бы создавать еще и те точки, которых мы долго совсем не различали, и еще множество прочих, коих мы и впредь, вероятно, никогда не увидим? Подобные суждения слишком уж нелепы и суетны.

Ведь уже доказано, что небеса не являются необъятной пустыней, созданной единственно для столь несовершенного зрения, как наше.

Аналогия не позволит сомневаться, если Вы рассматриваете вещь вообще, но если Вы хотите смотреть с какой-то планеты, с Венеры например, то аналогия лишается своей силы: ведь ничто не доказывает Вам, что не бывает исключений и что исключение не приходится именно на Венеру. И все же было бы более рассудительным предполагать, что она обитаема.

Она не доказывает, что кометы обитаемы

Ну а что же мы скажем о кометах? Мне кажется, аналогия еще недостаточно приближает нас к ним: мы их слишком мало знаем. Большие изменения, претерпеваемые ими при переходе от афелия к перигелию, не дают нам уяснить, как бы там могли сохраниться обитатели.

Что касается Солнца, вернее, всех солнц, именуемых нами неподвижными звездами, то можно ограничиться суждением, что они зависимы от миров, ими освещаемых и согреваемых.

Примеры, показывающие различные степени аналогии

Прибавлю еще один пример, чтобы наглядно показать Вам все различные степени аналогии. Предположим, что два человека прожили настолько отчужденно от человеческого рода и столь далеко друг от друга, что каждый почитает себя единственным представителем человеческого рода. Придется извинить мне столь неслыханное предположение. Если оба они при первой же встрече поспешат судить друг о друге так: «Он так же способен чувствовать, как и я», то это будет самая слабая аналогия; она будет основана лишь на сходстве, которого они еще не изучили.

Вначале застыв от изумления, оба этих человека начинают двигаться, и оба рассуждают следующим образом:

«Производимые мною движения определяются началом, которое чувствует; тот, кто подобен мне, двигается. Значит, в нем существует подобное начало». Такой вывод основан на аналогии, восходящей от действия к причине; здесь степень достоверности выше, нежели в случае, когда она основана лишь на впервые замеченном сходстве; и все же это не более чем догадка. Существует много движущихся предметов, лишенных способности ощущения. Значит, отношение между движением и чувствующим началом не всегда представляет собой то необходимое отношение, какое существует между действием и его причиной. Но допустим, что каждый из этих людей скажет себе: «В том, кто похож на меня, я замечаю движения, всегда связанные с заботой о самосохранении; он выискивает все полезное для себя и избегает всего вредного; он применяет ту же сноровку, то же мастерство, что и я, — одним словом, он делает все, что делаю я сам». Тогда каждый из них с большим основанием предположит в другом то же самое чувствующее начало, которое он наблюдает в себе самом. Если и дальше он будет считать, что они оба и чувствуют, и двигаются, пользуясь для этого одними и теми же средствами, то аналогия будет иметь еще более высокую степень достоверности, потому что одинаковость средств способствует тому, чтобы сделать более ощутительным отношение действий к причине.

Таким образом, когда каждый из них замечает, что у того, кто на него похож, есть глаза, уши, он считает, что тот получает одинаковые с ним впечатления при помощи тех же органов: он судит, что глаза ему даны, чтобы видеть, уши — чтобы слышать, и т. д. Подобно тому как он сначала решил, что тот, кто делает то же, что и он, способен чувствовать, так и теперь он приходит к тому же заключению, но только с большим основанием, поскольку видит, что тот, кто на него похож, делает то же, что и он, теми же средствами, какими он сам это делает.

Между тем они подходят ближе друг к другу, сообщают друг другу о своих опасениях, надеждах, наблюдениях, о своем мастерстве и вырабатывают для общения друг с другом язык действий. Ни один из них не может усомниться в том, что тот, кто на него похож, связывает с определенными восклицаниями и жестами те же самые идеи, что и он сам. Значит, аналогия обладает здесь новой силой. Как предположить, что у того, кто понимает идею, которую я связываю с определенным жестом, у того,

кто вызывает другим жестом другую идею у меня, нет способности мыслить?

Вот последняя степень достоверности, когда можно высказать такое предложение: «Тот, кто похож на меня, мыслит». Нет необходимости, чтобы люди умели говорить, и язык звуков ничего бы не прибавил к этому доказательству. Я уверен, что люди мыслят потому, что они сообщают друг другу какие-то идеи, а не потому, что они очень многое друг другу сообщают: количество в данном случае ничего не меняет. Допустим, что есть страна, где живут немые, — разве их можно считать автоматами?

А разве животные — машины? Мне кажется, что их действия, средства, которыми они располагают, и их язык действий не позволяют сделать такой вывод; это значило бы закрыть глаза на аналогию. Правда, данное доказательство не очевидно, ведь бог мог бы заставить автомат делать все, что мы наблюдаем в действиях самого разумного животного, в действиях человека, обладающего наибольшим дарованием, но подобное предположение было бы лишено оснований.

## *КНИГА ПЯТАЯ*

### **КАК ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ И АНАЛОГИЯ, С ОДНОЙ СТОРОНЫ, И ОЧЕВИДНОСТЬ ФАКТА И ОЧЕВИДНОСТЬ РАЗУМА — С ДРУГОЙ, СОДЕЙСТВУЮТ ДРУГ ДРУГУ, ИЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ КАКОГО РЯДА ПРЕДПОЛОЖЕНИЙ, НАБЛЮДЕНИЙ, АНАЛОГИЙ И РАССУЖДЕНИЙ БЫЛО ОТКРЫТО ДВИЖЕНИЕ ЗЕМЛИ, ЕЕ ФОРМА, ОРБИТА И Т. Д.**

Насколько люди  
склонны рассуждать,  
следуя  
предрассудкам

Народ верит в предсказание затмений светил, как он верит в дождь и в хорошую погоду, которые ему обещают астрологи. Вверяясь им в данном случае, народ не ищет понимания того,

каким образом все это происходит; для него достаточно, что он не в состоянии вообразить, почему бы этим вещам не происходить так, как предсказывают; и чем эти события

необычное, тем более люди склонны верить астрологам. Но если им сказать: «Земля вращается, а Солнце неподвижно» и т. д., то они считают либо что их обманывают, либо что им говорят какой-то вздор. Народ доверчив из-за своего невежества и недоверчив из-за своих предрассудков. Всякий человек — тот же народ. Мы желаем взвесить мнения, а располагаем неверными весами; мы судим об истинном или ложном лишь на основании имеющихся у нас идей, не зная, однако, как эти идеи у нас возникли. Нами управляет привычка, уводящая нас далеко от разума.

Вы увидите, что даже философ верит больше, нежели должен был бы верить, отвергает больше, нежели должен был бы отвергать, и выдает положение за достоверное вовсе не потому, что считает его истинным, а потому, что не понимает, как же оно может быть ложным. Здесь перед нами опять-таки народ, который верит в то, что будет дождь, потому что не видит, почему бы календарь его обманывал.

В исследованиях, где предположения, с одной стороны, и очевидность факта и очевидность разума — с другой, содействуют друг другу, мы находим примеры подобного хода рассуждений. Моя цель — предохранить Вас от подводных камней, на которые наталкивались величайшие умы. Мне кажется, что для этой цели ничто так не подходит, как те исследования, которые предпринимались для изучения формы Земли, ее движения и многих других явлений, зависящих и от ее формы, и от ее движения. К тому же все эти вещи входят в программу Вашего образования, и Вам рано или поздно надлежит их изучить.

## ГЛАВА I

### ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ УСТАНОВИТЬ ФОРМУ ЗЕМЛИ

Поскольку Земля  
кажется неподвижной,  
она кажется плоской  
поверхностью

В вопросах подобного рода надо различать видимость факта и очевидность факта. Без этого можно потопиться с выводами и принять заблуждения за истину. Например, обращение Солнца вокруг Земли — всего лишь видимость факта, а очевидность разума заключается в том, что данное явление может быть произведено двумя способами: движением Солнца или движением Земли. Отсюда естественно возникают две системы, и следует производить наблюдения до тех пор, пока не будут найдены достаточные основания

Талант сочетает идеи одного знакомого ему искусства или науки способом, пригодным для того, чтобы вызвать следствия, которых от них естественно ожидать. Он требует то больше воображения, то больше анализа. Гений прибавляет к таланту идею, так сказать, творческого ума. Он изобретает новые искусства или в одном и том же искусстве новые виды, равные тем, которые уже известны, и иногда даже превосходящие их. Он рассматривает вещи с точки зрения, присущей лишь ему, порождает новую науку или в развивающихся науках прокладывает себе путь к истинам, которых не надеялись достигнуть. Тем истинам, которые знали до него, он придает ясность и доступность — свойства, которые, как полагали, для этих истин недостижимы. Талантливый человек обладает особенностями, которые могут быть и у других: другие могут быть равны ему и иногда даже превосходить его. Гениальный человек обладает свойствами оригинальными, он неподражаем. Поэтому видные писатели, которые следуют ему, редко отваживаются пробовать свои силы в жанре, где он преуспел. Корнель, Мольер и Кино<sup>36</sup> всем не имели подражателей. У нас в настоящее время тоже есть писатели, которые, вероятно, уже не будут иметь подражателей.

Гения определяют по широте и разносторонности. Как отличающийся широтой, он достигает большого прогресса в одном виде [науки или искусства]; как разносторонний, он объединяет столько их видов и в такой степени, что в известной мере даже трудно представить себе его границы.

§ 105. Нельзя анализировать экзальтацию, когда ее испытываешь, потому что тогда ты не властен над своим размышлением; но как же ее анализировать, когда уже больше не испытываешь ее? — Рассматривая следствия, которые она вызвала. В этом случае познание следствий должно вести к познанию их причины, и эта причина может быть лишь одним из действий души, анализ которых мы уже произвели.

Когда страсти вызывают в нас столь сильные потрясения, что лишают нас способности пользоваться размышлением, мы испытываем множество различных чувств. Это происходит потому, что воображение, в большей или в меньшей мере возбужденное в зависимости от большей или меньшей степени пылкости страстей, с большей или меньшей силой пробуждает чувства, имеющие

некоторое отношение к состоянию, в котором мы находимся, и, следовательно, некоторую связь с ним.

Представим себе двух людей, находящихся в одних и тех же условиях, подверженных одним и тем же страстям, но не с одинаковой силой. С одной стороны, возьмем для примера старого Горация, таким, каким он описан у Корнелия, с той римской душой, которая побудила его пожертвовать собственными детьми для спасения республики. Впечатление, которое на него произвело бегство его сына, представляет собой запутанный клубок всех чувств, какие может вызвать любовь к родине и жажда славы, доведенные до крайней степени, настолько, что он должен был не сожалеть о гибели двух из его сыновей, а желать, чтобы и третий также лишился жизни. Вот чувства, которыми он был обуян; но выражал ли он их во всех подробностях? Нет, это не язык великих страстей. Он не удовольствовался также и тем, чтобы проявить менее сильную из них. Он естественно предпочел то чувство, которое бурлило в нем с наибольшей силой, и он остановился на нем, потому что благодаря его связи с другими чувствами оно в достаточной мере заключало их в себе. Так что же это за чувство? Это желание, чтобы его сын умер, ибо подобное желание или вовсе не проникнет в душу отца, или, проникнув туда, оно одно должно, так сказать, ее наполнить. Вот почему, когда Горация спрашивают, что мог бы сделать его сын против троих, он должен ответить: *пусть он умрет*.

Представим себе, с другой стороны, римлянина, хотя и чувствительного к славе собственного рода и к благу своей республики, но тем не менее подверженного гораздо более слабым страстям, чем старый Гораций; мне кажется, что он почти сохранил бы все свое хладнокровие. Чувства, вызванные в нем стремлением отстоять свою честь и любовью к родине, действовали бы слабее, и каждое — примерно в равной степени. Этот человек не был бы доведен до того, чтобы выражать одно чувство больше, чем другое; поэтому для него было бы естественно показать их во всех их подробностях. Он сказал бы, как он страдает, видя гибель республики и позор, которым покрыл себя его сын; он запретил бы сыну когда-нибудь предстать перед ним, и вместо того, чтобы желать его смерти, он только счел бы, что для него было бы лучше разделить судьбу его братьев.

**Как усмотрели,  
что поверхность  
Земли выпуклая  
в направлении  
меридианов**

Но, путешествуя в направлении меридиана, люди заметили, что звезды, видимые впереди, поднимались у них над головой и появлялись новые звезды, в то время как те, которые оставались позади, опускались, а некоторые даже исчезали. Из этого очевидного факта было выведено очевидное следствие, а именно: путешествуя по Земле, люди совершают движение по изогнутой поверхности.

**Какую идею  
образовали  
о полушарии**

Целый ряд наблюдений показал, что меридианов столько же, сколько и участков земной поверхности, и что все меридианы пересекаются в полюсе мира. Тем самым было доказано, что полушарие выпукло в двух взаимно перпендикулярных измерениях. Поэтому линии, начертанные на небе, опустили на Землю, и на Земле получились меридианы и дуги, которые параллельны экватору и уменьшаются по мере приближения к полюсу таким образом, что последняя совпадает с точкой пересечения меридианов. Раз эти меридианы сходятся в полюсе, значит, они сближаются в направлении от экватора к точке пересечения. А теперь начертим на другом полушарии некоторое число меридианов и предположим, что Вы движетесь в направлении, перпендикулярном этим линиям, иначе говоря, по одной из дуг, параллельных экватору. Очевидно, что в зависимости от величины этих дуг, равных расстоянию от одного меридиана до другого, момент наибольшего или наименьшего восхождения светил наступит для Вас раньше или позже. Ведь путь, предстоящий Вам, будет либо более коротким, либо более длинным в зависимости от того, насколько Вы будете удалены от полюса. Таким образом люди убедились в том, что Земля выпуклая и в направлении меридианов, и в направлении экватора.

**Как представили  
себе другое  
полушарие**

Кажущееся дневное движение неба привело к необходимости представить себе другое полушарие Земли. Предположили, что оно также выпуклое, так как не было причин представить его иным. С этого момента стали быстро переходить от одного предположения к другому. Рассуждали так: если существует другое полушарие, оно совершенно такое же, как наше: небеса вращаются для обоих, оба полушария одинаково обитаемы — парадокс, который показался безрассудным наро-

ду, смелым — философу, кощунственным — теологу, полагавшему, что другое полушарие было бы другим миром.

**Мнение  
о существовании  
антиподов было  
еще только  
предположением**

Правда, все это было лишь предположением. Если восход и закат Солнца доказывали существование другого полушария, то они все же не доказывали, что оно имеет такую же форму,

как и наше полушарие. Его представляли себе выпуклым лишь потому, что не было причины считать его отличным от того, на котором сами обитали, а обитаемым его считали, так как, если воображение предполагает сходство, оно предполагает его полным, совершенным.

Суждение о форме другого полушария было правильным, но убедиться в этом было еще невозможно; это суждение наносило удар предрассудку, а воображение, поспешившее за ним последовать, весьма затруднялось в том, чтобы его защитить. Рассуждение «Другое полушарие подобно нашему, так как у нас нет причины представлять его иным, а если оно подобно нашему, оно может быть обитаемо, и оно на самом деле обитаемо» — это рассуждение, говорю я, дает нам идею предположения, имеющего низшую степень достоверности; такого рода предположения весьма близки к предположениям абсурдным, поскольку нет ничего, что опровергало бы их; и они весьма близки к тем предположениям, которые доказаны, так как нет ничего, что бы их обосновывало. За них говорит лишь то, что их ошибочность не доказана.

Можно и даже должно позволить себе подобные предположения, ибо они создают повод для наблюдений, но им не следует придавать никакой степени достоверности, и рассматривать их надо как предположения до тех пор, пока очевидность факта, очевидность разума или аналогия не докажут их. Мы увидим, каким образом и через посредство какого ряда степеней [вероятности] предположение о существовании поднимается до обоснованного положения.

**Каким образом сочли,  
что Земля круглая** Астрономия развивалась очень медленно. Прошло немало времени, пока причиной затмения Луны признали тень, отбрасываемую Землей; по всей вероятности, это открытие было сделано философом, настроенным в пользу предположения, что Земля круглая. Открытие это впрямь не допускало сомнений в том, что Земля круглая.



**Из чего заключили,  
что все части равно  
тяготуют к одному  
центру**

Тогда поняли, что вся Земля может быть обитаема. Ведь если она круглая, то необходимо, чтобы все тела на всей ее поверхности имели вес, точно

так же как они имеют вес на нашем полушарии. Очевидно, что сохранить округлость может только равновесие всех этих частей; и поняли, что равновесие будет иметь место лишь при условии, что все они равно тяготуют к одному и тому же центру.

Вскоре стали считать несомненным, что тела повсюду весят одинаково и повсюду стремятся к одному центру. Так полагали не потому, что были веские подтверждения этого единообразия тяжести и ее направления, а всего лишь потому, что тогда еще не было причины считать, что направление тяжести и ее сила изменяются в зависимости от мест, в которых они обнаруживаются. Именно это поведение философов следует рассмотреть, если хотят оценить их рассуждения и остеречься от суждений, которые они слишком поспешно выносят. В самом деле, в данном случае они сделали вывод слишком поспешный; вскоре мы увидим, что равновесие может существовать и существует, несмотря на то что сила тяжести и ее направление на Земле изменяются от места к месту.

**Тогда поняли,  
что другое полушарие  
может быть обитаемо**

Между тем, хотя их теория могла ввергнуть их в заблуждение, она была в состоянии опровергнуть, или устранить, главное возражение, которое

воображение выдвигало против антиподов; уже достаточно известны были законы тяжести, чтобы понять, что ни в одном из полушарий не ходят вниз головой и что, если допустить существование антиподов, можно предвидеть, как со временем окажется возможным путешествовать по странам, казавшимся сказочными.

**И в этом убедились**

Тем не менее, вплоть до того как было совершено кругосветное путешествие, существование антиподов оставалось лишь более или менее убедительным предположением, к тому же оно было осуждено теологами. Но если преступлением считалось верить в существование антиподов, то какое же преступление совершили бы те, кто предпринял бы путешествие к ним? Однако этот грех заставил простить другой, и, когда было совершено последнее преступление, это вынудило простить первое; добросовестность заставила подчиниться очевидности факта.

Тогда Землю  
представили себе  
совершенно  
сферической

тому, что не было причины вообразить какую-либо иную форму, во-вторых, потому, что из всех круглых фигур шар — та, которую с наибольшей легкостью представляет себе разум. Если подобные рассуждения ничего и не доказывают, они все же убеждают. Так что лишь совсем недавно стали выражать сомнения в сферичности Земли.

Доказательства,  
которые,  
как полагали,  
обосновывают  
данное мнение

жидкой материи, то все столбы этой материи, на которые можно мысленно разбить этот шар по направлению от его поверхности к его центру, были бы равны, все точки поверхности находились бы на равном расстоянии от общего центра и все части этой жидкости расположились бы, образуя совершенную сферу.

Это рассуждение правильно при допущении, что сила тяжести одинакова по всей окружности шара. В этом не сомневались, и поэтому рассуждали дальше. Океан покрывает большую часть Земли, следовательно, поверхность океана сферическая, а раз континент мало возвышается над уровнем моря, то доказано, что Земля — шар.

Это рассуждение  
непоследовательно

Все умы последовательны, так, по крайней мере, говорят; но философы, по-видимому, часто доказывают обратное. Если бы удовольствовались тем, что сказали бы: «Земля почти круглая», то для доказательства этого достаточно было бы указать форму тени ее на Луну и на силу тяжести тел на Земле. Но что случилось с последовательным умом, когда Землю сочли сферической? Данный пример покажет Вам, что последовательности рассуждения придается больший вес по сравнению с принципами и что, чем больше Вы изучите способ рассуждения людей, тем больше Вы убедитесь, что они почти постоянно делают либо слишком много выводов, либо слишком мало.

Я позабыл привести Вам одну из причин, которые привели к утверждению, что мир представляет собой сферу:

округлость, говорят, наиболее совершенная форма. Не находите ли Вы этот принцип блестящим? Но допустим, что Земля совершенно круглая, и посмотрим, как удалось ее измерить и каким образом стало известно, какова же ее форма.

## ГЛАВА II

### КАК СТАЛИ ИЗМЕРЯТЬ НЕБЕСА, А ЗАТЕМ ЗЕМЛЮ

Как представляют  
себе плоскость  
экватора и плоскость  
меридиана

Лишь только вынесли суждение, что Земля круглая, стали продолжать те кривые, которые уже были начертаны над нашим полушарием, и закончили начатые окружности. Вам понятно,

что для этой операции достаточно было наметить неподвижные точки на небе. Вообразите теперь радиусы, проведенные из центра Земли ко всем точкам окружности экватора, и продлите их на любое расстояние; таким же способом Вы представите себе экватор как плоскость, рассекающую наш земной шар и небо на две равные части. И точно так же Вы будете рассматривать каждый меридиан как плоскость, разделяющую земной шар надвое и перпендикулярную плоскости экватора.

И плоскость  
горизонта

Вы представляете себе горизонт, когда, находясь в поле, смотрите вокруг себя и, воображая плоскость, центром

которой Вы являетесь, разделяете верхнее и нижнее небо. Вот это называют чувственно воспринимаемым горизонтом. Эта плоскость касается Земли в точке, где Вы находитесь.

Но Вы можете представить себе плоскость параллельную, которая разделит земной шар на два равных полушария; эту плоскость называют истинным или подлинным горизонтом.

Если Вы полагаете, что Земля — плоскость по отношению к звездам, Вы сочтете, что оба этих горизонта совпадают. Не замечали ли Вы когда-нибудь, что, находясь в конце длинной аллеи, Вы видите, что обе ее стороны незаметно сближаются, так что последние деревья уже смыкаются, а по отношению к Вам обе стороны в одинаковом положении, глядите ли Вы вдоль правого или вдоль левого ряда деревьев? Так и звезда, наблюдаемая с точки *a* (рис. 46) и с точки *c*, всегда будет казаться Вам занимающей на небе одно и то же место. Вам понятно, что, меняя

место, Вы меняете и горизонт и поэтому существует столько горизонтов, сколько точек на поверхности Земли.

**Угол, составляемый плоскостью горизонта с плоскостью экватора, определяет градус широты, где Вы находитесь**

Станьте на экватор; Вы увидите, что плоскость горизонта образует прямой угол с плоскостью экватора. Переместитесь на полюс — плоскость экватора совпадет с плоскостью горизонта. И наконец, на разных расстояниях

от экватора и от полюса обе этих плоскости образуют различные углы. Учитывая это, Вы сможете вычислить, на каком расстоянии от полюса или от экватора Вы находитесь, при условии, что имеется способ измерить углы, образуемые этими плоскостями.

**Как вычислить этот угол**

Для этого надо разделить меридиан, как и все круги небесной сферы, на 300 градусов, каждый градус — на

60 минут, каждую минуту — на 60 секунд, каждую секунду — на 60 долей и т. д.

Вам понятно, что угол, имеющий вершину в центре круга, имеет различные величины сообразно числу градусов, содержащихся в дуге, противоположной вершине. Будет ли круг меньше или больше, Вы всегда определите также и величину угла; только градусы будут большими или меньшими, и стороны угла также будут длиннее или короче.

Угол, образуемый А с В, будет тот же, будете ли Вы его измерять по окружности ABD или по окружности *abd*. Вы

можете вообразить прямую, проведенную от одного полюса к другому. Кажется, что небо вокруг этой прямой движется; поэтому ее и называют осью мира. Хотите узнать, на каком расстоянии от экватора находятся полюса? Вычислите углы, образуемые осью с диаметром этой громадной окружности, и Вы увидите, что меридиан делится на четыре равные части. Итак, величина каждого из этих углов будет четвертью 360, т. е. будет составлять 90 градусов.

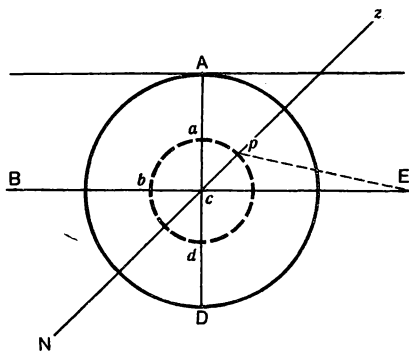


Рис. 46

Как определить  
местоположение  
по отношению  
к полюсу  
и по отношению  
к экватору

Чтобы определить положение мест, находящихся между полюсом и экватором, пользуются четвертью окружности, разделенной на градусы, минуты и т. д., и предполагают, что наблюдатель находится в центре Земли.

Он фиксирует полюс; направляя затем свой взгляд вдоль радиуса, который проходит, например, через Парму, он фиксирует в небе точку, где окончится данный радиус. Таким образом, он видит на своей четверти окружности величину дуги меридиана. Ему остается лишь произвести вычисления, чтобы убедиться, что Парма находится в 45 градусах 10 минутах от полюса и, следовательно, в 44 градусах 50 минутах от экватора.

Вы скажете, что наблюдатель не может оказаться в центре Земли. Значит, следует рассмотреть, каким образом для предмета, помещенного на поверхности, результат вычислений будет тем же.

Парма находится в точке  $p$  (рис. 46).

Если Вы продолжите по небу прямую  $sp$ , мы получим прямую, перпендикулярную нашему горизонту, а точка  $z$ , где она кончается, будет зенитом Пармы. Здесь я прошу Вас отметить, что каждое место имеет свой зенит, как и свой горизонт. А если, с другой стороны, Вы продолжите эту же прямую, то  $N$ , диаметрально противоположное  $z$ , будет тем, что называется надиром.

При предположении сферичности Земли все тела тяготеют к центру  $c$ . Следовательно, мы отыщем наш зенит, наблюдая направление нити, к которой подвешен свинец. Такая нить неизбежно совпадает с прямой  $zpc$ . Очевидно, что совершенно безразлично, наблюдать ли зенит из точки  $p$  или из  $c$ . Но поскольку истинный горизонт совпадает с чувственно воспринимаемым, то безразлично, находимся ли мы в  $p$  или в  $c$ , для того чтобы наблюдать полюс  $E$ . Таким образом, с поверхности Земли вычисление производится с такой же точностью, как и из центра. Вы видите, как определяют расстояние от экватора, на котором находится какое-либо место; именно это расстояние именуется широтой. Местонахождение Пармы — 44 градуса 50 минут широты.

Как определяется  
градус долготы  
какого-либо места

Для окончательного уточнения местоположения какой-либо точки остается определить ее положение по отношению к востоку или к западу.

Очевидно, что в данном случае мы можем вычислить гра-

дусы по экватору, как в предыдущем случае мы вычисляли их по меридиану; для этого следует определить точку отсчета, а это делается путем выбора меридиана, который будет считаться первым.

Расстояние от первого меридиана называется долготой и вычисляется по экватору с запада на восток, или по параллельным кругам. В остальном выбор первого меридиана безразличен: у французов он проходит через остров Фер, у голландцев — через мыс Тенерифе, а всякий астроном считает этот меридиан проходящим через то место, где он производит наблюдения. Следовательно, долгота — это расстояние от первого меридиана до того меридиана, который проходит через точку, местоположение которой определяется; но не всюду между двумя соседними меридианами оно одинаково; на экваторе оно больше, а на параллельном круге меньше. Это совершенно очевидно, поскольку все меридианы сходятся в полюсе.

Если бы Земля была совершенно круглой, можно было бы определить, как сообразно удалению от экватора и приближению к полюсу убывают градусы долготы. Но Вы увидите, что, поскольку мы не уверены в форме Земли, мы не имеем возможности точно определить ни градусы долготы, ни даже градусы широты. Парма находится на  $28^{\circ}27'50''$  долготы. Но какова ее подлинная широта? В точности это не известно.

### ГЛАВА III

#### КАК ОПРЕДЕЛИЛИ РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕНА ГОДА

**Времена года** У нас есть четыре времени года. Самое теплое называется летом, самое холодное — зимой, то, которое отделяет зиму от лета, — весной, а то, которое отделяет лето от зимы, — осенью.

**Эклиптика** Эти времена года зависят от движения Солнца; как я уже говорил, это светило проходит от одного тропика к другому и возвращается обратно. Наблюдая его путь, мы видим, что оно описывает с запада на восток круг, пересекающий экватор, и образует с ним угол приблизительно в  $23^{\circ}$  с половиной градуса; этот круг называется эклиптической.

**Год** Солнце никогда не отклоняется от эклиптики. Оно затрачивает на то, чтобы возвратиться в точку, из которой начало свое обращение, 365 дней 5 часов 49 минут, и этот промежуток вре-

мени называется годом. Но так как мы пренебрегаем пятью часами и сорока девятью минутами, приходится через каждые четыре года прибавлять один день, и один год получается из 366 дней. Это високосный год. Такая прибавка одного дня в високосный год, которая на 12 минут больше, чем требуется, создаст за четыре столетия излишек в три дня; и чтобы оставаться в пределах подлинного движения Солнца, надо каждые четыреста лет убавлять по три дня в трех годах, которые оказались бы високосными. Планеты также вращаются с запада на восток по орбитам, рассекающим эклиптику на две равные части.

Их обращения заканчиваются между двумя окружностями, параллельными эклиптике, одна из которых находится на восемь градусов к югу, а другая — на восемь градусов к северу.

#### Зодиак

Интервал между этими тремя кругами представляется нам как полоса шириною в 16 градусов; всю эту окружность разделяют на 12 частей по 30 градусов; каждая часть обозначается отдельным знаком, т. е. некоторым соединением звезд, именуемым созвездием. Это полоса и есть Зодиак.

#### Различие времен года сообразно

#### движению Солнца

В северной части Земли Солнце начинает весну, находясь на первом градусе Овна; лето — когда оно описывает тропик Рака; осень — когда оно входит в Весы; зиму — когда оно проходит тропик Козерога. В южной части лето соответствует зиме на севере, а весна — осени на севере, и наоборот.

Вы видите, что лето — такое время года, когда Солнце более всего приближается к нашему зениту.

В это время оно дольше остается на горизонте и лучи его падают менее наклонно; таковы две причины зноя, но это не единственные его причины. Зимой это светило меньше времени остается на горизонте и лучи его очень наклонны. Оно излучает меньше тепла, которое, кроме того, частично уничтожается продолжительностью ночей. Между двумя тропиками существует, собственно говоря, всего два времени года — зима и лето.

Когда Солнце приближается к зениту, идут почти непрерывные дожди, уменьшающие зной, и этот период рассматривают как зимний; когда Солнце удаляется, количество дождей уменьшается, зной увеличивается, и этот период считается летом.

КАК ОБЪЯСНЯЮТ РАЗНУЮ ДОЛГОТУ ДНЯ

**День считается  
противоположностью  
ночи**

Долгота дня зависит от времени нахождения Солнца над горизонтом. День начинается, когда Солнце показывается над горизонтом. Он кончается, когда это светило опускается ниже горизонта; ведь горизонт разделяет Землю на два равных полушария, и Вы не можете видеть Солнца в то время, когда оно освещает противоположное полушарие.

**Вертикальная сфера,  
при которой дни  
равны ночам**

Если Вы встанете на экваторе, Ваш горизонт рассечет этот круг и его параллели на две половины: одну — верхнюю, другую — нижнюю. Следовательно, он закроет для Вас половину суточного обращения Солнца; это светило будет находиться 12 часов над горизонтом и 12 часов ниже горизонта, и все дни года будут равны ночам. Такое положение, при котором горизонт рассечет экватор под прямым углом, называется вертикальной сферой.

**Параллельная сфера,  
при которой  
шесть месяцев  
длится день и шесть  
месяцев — ночь**

Если Вы переместитесь на один из полюсов, Ваш горизонт совпадет с экватором; Солнце Вы сможете видеть лишь в то время, когда оно будет проходить половину эклиптики; оно будет скрыто от Вас, когда будет проходить другую половину. Год для Вас будет разделен на день и ночь продолжительностью по шесть месяцев. Данное положение называется параллельной сферой.

**Наклонная сфера,  
дающая неравные дни**

И наконец, если предположить, что Вы окажетесь между полюсом и экватором, плоскость этой окружности будет наклонно пересечена плоскостью Вашего горизонта. При таком предположении экватор будет разделен на две равные части, но параллельные окружности будут разделены неодинаково. Для нас, например, окажется над горизонтом большая часть северных окружностей и меньшая часть южных. Один взгляд на глобус сделает это для Вас более ясным, чем любые фигуры, которые я смог бы Вам начертить. Это последнее положение называется наклонной сферой.

Теперь легко понять, что, когда Солнце на экваторе, день должен быть равен ночи, потому что Солнце описы-



вае над горизонтом часть окружности, равную той, которую оно описывает внизу. Вот почему экватор называют равноденственным.

По той же причине дни для нас должны увеличиваться, когда Солнце приближается к тропику Рака, так как это светило тем дольше нас освещает, чем большие части окружностей оно описывает над горизонтом. И наоборот, дни должны убывать, когда оно возвращается вспять, к тропику Козерога, так как оно тем меньше бывает над горизонтом, чем меньше части описываемой им окружности.

**Равноденствия**      Равноденствиями называют точки, где экватор пересекает эклиптику, потому что, когда Солнце туда приходит, ночи равны дням; бывает одно весеннее равноденствие — 21 марта и одно осеннее — 23 сентября.

**Солнцестояние**      Солнцестояниями называют точки эклиптики, которые совпадают с тропиками. Тогда Солнце в течение нескольких дней находится на самом большом расстоянии от экватора, в 23 с половиной градуса, и не видно, чтобы оно приближалось к нему. Летнее солнцестояние — в первом градусе Рака, где Солнце светит самый долгий день, — 21 июня. Зимнее солнцестояние — в первом градусе Козерога, где это светило светит короткий день, — 22 декабря.

**Колюры**      В этих четырех точках проводят две большие окружности, пересекающиеся под прямым углом с полюсами мира; один называется колюром солнцестояний, другой — колюром равноденствий. Оба этих круга менее всего нужны для сферы. Сутки, которые считаются двадцатичетырехчасовыми обращениями, не имеют в точности такой продолжительности.

До сих пор мы рассматривали день в противоположность ночи, но ведь днем называют и время, протекающее с момента, когда Солнце покидает меридиан какой-либо местности, вплоть до момента, когда оно туда возвращается. День в этом смысле превышает время обращения Земли вокруг ее оси, потому что во время дневного движения Солнце проходит с востока на запад, а по эклиптике оно движется с запада на восток и поэтому позднее возвращается к меридиану, откуда оно вышло.

Но светило это не каждый день проходит в эклиптике равное пространство.

Все сказанное нами выше показывает Вам, что движение Солнца по эклиптике есть не что иное, как движение

Земли по ее орбите. И так, Земля в равные периоды описывает в своем перигелии дуги большие, чем в афелии. Вследствие этого Солнце движется по эклиптике не всегда одинаково, а длительность суток неодинаково превышает время каждого оборота Земли вокруг своей оси.

Таким образом, хотя сутки и делят на 24 часа, все же не следует считать, что их продолжительность всегда одинакова; напротив, она изменяется. Но астрономы принимают за длительность суток среднюю величину между самыми долгими и самыми короткими сутками, рассматривая их как равные; это сведение неравных суток к равной величине называют уравниванием времени. Оно получается путем деления на равные часы времени, которое Солнце затрачивает на прохождение эклиптики.

Поскольку мы стали рассматривать небесную сферу, я считаю уместным продолжить и закончить эту тему, дав Вам точное понятие о ней. Это и будет предметом следующей главы.

## ГЛАВА V

### ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О КРУГАХ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ И ОБ ИХ ПРИМЕНЕНИИ

**Круги, о которых мы уже говорили**      Мировая ось — это линия, идущая от одного полюса к другому, и ось, во-круг которой небеса, как кажется, вращаются; она отвесно пересекает плоскость экватора, разделяющего мир на две половины.

Зодиак — это круговая полоса шириной 16 градусов, которая также разделяет Землю и небо и образует с экватором угол в 23 с половиной градуса. Посреди этой полосы находится эклиптика, по которой Солнце проходит с запада на восток в течение года.

Меридиан пересекает экватор под прямым углом, горизонт бывает наклонным или параллельным в зависимости от местоположения, а два тропика отмечают пределы, за которые Солнце не должно заходить. Вот круги, о которых мы уже говорили.

**Ось эклиптики**      Вообразите прямую, которая перпендикулярно пересекает плоскость эклиптики; она будет ее осью, а Вы представите себе полюсы на двух ее конечностях.

**Ее полюсы описывают  
полярные круги**

В то время как плоскость эклиптики совершает свое обращение, ее полюсы описывают круги, которые называются полярными: тот, который начертан на севере, — арктический круг, а тот, что начертан на юге, — антарктический. Вы видите их на глобусе в 23 с половиной градусах от полюсов.

Под этими кругами самый долгий день длится 24 часа, а по мере удаления от экватора дни постоянно становятся длиннее.

**Зоны**

Теперь мы видим Землю, разделенную на несколько полос, называемых зонами. Пространство, заключенное между двумя тропиками, — это жаркий пояс; умеренные зоны простираются от тропиков до полярных кругов, а зоны льдов — от полярных кругов до полюсов.

**Климаты**

На экваторе день длится 12 часов, а на полярных кругах — 24 часа; согласно этому, стали различать пространство, где самый долгий день — 12 с половиной часов, затем — где он длится 13 часов и далее — где он длится 13 с половиной часов, и разделили пространство, заключающееся между двумя этими кругами, на 24 полосы, называемые климатами. И точно так же в других климатах разделили пространство, содержащееся между полярными кругами и полюсами. Это климаты, где дни становятся ощутимо длиннее.

**Круги широты  
и круги долготы**

Все меридианы считаются кругами долготы, так как различные долготы измеряются от одного меридиана до другого. По той же причине параллели считаются кругами широты, но понадобились и другие круги для измерения долготы и широты небесных светил. По отношению к этим новым кругам эклиптика является тем же, чем экватор по отношению к тем, о которых я Вам уже говорил. Представьте себе огромные круги долготы, пересекающие эклиптику под прямым углом и проходящие через ее полюсы, и параллельные эклиптике круги широты, которые, следовательно, также пересекают под прямым углом круги долготы.

Первый из этих кругов долготы проходит в точке равноденствия через созвездие Овна; отсюда ведут отсчет долготы светил с запада на восток и так же отсчитывают широту от эклиптики к полюсу этого круга.

**Движение небес  
относительно  
суточных обращений  
и относительно  
годовых обращений**

Вы можете рассматривать кажущееся движение небес по отношению к суточным обращениям и по отношению к годовым обращениям. В первом случае Солнце словно описывает параллели с экватором, а во втором — оно словно описывает спирали, потому что при каждом суточном обращении это небесное светило возвращается в точку, отличную от той, из которой оно вышло, и в течение года описывает эклиптику. И вот по отношению к плоскости этого громадного круга исчисляются годовые движения планет, комет и положение всех небесных светил.

**Наклон земной оси**

Земля, перемещаясь с запада на восток, как бы сохраняет свою ось всегда параллельной себе самой; и все же ее ось совершает незначительное движение. Она всегда наклонена на 66 градусов 31 минуту к плоскости эклиптики и движется с востока на запад, а ее полюсы описывают окружности вокруг полюсов эклиптики. Вследствие этого вся звездная сфера кажется поворачивающейся с запада на восток вокруг оси, образуемой полюсами эклиптики; и все звезды в их кажущемся движении описывают окружности, параллельные эклиптике.

**Процессия  
равноденствий**

Движением этой оси та часть плоскости экватора, которая является у него общей с плоскостью эклиптики, вращается, и первые точки Овна и Весов, всегда противоположные, проходят с востока на запад всю эклиптику в течение 25 920 лет.

Это движение первых точек Овна и Весов есть так называемая процессия равноденствий; она является причиной того, что Солнце возвращается в ту точку эклиптики, из которой оно вышло, не закончив своего полного обращения; вследствие этого год короче, чем период обращения этого небесного светила.

Отсюда видно, что в настоящее время Солнце, находясь в весеннем равноденствии, не оказывается вновь в той же точке, где оно было 2—3 года или 4000 лет тому назад; оно окажется вновь в той же точке, где было сегодня, лишь приблизительно через 26 000 лет; это называется великим годом. Греческие астрономы, которые дали названия созвездиям, рассматривали звезду Овна как первую звезду Зодиака, потому что Солнце действительно соответствовало этой звезде, когда оно находилось в весеннем равноденствии. Но

каждое созвездие с тех пор передвинулось почти на соседний знак: Овен целиком перешел в знак Тельца, Телец — в знак Близнецов и т. д. Из-за этого вышло так, что среди современных астрономов одни вычисляют движение небесного свода, исходя из современной точки равноденствия, а другие — исходя из звезды Овна, но последние к своему исчислению добавляют разницу, существующую между местом, где находится эта звезда, и местом, где происходит равноденствие; эту разницу они называют процессией равноденствий, так как равноденствие наступает до того, как Солнце завершает свое годовое обращение.

**Как более точно  
определили  
полюс мира**

Прежде не замечали этого движения полюсов экватора; напротив, полярные звезды считали неподвижными, так как не было заметно, чтобы они меняли положение. Когда заметили это движение, встал вопрос о том, на какие неподвижные точки опираются полюсы мира. И вот заметили, что звезды совершают ежесуточное обращение, описывая круг вокруг центра, и, как только нашли этот центр, получили неподвижные полюсы мира.

Тогда, вместо того чтобы направлять меридиан к полярным звездам, его направили к точке, вокруг которой эти звезды находятся поочередно при их наибольшем или наименьшем восхождении. И таким образом были более точно начертаны все круги небесной сферы.

## ГЛАВА VI

### КАК ИЗМЕРЯЮТ ГРАДУСЫ МЕРИДИАНА

**Первые  
измерения Земли  
были неточными**

Недостаточно было начертить линию на Земле и разделить ее на градусы, представляя себе дуги небесных кругов. Таким образом стал известен путь, по которому следовало идти, но длины этого пути не знали. Надо было еще измерить градусы и определить число туазов в каждом из них. Это исследование предпринималось не раз; однако вплоть до середины прошлого века еще не было известно, как решить этот вопрос, пока Людовик XIV не распорядился принять новые меры в этом направлении.

В то время имелись инструменты лучшие, чем все существовавшие прежде, и все методы исследований были

усовершенствованы, так что, когда Пикар выполнил приказы короля, казалось, что наконец стала известна подлинная величина земного шара. Но все вычисления этого геометра основывались на предположении о совершенной сферичности Земли — предположении, которое было опровергнуто произведенными вскоре опытами.

Когда движешься по направлению меридиана, то видно, как звезды поднимаются над горизонтом. Кажется, что для того, чтобы узнать величину градуса на Земле, достаточно измерить пройденный путь, когда звезда, восходя, как бы проходит дугу, относящуюся к окружности круга как 1 к 360. Следуя этому методу, стали считать, что один градус на поверхности Земли равен 20 лье. А так как сделали поспешный вывод, что все градусы равны, сочли, что следует всего-навсего умножить 20 на 360. Так заключили, что Земля имеет 7200 лье в окружности.

Но в этом вычислении содержалось два ложных принципа: первый происходил от того, что о восхождении звезд мы судили по отношению к горизонту; второй — от того, что считали все градусы равными. Это надо рассмотреть более обстоятельно.

**Ошибочно  
было судить  
о восхождении звезд  
по отношению  
к горизонту**

Было замечено, что лучи преломляются, когда они под прямым углом проходят из одной среды в другую. Когда-нибудь Вам предоставят возможность наблюдать их путь, но в данный момент достаточно будет допустить существование этого явления как факта, в котором не позволено сомневаться.

Лучи светил, находящихся над краем нашего горизонта, доходят до нас, лишь претерпев преломление. По этой причине мы не видим звезд на их подлинном месте; они кажутся нам выше, чем они есть в действительности, и мы даже видим их над горизонтом, в то время как они еще находятся ниже его. Если бы эта рефракция оставалась одинаковой в любое время, ее можно было бы вычислить, и она не причиняла бы ошибок. Но она подвержена всем изменениям атмосферы, атмосфера же изменяется непрерывно.

**Надо было судить  
о звездах  
по отношению  
к зениту**

Светила находятся на самой большой высоте, когда они в зените; тогда их лучи падают отвесно и не преломляются. Мы более точно измерим восхождение звезд, если, вместо того чтобы судить об их восхождении относительно края гори-

зонта, мы будем судить об этом относительно нашего зенита. Зенит мы узнаем, наблюдая направление нити со свинцовым грузом. Это направление называется вертикальной прямой, которая опускается перпендикулярно из зенита на горизонт; следовательно, вертикальная прямая образует прямой угол с линией горизонта. Теперь рассмотрим два места, расположенные на одном и том же меридиане; представим себе, что из зенитов каждого из этих мест две вертикальные прямые продолжены внутрь Земли. Если Земля совершенно плоская, обе эти прямые останутся параллельными на всем их протяжении и независимо от того, куда мы идем, на север или на юг, звезды окажутся постоянно на той же высоте. Если же Земля совершенно круглая, все вертикали соединятся в одной и той же точке. Итак, мы увидим, как звезды поднимаются соразмерно пространству, которое мы проходим по меридиану. Если, например, надо передвинуться на 5700 туазов, чтобы увидеть, как звезда поднимется на один градус, то нужно будет передвинуться на два, три или четыре подобных расстояния, для того чтобы увидеть звезду восходящей на два, три, четыре градуса; ведь точки той поверхности, по которой проходят вертикали А, В, С, D (рис. 47), все расположены на равном расстоянии. Но так не получится, если кривизна Земли неодинакова, потому что прямые А и В (рис. 48),

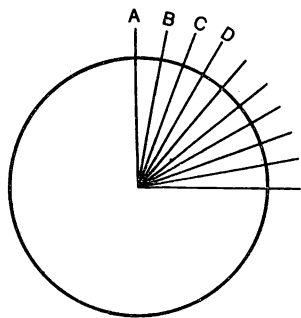


Рис. 47

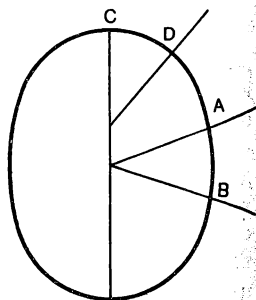


Рис. 48

перпендикулярно падающие на сплюснутую поверхность, соединяются дальше, чем прямые С и D, падающие перпендикулярно на более выпуклую поверхность.

Следовательно, между точками А и В расстояние, или интервал, больше, чем между точками С и D. Однако очевидно, что градусы соразмерны длине лучей, проведенных

из точки соприкосновения на поверхность Земли; там, где лучи короче, градусы меньше; там, где лучи длиннее, они больше. Из этого с полным основанием сделали вывод, что Земля сплющивается к полюсам и что градусы меридиана у полюса больше, чем у экватора.

**Амплитуда  
дуги меридиана**

Угол, образуемый вертикалями двух точек, лежащих на одном меридиане, называется амплитудой дуги меридиана, простирающейся от одного зенита до другого. Если это дуга в один, два, три градуса, и амплитуда будет также в один, два или три градуса; ведь если дуга измеряет угол, то и угол определяет амплитуду дуги; они взаимно измеряют друг друга.

**Как определить  
эту амплитуду**

Наблюдая из центра Земли зенит Парижа и зенит Амьена, находящиеся на одном меридиане, очевидно, можно было бы определить амплитуду дуги на четверти круга. Но такое же вычисление может быть сделано и в Париже, и в Амьене, потому что по сравнению с расстоянием, на котором мы находимся от звезд, полудиаметр Земли — величина ничтожно малая, и поэтому угол, образуемый прямыми, вычерченными из двух зенитов, один и тот же, пересекаются ли они на поверхности Земли или продолжены до ее центра.

Когда невозможно установить два зенита, выбирают звезду, находящуюся между ними. Тогда угол, определяющий дугу меридиана от Парижа до Амьена, составляется из двух других углов, из которых один образуется вертикалью Парижа и прямой, направленной к данной звезде, а другой — подобной же прямой и вертикалью Амьена. Если бы звезда находилась вне угла двух вертикалей и за зенитом Амьена, то ясно, что Вы получили бы величину угла, который образован двумя вертикалями, при условии, что из угла, образованного парижской вертикалью и прямой, направленной к звезде, Вы вычтете угол, образуемый вне угла двух вертикалей.

Когда известна амплитуда дуги, остается лишь измерить пространство между Парижем и Амьеном для определения градуса.

Для того чтобы понять, как измеряются величины, недоступные непосредственному измерению, следует исходить из правила, что сумма углов треугольника равна двум прямым.

Было бы легко измерить расстояние от Парижа до



Амьена, если бы местность здесь была совершенно ровной, что позволило бы откладывать на ней туазы, но, поскольку возвышения и углубления местности делают неприменимым этот способ измерения, пришлось вообразить расположенную над неровностями плоскость, параллельную горизонту, и найти способ ее измерить. Геометры делают это необычайно просто. Если Вы хотите узнать, как они поступают в подобном случае, надо принять за правило доказанное выше положение, что сумма углов треугольника равна двум прямым.

Зная одну сторону и два угла, можно определить третий угол и две другие стороны

Раз сумма углов треугольника равна двум прямым, достаточно измерить два угла, чтобы узнать величину третьего. Из этого правила Вы делаете также вывод, что, зная одну из

сторон и два угла, можно определить две другие стороны. Так, из шести элементов, которые могут рассматри-

ваться в треугольнике, а именно трех углов и трех сторон, достаточно измерить три, чтобы вычислить величину трех, которые непосредственно измерить нельзя.

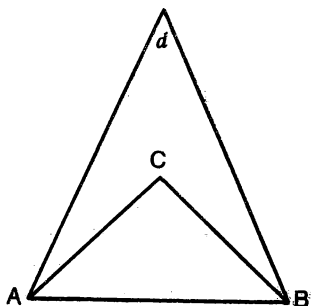


Рис. 49.

Пусть линия АВ (рис. 49) — основание треугольника. Известно, что, чем больше будут углы, образуемые при основании, тем дальше от этого основания будет третий угол. И наоборот, чем меньше они будут, тем менее отдален будет третий. Длина этого основания и величина двух углов определяют точку, где должны встретиться две другие стороны. Поэтому, зная длину этого основания и величину двух углов, мы сможем определить длину линий АС и ВС и длину линий Ad и Bd.

Как измерить ширину реки

Предположим, что хотят измерить ширину реки: вдоль берега чертят основание АВ (рис. 50). Из точки А

фиксируют предмет С на другом берегу таким образом, чтобы луч зрения при наблюдении предмета С был перпендикулярен прямой АВ. Существуют приборы для осуще-

ствления этой операции. Затем идут к точке В и из нее направляют луч на предмет С — этот луч образует третью сторону треугольника. Выполнив это, можно легко узнать

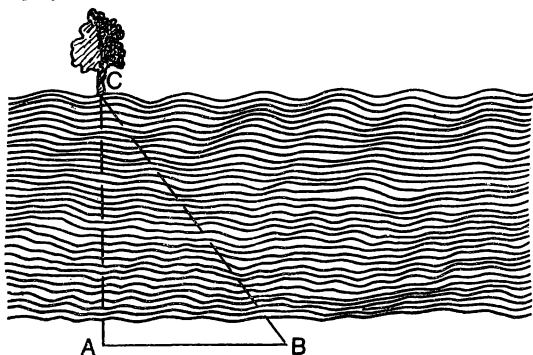


Рис. 50

величину углов В и С. Останется только измерить длину основания, чтобы вычислить длину линии АС, иными словами, ширину реки.

Как при помощи  
ряда треугольников  
измеряют градус  
меридиана

Когда препятствия не позволяют сразу увидеть предметы, от которых отмеряют расстояние, надо найти с одной и с другой стороны видимые предметы, и тогда образуют целый ряд треугольников, углы которых измеряют. Второй из этих треугольников имеет в качестве основания одну из сторон первого, третий — одну из сторон второго, и так же обстоит дело со всеми остальными.

Зная основание и три угла первого, узнают длину каждой из его сторон и, следовательно, основание второго.

Зная основание и углы второго, можно узнать основание третьего. Одним словом, подобным методом определяют стороны всех треугольников.

На бумаге чертят треугольники, полученные в результате этих наблюдений, и тогда ничто не мешает начертить прямую между двумя точками, расстояние между которыми надлежит измерить. Остается только определить длину этой линии, а это столь же легко, как измерить сторону треугольника, когда известны другие его стороны и углы; так измеряют градус меридиана.

**Как измеряют  
расстояния светил,  
имеющих параллакс**

Вы видите, что данным методом удастся вычислить расстояние от места, где мы находимся, до недоступного нам места; Вы постепенно перестанете изумляться, видя, как астрономы предпринимают измерение небес. Но чтобы познакомить Вас со способами, к которым при этом прибегают, необходимо объяснить, что разумеют под словом, которое и нам придется употреблять. Это слово — «параллакс». Откуда бы мы ни наблюдали звезды, они кажутся всегда в той же точке неба; мы всегда видим их на той же прямой линии.

Сказанное выше позволяет Вам понять, что данное явление — результат их отдаленности от нас. Это расстояние должно быть очень велико: ведь если мы наблюдаем звезду в разные времена года, мы продолжаем видеть ее на той же прямой, хотя Земля, проходя по своей орбите, помещает нас в совершенно различные места; это происходит потому, что, как бы огромна ни казалась нам эта орбита, она всего лишь точка по сравнению с безмерностью небес.

А если, напротив, мы наблюдаем близкое к Земле светило, мы относим его к различным точкам в зависимости от места, где мы находимся. Когда мы из центра  $C$  (рис. 51) наблюдаем Луну  $L$ , мы видим ее в ее подлинном месте, там, где она находится по отношению к нашему земному шару. И так же будет, если мы переместимся на поверхности в точку  $A$ , потому что и тогда мы видим ее на той же линии. Но из всякого другого места, из  $B$  например, она покажется нам находящейся в ином месте.

Итак, обе прямые  $CL$  и  $BL$  соединяются в центре Луны и образуют угол. Этот угол называют параллаксом Луны.

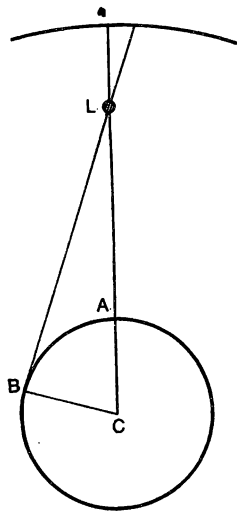


Рис. 51

Светила имеют большие или меньшие параллаксы в зависимости от того, насколько они удалены от Земли, а на некотором расстоянии они не имеют параллакса.

Линии  $CL$ ,  $LB$  и  $BC$  образуют треугольник, называемый параллактическим.  $BC$  — радиус, или полудиаметр, Земли — является его основанием; остается только измерить углы  $B$  и  $C$ , чтобы узнать расстояние от Луны в земных полудиаметрах. Так измеряют расстояние до всех светил, имеющих параллакс.

Все эти вычисления просты и изящны, но все же не вполне свободны от ошибок. Наблюдатель может ошибаться; приборы, инструменты могут быть не совсем точны; и Вы сейчас увидите, что иногда приходится рассуждать о предположениях, еще не вполне доказанных. Многое можно было бы сказать по поводу прозорливости, которую следует проявлять в подобных расчетах, но изложенные выше первоначальные идеи достаточны для цели, которую мы поставили; они подготавливают Вас к тому, чтобы в свое время Вы сумели овладеть более глубокими знаниями. Вы еще не достигли возраста, когда углубляются в каждую науку, которую изучают; Вы еще только начинаете, и все стремления Ваши должны быть направлены на то, чтобы начать хорошо.

## ГЛАВА VII

### ПРИ ПОМОЩИ КАКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И РАССУЖДЕНИЙ УДАЛОСЬ УБЕДИТЬСЯ В ДВИЖЕНИИ ЗЕМЛИ

Всякая планета  
кажется ее  
обитателям  
центром небесного  
движения

Тела кажутся движущимися всякий раз, когда изменяется положение, занимаемое ими либо относительно друг друга, либо по отношению к месту, откуда мы на них смотрим.

В глазах человека, плывущего на корабле, все, что перемещается вместе с ним, кажется неподвижным, несмотря на то что оно движется, а все движущееся так же, как этот корабль, хотя оно и неподвижно, кажется движущимся. Таким кораблем может быть Земля; если мы не ощущаем ее движения, то вследствие того, что сила, приводящая Землю в движение, постоянна и действует равномерно; если мы не замечаем движения предметов, которые перемещаются вместе с Землей, это происходит потому, что их положение по отношению друг к другу и к нам не изменяется. Если бы мы наблюдали с другой планеты, мы бы все движение приписывали ей, а планета, с которой бы мы наблюдали, казалась бы нам неподвижной. Предположим, что мы побываем поочередно на Меркурии,

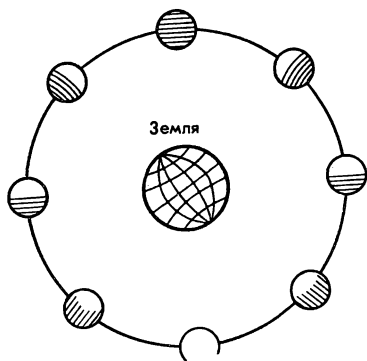
на Венере, на Марсе и т. д.; каждое из этих светил покажется нам центром, вокруг которого небеса будут совершать обращение. Все эти видимости ничего не доказывают.

**Различные фазы Луны доказывают, что она движется вокруг Земли**

Луна последовательно проходит несколько различных фаз. Так, когда она полная, необходимо, чтобы либо мы находились между нею и Солнцем, либо Солнце находилось между

нами и Луной. Только в этих двух положениях диск Луны может быть виден полностью. Но поскольку параллакс Солнца настолько мал, что попытки определить его ничего не дали, доказано, что это светило находится на большем расстоянии от нас, чем Луна. Кроме того, достаточно наблюдать тень, поочередно отбрасываемую то Луной, то Землей во время затмений, чтобы убедиться, что Солнце находится вне орбиты, описываемой одной из этих планет вокруг другой. Следовательно, при полнолунии мы находимся между Луной и Солнцем.

Второе следствие данного правила заключается в том, что новолуние происходит лишь потому, что, находясь между Солнцем и Землей, Луна оборачивается к нам полушарием, скрытым во тьме. Наконец, Вы придете к выводу, что она являет нам большую или меньшую часть своего диска, когда кажется, что она проходит дуги, заключающиеся между точкой полнолуния и точкой новолуния. На рис. 52 изображены различные фазы Луны.



Итак, в силу той же причины, по какой отношения между различными ее положениями доказывают, что Луна должна показываться Земле в различных фазах, они доказывают также, что и Земля должна показывать-

Рис. 52

ся Луне в стольких же различных фазах; считаем ли мы Землю движущейся вокруг Луны или Луну движущейся вокруг Земли, наблюдаемые явления останутся теми же. Но установленные выше принципы доказывают, что имен-

но Луна обращается вокруг Земли; ведь общий центр тяжести в сорок раз ближе к Земле, чем к Луне.

Если поразмыслить над этим последним рассуждением, то следует признать, что доказанные положения тождественны с тем, о чем свидетельствуют наблюдения; ведь сказать, что вращается Луна или Земля, — это то же, что сказать: изменяется положение одной по отношению к другой; а сказать, что изменяется их положение, — значит сказать, что они являют различные фазы.

Разные фазы Венеры доказывают, что она обращается вокруг Солнца по орбите меньшей, чем орбита Земли

Учитывая следствия рассмотренных выше отношений между различными пространственными положениями, надо признать, что на Луне имели бы место те же явления, если бы она обращалась не вокруг Земли,

а вокруг Солнца.

Именно такова Венера. Она являет последовательно те же фазы, что и Луна; когда она новая, ее видят проходя-

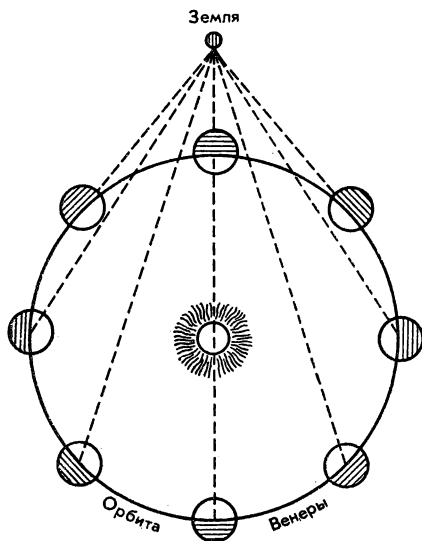
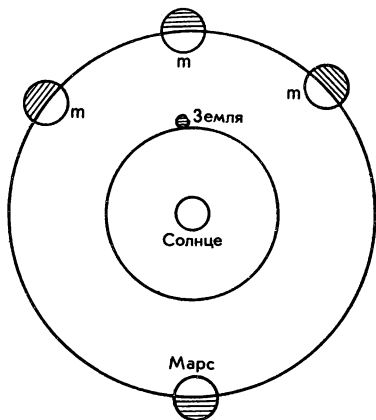


Рис. 53

щей пятном по солнечному диску; она полная, когда Солнце находится между нею и Землей, а в остальных положениях видна лишь часть ее диска (рис. 53).

**Наблюдения показывают, что орбита Земли находится внутри орбиты Марса**

Если бы орбита какой-либо планеты включала в себя Землю и Солнце одновременно, такие явления не имели бы места. Очевидно, что если рассматривать планету в разных положениях, в каких она оказалась бы тогда по отношению к нам, то лишь в одном только положении округлость ее формы казалась бы немного искаженной. Взглянем на рис. 54. Во всяком ином положении ее диск, все-



*Рис. 54*

гда совершенно круглый, казался бы то меньшим, то большим, сообразно тому, насколько она приближена к нам; таков Марс.

Очевидность факта и очевидность разума, следовательно, содействуют друг другу в доказательстве того, что Земля обращается вокруг Солнца по орбите, находящейся внутри орбиты Марса.

**Они доказывают то же самое в отношении орбит Юпитера и Сатурна**

Те же самые наблюдения и то же рассуждение применимы и к Юпитеру, и к Сатурну. Но если кажущиеся различия величины видимого диаметра планеты, когда она находится в различных положениях, весьма явственно заметны у Марса, то у Юпитера они значительно менее видны и еще менее — у Сатурна, а это очевидное доказательство того, что Юпитер совершает свое обращение за пределами орбиты Марса, а Сатурн — за пределами орбиты Юпитера.

**Доводы,  
доказывающие,  
что Меркурий  
совершает обращение  
вокруг Солнца**

и найти в его движении ту же закономерность, что и в движении других планет. Хотя в данном случае у нас нет очевидности факта и очевидности разума, не следует думать, что предположение об обращении Меркурия вокруг Солнца не обосновано. Оно достаточно естественно и, хотя и не очевидно, несомненно; впрочем, оно доказано законами тяготения.

**Внешние  
и внутренние планеты  
совершают  
свои обращения  
в неодинаковые  
периоды**

ку оно центр, к которому тяготеет все.

Другие планеты имеют орбиты, которые ближе нашей; их называют внутренними, потому что, находясь ближе к Солнцу, они действительно находятся внутри нашей орбиты.

Все планеты, как мы уже говорили, совершают свои обращения в неодинаковые периоды, соответственно тому, находятся ли они в афелии или в перигелии.

**Какие явления  
наблюдались бы,  
если бы мы  
находились в центре  
этих обращений**

или ускорения движения.

**Явления, которые  
мы наблюдали бы  
у Венеры**

Но предположим, что мы на Венере, которая, как мы знаем, движется вокруг Солнца, и посмотрим, какие явления мы бы там наблюдали. Предположим, что Солнце в S (рис. 55), что ABCD будет орбитой Меркурия — планеты, внутренней по отношению к Венере, и что MON будет частью сферы неподвижных звезд.

Эти две планеты, как и другие, движутся с запада на восток, но Меркурий, движущийся быстрее, успевает вторично пройти через те же точки, прежде чем Венера окончит свое обращение.

Когда он движется из С через D в А, для обитателей Венеры он должен словно перемещаться из М через О в N,

Меркурий находится слишком близко к Солнцу, чтобы его можно было наблюдать так же, как другие планеты, но для доказательства того, что он обращается, следует это допустить

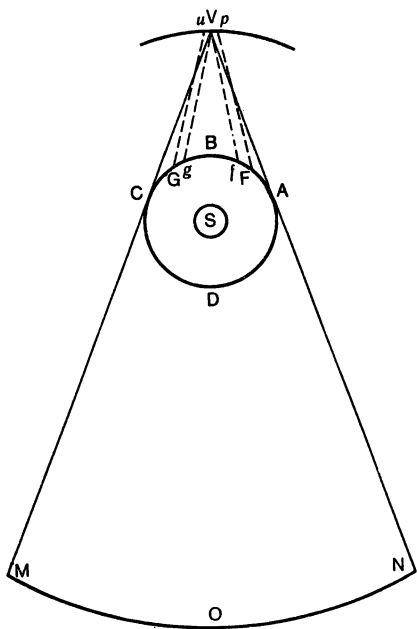
Среди планет одни описывают орбиты вокруг Земли и Солнца; такие планеты называются внешними, потому что они действительно отстоят дальше, чем мы, от светила и Солнце в самом деле находится внутри, поскольку

Если бы мы находились в центре этих обращений, мы бы увидели, что все эти тела правильно движутся, каждое по своей орбите, и не заметили бы иных отклонений, кроме замедления

Но предположим, что мы на Венере, которая, как мы знаем, движется вокруг Солнца, и посмотрим, какие явления мы бы там наблюдали. Пред-



т. е. им должно казаться, что он движется в алфавитном порядке с запада на восток и что его движение правильно. Когда он движется из А в F, он по прямой направляется к Венере. Следовательно, должно казаться, что он останавливается в этой точке неба. Но так как Венера движется, то будет казаться, что он движется вместе с Солнцем с запада на восток. Это опять-таки будет правильно. От *f* до *g* Меркурий будет двигаться быстрее Венеры, и будет казаться, что он движется из N в O, в порядке, обратном алфавитному, с востока на запад, т. е. будет казаться, что он возвращается вспять. И наконец, если Меркурий, находясь в F, когда



алфавитному, с востока на запад, т. е. будет казаться, что он возвращается вспять. И наконец, если Меркурий, находясь в F, когда

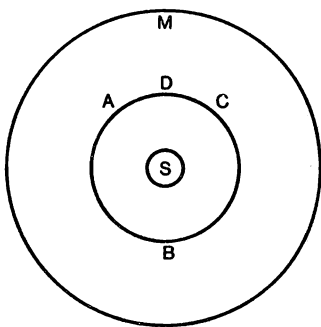


Рис. 56

Рис. 55

Венера находится в *p*, проходит кривую *Ff* в тот же период, в течение которого Венера проходит кривую *pV*, то прямая, проходящая через центр обеих планет, окажется смещенной параллельным движением. В этом случае будет казаться, что Меркурий не меняет своего места по отношению к Венере; значит, он будет казаться неподвижным. То же самое будет наблюдаться, если Меркурий будет двигаться из *g* в *G*, когда Венера проходит из *V* в *u*. Те же явления будут наблюдаться с Венеры в отношении внешней планеты, такой, как Марс.

Пусть Марс будет в M, а Венера — в A (рис. 56). Марс будет казаться неподвижным, пока прямые линии, которые

Вы представляете себе начертанными от одной и от другой планеты, будут оставаться параллельными.

Когда Венера проходит из А в С через В, Марс будет казаться проходящим в алфавитном порядке либо свойственным ему движением, либо движением Венеры, перемещенной в ту часть окружности, которая находится дальше от Солнца, и движение Марса будет правильным.

И наконец, когда Венера проходит из С в А через D, она оставляет Марс позади себя, так как движется быстрее. И тогда покажется, что Марс движется в порядке, обратном алфавитному; он будет казаться движущимся назад.

Таковы явления, которые были бы видны с Венеры. Однако мы и сами видим их. Ведь наша Земля, как и все планеты, совершает обращение вокруг Солнца, и все доказывает, что мы не являемся центром нашей системы.

Эти явления  
доказывают,  
что Земля движется  
вокруг Солнца

## ГЛАВА VIII

### ИССЛЕДОВАНИЯ, КОТОРЫЕ ПРОИЗВОДИЛИСЬ ОТНОСИТЕЛЬНО ФОРМЫ ЗЕМЛИ

Вращательное движение придает частям Земли большую или меньшую центробежную силу. Тело может вращаться вокруг центра лишь при условии, что оно непрерывно делает усилие для того, чтобы удалиться от него; это усилие тем больше, чем больше увеличивается описываемая телом окружность в заданное время, и в нем заключена большая центробежная сила.

Итак, за одно и то же время — за 24 часа — все части Земли описывают окружности. Значит, на всей поверхности действует центробежная сила; эта сила неодинакова, так как неодинаковы описываемые окружности. Самая большая окружность — на экваторе; все остальные постепенно уменьшаются, так что окружности, которые оканчиваются на полюсах, можно рассматривать как точки. Следовательно, центробежная сила на экваторе самая большая; затем она уменьшается, как и окружности; она затухает.

Но эта центробежная сила противоположна силе тяжести. Значит, сила тяжести на экваторе меньше, чем на полюсах, и вследствие этого равновесие вод требует, чтобы поверхность моря, удаляясь от центра Земли с одной стороны, с другой

Следовательно,  
сила тяжести  
на экваторе  
меньше и Земля  
сплющена у полюсов

стороны приближалась к нему. Водяные столбы от поверхности Земли к ее центру на экваторе, следовательно, более длинны, а на полюсах короче, откуда и можно заключить о сплющивании Земли. Казалось бы, ничего не было естественнее данного рассуждения; однако, когда при Людовике XIV Пикар<sup>23</sup> измерил меридиан, никто еще не думал подвергать сомнению сферичность Земли; вот как обстояло дело в 1670 г.

**Опыты,  
подтверждающие  
это**

Когда опыты дали основание предположить, что сила тяготения на экваторе меньше, чем на полюсах, наблюдение маятника в 5 градусах широты подтвердило это предположение. Рише<sup>24</sup>, будучи в Кайенне, заметил, что его часы с маятником отставали каждый день на 2 минуты 28 секунд. Но если стрелка отмечает меньше секунд за период одного обращения звезд, значит, маятник делает меньше колебаний, а если маятник делает меньше колебаний, это объясняется тем, что, обладая меньшей тяжестью, он медленнее падает по вертикали. Правда, и зной мог бы произвести тот же результат, удлиняя стержень маятника, так как при прочих равных условиях более длинный маятник колеблется медленнее. Но наблюдения доказывают, что летний зной в Кайенне не смог бы удлинить стержень маятника до такой степени, чтобы вызвать отставание на 2 минуты 28 секунд в движении стрелки.

**Какую форму  
вследствие  
этого приписали  
Земле**

Было доказано, что сила тяжести на экваторе меньше. Тогда сделали вывод, что Земля сплющена у полюсов, и это следствие показалось очевидным самым великим вычислениям — Гюйгенсу<sup>25</sup> и Ньютону.

Но бывает, что и правильные вычисления не достигают цели. Применяя геометрию к физике, нередко вычисляют прежде, чем убеждаются в истинности предположений, на которых основываются. Вопросы бывают настолько сложны, что нельзя поручиться за то, что при создании теории учтены все необходимые соображения. Примеры тому — Гюйгенс и Ньютон.

Теории этих двух математиков согласуются в том, что они придают Земле форму эллиптического сфероида, сплющенного у полюсов.

**Результат теории  
Гюйгенса по данному  
вопросу**

Гюйгенс предположил, что все тела тяготеют в точности к одному центру и что все они тяготеют к нему с одинаковой силой независимо от того, на каком расстоянии от него они находятся. Отсюда он сделал вывод, что изменить силу тяжести может только центробежная сила; он нашел, что ось Земли относится к диаметру экватора приблизительно как 577 к 578.

**Результат теории  
Ньютона**

Ньютон рассуждал, исходя из другой гипотезы: он считал, что сила тяжести есть действие тяготения, в силу которого все части Земли притягиваются друг к другу обратно пропорционально квадрату расстояний. В таком случае недостаточно было вместе с Гюйгенсом определить, насколько сплющена Земля центробежной силой; необходимо было определить, насколько Земля, уже сплющенная этой силой, должна была сплющиться еще и в силу закона притяжения; Ньютон считал, что ось относится к диаметру экватора как 229 к 230.

**Теория Гюйгенса  
была ошибочна**

Гипотеза Гюйгенса противоречит наблюдениям за маятником, она противоречит также результатам измерения градусов, показывающим, что сплющивание Земли значительно больше, нежели предполагала теория Гюйгенса. Успех системы Ньютона был достаточен, чтобы теория Гюйгенса была отвергнута.

**Теория Ньютона  
также ошибочна**

Конечно, закон тяготения был тем соображением, которого теория не должна была упустить из виду; и в этом отношении преимущество было на стороне Ньютона. Тем не менее решение, предложенное им, недостаточно и несовершенно в некоторых отношениях. «Ньютон, — говорит г-н Д'Аламбер, — сначала считал Землю эллиптическим сфероидом и, согласно данной гипотезе, определял, насколько она сплющена... это, собственно, означало предполагать доказанным то, что надо доказать»<sup>26</sup>. Вот что представляют собой вычисления, когда их применяют к решению сложнейших проблем природы.

Господа Стирлинг и Клеро<sup>27</sup> воображали, что им удалось доказать истинность теории Ньютона и что Земля — эллиптический сфероид; но сами-то они рассуждали, опираясь на гипотезы, которые еще следовало доказать. Г-н Д'Аламбер

**Теория  
[Гюйгенса и Ньютона]  
не могла доказать,  
что Земля имеет  
правильную форму**

теории, которые еще

утверждает, что, допуская иные предположения, он сам доказывает в своих исследованиях системы мироздания, что все части сфероида могли бы оставаться в равновесии, если бы Земля и не имела эллиптической формы; он идет дальше: ему, полагает он, удалось доказать, что при допущении, что меридианы неодинаковы, а плотность различна не только у различных слоев, но и во всех точках одного и того же слоя, равновесие все же могло бы поддерживаться в силу законов тяготения и что, следовательно, равновесие может иметь место и при допущении, что Земля обладает совершенно неправильной формой. Значит, теория [Гюйгенса и Ньютона] не в состоянии доказать правильность формы Земли. Законы гидростатики, на которых она основывается, могли бы подтвердить ее лишь при допущении, что Земля, пребывавшая первоначально в жидком состоянии, сохранила бы форму сплюсченного сфероида, т. е. ту форму, которую она приняла бы вследствие взаимной гравитации ее частей и ее вращения вокруг своей оси.

Но, спрашивает Д'Аламбер, разве вполне доказано, что Земля первоначально была жидкой? А если, будучи жидкой, она и приняла форму, предписываемую ей данной гипотезой, действительно ли несомненно, что она сохранила таковую? Части жидкого сфероида должны были бы располагаться в более или менее правильном порядке, его поверхность была бы гомогенной; однако мы не замечаем на поверхности Земли ни гомогенности, ни правильности в распределении ее частей. Наоборот, все кажется словно случайно разбросанным как в той части недр Земли, которая нам известна, так и на поверхности нашего земного шара; как же допустить, что первоначальная форма Земли не претерпела изменений, когда совершенно очевидны следы огромных потрясений?

Итак, теория [Гюйгенса и Ньютона] основывается на предположениях, доказать которые невозможно и которые принимают за несомненные только потому, что не видно, почему бы им быть ошибочными.

Эту теорию желали подтвердить ложные рассуждения, выдвигаемые в защиту данной теории наблюдениями и измерением градусов в различных пунктах; но рассуждения подчас бывали ошибочными, измерения мало согласовывались друг с другом, а трудности все умножались.

Говорили: «Земля имеет правильную форму и ее мери-

дианы одинаковы, если экватор в точности круг; ведь кругообразность земной тени при лунных затмениях доказывает кругообразность экватора».

Поразительно, что лица, рассуждающие подобным образом, убеждены, что меридианы не являются кругами. Но как же они хотят, чтобы тень Земли считалась доказательством кругообразности экватора и вместе с тем не являлась доказательством кругообразности меридианов?

Кроме того, говорят так: «Отправившись из одинаковых широт и проходя равные расстояния, мы будем наблюдать одинаковые высоты полюса. Следовательно, меридианы одинаковы и Земля правильной формы».

Те, кто так говорит, неявно предполагают, что измерения на поверхности Земли и астрономические наблюдения могут быть в высшей степени точными. Ведь не могут же они мыслить столь непоследовательно, чтобы говорить: «Все эти измерения и наблюдения неизбежно подвержены ошибкам; следовательно, мы должны вычислять по ним кривизну меридианов». Я, однако, допускаю, что данные рассуждения были бы обоснованы, если бы в итоге измерения большого числа меридианов на одинаковой широте полученные результаты были почти одинаковыми: подобная согласованность доказала бы точность наблюдений. Но из шести измеренных градусов лишь два были на одной широте: градус Франции и градус Италии, притом было установлено, что они различаются более чем на 70 туазов.

Принято также говорить: «Чем строже мы соблюдаем правила мореплавания, тем вернее направляем корабль. Однако эти правила предполагают правильную форму Земли, следовательно... и т. д.»

Я отвечаю, что данные правила еще менее точны, чем измерения и наблюдения, о которых мы только что говорили, и что поэтому они еще более ошибочны. Разве никому не известно несовершенство методов, которыми измеряют путь, пройденный кораблем, и вычисляют пункт, где он находится, и разве мореходные расчеты не подвержены частым ошибкам? Методы навигации настолько несовершенны, что, если бы мы даже прекрасно знали форму Земли, кормчий не получил бы от этого никакого преимущества.

**Данная теория  
основывается  
на предположениях,  
которые не доказаны**

Теория о форме Земли основывается на трех предположениях, которые еще не были строго доказаны. Это предположения о том, что плоскость меридиана, проходящая через линию

зенита, проходит через земную ось, что вертикальная прямая проходит через ту же ось и что она перпендикулярна горизонту. Долгое время никто не сомневался в этих предположениях; правда, они не настолько обосновательны, как другие, о которых я уже говорил.

Многие явления указывают на то, что они справедливы: ведь равномерное вращение Земли вокруг своей оси, процессия равнодействий и равновесие вод, покрывающих большую часть земной поверхности, по-видимому, вполне согласуются с данными предположениями. Вы видели, что соотношение продолжительности ночей и дней изменяется сообразно разным климатам, т. е. различным широтам. Однако эти различия вычисляли исходя из того, что Земля имеет правильную форму, и расчеты согласуются с наблюдениями.

**Измерения, которые,  
казалось бы,  
доказывают,  
что градусы  
на одной широте  
неодинаковы**

В Италии измерили один градус меридиана на той же широте, на какой он был измерен во Франции, а результаты не совпали. Вот самое сильное возражение против утверждения о правильности формы Земли. Вместе

с тем эта разница настолько мала, что может быть отнесена за счет неточности наблюдений.

Для разъяснения этого вопроса следовало бы, как говорит г-н Д'Аламбер, измерять на одной широте и на значительных расстояниях большое число меридианов и в каждом пункте производить наблюдение за маятником. Если бы меридианы оказались одинаковыми, еще не было бы доказано, что они эллипсы.

Но когда предположили, что меридианы одинаковы, все же оставалось узнать, эллипсы ли они. Утверждали, что они эллипсы, нисколько не колеблясь, потому что такая форма прекрасно согласуется с законами гидростатики, но г-н Д'Аламбер считает доказанным, что и всякая иная фигура, или форма, одинаково согласовалась бы с этими законами, в особенности если Землю не считают гомогенной.

Перейдем к тому, какие меры были приняты для решения данного вопроса.

**Измерили несколько  
градусов меридиана,  
чтобы определить,  
как сплющена Земля**

Для того чтобы дать Вам понятие о принципах и следствиях данной операции, необходимо напомнить, что если видно, как звезды поднимаются и опускаются сообразно пути, проходимоу вдоль меридиана, то объясняется это единственно тем, что наблюдатель идет по изогнутой поверхности; поэтому, если на одинаковых отрезках пути видно, как звезды поднимаются и опускаются в одинаковом количестве, ясно, что Земля шарообразна и что, напротив, она не шарообразна, если бы для наблюдения равного числа восхождений нужно было проходить вдоль меридиана различные расстояния. Очевидно, что поверхность Земли является более выпуклой в той части, по которой нужно будет пройти меньшее расстояние, для того чтобы увидеть, как звезды поднимаются на один градус, а в той части, где придется пройти большее расстояние, для того чтобы увидеть то же восхождение звезд на один градус, она будет более сплющена. Следовательно, измерения определяют, как сплющена Земля, если они определяют, в каком соотношении возрастают земные градусы.

**Но форму Земли  
всегда считали  
правильной**

Для облегчения данных вычислений рассуждают следующим образом: Земля, несомненно, имеет правильную форму, значит, если она шарообразна, ее градусы будут одинаковы, а если бы она не была шарообразна, ее градусы убывали бы в определенном соотношении; следовательно, определяя на известных широтах величину двух градусов, можно узнать величину других, и тогда можно узнать отношение земной оси к диаметру экватора.

Из этого видно, что тогда ставился вопрос не о том, чтобы узнать, правильна ли форма Земли; это считалось несомненным, хотя и не было достаточно доказано. Речь шла только о том, сплющена ли Земля у полюсов и насколько.

**Градусы,  
измеренные  
во Франции**

Первые измерения были произведены господами Кассини<sup>28</sup>; они были повторены, говорит г-н Мопертюи<sup>29</sup>, в различное время, при помощи различных инструментов и различными способами; правительство щедро отпускало средства и оказывало всяческое содействие, и после шести вычислений, произведенных в 1701, 1713, 1718, 1733 и 1736 годах, результат был один



и тот же: в направлении от одного полюса к другому. Земля длиннее.

Справедливо сочли, что данные измерения не опровергли теории. Неизбежные ошибки в наблюдениях, даже выполненных с предельной тщательностью, не дают возможности определить с точностью градусы, столь мало отдаленные, как измеренные господами Кассини. Тогда пришли к мысли измерить более отдаленные градусы и отправили академиков в Перу и в Лапландию.

**В Перу  
и в Лапландии**

По их возвращении всех интересовало, каково соотношение между измерениями, предпринятыми на севере, в Перу и во Франции. Но все было осложнено тем, что относительно величины градуса во Франции, хотя она и наиболее измерена (а может быть, именно вследствие этого), существуют наибольшие разногласия.

**На мысе Доброй  
Надежды**

В 1752 г. г-н аббат де ла Кай, находясь на мысе Доброй Надежды, измерил градус в пункте, расположенном на 33 градуса 13 минут выше экватора.

**В Италии**

К этому прибавьте градус, измеренный в Италии; мы получили градусы, измеренные в пяти разных пунктах: во Франции, на севере, в Перу, на мысе Доброй Надежды и в Италии.

**Сомнения остались**

После всего этого определение формы Земли стало еще затруднительнее, так как измерения, произведенные в различных пунктах, не свидетельствуют об одной и той же форме Земли. Опыты с маятником даже противоречат теории Ньютона; они свидетельствуют о том, что Земля более сплюснута, чем предполагал этот философ.

Что же представляют собой эта столь возвышенная теория и столь хорошо доказанные расчеты? Каков результат усилий самых великих математиков? Несомненные рассуждения, основанные на сомнительных предположениях. Измерения помогают, но вместе с ними возникают неизбежные ошибки; чем больше ученые измеряют, тем меньше, кажется, они приходят к согласию друг с другом. Если сравнить способы доказательства движения Земли с теми, которые были придуманы для определения ее формы, то, с одной стороны, мы найдем полнейшую очевидность, очевидность, которая не исходит ни из каких предположений, а с другой стороны, найдем очевидность, за которой останется туман, где предполагают что угодно, потому что туда

никогда не проникает свет. Публика, с полным основанием убежденная в гении изобретателей, легко верит в то, что все уже доказано, поскольку она не знает, почему бы это могло быть иначе. Философ, превозносимый слепцами, сам становится слепым; вскоре предубеждение становится общим, и трудно найти наблюдателей, которым можно было бы полностью довериться.

Правда, если публика слишком легко верит доказательствам, то среди писателей всегда найдутся выдвигающие возражения, не желающие, чтобы делались открытия, в которых они не участвуют. Они словно только тем и заняты, чтобы замечать, чего еще не сделали, и оспаривать все уже сделанное. И они поступают очень хорошо; ведь даже для самой истины полезно, чтобы были люди, возражающие изобретателям.

## ГЛАВА IX

### ОСНОВНЫЕ ЯВЛЕНИЯ, ОБЪЯСНЯЕМЫЕ ДВИЖЕНИЕМ ЗЕМЛИ

Почему мы видим  
небо как низкий  
свод

Вы уже знаете объяснение многих явлений, но, я полагаю, кстати будет рассмотреть здесь некоторые из них, чтобы Вы лучше постигли

всю систему в целом.

Громадное пространство небес само по себе лишено света и бесцветно, но лучи небесных тел попадают на окружающий воздух, преломляются, отражаются, распространяются во всех направлениях и освещают атмосферу. Без этих различных отражений, рассеиваемых лучами и со всех сторон достигающих нашего зрения, мы видели бы светила лишь как светоносные тела, находящиеся в черном пространстве. Таким образом, рассеянные лучи окрашивают пространство, и небеса принимают видимый нами голубой цвет.

По свойственной нам привычке относить цвет к предметам наш глаз, так сказать, создает свод, на который он накладывает этот голубой цвет; ведь, глядя всегда по прямой линии, глаз из одной, центральной точки прочерчивает прямые во всех направлениях и помещает на оконечности каждой из них окрашенную точку.

Мы, естественно, считаем, что все эти прямые имеют конец, так как мы можем видеть предмет не иначе как

на определенном расстоянии. Если мы и воображаем эти прямые несколько более длинными, когда смотрим горизонтально, то пространство, видимое нами на нашем полушарии, и предметы, расположенные на различном расстоянии, нас к этому вынуждают. Но, напротив, мы воображаем эти прямые более короткими, когда поднимаем взор к зениту, потому что на этом пути нет предметов, которые, измеряя пространство, побуждают нас придать прямым большую длину. Вот почему мы представляем себе небо как низкий свод, к которому мы прикрепляем все светила, и далеко, и близко находящиеся.

Следовательно, этот свод — нечто воображаемое.

Почему этот свод  
кажется движущимся  
24 часа

Поскольку Земля совершает оборот вокруг своей оси за 24 часа, нам кажется, что этот свод каждые сутки совершает оборот вокруг Земли,

увлекая с собой все светила. Поэтому неподвижные звезды словно описывают окружности, параллельные, но неравные; одни движутся по столь малым окружностям, что кажутся недвижимыми, в то время как другие перемещаются по большим окружностям со скоростью, возрастающей в той же мере, в какой увеличиваются окружности.

Если бы Земля совершала только это движение, мы бы всегда относили Солнце к одной и той же точке неба, но поскольку Земля движется и по своей орбите, то в *cd* (рис. 57) мы должны видеть, что

Почему  
нам кажется,  
что Солнце движется  
по эклиптике

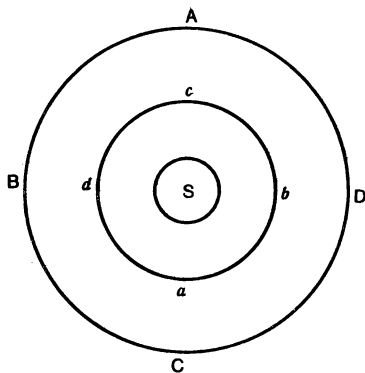


Рис. 57

Солнце S постепенно передвигается в точки, соответствующие различным буквам.

Когда из афелия *a* Солнце проходит в *b*, оно должно казаться проходящим из *A* в *B* и т. д., так что Земля всегда находится в точке, противоположной той, где, как мы предполагаем, находится Солнце.

Почему кажется, что оно переходит от одного тропика к другому

Если бы плоскость эклиптики была такой же, как плоскость экватора, нам казалось бы, что Солнце описывает каждый день ту же окружность; на Земле повсюду было бы одно время года, а на полюсах не было бы ночи. Но так как орбита Земли составляет с экватором угол в 23,5 градуса, то вследствие этого нам кажется, будто Солнце описывает всякий день разные параллели и поочередно переходит от одного тропика к другому.

Что создает у нас разные времена года и разную долготу дня

Благодаря этому движению Земли положение Солнца изменяется, его лучи падают то более, то менее косо на каждое полушарие, и их жар оказывается различным в зависимости от положения областей различных климатов по отношению к Солнцу.

Этим объясняется и то, что для пунктов, не находящихся на экваторе, долгота дня неодинакова.

Орбиты планет пересекают плоскость эклиптики

Сочетание движения Земли и планет производит также и другие видимости; планеты движутся вокруг Солнца, но кажется, что они движутся вокруг Земли.

Если бы плоскость их орбит совпадала с плоскостью земной орбиты, они всегда следовали бы ходу Солнца и никогда не отклонялись бы от эклиптики. Но это не так. Их орбиты, напротив, образуют большие или меньшие углы с орбитой Земли; и кажется, что они описывают окружности, пересекающие эклиптику. Вот почему годовое движение планет относят к плоскости этой окружности, а их суточное движение — к плоскости экватора. Так были образованы все круги небесной сферы.

Планеты в своих узлах и вне узлов

Узлами называют точки, где орбиты планет пересекают эклиптику. Когда планета находится в своих узлах, она оказывается на прямой, проходящей через центр Солнца и Земли. Но ведь есть внешние и внутренние планеты. Когда внутренние планеты находятся в своих узлах, они всего ближе или всего дальше от Солнца; если ближе — они кажутся пятном, проходящим по этому

светилу; если дальше — они невидимы, так как Солнце находится прямо между ними и Землей. Если они вне своих узлов, т. е. в нескольких градусах широты, они являют свой полный диск, когда движутся далеко от Солнца; когда они ближе, они совершенно исчезают, так как их обращенное к Земле полушарие скрыто мраком. И наконец, в двух других частях своей орбиты они показывают нам большую или меньшую часть полушария, отражающую свет; они то увеличиваются, то уменьшаются. Что касается внешних планет, то они исчезают, лишь находясь в своих узлах, когда Солнце находится прямо между нами и этими планетами. Во всех остальных положениях их диск виден полностью. Только у одного Марса диск несколько искажен на 90 градусов, когда он находится между точками совпадения и противостояния. Большое расстояние мешает нам наблюдать то же явление у Юпитера и у Сатурна.

Внешние планеты бывают в совпадении или в противостоянии: в совпадении, когда они находятся с той же стороны, что и Солнце; в противостоянии, когда они на противоположной стороне, т. е. в 180 градусах. Внутренние планеты двойным образом бывают в совпадении и никогда — в противостоянии.

Кажется, что внутренние планеты всегда сопровождают Солнце

Внутренние планеты, никогда не находясь в противостоянии, всегда сопровождают Солнце. Кажется, что они только приближаются к нему

или удаляются от него. Если от Земли А (рис. 58) провести к орбите Венеры касательные АВ и АС, то очевидно, что данная планета никогда не будет на большем расстоянии от Солнца, нежели ВV или ВС. Вот почему внутренние планеты всегда сопровождают Солнце. Расстояние, на которое они кажутся удаленными от этого светила, называют элонгацией. У спутников также

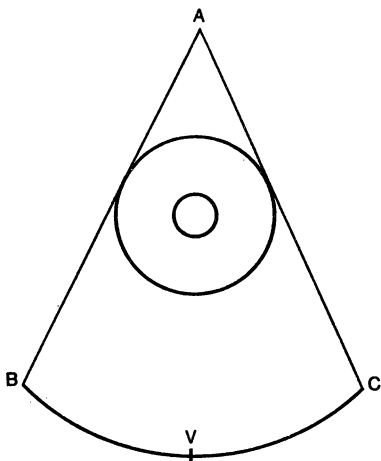


Рис. 58

наблюдаются различные явления; я буду говорить только о Луне; ведь моя задача вовсе не в том, чтобы написать трактат по астрономии.

**Почему различают  
два лунных  
месяца**

Луна и Земля, движущиеся вокруг общего центра, который описывает орбиту вокруг Солнца, находятся одна по отношению к другой то в совпадении, то в противостоянии.

Однако это явление возникает не при всяком обращении, которое эти планеты совершают вокруг центра тяготения. В тот момент, когда Луна заканчивает свое обращение, она не может оказаться в совпадении, потому что, пока она совершала обращение, ее орбита перемещалась Землей, которая сама двигалась по своей орбите. А когда обращение закончено, нужно, чтобы она начала другое и совершила часть этого нового обращения, прежде чем она вновь окажется в совпадении, и поэтому ей понадобится больший промежуток времени для того, чтобы вернуться в совпадение, чем для окончания своей орбиты.

Это и привело к различию двух лунных месяцев: один — периодический; это время, которое Луна затрачивает на обращение по своей орбите; он длится 27 суток и 7 часов; другой — синодический; это время, протекающее от одного совпадения до другого; он длится 29 суток с половиной.

**Различные положения  
Луны**

Луна невидима, когда она находится в совпадении, когда наступает то, что называют новолунием; она видна полностью, когда находится в противостоянии, и это называют полнолунием; в других частях своей орбиты она прибывает и убывает — это время ее квадратур или четвертей.

**Затмения**

Если Луна находится в своих узлах, то всякий раз, когда она в совпадении, бывает затмение Солнца, а затмение Луны бывает всякий раз, когда она в противостоянии; потому что и в том и в другом случае преграждается путь солнечным лучам.

Если Луна находится на малой широте, она будет недалеко от своих узлов; в таком случае затмение будет большим или меньшим.

Затмения бывают лишь тогда, когда Луна находится в окружности, которую, как нам кажется, описывает Солнце за год, либо когда Луна неподалеку от нее. Поэтому эта окружность получила название эклиптики. Пусть  $RR$

(рис. 59) плоскость эклиптики, в которой всегда находится центр тени Земли,  $OO$  — путь Луны,  $N$  — узел. Когда тень Земли в  $A$ , она падает рядом с Луной, которую я полагаю в  $F$ , и затмения не бывает. Когда Луна в  $G$ , она частью затемнена тенью Земли, которая падает в  $B$ ; это случай частичного затмения; в  $H$  она входит в тень; в  $L$  она выходит из нее; в  $I$  она полностью в ней; тогда затмение

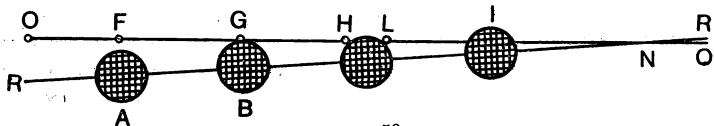


Рис. 59

полное. И наконец, в  $N$  затмение центральное, так как центр Луны находится в центре тени. Тень Земли, как и тень Луны, коническая, потому что диаметр Солнца больше диаметра этих планет. Таким образом, мы замечаем, что диаметр земной тени на Луне приблизительно на одну четверть меньше диаметра Земли.

Подобно тому как Земля преграждает путь лучам, которые упали бы на Луну, так и Луна преграждает путь лучам, которые упали бы на Землю. Это вызывает солнечные затмения, которые в сущности представляют собой затмения Земли. Эти затмения бывают не только поочередно частичными, полными и центральными; они бывают и кольцевыми; это случается, когда Луна находится в своем апогее. Тогда ее тень не доходит до Земли, и она закрывает лишь центр Солнца, а лучи, которые доходят до нас, образуют вокруг светящегося кольца.

В затмениях различают тень и полутень. Пусть прямые  $Ap$  и  $Bp$  (рис. 60) — касательные к Луне, прочерченные от двух оконечностей диаметра  $AB$  Солнца. Пусть  $MN$  — часть земной орбиты. Очевидно, что, когда Земля находится в  $M$ , мы должны видеть полный диск Солнца, что мы должны те-

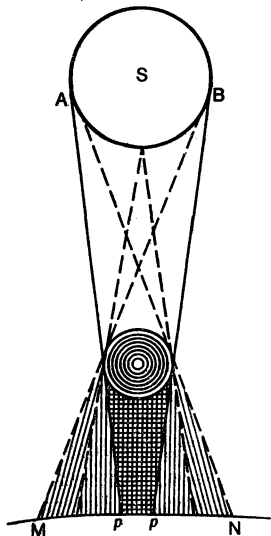


Рис. 60

рять его из виду; по мере того как Земля проходит из М в  $p$ , и что он должен полностью исчезнуть в  $pp$ , с тем чтобы вновь появиться, по мере того как Земля проходит из  $p$  в N. Итак, поскольку  $pp$  — место тени, интервалы  $pM$  и  $pN$  — место полутени.

Отсюда Вы сделаете вывод, что затмение Солнца бывает различным в зависимости от пунктов, откуда его наблюдают. Оно неодинаково для тех, кто находится в тени, и для тех, кто находится в полутени. Для одних оно частичное, в то время как для других оно бывает центральным и полным; что касается Луны, то оно будет одинаковым для всех пунктов, откуда его наблюдают.

Раз наблюдение позволило определить орбиты планет и время обращений, Вы понимаете, как возможно предсказывать затмения; надо просто произвести вычисления.

Затмения служат  
для определения  
долгот

Затмения географы используют для определения долготы какого-либо пункта. Поскольку Земля вращается вокруг своей оси, все части ее поверхности последовательно проходят под меридианом; полдень наступает под всеми точками линии, или полуокружности, которая, проходя прямо от одного полюса к другому, либо совпадает с меридианом, либо находится в той же плоскости.

Представим себе подобные линии на всей поверхности земного шара — они последовательно пройдут под меридианом. Когда в одной точке какой-либо линии будет полдень, он будет во всех точках, но никогда его не будет на двух линиях сразу. Если у нас полдень, то для тех, кто должен через час пройти в плоскости меридиана, будет только одиннадцать часов, а если для них полдень, для нас будет час. И так последовательно для всех.

Каждая из этих полуденных линий по прошествии 24 часов вновь находится в плоскости меридиана. Итак, проходя 360 градусов за 24 часа, полуденная линия проходит за один час одну двадцать четвертую часть 360, иными словами, 15 градусов. И вот, когда в Парме полдень, то в 15 градусах к западу будет 11 часов, а в 15 градусах к востоку будет один час. Таким образом, я должен считать, что все пункты, где полдень наступает в то же время, что и у нас, находятся на той же полуденной линии, а те, где 11 часов, я должен считать находящимися в 15 градусах западной долготы; и в 15 градусах восточной долготы будут те места, где час пополудни.



Следовательно, для того чтобы узнать различную долготу двух пунктов, мне будет достаточно вычислить разницу в часах между этими пунктами.

Эту разницу определяют по лунным затмениям. Действительно, если два наблюдателя, находящиеся в разных местах, определяют момент затмения, то можно узнать разницу долгот, если эта разница между двумя мгновениями сводится к 15 градусам в час. Можно также определить долготы, наблюдая затмения спутников Юпитера; это делается тем же методом, а результат получается более точный. У нас будет случай поговорить об этом.

Как один и тот же  
день может быть  
принят за три  
разных дня

Вы, может быть, не поверите, что один и тот же день можно с полным основанием принять за субботу, за воскресенье и за понедельник, а между

тем это весьма легко объяснить.

Предположим, что некто предпринимает кругосветное путешествие, двигаясь на восток. Когда он прибудет в пункт, удаленный от нас на 15 градусов, там будет час дня, а у нас будет полдень; в пункте, удаленном на 30 градусов, будет два часа; в пункте, удаленном на 45 градусов, — три часа; при удалении на 60 градусов — четыре и т. д. Таким образом, прибавляя по одному часу через каждые 15 градусов, он насчитает на 24 часа, или на сутки, больше, когда вернется в Парму, потому что он пройдет 24 раза по 15 градусов, или 360 градусов.

По той же причине тот, кто поедет на запад, будет через каждые 15 градусов попадать в пункт, где на один час меньше, т. е. в момент, когда у нас будет полдень, для него сначала будет одиннадцать часов, потом — десять, потом — девять. Значит, когда он прибудет в Парму, он насчитает меньше на один день. Следовательно, если он будет полагать, что это суббота, мы будем полагать, что это воскресенье, а для того, кто путешествует на восток, это будет понедельник.

## ГЛАВА X

### ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМЫ ВСЕЛЕННОЙ

Тело, находящееся  
вне нашей планетной  
системы

Небеса усеяны светящимися телами, которые подобны нашему Солнцу и, вероятно, заставляют планеты вращаться по разным орбитам, а вселенная — громадное пространство, где нет пустоты. Нашему

воображению одинаково трудно как приписать ей границы, так и считать ее беспредельной.

Все звезды отстоят от нас на столь большом расстоянии, что, видимые в лучший телескоп, они кажутся меньшими, чем для невооруженного глаза, так что их делает видимыми не сама их величина, а свет, который они посылают нашим глазам.

Среди звезд есть такие, которые периодически исчезают и появляются, но с различной степенью яркости. Иногда бывало так, что внезапно появлялись новые звезды, которые постепенно утрачивали свой свет и вскоре исчезали навсегда. Чтобы легче различать звезды, их относят к собраниям, к так называемым астеризмам, или созвездиям.

Есть двенадцать созвездий в Зодиаке; они разделяют эклиптику на двенадцать равных частей.

Небо разделяется Зодиаком пополам. Одна часть — северная, другая — южная; в обеих частях различают много созвездий. Невооруженный глаз различает также Млечный Путь; при наблюдении в телескоп видно, что он состоит из мириадов звезд. Наконец, в телескоп открываются еще и другие пятна, слишком отдаленные, чтобы можно было различить звезды, их производящие. Вот приблизительно и все знания, какими мы обладаем о телах, находящихся вне нашей планетной системы.

**Число планет** Нашу планетную систему образуют шестнадцать тел. В центре — Солнце, находящееся в состоянии покоя или совершающее лишь очень небольшое движение; это единственное светящееся тело. Все остальные непроницаемы и светят лишь заимствованным светом. Их называют планетами. Различают шесть планет первого порядка: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер и Сатурн — и десять — второго порядка, или второстепенных, — пять спутников Сатурна, четыре спутника Юпитера и наша Луна.

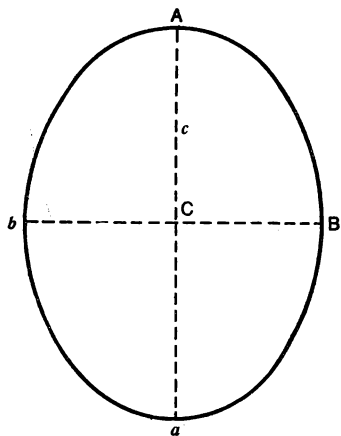
**Их орбиты — эллипсы** Планеты первого порядка, которые называют также просто планетами, описывают эллиптические орбиты вокруг Солнца, а планеты второго порядка — спутники, или луны, — обращаются вокруг одной главной планеты и сопровождают ее в ее движении.

**Солнце находится в одном из фокусов** Солнце находится не в центре *S* (рис. 61) орбит, а в фокусе *s*. Таким образом, планета при каждом обращении то приближается, то удаляется от Солнца. Будучи в *a*, она

находится в своем афелии, а в  $A$  — в своем перигелии. Расстояние между центром Солнца  $c$  и центром орбиты  $C$  называется эксцентриситетом, или отклонением от центра.

**Линия абсид** Обе эти точки  $A$  и  $a$ , рассматриваемые вместе, называются абсидами, и большая ось, продолженная от одной к другой, называется линией абсид.

На оконечностях малой оси  $Bb$  находятся средние расстояния.



Планеты движутся с запада на восток в различных плоскостях. Орбита каждой планеты находится в плоскости, проходящей через центр Солнца, для Земли это плоскость эклиптики.

Но не все планеты движутся в одной плоскости; у каждой своя плоскость, а все эти плоскости по-разному пересекают плоскость эклиптики, к которой мы их относим. В остальном все планеты дви-

Рис. 61

жутся в одну и ту же сторону, т. е. с запада на восток, и вращаются, так же как и Солнце, вокруг своей оси. Лишь у Меркурия и у Сатурна еще не удалось наблюдать движение вращения, а у других это движение замечается по пятнам, регулярно то появляющимся, то исчезающим.

**Отношение  
расстояний  
планет от Солнца**

Наблюдение и в особенности расчеты определяют с достаточной точностью соотношение расстояний и величин между планетами и Солнцем.

Между тем сопоставить данные размеры с известными мерами невозможно, но если обозначить среднюю удаленность Земли от Солнца как 10, то удаленность Меркурия от Солнца будет 4, Венеры — 7, Марса — 15, Юпитера — 52, а Сатурна — 95. Я начертил Вам схему, изображающую это (рис. 62).

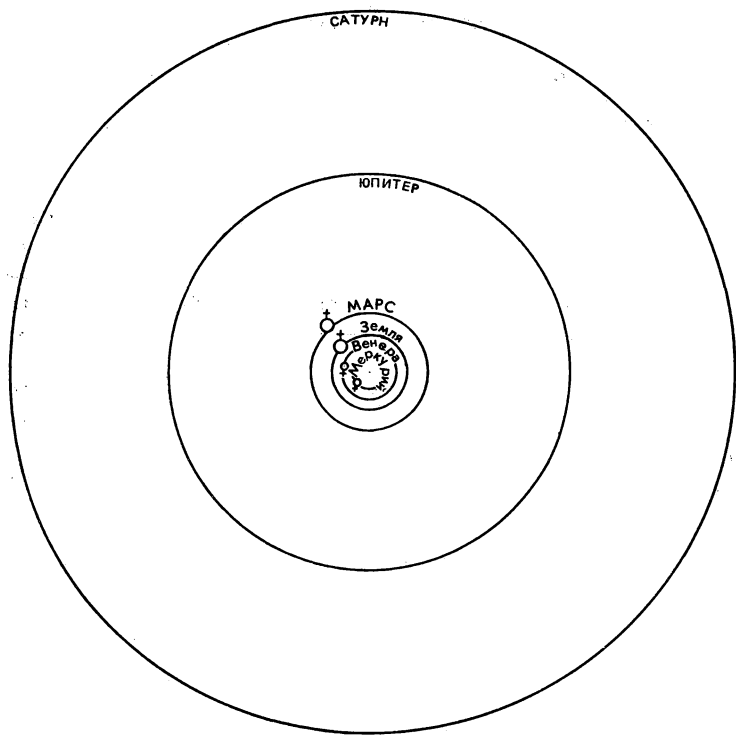


Рис. 62

Если принять, что удаленность Земли от Солнца — 10, то удаленность Меркурия от Солнца будет 4, Венеры — 7, Марса — 15, Юпитера — 52 и Сатурна — 95.

Солнце совершает оборот вокруг своей оси за 25 дней. Меркурий обращается вокруг Солнца за 87 дней 23 часа 15'38". Период его вращения вокруг своей оси неизвестен. Венера заканчивает свое обращение по орбите за 224 дня 14 часов 49'20", а оборот вокруг своей оси совершает за 23 часа.

Земля заканчивает период своего обращения за 365 дней 6 часов 9'14". Она совершает оборот вокруг своей оси за 23 часа 56'4".

Период обращения Марса — 686 дней 22 часа 29', а период его вращения — 24 часа 40'.

Период обращения Юпитера — 4332 дня 12 часов 20'9". Оборот вокруг своей оси он совершает за 9 часов 56'.

Сатурн заканчивает свое обращение за 10 759 дней 6 часов 36'. Период его вращения неизвестен.

Соотношение  
величин

100-ю часть, так же как и диаметр Земли; диаметр Марса — 170-ю, диаметр Юпитера — 10-ю, а диаметр Сатурна — 117-ю часть; все это приблизительно.

Периоды  
их обращений

Лучше всего известны периоды их обращений. Меркурий совершает обращение вокруг Солнца за три месяца, Венера — за восемь; за 23 часа она совершает оборот вокруг своей оси. Марс совершает оборот вокруг Солнца за два года, а вокруг своей оси — за 25 часов.

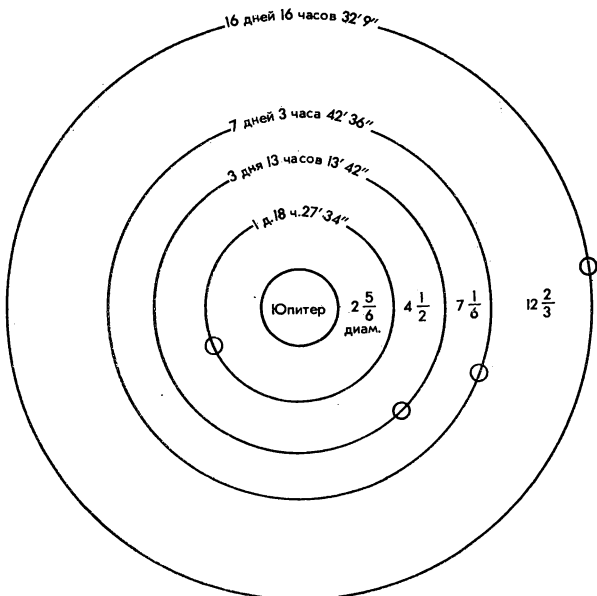


Рис. 63

Обращение Юпитера вокруг Солнца длится двенадцать лет, и он быстро, за 10 часов, вращается вокруг своей оси. Наконец, период обращения Сатурна вокруг Солнца длится 30 лет. Наблюдать период его вращения вокруг своей оси не удалось. Впрочем, всего этого я не определяю с предельной точностью и пренебрегаю минутами и секундами.

Известно также расстояние, на котором спутники находятся от их главной планеты, но это достаточно будет

показать в рисунках, где я Вам представлю также и периоды их обращений.

Этого, по-видимому, достаточно, для того чтобы Вы приобрели необходимые познания в астрономии. Достаточно по крайней мере для того, чтобы Вы были в состоянии

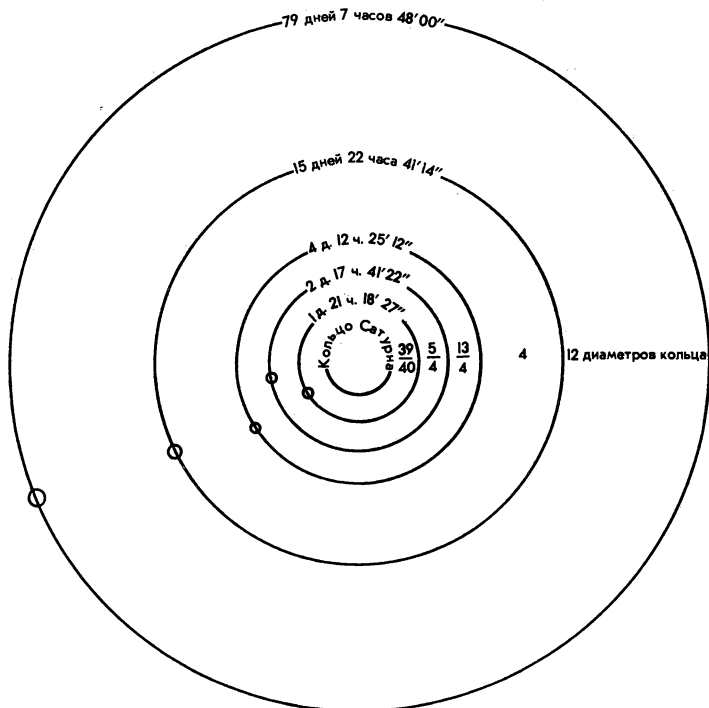


Рис. 64

когда-нибудь расширить Ваши знания. У Вас даже будет случай приобрести новые знания по этому предмету, когда мы будем изучать историю открытий XVI и XVII веков.

## ПОСЛЕДНЯЯ ГЛАВА ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Я попытался, монсеньер, предоставить Вам возможность судить о различных степенях достоверности (certitude), которые, как можно предполагать, присущи нашим знаниям. Вы видели, как совершаются открытия, как они

подтверждаются и до какой степени в них убеждаются. Я привел Вам много примеров и мало правил, потому что искусство рассуждения приобретаетя лишь путем упражнения. Вам остается лишь поразмыслить над всем тем, о чем Вы узнали, и усвоить привычку возвращаться к этим размышлениям.

Средствами, коими Вы обрели знания, Вы сможете приобретать еще и другие знания, и Вы сами понимаете, что иных путей не существует; Вы либо рассуждаете о том, что сами видите, либо судите по свидетельству других, либо у Вас есть очевидность, либо, наконец, Вы делаете выводы по аналогии. Но, главное, если Вы желаете соблюдать предосторожность, необходимую для того, чтобы овладеть истинными знаниями, — не доверяйте самому себе. Помните, что наилучшим образом доказанные, самые достоверные истины подчас оказываются в противоречии с тем, что мы считаем убедительным, и мы ошибаемся, потому что нам удобнее рассуждать, следуя предрассудку, нежели выносить приговор самому предрассудку. Не верьте видимости, приучитесь сомневаться даже в тех вещах, которые всегда казались Вам несомненными; исследуйте.

Когда на смену какому-нибудь предрассудку приходит новое воззрение, все же не торопитесь с решением. Помните, что сразу мы не приходим к открытиям; мы их достигаем, переходя от одной догадки к другой, от одного предположения к другому; словом, мы продвигаемся вперед ощупью.

Следовательно, если нами могут руководить догадки, все же ни одна из них не является пределом, где мы должны остановиться, — надо неустанно идти вперед, пока не достигнешь либо очевидности, либо аналогии.

Впрочем, если Вы понимаете, что методы всего лишь помогают Вашему уму, то Вы также понимаете, что должны исследовать свой ум, чтобы судить о том, насколько просты методы, насколько они полезны.

Речь идет, таким образом, о том, чтобы Вы наблюдали, как Вы мыслите, и выработали в себе искусство мыслить так же, как выработали в себе искусство писать и искусство рассуждать.

**ЛОГИКА,  
ИЛИ НАЧАЛА  
ИСКУССТВА МЫСЛИТЬ**



# ЛОГИКА, ИЛИ НАЧАЛА ИСКУССТВА МЫСЛИТЬ

## *ПРЕДМЕТ ЭТОГО СОЧИНЕНИЯ*

Для людей было естественно восполнять слабость своих рук теми средствами, которые природа сделала для них доступными; они уже были механиками до того, как у них возникло стремление ими стать. Именно так они стали логиками: они мыслили до того, как попытались узнать, как люди мыслят. Потребовались века, чтобы люди предположили, что мысль может подчиняться законам; да и теперь еще подавляющее большинство людей мыслит, не прибегая к подобным предположениям. Между тем счастливый инстинкт, который называется талантом, т. е. более надежный и лучше прочувствованный способ видеть, руководил без их ведома лучшими умами. Их сочинения становились образцами; в этих сочинениях люди искали, при помощи какого искусства, неизвестного даже их авторам, они доставляли удовольствие и давали знание. Чем больше они удивляли, тем больше люди были склонны думать, что они владеют необыкновенными средствами, и искали эти необыкновенные средства, когда следовало искать лишь простые средства. Таким образом, люди считали, что они быстро разгадали гениальных людей. Но их нелегко разгадать: их тайна тем лучше сохранялась, что не всегда было во власти людей ее раскрыть.

Следовательно, люди искали законы искусства мыслить там, где их не было; и вероятно, именно там искали бы их мы сами, если бы мы первыми должны были начать это разыскание. Но, разыскивая их там, где их нет, люди показали нам, где они есть; и мы можем льстить себя надеждой найти их, если сумеем лучше рассмотреть мышление, что до сих пор не было сделано.

Ведь как искусство приводить в движение большие массы имеет свои законы в способностях тела и в рычагах, которыми наши руки научились пользоваться \*, так искус-

---

\* Это сравнение принадлежит Бэкону <sup>1</sup>.

ство мыслить имеет свои законы в способностях души и в рычагах, которыми наш ум также научился пользоваться. Значит, нужно рассмотреть и эти способности, и эти рычаги.

Если бы какой-нибудь человек захотел впервые в своей жизни немного поупражнять способности своего тела, он, без сомнения, не стал бы придумывать аксиомы, дефиниции, принципы телесных движений. Он не мог бы этого сделать. Он был бы вынужден начать с того, чтобы пользоваться своими руками; для него естественно пользоваться ими. Так же естественно для него пускать в ход все, что, как он чувствует, может оказать ему какую-нибудь помощь, и он скоро сделал себе рычаг из палки. Употребление рычага увеличивает его силы, опыт, который показывает ему, почему он плохо сделал и как он может сделать лучше, постепенно развивает все способности его тела, и он обучается.

Именно так природа заставляет нас начинать, когда мы впервые пускаем в ход способности нашего ума. Она одна их регулирует, как сначала она одна регулировала способности тела; если впоследствии мы способны сами управлять ими, то лишь постольку, поскольку мы продолжаем так, как она заставила нас начать, и своими успехами мы обязаны первым урокам, которые она нам дала. Следовательно, мы не будем начинать эту «Логика» с дефиниций, аксиом, принципов; мы начнем с того, что будем следовать урокам, которые дает нам природа.

В первой части мы увидим, что анализ — это метод, которому мы научились у самой природы; следуя этому методу, мы объясним происхождение и преумножение идей и способностей души. Во второй части мы рассмотрим анализ, применяемые им средства и его следствия, и искусство рассуждать будет сведено к хорошо созданному языку.

Эта «Логика» не похожа ни на одну из логик, созданных до сих пор. Однако новый способ, которым она излагается, не должен быть ее единственным преимуществом; нужно еще, чтобы она была самой простой, самой легкой и самой ясной.

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

# КАК САМА ПРИРОДА УЧИТ НАС АНАЛИЗУ И КАК СОГЛАСНО ЭТОМУ МЕТОДУ ОБЪЯСНЯЮТСЯ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ИДЕЙ И СПОСОБНОСТЕЙ ДУШИ

### ГЛАВА I

#### КАК ПРИРОДА ДАЕТ ПЕРВЫЕ УРОКИ ИСКУССТВА МЫСЛИТЬ

**Способность  
чувствовать — первая  
из способностей души**

Наши чувства суть первые способности, которые мы замечаем. Только благодаря им впечатления от предметов достигают души. Если бы мы были лишены зрения, мы не знали бы ни света, ни цветов; если бы мы были лишены слуха, у нас не было бы никакого знания звуков; одним словом, если бы мы никогда не имели никаких чувств, мы не знали бы никаких предметов природы.

Но достаточно ли иметь чувства, чтобы познать эти предметы? Без сомнения, нет; ибо одни и те же чувства присущи нам всем, и тем не менее у нас нет одинаковых знаний. Это неравенство может проистекать только из того, что не все из нас могут одинаково употреблять наши чувства для того, для чего они нам были даны. Если я не учусь управлять ими, я приобрету меньше знаний, чем кто-то другой, по той же причине, по какой нельзя хорошо танцевать, пока не научишься направлять свои шаги. Все заучивается, и существует искусство управлять способностями ума, как есть искусство управлять способностями тела. Но люди учатся управлять последними только потому, что знают их; стало быть, нужно познать первые, чтобы уметь управлять ими.

Чувства являются лишь окказиональной причиной<sup>2</sup> впечатлений, которые производят на нас предметы. Чувствует душа; и только ей одной принадлежат ощущения; способность чувствовать — это первая способность, которую мы в ней замечаем. Эта способность проявляется в пяти видах, потому что мы имеем пять видов чувств. Душа чувствует при помощи зрения, слуха, обоняния, вкуса и особенно осязания.

**Мы сможем ею  
управлять,  
когда сможем  
управлять нашими  
чувствами**

лять наши органы чувств на предметы, которые мы хотим изучать.

**Мы сумеем управлять  
способностями нашей  
души, когда заметим,  
как хорошо мы  
иногда ими управляли**

Но как научиться хорошо управлять нашими чувствами? — Делая то, что мы делали, когда мы хорошо ими управляли. Нет человека, которому не случилось бы хорошо ими управлять, по крайней мере иногда. Это то, чему нас быстро обучают наши потребности и опыт; доказательством этому являются дети. Они приобретают знания без нашей помощи; они приобретают их, несмотря на препятствия, которые мы чиним им в развитии их способностей. Значит, они обладают искусством приобретать их. Правда, при этом они следуют правилам неосознанно; но они им следуют. Значит, нужно лишь заставлять их замечать то, что они иногда делают, чтобы научить их делать это всегда, и окажется, что мы учим их только тому, что они умеют делать. Так как они начали развивать свои способности сами, они почувствуют, что могут развивать их и дальше, если для завершения этого развития они сделают то, что они сделали для того, чтобы начать его. Они почувствуют это тем более, что, начав до того, как они чему-либо научились, они начали хорошо, так как начинала за них природа.

**Именно природа,  
т. е. наши  
способности,  
вызванные нашими  
потребностями,  
начинают нас  
обучать**

Именно природа, т. е. наши способности, вызванные нашими потребностями, ибо и потребности и способности являются в сущности тем, что мы называем природой каждого животного; этим мы не хотим сказать ничего другого, кроме того, что живот-

ное родилось с такими-то потребностями и такими-то способностями. Но, поскольку эти потребности и эти способности зависят от организации и изменяются так же, как и она, то под природой мы понимаем согласованность органов; и действительно, именно этим она по существу и является.

Животные, поднимающиеся в воздух, животные, передвигающиеся только по земле, и животные, обитающие в воде, также являются видами, каждый из которых, бу-

дучи различно устроен, имеет потребности и способности, свойственные только ему, или, что то же самое, имеет свою природу.

Эта природа и начинается; а начинается она всегда хорошо, потому что начинается одна. Разум, который ее сотворил, пожелал этого; он дал ей все, чтобы хорошо начать. Каждому животному нужно с ранних лет заботиться о своей сохранности; следовательно, оно не могло бы обучаться слишком быстро, а уроки природы должны быть не только быстро, но и надежно усвояемыми.

**Как ребенок  
приобретает знания**

Ребенок обучается лишь потому, что чувствует потребность обучаться. Например, он заинтересован в том, чтобы узнать свою кормилицу, и он быстро узнает ее; он различает ее среди многих лиц, не путает ее ни с кем; а именно это и означает знать. В самом деле, мы приобретаем знания лишь по мере того, как распознаем все большее число вещей и все лучше замечаем качества, которые их отличают; наши знания начинаются с первого предмета, который мы научились распознавать<sup>3</sup>.

Знания, которые ребенок имеет о своей кормилице или обо всем другом, еще являются для него лишь чувственными качествами. Стало быть, он приобрел их только таким способом, которым он направлял свои ощущения. Настоятельная необходимость может заставить его вынести ложное суждение, потому что она заставляет его судить второпях; но ошибка может быть лишь мимолетной. Обманутый в своих ожиданиях, он быстро чувствует необходимость вынести суждение второй раз и судит лучше; опыт, который заботится о нем, исправляет его ошибки. Думает он, что видит свою кормилицу, потому что замечает в отдалении лицо, напоминающее ее? Он пребывает в заблуждении недолго. Если его первый взгляд обманул его, то второй взгляд выводит его из заблуждения, и он ищет глазами кормилицу.

**Как природа  
уведомляет его  
о его ошибках**

Таким образом, чувства нередко сами рассеивают заблуждения, в которые они нас ввели; например, если первое наблюдение не соответствует потребности, для удовлетворения которой мы его сделали, это уведомляет нас о том, что мы наблюдали плохо, и мы чувствуем необходимость наблюдать снова. У нас никогда нет недостатка в таких уведомлениях, когда вещи, относительно которых мы обманываемся, нам совершенно необхо-

димы; ибо пользование ими в результате ошибочного суждения приводит к страданию, тогда как удовольствие мы получаем вследствие истинного суждения. Итак, удовольствие и страдание — вот наши первые учителя; они просвещают нас, потому что уведомляют, хорошо или плохо мы судим; и поэтому-то в детстве мы делаем без посторонней помощи успехи, которые кажутся не только быстрыми, но и удивительными.

Почему она  
перестает  
уведомлять его

Следовательно, искусство рассуждать было бы для нас совершенно ненужно, если бы нам всегда необходимо было судить лишь о вещах, относящихся к насущным потребностям. Мы естественным образом рассуждали бы хорошо, потому что выверяли бы свои суждения по уведомлениям природы. Но едва мы начинаем выходить из детского возраста, как мы уже выносим множество суждений, о которых природа нас больше не уведомляет. Напротив, нам кажется, что удовольствие сопровождает ложные суждения так же, как истинные, и мы, проявляя доверчивость, обманываемся; дело в том, что в этих случаях любопытство является нашей единственной потребностью, а невежественное любопытство довольствуется всем. Оно пользуется своими заблуждениями с каким-то удовольствием; оно часто сочетается с упрямством, принимая за ответ ничего не означающее слово, не будучи способным распознать, что этот ответ всего лишь слово. Тогда мы долго пребываем в заблуждении. Если же, как это весьма часто бывает, мы судим о вещах, нам недоступных, опыт не сможет вывести нас из заблуждения; а если мы судили о чем-либо с поспешностью, опыт больше не выводит нас из заблуждения, потому что наше предубеждение не позволяет нам советоваться с опытом.

Таким образом, заблуждения начинаются тогда, когда природа перестает уведомлять нас о наших ошибках, т. е. тогда, когда, судя о вещах, не имеющих непосредственного отношения к насущным потребностям, мы не можем проверить наши суждения, чтобы узнать, являются они истинными или ложными («Курс занятий», «Древняя история», кн. III, гл. 3<sup>4</sup>) \*.

\* Чтобы обучиться механическому мастерству, недостаточно постичь его теорию, нужно приобрести навык, так как теория — это лишь знание правил; и никто не может быть механиком, владея только этим знанием; механиком можно стать лишь благодаря навыку производить действие. Однажды приобретенный, этот навык делает правила ненуж-

**Единственное  
средство  
приобретать знания**

Но, наконец, поскольку есть вещи, о которых мы судим правильно с детства, нужно только обратить внимание на то, как мы себя ведем, когда судим о них, и мы узнаем, как нам следует себя вести, чтобы судить о других вещах. Будет достаточно продолжать так, как природа заставила нас начать, т. е. наблюдать и подвергать наши суждения испытанию наблюдением и опытом.

Именно это все мы делали в раннем детстве, и, если бы мы могли вспомнить этот возраст, наши первые знания направили бы нас на путь, который позволил бы с пользой получать другие знания. Тогда каждый из нас делал бы открытия, которыми он был бы обязан лишь своим наблюдениям и своему опыту; мы делали бы их еще и сейчас, если бы сумели идти путем, который нам открыла природа.

Следовательно, дело не в том, чтобы нам самим придумывать систему для того, чтобы узнать, как мы должны приобретать знания; давайте хорошо сохраним ту, какой обладаем. Природа сама создала эту систему; только она могла ее создать; она создала ее хорошо, и нам остается лишь следовать тому, чему она нас учит.

По-видимому, чтобы изучать природу, нужно было бы наблюдать первоначальное развитие способностей у детей или вспоминать то, что происходило с нами самими. Часто мы были бы приведены к необходимости делать предполо-

---

ными; у человека больше нет нужды о них думать, и он действует правильно до некоторой степени естественным образом.

Вот поэтому нужно учиться искусству рассуждать. Было бы недостаточно понять эту «Логикку»; если мы не выработаем себе навык в пользовании методом, которому она обучает, и если этот навык не таков, чтобы можно было рассуждать, не думая о правилах, то мы будем иметь не практику искусства рассуждать, а только его теорию.

Этот навык, как и все другие навыки, может быть усвоен лишь путем длительного упражнения. Значит, нужно упражняться на многих предметах. Я указываю здесь, что нужно будет для этого прочитать, и так же буду поступать в других местах. Следовательно, нужно упражняться на многих предметах. Но так как люди приобретают навык в каком-либо искусстве тем легче, чем лучше они постигают его теорию, то они поступят правильно, если будут читать то, на что я ссылаюсь, лишь тогда, когда смогут уловить дух этой «Логикки»; а для этого требуется прочитать ее по крайней мере один раз.

Когда удастся уловить дух этой «Логикки», чтение следует возобновить, и по мере продвижения нужно будет читать то, что я указываю. Поэтому я осмеливаюсь обещать тем, кто будет изучать мою «Логикку», что они достигнут во всех своих занятиях легкости, которой они удивятся; у меня есть в этом опыт.

жения. Но предположения имели бы то неудобство, что иногда казались бы безосновательными, а в других случаях требовали бы, чтобы люди ставили себя в такие положения, в какие не все могли бы себя поставить. Достаточно заметить, что дети приобретают истинные знания только потому, что, наблюдая вещи, относящиеся лишь к их самым насущным потребностям, они не ошибаются, или потому, что если они и ошибаются, то быстро бывают уведолены о своих ошибках. Ограничимся исследованием того, как теперь ведем себя мы сами, когда приобретаем знания. Если мы можем положиться на некоторые из них и на способ, которым мы их приобрели, мы знаем, как мы можем приобрести другие знания.

## ГЛАВА II

### О ТОМ, ЧТО АНАЛИЗ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННЫМ МЕТОДОМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ. КАК МЫ УЧИМСЯ ЕМУ У САМОЙ ПРИРОДЫ

Первый взгляд  
отнюдь не дает идей  
тех вещей,  
на которые  
он обращен

Представим замок, возвышающийся над обширной изобильной равниной, где природе было угодно расточать разнообразие и где искусство сумело воспользоваться местностью, чтобы еще больше ее разнообразить и украсить. Мы прибываем в этот замок в ночное время. На другой день окна открываются в тот момент, когда солнце начинает золотить горизонт, и тотчас же закрываются.

Хотя эта равнина появлялась перед нами лишь на мгновение, несомненно, мы видели все, что в ней заключено. В следующее мгновение мы не делали бы ничего, а только получали бы те же самые впечатления, которые произвели на нас предметы в первое мгновение. Так же было бы и в третье мгновение. Следовательно, если бы не были закрыты окна, мы продолжали бы видеть только то, что видели сначала.

Но этого первого мгновения недостаточно для того, чтобы мы знали эту равнину, т. е. чтобы мы распознали предметы, которые там находятся; поэтому-то, когда окна были закрыты, никто из нас не смог бы дать отчет в том, что он видел. Вот как можно видеть много вещей и ничего не узнать.



**Чтобы составить себе  
их идеи, нужно  
рассматривать их  
одну за другой**

Наконец, окна снова открываются, чтобы больше не закрываться, пока солнце будет над горизонтом, и мы долгое время снова рассматриваем

все то, что видели сначала. Но если, подобно людям, находящимся в экстазе, мы продолжаем, как и в первое мгновение, видеть сразу это множество различных предметов, мы не будем знать их больше, когда вдруг наступит ночь, как мы не знали бы их, когда окна, которые только что открывались, вдруг закрываются.

Чтобы иметь знание об этой равнине, недостаточно, стало быть, видеть ее сразу всю; нужно рассматривать каждую ее часть одну за другой и, вместо того чтобы охватить их все одним взглядом, нужно задерживать свой взор на предметах, последовательно переходя от одного к другому. Вот чему учит природа всех нас. Если она наделила нас способностью видеть множество вещей одновременно, она наделила нас также способностью рассматривать по отдельности, т. е. направлять наши глаза на одну какую-либо вещь; и именно этой способности, являющейся следствием нашей организации, мы обязаны всеми знаниями, которые мы получаем благодаря зрению.

Эта способность присуща всем нам. Однако, если впоследствии мы захотим говорить об этой равнине, можно будет заметить, что не все мы одинаково хорошо ее знаем. Некоторые создадут более или менее истинную картину, в которой многие вещи будут такими, каковы они на самом деле; другие же, смешивая все, создадут картины, в которых невозможно будет ничего узнать. Но все мы видели одни и те же предметы; лишь взоры одних направлялись как попало, а взоры других — в определенном порядке.

Каков же этот порядок? Природа сама указывает его; это порядок, в котором она представляет нам предметы. Среди них есть такие, которые особенно привлекают взоры; они более разительны; они доминируют, и все другие кажутся расположенными вокруг них для них. Это и есть те предметы, которые мы наблюдаем сначала; и когда мы заметили их положение по отношению друг к другу, другие предметы расположились в

**И для того чтобы  
постигать их такими,  
каковы они  
в действительности,  
нужно, чтобы  
последовательность,  
в какой их наблюдают,  
объединяла их в том же  
порядке, в каком они  
одновременно  
расположены по  
отношению друг к другу**

другие предметы расположились в промежутках, каждый на своем месте.

Таким образом, мы начинаем с основных предметов, последовательно рассматриваем и сравниваем их, чтобы судить о связях, если они имеются. Когда благодаря этому способу мы узнаем взаимное расположение, мы рассматриваем один за другим все те предметы, которые заполняют промежутки, сравниваем каждый из них с ближайшим основным предметом и определяем его положение.

Тогда мы распознаем все предметы, форму и положение которых мы уловили, и охватываем их одним взглядом. Значит, порядок, в каком они располагаются в нашем уме, является не последовательным, а одновременным. Это тот самый порядок, в котором они существуют, и мы видим их все сразу отчетливым образом.

Благодаря этому способу ум может охватить большое количество идей

Это именно те знания, которыми мы обязаны исключительно искусству, с каким мы направляли наши взоры. Мы приобретаем их лишь одно за дру-

гим; но, приобретенные однажды, все они одновременно сохраняются в уме, так же как предметы, которые они нам изображают, все сохраняются в глазу, который их видит.

Следовательно, с умом дело обстоит так же, как и с глазами; он видит одновременно множество вещей, и не нужно этому удивляться, потому что все ощущения зрения принадлежат душе.

Это зрение ума простирается настолько же, насколько простирается зрение тела; если мы хорошо организованы, то и тому и другому нужно лишь упражнение, и нельзя было бы каким-либо образом ограничить пространство, которое они охватывают. На самом деле упражнявшийся ум видит в предмете, над которым он размышляет, множество связей, не замечаемых нами, как проделавшие много упражнений глаза большого художника в одно мгновение различают в пейзаже множество вещей, на которые мы смотрим вместе с ним, но которые тем не менее от нас ускользают.

Мы можем, отправляясь из замка в замок, изучать новые равнины и представлять их себе как первую равнину. Тогда мы или отдадим предпочтение какой-то одной, или найдем, что каждая из них имеет свою прелесть. Но мы судим о них только потому, что сравниваем их; а сравниваем мы их лишь потому, что вспоминаем их все одновременно. Значит, ум может видеть больше, чем может видеть глаз.

Потому что, наблюдая таким образом, он расчленяет вещи для того, чтобы их снова соединить, составляет себе о них точные и отчетливые идеи

Если теперь мы размышляем о том, каким путем мы приобретаем знания посредством зрения, мы замечаем, что весьма сложный предмет, такой, как обширная равнина, до некоторой степени расчленяется, потому что мы познаем ее лишь тогда, когда ее части располагаются в уме в

определенном порядке.

Мы видели, в каком порядке делалось это расчленение. Сначала расположились в уме главные предметы; затем туда поступили другие и расположились там сообразно отношениям, в которых они находятся с первыми. Мы делаем это расчленение лишь потому, что нам недостаточно мгновения для того, чтобы изучить все эти предметы. Но мы расчленяем только для того, чтобы вновь соединить; и когда знания получены, вещи, вместо того чтобы следовать друг за другом, располагаются в душе в том же самом одновременном порядке, в каком они расположены вне ума. Именно в этом одновременном порядке заключается знание, которое мы о них имеем, ибо, если бы мы не могли представить их себе в совокупности, мы никогда не смогли бы судить о том, в каких отношениях друг к другу они находятся, и знали бы их плохо.

Это расчленение и последующее соединение есть то, что называется анализом

Следовательно, анализировать — это не что иное, как наблюдать в последовательном порядке качества предмета, для того чтобы дать им в уме одновременный порядок, в котором

они существуют. Именно это природа и заставляет нас применять ко всему. Анализ, который считают известным только философам, известен, таким образом, всем, и я ничему не научил читателя; я только обратил его внимание на то, что он делает постоянно.

Анализ мысли производится таким же способом, что и анализ чувственных предметов

Хотя с одного взгляда я распознаю множество предметов на равнине, которую я изучил, однако зрение никогда не бывает более точным, чем тогда, когда оно само себя ограничивает и когда мы рассматриваем лишь

небольшое число предметов одновременно; мы различаем всегда меньше предметов, чем видим.

Так же обстоит дело и со зрением ума. Я одновременно имею в наличии множество знаний, которые стали для меня

привычными, я вижу их все, но я не различаю их одинаково. Чтобы видеть отчетливо все то, что одновременно встречается в моем уме, нужно, чтобы я это расчленил, как я расчленил то, что встретилось моим глазам; нужно, чтобы я анализировал свою мысль.

Этот анализ производится точно так же, как анализ внешних предметов. Мы так же расчлением: мы представляем себе части своей мысли в последовательном порядке, чтобы восстановить их в одновременном порядке; мы производим это соединение и расчленение, сообразуясь с отношениями, существующими между вещами, как главными, так и подчиненными; и так, как мы не анализировали бы равнину, если бы зрение не охватывало ее всю целиком, мы не анализировали бы свою мысль, если бы ум не охватывал ее также всю целиком. И в том и в другом случае нужно видеть одновременно, иначе мы не могли бы быть уверены в том, что увидели одну за другой все части <sup>5</sup>.

### ГЛАВА III

#### О ТОМ, ЧТО АНАЛИЗ ДЕЛАЕТ УМЫ ПРАВИЛЬНЫМИ

**Ощущения, рассматриваемые как представляющие чувственные предметы, являются в сущности тем, что называется идеями**

Каждый из нас может заметить, что он познает чувственные предметы лишь благодаря ощущениям, которые от них получает; именно ощущения представляют их нам.

Если мы уверены в том, что когда они присутствуют, мы видим их только в ощущениях, которые они производят в нас теперь, мы не менее уверены в этом и тогда, когда они отсутствуют, когда мы видим их только в воспоминании об ощущениях, которые они в нас вызывали прежде. Следовательно, все знания, которые мы можем иметь о чувственных предметах, в принципе являются и могут быть только ощущениями.

Ощущения, рассматриваемые как представляющие чувственные предметы, называются идеями — фигуральное выражение, которое в собственном смысле означает то же самое, что и образы.

Сколько мы различаем ощущений, столько мы различаем видов идей; и эти идеи суть или актуальные ощущения, или только воспоминания об ощущениях, которые мы имели <sup>6</sup>.

Один только анализ  
дает точные идеи,  
или истинные знания

Когда мы приобретаем их при помощи аналитического метода, изложенного в предыдущей главе, они располагаются в нашем уме по порядку, они сохраняют в нем порядок, который мы им придали, и мы можем легко воспроизвести их в памяти с той же четкостью, с какой мы их приобрели. Если, вместо того чтобы приобрести их при помощи этого метода, мы нагромождаем их кое-как, они будут находиться в сильном смешении и так и останутся смешанными. Это смешение не позволит уму отчетливо воспроизводить их в памяти; и если мы хотим говорить о знаниях, которые, как мы думаем, мы приобрели, в нашей речи ничего нельзя будет понять, потому что мы сами в ней ничего не поймем. Чтобы говорить понятно, нужно постигать и выражать свои идеи в аналитическом порядке, который расчленяет и вновь составляет каждую мысль. Этот порядок является единственным порядком, который мог бы придать идеям всю ясность и всю точность, какие только возможны; и так как у нас нет другого средства для обучения самих себя, мы не имеем и другого средства для передачи наших знаний. Я это уже доказал, но возвращаюсь к этому и буду возвращаться еще; ибо эта истина недостаточно известна; она даже оспаривается, хотя и является простой, очевидной и фундаментальной.

В самом деле, если я хочу ознакомиться с машиной, я разберу ее, чтобы отдельно изучить каждую из ее частей. Когда у меня будет точная идея о каждой части и я смогу вновь расположить их в том же порядке, в котором они находились, тогда я пойму устройство машины, потому что я ее разобрал и заново составил.

Итак, что же значит понимать, как устроена машина? Это значит иметь мысль, состоящую из стольких идей, сколько частей в самой этой машине, идей, которые точно представляют каждую часть и расположены в том же самом порядке. Когда я изучил ее при помощи этого метода, который является единственным, тогда моя мысль дает мне только отчетливые идеи и анализируется сама собой, хочу ли я дать отчет в ней себе самому, или же я хочу сообщить о ней другим.

Этот метод  
известен всем

Каждый может убедиться в этой истине на собственном опыте: нет никого, вплоть до самых захудалых портних, кто не был бы в ней убежден; ибо, если, давая им в ка-

честве образца платье необычного фасона, вы предлагаете им сшить подобное, они, естественно, додумаются распороть и вновь сшить эту модель, чтобы понять, как сшить платье, которое вы просите. Следовательно, они знают анализ так же хорошо, как и философы, и знают его полезность гораздо лучше тех, кто упорно утверждает, что существует иной метод, для того чтобы обучить себя.

Поверим вместе с этими портнихами, что никакой другой метод не может заменить анализ. Никакой другой метод не может внести в познание такую же ясность; мы будем иметь доказательство этому всякий раз, когда захотим изучить сколько-нибудь сложный предмет. Этот метод мы не придумали, а только нашли, и мы не должны бояться, что он собьет нас с пути. Мы могли бы вместе с философами изобрести другие методы и установить какой-нибудь порядок между нашими идеями; но этот порядок, который не был бы порядком анализа, внес бы в наши мысли такую же путаницу, какую он внес в их сочинения; ибо, по-видимому, чем больше они выставляют напоказ порядок, тем больше запутываются и тем меньше становятся понятными. Они не знают, что один только анализ может нас обучить; это практическая истина, известная даже самым невежественным ремесленникам.

Именно благодаря  
анализу  
формируются  
правильные умы

Есть люди, обладающие правильным умом (*esprits justes*) и, кажется, ничему не учившиеся, потому что они, по-видимому, не задумывались над тем, как они обучались; тем не менее

они прошли учение и прошли его хорошо. Так как они проходили его не преднамеренно, они не помышляли брать уроки у какого-нибудь учителя и имели лучшего из всех — природу. Именно она заставила их производить анализ вещей, которые они изучали; и то немногое, что они знают, они знают хорошо. Инстинкт, являющийся столь надежным руководителем; вкус, который судит столь правильно и при этом судит в тот самый момент, когда чувствует; таланты, которые сами являются лишь вкусом, когда он производит то, о чем он судит, — все эти способности суть произведение природы, которая, заставляя нас анализировать без нашего ведома, кажется, хочет скрыть от нас все, чем мы ей обязаны. Именно она вдохновляет гениального человека; она — муза, призывающая его, когда он не знает, откуда к нему приходят его мысли.

**Плохие методы  
создают  
заблуждающиеся умы**

Есть люди с заблуждающимся умом (esprits faux), много обучавшиеся. Они ставят себе в заслугу множество методов и рассуждают о них плохо;

дело в том, что, когда пользуются плохим методом, чем более тщательно ему следуют, тем больше заблуждаются. Они принимают за принципы расплывчатые понятия, слова, лишённые смысла, создают себе научный жаргон и усматривают в нем очевидность; но они не знают на самом деле ни того, что они видят, ни того, о чем они думают, ни того, о чем они говорят. Мы способны анализировать свои мысли лишь постольку, поскольку они сами являются результатом анализа.

Значит, повторяю, мы должны обучать себя при помощи анализа, и только при помощи анализа. Это наиболее простой путь, потому что он самый естественный; мы увидим, что это и самый короткий путь. Именно этим путем совершены все открытия; благодаря ему мы снова найдем все, что было найдено; и то, что называется методом изобретения, есть не что иное, как анализ («Курс занятий», «Об искусстве мыслить», ч. II, гл. 4).

### **КАК ПРИРОДА ЗАСТАВЛЯЕТ НАС НАБЛЮДАТЬ ЧУВСТВЕННЫЕ ПРЕДМЕТЫ, ЧТОБЫ ДАТЬ НАМ ИДЕИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ**

**Обучают  
только тогда,  
когда ведут  
от известного  
к неизвестному**

Мы можем идти только от известного к неизвестному — это банальный принцип в теории и почти неизвестный на практике. По-видимому, его понимают только люди, которые

совсем не учились. Когда они хотят объяснить вам вещь, которой вы не знаете, они сравнивают ее с другой, которую вы знаете; и если они не всегда удачно выбирают сравнения, то по крайней мере показывают, что они понимают то, что нужно сделать, для того чтобы их поняли.

Не так обстоит дело с учеными. Хотя они желают наставлять, они легко забывают о том, что идти следует от известного к неизвестному. Однако если вы хотите, чтобы я понял идеи, которых у меня нет, мне нужно придерживаться идей, которые у меня есть. Именно в том, что я знаю, начинается все то, чего я не знаю, все, что возможно узнать;

и если имеется метод, чтобы дать мне новые знания, он может быть только тем самым методом, который мне их уже дал.

В самом деле, все наши знания происходят из чувств — как те знания, которых я не имею, так и те, которые у меня есть; и люди более ученые, чем я, были так же невежественны, как я невежествен сейчас. А ведь если они обучались, идя от известного к неизвестному, почему бы мне не обучаться, идя, как и они, от известного к неизвестному? И если каждое знание, приобретенное мною, подготавливает меня к новому знанию, то почему я не могу идти путем последовательного анализа от одного знания к другому? Одним словом, почему я не найду то, что мне неизвестно, в ощущениях, в которых они это нашли и которые являются для нас общими?

Несомненно, они облегчили бы мне открытие всего того, что они открыли, если бы сами всегда знали, как они обучались. Но они не знают этого, либо потому, что плохо наблюдали, либо потому, что относительно этого нет единого мнения.

Конечно, они обучались постольку, поскольку производили анализ и постольку производили его хорошо. Но они этого не замечали; природа производила в них анализ, так сказать, без них; и они предпочитают думать, что преимущество приобретать знания есть дар, талант, который легко не передается. Значит, не нужно удивляться, если мы с трудом их понимаем; как только люди приписывают себе какие-то особые таланты, они ничего не делают, чтобы стать доступными для других.

Как бы то ни было, все вынуждены признать, что мы можем идти только от известного к неизвестному. Посмотрим, как мы можем применять эту истину.

**Всякий, кто  
приобрел знания,  
может приобрести  
их еще**

Еще будучи детьми, мы приобрели знания при помощи ряда наблюдений и анализа различного рода. Следовательно, именно с этих знаний мы

должны вновь начинать, чтобы продолжать наше учение. Нужно их рассмотреть, проанализировать и открыть, если это возможно, все, что они в себе заключают.

Эти знания представляют собой собрание идей; и это собрание есть хорошо упорядоченная система, т. е. ряд точных идей, в которых анализ установил порядок, имеющийся между самими вещами. Если бы идеи были менее точными и неупорядоченными, у нас были бы лишь несо-



вершенные знания, которые по существу даже не были бы знаниями. Но нет никого, кто не имел бы какой-нибудь системы хорошо упорядоченных точных идей, если не связанной с умозрительными вопросами, то по крайней мере касающейся обычных вещей, относящихся к нашим потребностям. Большого и не нужно. Именно этих идей нужно придерживаться тем, кого хотят обучать, и очевидно, что нужно указать им на происхождение и формирование этих идей, если их хотят вести от этих идей к другим.

**Идеи рождаются  
последовательно  
одни из других**

Ведь если мы проследим происхождение и формирование идей, мы увидим, как они рождаются последовательно одни из других; и если эта

последовательность сообразуется с тем способом, каким мы их приобретаем, мы правильно произведем их анализ. Таким образом, порядок анализа является здесь самим порядком возникновения идей.

**Наши первые идеи  
являются  
индивидуальными  
идеями**

Мы сказали, что идеи чувственных предметов по своему происхождению лишь ощущения, которые представляют эти предметы. Но в природе существуют только индивиды; следовательно, наши первые идеи — это только индивидуальные идеи, идеи такого-то и такого-то предмета.

**Классифицируя идеи,  
мы образуем  
роды и виды**

Мы не придумали названия (*noms*) для каждого индивида; мы только распределили индивидов на различные классы, которые мы отличаем при помощи отдельных названий; эти классы и называют родами и видами. Например, мы отнесли к классу *дерево* все растения, стволы которых поднимаются на определенную высоту, разделяясь на множество ветвей и образуя из всех своих веток более или менее крупные пучки. Это общий класс, называемый родом. Когда затем было замечено, что деревья различаются по величине, строению, плодам и т. д., то стали различать другие классы, подчиненные первому, который их все включает; эти подчиненные классы называются видами. Таким образом, мы распределяем по различным классам все вещи, которые нам известны; благодаря этому способу всем им мы даем предназначенное место и всегда знаем, где их взять. Забудем на минуту эти классы и вообразим, что каждому индивиду было дано различное название; мы тотчас же почувствуем, что наша память настолько утомлена множеством названий,

что все перепутала и мы уже не в состоянии изучить предметы, множющиеся на наших глазах, и составить себе о них отчетливые идеи.

Следовательно, нет ничего более разумного, чем это распределение на классы; и когда люди обсуждают, насколько оно для нас полезно и даже необходимо, они склонны думать, что мы создали его преднамеренно. Но это было бы заблуждением — такой замысел принадлежит исключительно природе; она начала без нашего ведома.

**Индивидуальные  
идеи вдруг  
становятся  
общими**

Ребенок вслед за нами назовет деревом первое дерево, которое мы ему покажем, и это название будет для него названием индивида. Однако если ему показать другое дерево, ему не придет в голову спросить его название: он назовет его деревом и сделает это названием, общим для двух индивидов. Он делает его также общим для трех, четырех и, наконец, для всех растений, которые ему покажутся имеющими какое-либо сходство с первыми увиденными им деревьями. Это название делается даже настолько общим, что он будет называть деревом все то, что мы называем растением. Он обладает естественной склонностью обобщать, потому что ему удобнее пользоваться одним названием, которое он знает, чем брать новое. Таким образом, он обобщает, не имея намерения обобщать и даже не замечая, что он обобщает. Так индивидуальная идея внезапно становится общей; часто она становится даже слишком общей; а это случается каждый раз, когда мы смешиваем вещи, которые полезно было бы различать.

**Общие идеи  
подразделяются  
на различные виды**

Ребенок скоро сам это почувствует: «Я слишком обобщил, мне нужно отличать разные виды деревьев»; он будет образовывать, непреднамеренно и не замечая этого, подчиненные классы, как он образовал, непреднамеренно и не замечая этого, общий класс. Он будет только подчиняться своим потребностям. Вот почему я говорю, что он будет производить такое распределение естественно и безотчетно. В самом деле, если привести его в сад и позволить ему срывать и съесть различного рода плоды, мы увидим, что он быстро узнает названия вишни, персика, груши, яблони и будет отличать разные виды деревьев.

Следовательно, наши идеи, вначале индивидуальные, вдруг становятся настолько общими, насколько это воз-

можно; и мы распределяем их по различным классам лишь постольку, поскольку чувствуем потребность их различать. Таков порядок их возникновения.

**Наши идеи образуют систему, соответствующую системе наших потребностей**

Поскольку наши потребности являются побудительной причиной этого распределения, оно и производится в соответствии с ними; классы, более или менее увеличивающиеся в числе,

образуют, таким образом, систему, все части которой естественно связаны, потому что все наши потребности зависят друг от друга; и эта система, более или менее обширная, соответствует тому, как мы хотим употреблять вещи. Потребность, которая освещает нам путь, постепенно дает нам способность распознавать (*le discernement*), позволяющую нам видеть различия там, где совсем недавно мы их не замечали; и если мы расширяем и совершенствуем эту систему, то лишь потому, что мы продолжаем так, как природа заставила нас начать.

Значит, философы не придумали ее; они нашли ее, наблюдая природу, и, если бы они наблюдали лучше, они и объяснили бы ее гораздо лучше, чем они это сделали. Но они думали, что она принадлежит им, и обращались с ней так, как будто она на самом деле принадлежала им. Они внесли в нее произвол, абсурд и чрезвычайно злоупотребляли общими идеями.

К сожалению, мы думали, что узнали эту систему от них, тогда как мы узнали ее от лучшего учителя. Но так как природа не дала нам заметить, что именно она обучила нас этой системе, мы считали, что мы обязаны знанием ее тем людям, которые не упустили случая показать, что нашими учителями были они. Таким образом, мы смешали уроки философов с уроками природы и плохо рассуждали.

**При помощи какого приема создается эта система**

После всего сказанного нами ясно, что образовать класс определенных предметов — это не что иное, как дать одно и то же название всем тем пред-

метам, которые мы считаем сходными; и когда из этого класса мы образуем два или больше, мы еще не делаем ничего другого, как выбираем новые названия, чтобы различать предметы, которые считаем различными. Исключительно благодаря этому приему мы устанавливаем порядок в наших идеях; но следует хорошенько усвоить, что с его помощью мы сделаем только это, и ничего более. В самом деле, мы совершили бы грубую ошибку, вообразив,

будто в природе имеются виды и роды, потому что виды и роды есть в нашем способе постигать. Общие названия, собственно, не являются названиями какой-нибудь существующей вещи; они выражают только намерения ума, когда мы рассматриваем вещи в отношениях сходства или различия. Нет никакого дерева вообще, яблони вообще, груши вообще, есть только индивиды. Значит, в природе нет ни родов, ни видов. Это так просто, что люди считают бесполезным это замечать; но нередко самые простые вещи ускользают как раз потому, что они просты; мы относимся с пренебрежением к наблюдению вещей, а это одна из основных причин наших неправильных рассуждений и наших заблуждений.

**Она не создается  
по природе вещей**

Мы различаем классы не по природе вещей, а по нашему способу постигать. Вначале мы поражаемся сходству и похожи на ребенка, который принимает все растения за деревья. Впоследствии потребность наблюдать развивает нашу способность распознавать, и, оттого что тогда мы замечаем различия, мы образуем новые классы.

По мере совершенствования нашей способности распознавать, классы могут множиться, и, так как нет двух индивидов, которые не различались бы в чем-либо, очевидно, что имелось бы столько же классов, сколько индивидов, если бы для каждого отличия создавали новый класс. Тогда не было бы порядка в наших идеях и путаница занимала бы место света, который мы могли бы пролить на них, если бы обобщали при помощи метода.

**До какого предела  
мы должны разделять  
и подразделять  
наши идеи**

Таким образом, есть предел, после которого нужно остановиться; ибо, если важно делать различия, еще важнее не делать излишних различий. Когда делают недостаточно различий и есть вещи, которых не различают, остается по крайней мере что различать. Когда делают излишние различия, то все смешивают, потому что ум запутывается в многочисленных различиях, необходимости которых он не чувствует. Могут спросить, до какого предела могут умножаться роды и виды. Я отвечаю или, скорее, отвечает сама природа: до тех пор пока не будет достаточно классов, чтобы руководить нами в употреблении вещей, имеющих отношение к нашим потребностям; справедливость этого ответа ясна, потому что только наши потребности побуждают нас различать классы и мы не думаем давать названия вещам, с которыми

ничего не намереваемся делать. Это верно по крайней мере тогда, когда люди ведут себя естественно. Правда, когда они отходят от природы, чтобы стать плохими философами, они полагают, что с помощью различий, сколь тонких, столь и бесполезных, им удалось объяснить все, и они все смешивают.

**Почему виды  
должны смешиваться**

В природе все отчетливо; но наш ум слишком ограничен, чтобы отчетливо видеть ее в подробностях. Тщетно мы анализируем: всегда остаются вещи, которых мы не можем подвергнуть анализу и которые по этой причине представляются нам лишь неясно. Искусство классифицировать, столь необходимое для того, чтобы составлять точные идеи, освещает только основные пункты; промежутки остаются в тени, и в этих промежутках смешиваются срединные классы. Например, *дерево* и *куст* — два вполне различных вида. Но дерево может быть меньше, а куст — больше, и можно найти растение, которое не есть ни дерево, ни куст или одновременно есть и то и другое, т. е. такое растение, которое мы затрудняемся отнести к какому-либо классу.

**Почему они  
смешиваются  
беспрепятственно**

Это не бывает помехой, так как спросить, дерево или куст это растение, на самом деле не значит спросить, что оно собой представляет; это значит только спросить, должны мы дать ему название дерева или название куста. Ведь неважно, что ему дают скорее одно название, чем другое; если оно полезно, мы будем им пользоваться и назовем его растением. Подобные вопросы никогда бы не ставились, если бы не предполагалось, что как в природе, так и в нашем уме имеются роды и виды. Таково злоупотребление классами; его нужно знать. Нам остается рассмотреть, насколько простираются наши знания, когда мы классифицируем вещи, которые изучаем.

**Мы не знаем  
сущностей тел**

Так как наши ощущения — это единственные идеи, которые мы имеем о чувственных предметах, мы видим в предметах лишь то, что представляют нам ощущения; сверх этого мы ничего не замечаем и, следовательно, ничего не можем знать.

Значит, невозможно ответить тем, кто спрашивает: «Каков носитель качеств тела? Какова его природа? Какова его сущность?» Мы не видим этих носителей, этой природы, этой сущности; тщетно пытались бы нам их показать — это означало бы взяться показывать цвета слепым. Это слова,

идеи которых у нас вовсе нет; они означают единственно, что под качествами есть нечто, чего мы не знаем.

**Мы имеем точные идеи лишь постольку, поскольку мы убеждаемся только в том, что наблюдали**

Анализ дает нам точные идеи лишь постольку, поскольку показывает в вещах только то, что можно в них увидеть, и нам нужно приучить себя видеть только то, что мы видим. Это

нелегко для большинства людей, и даже для большинства философов. Чем более невежественны люди, тем больше им не терпится судить; они думают, что всё знают прежде, чем что-либо наблюдали; они сказали бы, что знание природы есть своего рода порицание, которое делается при помощи слов.

**Идеи, будучи точными, не являются полными**

Точные идеи, получаемые путем анализа, не всегда являются полными идеями; они даже не могут быть полными, когда мы имеем дело с чувственными предметами. В этом случае мы открываем только некоторые качества и можем знать только часть их.

**Все наши исследования производятся при помощи одного и того же метода, и этот метод — анализ**

Мы будем изучать каждый предмет тем же самым способом, каким изучали бы эту равнину, которую видели из окна нашего замка; ибо в каждом предмете, так же как в этой равнине, есть главные вещи, с которыми все остальные должны соотноситься.

Именно в таком порядке нужно их брать, если мы хотим составить себе точные и хорошо упорядоченные идеи. Например, все явления природы предполагают протяженность и движение; значит, всякий раз, когда мы захотим изучать некоторые из них, мы будем рассматривать протяженность и движение как основные качества тела.

Мы видели, как анализ позволяет нам узнать чувственные предметы. Мы видели также, что идеи предметов, которые он нам дает, отчетливы и соответствуют порядку вещей. Вспомним, что анализ должен быть совершенно одинаковым во всех наших исследованиях, так как изучать различные науки — значит не изменять метод, а только применять один и тот же метод к различным предметам, т. е. поправлять то, что уже сделано; и очень важно сделать это правильно один раз, чтобы всегда делать это правильно. Вот как в действительности обстояли дела, когда мы начинали. С детства мы всё приобретали знания; значит, мы, не ведая того, следовали хорошему методу. Нам оставалось

лишь это отметить, что мы и сделали; впредь мы сможем применять этот метод к новым предметам («Курс занятий», Предварительные уроки, § 1; «Об искусстве мыслить», ч. I, гл. 8; «Трактат об ощущениях», ч. IV, гл. 6).

## ГЛАВА V

### ОБ ИДЕЯХ ВЕЩЕЙ, НЕ ДОСТУПНЫХ ЧУВСТВАМ

Как следствия  
позволяют нам судить  
о существовании  
причины, о которой  
они не дают нам  
никакой идеи

Наблюдая чувственные предметы, естественно восходят к предметам, которые недоступны чувствам, так как по тем следствиям, которые видны, судят о причинах, которых не видят.

Движение тела — это следствие, значит, есть и причина. Несомненно, что эта причина существует, хотя ни один из моих органов чувств не позволяет мне ее заметить: я называю ее силой. Это название не позволяет мне лучше узнать ее; я знаю только то, что знал до этого, — что движение имеет причину, которая мне неизвестна. Но я мог бы о ней говорить; я считаю ее более сильной или более слабой в зависимости от того, сильнее или слабее само движение; и я до некоторой степени измеряю ее, измеряя движение.

Движение происходит в пространстве и во времени. Я воспринимаю (*aperçoit*) пространство, глядя на чувственные предметы, которые его заполняют; я воспринимаю время в последовательности моих идей, или моих ощущений; но я не вижу ничего абсолютного ни в пространстве, ни во времени. Органы чувств не могли бы раскрыть мне, каковы вещи сами по себе: они показывают мне только некоторые из отношений между ними и некоторые из отношений, в которых они находятся ко мне. Если я измеряю пространство, время, движение и силу, которая производит движение, это значит, что результат моих измерений — только отношения, так как искать отношения или измерять — одно и то же.

Поскольку мы даем названия вещам, идеи которых имеем, предполагается, что мы имеем идеи всех вещей, которым даем названия. Это заблуждение, от которого нужно себя уберечь. Возможно, название было дано вещи лишь потому, что мы уверены в ее существовании; слово *сила* — доказательство этому.

Движение, которое я рассматривал как следствие, на моих глазах становится причиной, как только я замечаю, что оно есть везде и что оно порождает все явления природы или способствует их порождению. Тогда я могу, наблюдая законы движения, изучать вселенную, как из окна я изучаю равнину, — метод является тем же самым.

Но хотя во вселенной все чувственно воспринимаемо, мы видим не всё, и, хотя искусство приходит на помощь органам чувств, они всегда слишком слабы. Тем не менее, если мы наблюдаем хорошо, мы раскрываем явления, мы видим, что они, как ряд причин и следствий, образуют различные системы, и составляем себе точные идеи о некоторых частях великого целого. Так, например, современные философы сделали открытия, которые не считались бы возможными несколько столетий тому назад и которые дают основание предполагать, что можно сделать и другие открытия («Курс занятий», «Об искусстве рассуждения», «Современная история», последняя книга, гл. 5 и след.).

Как они позволяют  
судить  
о существовании  
причины, которая  
не доступна чувствам,  
и как они дают нам  
ее идею

Но так как мы решили, что движение имеет причину, поскольку оно является следствием, мы будем считать, что вселенная также представляет собой причину, потому что она сама — следствие; эту причину мы назовем *богом*.

С этим словом дело обстоит не так, как со словом *сила*, идеи которой мы совсем не имеем. Правда, бог не доступен чувствам; но он запечатлел свои черты в чувственных вещах; мы видим в них бога, и наши чувства поднимают нас до него.

Действительно, когда я замечаю, что явления рождаются друг из друга, как ряд следствий и причин, я непременно вижу первую причину; и именно с идеи первой причины начинается идея, которую я создаю себе о боге.

Так как эта причина является первой, она независима, необходима, она есть всегда и охватывает в своей безграничности и в своей вечности все, что существует.

Я вижу порядок во вселенной; я замечаю этот порядок повсюду в частях, которые я знаю лучше всего. Если я сам обладаю разумом, я приобрел его лишь постольку, поскольку идеи в моем уме соответствуют порядку вещей вне меня; а мой разум является лишь копией, и очень слабой копией, разума, устроившего вещи, которые я постигаю, и вещи, которых я не постигаю. Значит, первая причина



разумна; она целиком упорядоченна повсюду и всегда, и ее разумность, как ее безграничность и ее вечность, охватывает все времена и все пространства.

Так как первая причина независима, она может то, чего она желает; и так как она разумна, она желает со знанием и, следовательно, с выбором — она свободна.

Будучи разумной, она все оценивает; будучи свободной, она действует последовательно. Таким образом, по примеру идей, которые мы создали себе о ее разумности и ее свободе, мы создаем себе идею о ее доброте, справедливости, милосердии, одним словом, о ее провидении. Такова несовершенная идея божества. Она проистекает и может проистекать только из чувств; но она будет развиваться, по мере того как мы будем все глубже вникать в порядок, который бог внес в свои творения («Курс занятий», Предварительные уроки, § 5; «Трактат о животных», ч. II, гл. 6).

## ГЛАВА VI

### ПРОДОЛЖЕНИЕ ТОЙ ЖЕ ТЕМЫ

#### Действия и привычки

Движение, рассматриваемое как причина какого-то следствия, называется действием. Тело, которое движется, действует на воздух, который оно разделяет, и на тела, которых оно касается; но ведь это только действие неодушевленного тела.

Действие одушевленного тела также состоит в движении. Будучи способным на различные движения сообразно различию органов, которые ему даны, оно обладает различными способами действия; и каждый вид имеет в своем действии, так же как и в своей организации, нечто характерное для него.

Все его действия доступны чувствам, и достаточно их наблюдать, чтобы составить себе идею о них. Не труднее заметить, как тело приобретает или утрачивает привычки, ибо, как знает каждый по собственному опыту, то, что часто повторяют, делают, не обдумывая, и, напротив, невозможно с такой же легкостью сделать то, чем на некоторое время перестали заниматься. Значит, чтобы приобрести привычку, достаточно что-нибудь делать и переделывать несколько раз, а чтобы ее утратить, достаточно больше этого не делать («Курс занятий», Предварительные уроки, § 3; «Трактат о животных», ч. II, гл. 1).

**По действиям тела  
судят о действиях  
души**

Именно действиями души определяются действия тела, и по действиям тела, которые видят, судят о действиях души, которых не видят. Достаточно заметить, что делают, когда желают или боятся, чтобы заметить в движениях других людей их желания или их опасения. Таким образом, действия тела представляют действия души и порой разоблачают даже самые тайные мысли. Этот язык — язык природы; он — первый, самый выразительный, самый правдивый; и мы увидим, что мы научились создавать языки именно по этому образцу.

**Идеи добродетели  
и порока**

Кажется, что моральные идеи недоступны чувствам; во всяком случае, они не доступны чувствам философов, которые отрицают, что наши знания происходят из ощущений. Они охотно спросили бы, какого цвета добродетель, какого цвета порок. Я утверждаю, что добродетель заключается в привычке к хорошим действиям, тогда как порок состоит в привычке к плохим. А ведь эти привычки и эти действия можно видеть.

**Идея  
нравственности  
действий**

Но является ли нравственность действий чем-то таким, что доступно чувствам? Почему же она им недоступна? Эта нравственность состоит исключительно в соответствии наших действий законам; но эти действия видны, и видны также законы, ибо они представляют собой заключенные людьми соглашения.

Могут сказать, что если законы являются соглашениями, то они произвольны. Среди них могут быть произвольные, их даже слишком много; но те, которые определяют, являются ли наши действия хорошими или плохими, не произвольны и не могут быть таковыми. Они представляют собой наше творение, потому что именно мы заключили соглашение; однако не мы одни это сделали — вместе с нами их создавала природа, она диктовала их нам, и не в нашей власти было сделать их другими. Так как потребности и способности человека даны, даны и сами законы, и, хотя мы их создаем, бог, который сотворил нас с такими потребностями и такими способностями, есть поистине наш единственный законодатель. Следуя этим законам, соответствующим нашей природе, мы, таким образом, подчиняемся ему; а ведь это то, что довершает нравственность действий.

Если из того, что человек свободен, выносят суждение,

что в его действиях часто бывает произвол, следствие будет правильным; но если считают, что всегда бывает только произвол, то ошибаются. Так как не в нашей власти не иметь потребностей, представляющих собой следствие нашей организации, то не в нашей власти быть неспособными делать то, к чему мы предназначены своими потребностями; и если мы этого не делаем, то бываем наказаны («Трактат о животных», ч. II, гл. 7).

## ГЛАВА VII

### АНАЛИЗ СПОСОБНОСТЕЙ ДУШИ

**Именно анализ  
позволяет нам  
познать наш ум**

Мы видели, как природа учит нас производить анализ чувственных предметов и дает нам таким путем идеи всех видов. Следовательно, мы

не можем сомневаться в том, что все наши знания происходят из чувств.

Но речь идет о том, чтобы расширить наши знания. Ведь если, чтобы их расширить, требуется умение руководить нашим умом, то понятно, что для того, чтобы научиться им руководить, нужно знать его в совершенстве. Стало быть, речь идет о том, чтобы распознать все его способности, раскрывающиеся в способности мыслить. Чтобы достичь этой цели, а также других, каковы бы они ни были, нам не следует, как это делалось до сих пор, искать новый метод для каждого нового исследования; анализ должен быть достаточен для всех исследований, если мы умеем его применять.

**В способности  
чувствовать  
обнаруживаются все  
способности души**

Познает только душа, потому что только душа чувствует, и только на нее возлагается анализ всего, что известно ей благодаря ощущениям.

Однако как научится она собой руководить, если она не знает сама себя, если ей неведомы ее способности? Следовательно, нужно, как мы только что отметили, чтобы она себя изучала; нужно, чтобы мы открыли все, на что она способна. Но где мы это откроем, как не в способности чувствовать? Конечно, эта способность раскрывает все способности, которые мы можем познать. Если только потому, что душа чувствует, мы познаем предметы, находящиеся вне ее, то узнаем ли мы то, что происходит в ней, по иной причине? Таким образом, все побуждает

нас подвергнуть анализу способность чувствовать; попробуем произвести этот анализ.

Размышление сделает его очень легким; ведь для того, чтобы разложить способность чувствовать, достаточно последовательно наблюдать все то, что с ней происходит, когда мы приобретаем какое-нибудь знание. Я говорю «какое-нибудь знание», потому что все, что происходит со способностью чувствовать, когда мы получаем множество знаний, может быть лишь повторением того, что произошло, когда мы получили одно знание.

#### Внимание

Когда перед моим взором открывается равнина, я вижу все с первого взгляда и еще ничего не различаю. Чтобы распознать различные предметы и составить себе отчетливую идею их формы и положения, мне нужно остановить свой взгляд на каждом из них; на это мы уже обратили внимание. Но когда я смотрю на один из них, другие, хотя я их также вижу, по отношению ко мне таковы, как будто я их вовсе не вижу; и кажется, что среди стольких ощущений, возникающих одновременно, я испытываю только одно — ощущение предмета, на котором я останавливаю свой взгляд.

Этот взгляд является действием, благодаря которому мой глаз ограничивается предметом, на который он себя направляет; на этом основании я даю ему название внимания, и для меня несомненно, что этой направленностью органа [на определенный предмет] исчерпывается участие тела во внимании. Каково участие души? Ощущение, которое мы испытываем так, как если бы оно было единственным, потому что все другие оказываются такими, словно мы их не испытываем.

Следовательно, внимание, которое мы обращаем на один предмет, есть со стороны души лишь ощущение, вызываемое в нас этим предметом, ощущение, которое должно быть до некоторой степени исключительным; и эта способность есть первая, которую мы замечаем в способности чувствовать.

#### Сравнение

Так же как мы обращаем внимание на один предмет, мы можем обращать его на два предмета одновременно. Тогда вместо одного исключительного ощущения мы испытываем два; и мы говорим, что сравниваем их, потому что мы их испытываем исключительно для того, чтобы наблюдать одно рядом с другим, не отвлекаясь другими ощущениями; а ведь это в сущности то, что обозначается словом *сравнивать*.

Значит, сравнение — это не что иное, как двойное внимание; оно заключается в двух ощущениях, которые испытываются так, как если бы испытывали только их, и исключают все другие ощущения.

Предмет присутствует или отсутствует. Если он присутствует, внимание является ощущением, которое он в настоящее время вызывает в нас; если он отсутствует, внимание является воспоминанием об ощущении, которое он вызвал. Именно этому воспоминанию мы обязаны тем, что имеем возможность упражнять нашу способность сравнивать отсутствующие предметы так же, как присутствующие. Скоро мы будем рассуждать о памяти.

**Суждение** Мы можем сравнивать два предмета, или испытывать их как два рядоположных ощущения, которые они вызывают в нас, только если заметим, что они сходны или различны. Ведь замечать сходство или различие — значит судить. Следовательно, суждение есть также ощущение («Грамматика», ч. I, гл. 4) <sup>7</sup>.

**Размышление** Если благодаря первому суждению я узнаю только одно отношение, то, чтобы узнать другое отношение, мне необходимо второе суждение. Например, если я хочу знать, в чем различаются два дерева, я буду последовательно наблюдать их форму, ствол, ветви, листья, плоды и т. д. Я буду последовательно сравнивать все это; я составлю ряд суждений; и так как мое внимание отражается, так сказать, от одного предмета на другой, я скажу, что я размышляю <sup>8</sup>. Таким образом, размышление является не чем иным, как рядом суждений, который создается рядом сравнений; а так как в сравнениях и в суждениях имеются лишь ощущения, значит, и в размышлении нет ничего, кроме ощущений.

**Воображение** Когда путем размышления замечают качества, по которым различаются предметы, можно путем такого же размышления собрать в одном предмете качества, разделенные среди многих. Так, например, поэт создает себе идею героя, который никогда не существовал. Созданные таким путем идеи представляют собой образы, обладающие реальностью только в уме, а размышление, создающее эти образы, получает название воображения.

**Рассуждение** Суждение, которое я произношу, может неявно заключать в себе другое суждение, которого я не произношу. Если я говорю, что

какое-то тело тяжелое, я неявно говорю, что тот, кто этого не утверждает, ошибается. Ведь когда в одном суждении таким образом заключено еще одно, его можно произносить как продолжение первого, и на этом основании говорят, что оно является его следствием. Можно сказать, например: «Этот свод очень тяжел; значит, если он недостаточно поддерживается, он упадет». Вот это-то и подразумевается под словом *рассуждать*; это не что иное, как произносить два суждения этого рода. Следовательно, в наших рассуждениях имеются только два ощущения, так же как и в наших суждениях.

Второе суждение рассуждения, которое мы только что составили, явно заключено в первом, и нет нужды искать выводимое из него следствие. Напротив, его надо было бы искать, если бы второе суждение не обнаруживалось в первом столь же явно, как в приведенном выше рассуждении, т. е. нужно было бы, идя от известного к неизвестному, пройти через ряд промежуточных суждений, от первого к последнему, и увидеть, что все они последовательно заключены одни в других. Например, суждение «Ртуть держится в трубке барометра на определенной высоте» неявно содержится в суждении «Воздух обладает весом». Но так как этого сразу не видно, то нужно, идя от известного к неизвестному, раскрыть путем ряда промежуточных суждений, что первое есть следствие второго. Мы уже составили подобные рассуждения и будем составлять их еще; и когда мы приобретем привычки их делать, нам будет нетрудно понять, как они составляются. Люди всегда объясняют то, что умеют делать; начнем же с рассуждения\*.

**Рассудок** Вы видите, что все способности, которые мы только что рассмотрели, заключены в способности чувствовать. Благодаря рассмотренным способностям душа приобретает все свои знания; благодаря им она понимает все вещи, которые она изучает, так же как при помощи слуха она слышит звуки. Поэтому соединение всех этих способностей называется рассудком. Следовательно, рассудок включает в себя внимание, срав-

---

\* Я вспоминаю, как в Коллеже учили, что «искусство рассуждать состоит в сравнении двух идей посредством третьей». Чтобы судить, говорили там, включает ли идея А идею В или исключает ее, возьмите третью идею С, с которой сравните последовательно одну и другую. Если идея А содержится в идее С, а идея С исключает идею В, следует сделать вывод, что идея А исключает идею В. Ничего этого мы применять не будем.

нение, суждение, размышление, воображение и рассуждение. Нельзя было бы точнее составить себе его идею («Курс занятий», Предварительные уроки, § 2; «Трактат о животных», ч. II, гл. 5).

## ГЛАВА VIII

### ПРОДОЛЖЕНИЕ ТОЙ ЖЕ ТЕМЫ

Рассматривая наши ощущения как репрезентативные<sup>9</sup>, мы видели, что из них рождаются все наши идеи и все операции рассудка. Если же мы будем рассматривать их как приятные или неприятные, мы увидим, что из них рождаются все операции, которые относят к воле.

**Потребность** Хотя под словом «страдать» понимают, по существу, «испытывать неприятное ощущение», несомненно, что утрата приятного ощущения является в большей или меньшей степени страданием. Однако нужно заметить, что «быть лишенным» и «не обладать» означают не одно и то же. Можно никогда не пользоваться вещами, которыми не обладаешь; можно даже не знать их. Но совершенно иначе обстоит дело с вещами, которых нас лишили: мы не только знаем их, но у нас есть привычка ими пользоваться или по крайней мере воображать удовольствие, которое может обещать пользование ими. Ведь подобная утрата является страданием, которое, в частности, называют потребностью. Иметь потребность в какой-то вещи — значит страдать от того, что ее лишены.

**Неудобство** Это страдание в своей наиболее слабой форме есть меньшая боль, чем состояние, в котором мы чувствуем себя нехорошо, в котором нам не по себе; я называю это состояние неудобством.

**Беспокойство** Неудобство заставляет нас делать движения, чтобы доставить себе вещь, потребность в которой мы испытываем. Значит, мы не можем оставаться в полном покое; по этой причине неудобство получает название беспокойства. Чем больше мы находим препятствий к пользованию этой вещью, тем больше наше беспокойство; а это состояние может стать мучением.

**Желание** Потребность нарушает наш покой, или вызывает беспокойство, лишь потому, что направляет способности тела и души на предметы, утрата которых заставляет нас страдать. Мы вспоми-

наем удовольствие, которое они нам доставляли; размышление дает нам возможность судить об удовольствии, которое они могли бы нам доставить; воображение преувеличивает его, и, чтобы пользоваться этими предметами, мы делаем все движения, на которые способны. Таким образом, все наши способности направляются на предметы, в которых мы чувствуем потребность; и эта направленность есть по существу то, что мы называем желанием.

#### Страсти

Поскольку естественно усваивать привычку пользоваться приятными вещами, так же естественно усваивать привычку желать их; а желания, превращенные в привычки, называются страстями. Подобные желания до некоторой степени постоянны; во всяком случае, если они время от времени и прекращаются, то возобновляются по самому ничтожному поводу. Чем они сильнее, тем неистовее страсти.

#### Надежда

Если, когда мы желаем какую-нибудь вещь, мы полагаем, что получим ее, тогда это суждение, соединенное с желанием, порождает надежду.

#### Воля

Другое суждение породит волю: мы порождаем именно волю, когда опыт создает у нас привычку полагать, что мы не должны встретить какое-либо препятствие нашим желаниям. «Я хочу» означает «я желаю», и ничто не может противиться моему желанию; все должно ему содействовать.

#### Другое значение слова воля

Таково в собственном смысле значение слова *воля*. Но принято придавать ему более широкое значение; под волей понимается способность, которая включает в себя все привычки, возникающие из потребности, — желания, страсти, надежду, отчаяние, страх, доверие, высокомерие и многие другие, идеи которых легко вызвать у себя<sup>10</sup>.

#### Мышление

Наконец, слово *мышление*, еще более общее, обозначает все способности рассудка и все способности воли. Ибо мыслить — это значит ощущать, обращать внимание, сравнивать, судить, размышлять, воображать, рассуждать, желать, иметь страсти, надеяться, бояться и т. д. («Трактат о животных», ч. II, гл. 8, 9 и 10).

Мы разъяснили, как способности души последовательно рождаются из ощущения; понятно, что они являются не чем иным, как ощущением, которое преобразуется, чтобы стать каждой из них.



Во второй части этого сочинения мы намереваемся раскрыть все искусство рассуждения. Таким образом, нам предстоит подготовиться к этому исследованию; и мы будем к нему готовиться, пытаясь рассуждать по вопросу простому и легкому, хотя люди склонны судить о нем иначе, когда думают об усилиях, которых потребовало обсуждение этого вопроса вплоть до настоящего времени, хотя он излагался весьма плохо. Это будет предметом следующей главы.

## ГЛАВА IX

### ПРИЧИНЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ПАМЯТИ

Невозможно подробно объяснить все физические причины чувствительности и памяти. Но вместо того чтобы рассуждать, следуя ложным гипотезам, можно было бы обратиться за советом к опыту и аналогии. Объясним же то, что можно объяснить, и не будем кичиться, что дали объяснение всему.

**Ложные гипотезы** Одни представляют себе нервы как натянутые струны, способные колебаться и вибрировать, и полагают, что разгадали причину ощущений и памяти. Очевидно, что это предположение целиком выдуманно.

Другие говорят, что мозг есть мягкая субстанция, в которой животные духи (*esprits animaux*) делают отпечатки. Эти отпечатки сохраняются; животные духи вновь и вновь проходят по ним; животное наделено ощущением и памятью. Они обращали внимание на то, что, если субстанция мозга достаточно мягка, чтобы получать отпечатки, тогда ей недостает плотности, чтобы их сохранять; они не учли, что невозможно, чтобы бесконечное число отпечатков продолжало существовать в одной субстанции, где происходит непрерывное действие, непрерывная циркуляция.

Лишь считая нервы струнами инструмента, можно было придумать первую гипотезу, а вторую выдумали, представив себе отпечатки, которые образуются в мозгу, в виде оттисков на поверхности, все части которой находятся в покое. Конечно, все это значит рассуждать, не руководствуясь ни наблюдением, ни аналогией; это значит сравнивать вещи, которые не имеют никакого отношения друг к другу<sup>11</sup>.

**В животном имеется движение, являющееся первопричиной прозябания**

одним словом, я имею лишь весьма неполную и расплывчатую идею всего этого механизма. Я знаю только, что есть движение, являющееся первопричиной прозябания (*végétation*)<sup>12</sup> и чувствительности, что животное живет, пока существует это движение, и умирает, как только оно прекращается.

Опыт учит меня, что животное может быть сведено к состоянию прозябания; животное естественно находится в нем, когда погружено в глубокий сон, оно попадает в него случайно вследствие приступа апоплексии.

Я вовсе не строю предположений относительно движения, которое при этом происходит в нем. Все, что мы знаем, — это то, что циркулирует кровь, что внутренности и железы выполняют функции, необходимые для поддержания и восстановления сил; но мы не знаем, по каким законам движение производит все эти действия. Тем не менее эти законы существуют; они сообщают движению направления, вызывающие прозябание животного.

**Направления, которые может принимать это движение, являются причинами чувствительности**

Но когда животное выходит из состояния прозябания, чтобы стать чувствующим, движение подчиняется другим законам и принимает другие направления. Например, если глаз открывается на свет, то под действием лучей, которые в него попадают, движение, вызывавшее прозябание животного, приобретает направление, делающее его чувствующим. Так же обстоит дело и с другими органами чувств. Каждый вид чувства, следовательно, имеет в качестве своей причины особый вид направления движения, которое является первопричиной жизни.

Поэтому понятно, что движение, делающее животное чувствующим, может быть лишь модификацией движения, вызывающего его прозябание, — модификацией, вызванной действием предметов на органы чувств.

**Эти движения передаются от органов к мозгу**

Но движение, которое делает животное чувствующим, происходит не только в органе, подвергающемся действию внешних предметов; оно передается также в мозг, т. е. в орган, который, как свиде-

тельствует наблюдение, является первым и главным орудием ощущения. Следовательно, причина чувствительности — сообщение между органами и мозгом.

В самом деле, если мозг, в силу какой-либо причины находящийся в подавленном состоянии, не может подчиняться впечатлениям, посланным органами, животное тотчас же становится нечувствительным. Как только эта высшая инстанция вновь обретает свободу действий, органы воздействуют на нее, она в свою очередь воздействует на органы, и снова появляется ощущение.

Хотя мозг и обладает свободой действий, может случиться, что он будет иметь малое сообщение с каким-либо другим органом или даже совсем его не иметь. Например, закупорка или перевязка на руке путей связи с мозгом уменьшила бы или приостановила сообщение мозга с рукой. Значит, чувствительность руки стала бы слабее или же полностью прекратилась бы. Все эти положения подтверждены наблюдениями, я лишь освободил их от всяких произвольных гипотез; это было единственным способом показать их в подлинном свете.

Мы чувствуем лишь постольку, поскольку наши органы [к чему-то] прикасаются или что-то прикасается к ним

Так как различные направления движения, вызывающие прозябание, являются единственной физической и окказиональной причиной чувствительности, из этого следует, что мы чувствуем лишь постольку, поскольку наши органы к чему-то прикасаются или к ним что-то прикасается; и лишь благодаря контакту предметы, воздействуя на органы, сообщают движению, вызывающему прозябание, побуждения, которые делают их чувствительными. Таким образом, обоняние, слух, зрение и вкус можно рассматривать как дальнейшее развитие осязания. Глаз совсем не будет видеть, если тела определенной формы не будут воздействовать на сетчатку посредством толчка; ухо не будет слышать, если от других тел, иной формы, оно не получит удар в барабанную перепонку. Первопричина разнообразия ощущений состоит в различных направлениях, сообщаемых движению предметами соответственно строению органов, подвергающихся их воздействию<sup>13</sup>.

Мы не знаем, как это соприкосновение производит ощущение

Но как соприкосновение определенных корпускул вызывает ощущения звука, света, цвета? Вероятно, мы могли бы дать этому объяснение, если бы знали сущность души, механизм глаза, уха, мозга, при-

роду лучей, которые попадают на сетчатку, и воздуха, который ударяет в барабанную перепонку. Но этого-то мы и не знаем; можно предоставить объяснение этих явлений тем, кто любит строить гипотезы о вещах, относительно которых опыт ничего не подсказывает.

**Новые органы  
вызвали бы в нас  
новые ощущения**

Если бы бог создал в нашем теле новый орган, способный вызвать новые побуждения, мы стали бы испытывать ощущения, отличные от тех ощущений, которые у нас были до сих пор. Этот орган раскрыл бы нам в предметах свойства, о которых сейчас мы не смогли бы составить никакой идеи. Он был бы источником новых удовольствий, новых страданий и, следовательно, новых потребностей.

То же нужно сказать и о седьмом, о восьмом и обо всех чувствах, сколько бы мы их ни предположили. Несомненно, новый орган в нашем теле произвел бы движение, которое вызывает его прозябание, способность к множеству модификаций, какие мы только могли бы вообразить.

Эти чувства возбуждались бы корпускулами определенной формы: они обучались бы, так же как и другие чувства, у осязания и научились бы у него передавать свои ощущения о предметах.

**Нам достаточно  
тех чувств, которые  
мы имеем**

Но чувств, которые мы имеем, нам достаточно для самосохранения; они даже становятся сокровищницей знаний для тех, кто умеет ими пользоваться; и если другие не черпают в них таких же богатств, они не подозревают о том, чего лишены. Как представят они себе, что в обычных для них ощущениях можно увидеть то, чего они сами там не видят?

**Как животное  
учится двигаться  
по своей воле**

Таким образом, действие органов чувств на мозг делает животное чувствительным. Но этого недостаточно, для того чтобы дать телу все движения, на какие оно способно; нужно еще, чтобы мозг воздействовал на все мышцы и на все внутренние органы, предназначенные двигать каждый из членов. Ведь наблюдение доказывает это действие мозга.

Следовательно, когда эта высшая инстанция получает определенные побуждения со стороны органов чувств, она передает другие побуждения некоторым частям тела, и животное движется.

У животного были бы лишь неопределенные движения,

если бы действие органов чувств на мозг и мозга на члены тела не сопровождалось каким-либо ощущением. Если бы животное двигалось, не испытывая ни страдания, ни удовольствия, оно не принимало бы никакого участия в движениях своего тела; следовательно, оно их не замечало бы и, таким образом, не научилось бы само их направлять.

Но так как страдание или удовольствие побуждают его избегать некоторых движений или делать их, то вследствие этого оно научается их избегать или делать. Оно сравнивает ощущения, которые испытывает; оно замечает те движения, которые им предшествовали, и те, которые за ними следовали; одним словом, оно колеблется. И после многих колебаний оно приобретает, наконец, привычку двигаться по своей воле. Вот тогда-то его движения становятся упорядоченными. Такова первопричина всех привычек тела.

**Как его тело приобретает привычку совершать некоторые движения** Эти привычки представляют собой упорядоченные движения, образующиеся в нас, как нам кажется, без нашего участия, потому что благодаря их повторению мы делаем их не думая. Это привычки, называемые *естественными движениями, инстинктами*, о которых ошибочно полагают, что они рождаются вместе с нами. Можно будет избежать этого предрассудка, если судить об этих привычках по другим, которые стали для нас также совсем естественными, хотя мы и помним, как мы их приобрели.

Например, когда я в первый раз подношу пальцы к клавишину, их движения могут быть только неуверенными; но по мере того как я учусь играть на этом инструменте, я незаметно вырабатываю в себе привычку двигать пальцы по клавиатуре. Сначала они подчиняются мне с трудом в направлении, которое я хочу им придать; постепенно они преодолевают препятствия; наконец, они двигаются сами по моей воле, они даже предупреждают ее и исполняют музыкальную пьесу, в то время как моя мысль направлена на что-нибудь совершенно другое.

Значит, они приобретают привычку двигаться, следуя определенному числу побуждений; и как нет прикосновения, с которого не могла бы начаться мелодия, нет и побуждения, которое не могло бы стать первым в определенном ряду. Упражнение ежедневно различным образом сочетает эти побуждения; пальцы с каждым днем приобретают все большую легкость; наконец они как бы сами собой подчи-

няются ряду определенных движений, и подчиняются без усилия, не заставляя меня обращать на них внимание. Дело в том, что когда органы чувств, усвоив различные привычки, движутся самостоятельно, то у души нет надобности постоянно наблюдать за ними, чтобы управлять их движениями.

**Мозг приобретает  
подобные привычки.  
Они суть физические  
и окказиональные  
причины памяти**

Но мозг является главным органом. Это общий центр, где все соединяется и где, по-видимому, все рождается. Таким образом, судя о мозге по другим органам чувств, мы будем вправе сделать вывод, что все привычки тела доходят до него и что, следовательно, волокна, из которых он состоит, способные благодаря своей гибкости к движениям всякого рода, приобретают, как и пальцы, привычку подчиняться различным рядам движений, вызванных побуждениями. Если это так, то способность напоминать мне какой-либо предмет, которой обладает мозг, может заключаться только в приобретенной им легкости, с какой он способен самостоятельно двигаться точно так же, как он двигался, когда этот предмет прежде воздействовал на мои органы чувств.

Физическая и окказиональная причина, сохраняющая или напоминающая идеи, состоит, следовательно, в тех побуждениях, к которым мозг, этот главный орган чувствования, создал себе привычку и которые продолжают существовать или воспроизводятся даже тогда, когда органы чувств перестают этому способствовать. Ибо мы не вспоминали бы тех предметов, которые мы видели, слышали, до которых дотрагивались, если бы движение не принимало те же самые направления, что и тогда, когда мы видим, слышим, прикасаемся. Одним словом, механическое действие подчинено одним и тем же законам и когда испытывают ощущение, и когда только вспоминают испытанное ощущение, и память есть не что иное, как определенный способ чувствовать <sup>14</sup>.

**Идеи, о которых  
совсем не думают,  
нигде не существуют**

Я часто слышал, как спрашивают: «Чем становятся идеи, которыми перестают заниматься? Где они хранятся? Откуда они возвращаются, когда снова предстают перед нами? В душе ли существуют они в течение тех долгих промежутков времени, когда мы совсем о них не думаем, или в теле?»

Исходя из вопросов и из ответов, которые дают метафи-

зики, можно было бы подумать, что идеи подобны всем вещам, запасы которых мы делаем, и что память — не что иное, как огромная кладовая. Столь же резонно придать существование различным формам, какие тело последовательно принимало, и спросить: «Чем становится круглость тела, когда оно принимает другую форму? Где она хранится? И когда это тело вновь становится круглым, откуда к нему приходит круглость?»

Идеи, так же как и ощущения, представляют собой состояния души. Они существуют постольку, поскольку модифицируют ее; они перестают существовать, как только перестают ее модифицировать. Искать в душе идеи, о которых я совсем не думаю, — значит искать их там, где их больше нет; искать их в теле — значит искать там, где их никогда не было. Где же они находятся? Нигде <sup>15</sup>.

Как они  
воспроизводятся

Разве не абсурдно было бы спрашивать, где находятся звуки клавесина, когда этот инструмент перестает зву-

чать. И разве не ответили бы: «Они нигде не находятся, но, если пальцы ударяют по клавишам и двигаются, как они двигались тогда, они снова производят те же самые звуки»?

Итак, я отвечу, что мои идеи нигде не находятся, когда моя душа перестает о них думать, но что они вспоминаются мне, как только возобновляются движения, способные производить их вновь.

Хотя я не знаю механизма мозга, я, однако, могу считать, что его различные части приобрели способность самостоятельно двигаться таким же образом, каким они двигались под воздействием органов чувств; что привычки этого органа сохраняются, что всякий раз, когда он им подчиняется, он вспоминает те же самые идеи, потому что в нем возобновляются те же самые движения; что, одним словом, мы имеем в памяти идеи, как имеем в пальцах пьесы клавесина, т. е. что мозг, как и все другие органы чувств, имеет способность двигаться, следуя побуждениям, к которым он приобрел привычку. Мы испытываем ощущения почти так же, как клавесин издает звуки. Внешние органы человеческого тела — как клавиши; предметы, воздействующие на них, подобны пальцам, ударяющим по клавиатуре; внутренние органы тела — как корпус клавесина; ощущения, или идеи, — как звуки; а память имеет место, когда идеи, порожденные действием предметов на органы чувств, воспроизводятся движениями, к которым мозг приобрел привычку.

Все феномены  
памяти объясняются  
привычками мозга

Если память, медленная или быстрая, вспоминает вещи то в присутствии их в порядке, то смешивая их, причина этого заключается в том, что наличие

множества идей предполагает в мозгу движения в таком огромном количестве и столь разнообразные, что невозможно, чтобы они воспроизводились всегда с одной и той же легкостью и точностью. Все феномены памяти зависят от привычек, приобретенных подвижными и гибкими частями мозга, и все движения, на которые способны эти части, связаны друг с другом, как связаны между собой все идеи, которые воспроизводятся в памяти.

Дело в том, что движения пальцев по клавишам связаны между собой, как звуки песни, и песня звучит очень медленно, если пальцы движутся очень медленно, и очень сбивчиво, если пальцы сбиваются. Но, как множество пьес, которые разучивают на клавесине, не позволяют пальцам всегда сохранять привычки, позволяющие легко и четко исполнить их, так и множество вещей, которые хотят вспомнить, не дают мозгу всегда сохранять привычки, позволяющие легко и точно вспоминать идеи.

Когда искусный органист непреднамеренно подносит руки к клавишам, первые звуки, которые он извлекает, побуждают его пальцы продолжать двигаться и подчиняться ряду движений, вызывающих ряд звуков, мелодичность и гармоничность которых изумляет иной раз его самого. Тем не менее он управляет своими пальцами без усилия и, кажется, не обращая на них внимания.

Именно так первое движение, вызванное в мозгу воздействием предмета на наши органы чувств, возбуждает ряд движений, которые напоминают ряд идей. И от того, что в течение всего времени, когда мы бодрствуем, наши чувства, всегда подвергающиеся впечатлениям от предметов, не перестают воздействовать на мозг, наша память всегда находится в действии. Мозг, постоянно возбуждаемый органами, подчиняется не только впечатлениям, которые он получает от них непосредственно, но и всем движениям, которые это первое впечатление должно воспроизвести. Он идет по привычке от движения к движению, опережает действие органов чувств, вспоминает длинные ряды идей. Более того, он живо воздействует на органы чувств, вновь направляя им ощущения, которые они ему посылали, и убеждает нас, что мы видим то, чего мы в действительности не видим.



Следовательно, так же как пальцы сохраняют привычку к ряду движений и могут по малейшему поводу двигаться, как они двигались прежде, так и мозг сохраняет свои привычки; и, будучи однажды возбужден действием чувств, он самостоятельно производит привычные ему движения и вспоминает идеи.

Но как совершаются эти движения? Как они следуют различным побуждениям? Это-то и невозможно изучить. Если бы даже этот вопрос поставили в отношении привычек, приобретаемых пальцами, я не смог бы на него ответить. Не буду же теряться в догадках по этому вопросу. Для меня достаточно судить о привычках мозга по привычкам каждого чувства; нужно удовлетвориться знанием того, что один и тот же механизм, каков бы он ни был, дает идеи, сохраняет и воспроизводит их.

**Память имеет свое местонахождение в мозгу и во всех органах, которые передают идеи**

Мы только что видели, что память имеет свое местонахождение главным образом в мозгу; мне кажется, что она имеет его и во всех органах наших ощущений; ибо она должна иметь его везде, где есть окказиональная причина идей, которые мы вспоминаем. Если для того, чтобы дать нам идею в первый раз, нужно было, чтобы чувства воздействовали на мозг, то воспоминание об этой идее, кажется, никогда не будет более отчетливым, нежели тогда, когда мозг в свою очередь будет воздействовать на чувства. Значит, этот обмен действиями необходим для того, чтобы вызвать идею прошлого ощущения, так же как он необходим для того, чтобы вызвать актуальное ощущение. В самом деле, мы, например, не можем представить себе какую-нибудь фигуру лучше, чем тогда, когда наши руки вновь принимают ту самую форму, которую их заставило принять осязание. В подобном случае память говорит с нами, так сказать, на языке действия.

Память о мелодии, исполняемой на каком-либо инструменте, имеет свое местонахождение в пальцах, в ухе и в мозгу: в пальцах, которые усвоили привычку совершать движения в определенной последовательности; в ухе, которое судит пальцы и в случае надобности управляет ими только потому, что оно со своей стороны усвоило привычку совершать движения в другой последовательности, и в мозгу, который усвоил привычку последовательно принимать формы, точно соответствующие формам пальцев и ушей.

Легко заметить привычки, приобретенные пальцами; невозможно так же наблюдать привычки ушей; еще менее доступны наблюдению привычки мозга, но аналогия доказывает, что они существуют.

Разве можно было бы знать язык, если бы мозг не приобретал привычек, которые соответствовали бы привычкам ушей, чтобы его слышать, привычкам губ, чтобы на нем говорить, привычкам глаз, чтобы на нем читать? Память о языке не находится, следовательно, исключительно в привычках мозга — она находится и в привычках органов слуха, речи и зрения.

**Объяснение  
сновидений**

Следуя принципам, которые я только что изложил, было бы легко объяснить сновидения. Ибо идеи, которые мы имеем во сне, достаточно похожи на то, что исполняет органист, когда в момент рассеянности он предоставляет своим пальцам действовать наугад. Конечно, его пальцы делают лишь то, что они научены были делать, но они не делают этого в том же самом порядке; они соединяют различные пассажи, извлеченные из различных пьес, которые они разучили.

Давайте же судить о том, что происходит в мозгу, по аналогии с тем, что мы наблюдаем в привычках руки, упражнявшейся на музыкальном инструменте, и мы придем к выводу, что сновидения являются результатом воздействия этого главного органа на чувства, когда во время отдыха всех частей тела он сохраняет достаточно активности для того, чтобы подчиняться некоторым из своих привычек. Ведь поскольку он движется так же, как он двигался, когда мы имели ощущения, он воздействует на чувства, и тотчас же мы слышим и видим; так, например, однорукий думает, что чувствует руку, которой у него больше нет. Но в подобном случае мозг обычно изображает вещи в большом беспорядке, потому что привычки, действие которых приостановлено сном, преграждают путь большому количеству идей.

**Память утрачивается  
оттого, что мозг  
утрачивает свои  
привычки**

Поскольку мы объяснили, как приобретаются привычки, составляющие память, будет легко понять, как они утрачиваются.

Это происходит, во-первых, если они не поддерживаются или по крайней мере не обновляются достаточно часто. Такой будет судьба всех привычек, для действия которых чувства перестанут давать повод.

Во-вторых, если привычки умножаются в числе до некоторого предела, ибо тогда среди них будут такие, которые мы будем оставлять без внимания. Так же от нас ускользают знания, по мере того как мы их приобретаем.

В-третьих, недомогание в мозгу ослабляет или нарушает память, если оно становится препятствием для некоторых движений, к которым выработалась привычка. Тогда были бы вещи, о которых совсем не сохранялось бы воспоминания; а если бы недомогание противодействовало всем привычкам мозга, то не оставалось бы воспоминания ни об одной вещи.

В-четвертых, паралич органов произвел бы такое же действие: привычки мозга были бы постепенно утрачены, поскольку они больше не поддерживались бы действием чувств.

Наконец, старость наносит удар памяти. В этом случае части мозга похожи на пальцы, которые уже недостаточно гибки, чтобы двигаться, следуя всем побуждениям, которые были им свойственны. Привычки постепенно утрачиваются; остаются лишь слабые ощущения, которые вскоре ускользают; движение, которое, по-видимому, их поддерживает, само готово прекратиться.

**Заключение** Физическая и окказиональная перво-причина чувствительности состоит, таким образом, исключительно в определенных направлениях, которые принимает движение, вызывающее прозябание животного; а причина памяти заключается в этих направлениях, когда они становятся привычками. Аналогия позволяет нам предположить, что в органах, которые мы не можем наблюдать, происходит нечто похожее на то, что мы наблюдаем в других органах. Я не знаю, благодаря какому механизму моя рука обладает достаточной гибкостью и подвижностью, чтобы приобретать навык к определенному порядку движений, но я знаю, что в ней есть гибкость, подвижность, упражнение, привычки, и полагаю, что все это находится в мозгу и в органах, которые также являются местонахождением памяти.

Таким образом, у меня, несомненно, есть лишь весьма несовершенная идея физических и окказиональных причин чувствительности и памяти; я совсем не знаю их перво-причины. Я знаю, что в нас есть движение, но не могу понять, какой силой оно производится. Я знаю, что это движение может быть связано с различными побуждениями, но мне не под силу раскрыть механизм, который ими управ-

ляет. Следовательно, мое преимущество в том, что я освободил от всех произвольных гипотез то скудное знание, которое мы имеем по самому неясному вопросу. Я думаю, что именно этим должны ограничиваться физики каждый раз, когда они хотят создавать системы относительно вещей, первые причины которых невозможно наблюдать.

## *ЧАСТЬ ВТОРАЯ*

### **АНАЛИЗ, РАССМАТРИВАЕМЫЙ В ОТНОШЕНИИ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИМ СРЕДСТВ И ПРИНОСИМЫХ ИМ РЕЗУЛЬТАТОВ, ИЛИ ИСКУССТВО РАССУЖДАТЬ, СВЕДЕННОЕ К ХОРОШО ПОСТРОЕННОМУ ЯЗЫКУ**

Мы знаем происхождение и формирование всех наших идей; мы знаем также происхождение и формирование всех способностей души; и мы знаем, что анализ, который привел нас к этим знаниям, есть единственный метод, который может привести нас к другим знаниям. По существу анализ — это рычаг ума. Его нужно изучить, и мы собираемся рассмотреть применяемые им средства и приносимые им результаты.

#### *ГЛАВА I*

### **КАК ЗНАНИЯ, КОТОРЫМИ МЫ ОБЯЗАНЫ ПРИРОДЕ, ОБРАЗУЮТ СИСТЕМУ, ГДЕ ВСЕ ПОЛНОСТЬЮ СВЯЗАНО; И КАК МЫ ЗАБЛУЖДАЕМСЯ, КОГДА ЗАБЫВАЕМ УРОКИ ПРИРОДЫ**

Как природа  
учит нас рассуждать,  
сама направляя  
применение наших  
способностей

Мы видели, что под словом «желать» можно понимать лишь направление наших способностей на вещи, в которых мы испытываем потребность. Значит, мы имеем желания только

потому, что имеем потребности, которые нужно удовлетворять. Потребности, желания — вот двигатель всех наших исследований.

Наши потребности и средства их удовлетворения имеют свое основание в устройстве наших органов и в отношении

вещей к этому устройству. Например, то, каким образом я устроен, определяет пищу, в которой я нуждаюсь; а то, как устроены сами потребляемые продукты, определяет способы, какими я могу пользоваться пищей.

Обо всех этих различных устройствах я могу иметь лишь весьма неполные знания; собственно, я их не знаю, но опыт учит меня употреблению вещей, которые мне совершенно необходимы; я обучился этому благодаря испытываемому мною удовольствию или страданию и обучился быстро; для меня было бы бесполезно знать о них больше, и природа ограничила этим свои уроки.

Мы видим в ее уроках систему, все части которой полностью упорядочены. Если во мне имеются потребности и желания, то вне меня есть предметы, пригодные для их удовлетворения, и я обладаю способностью познавать их и пользоваться ими.

Эта система естественно ограничивает мои знания сферой небольшого числа потребностей и небольшого числа вещей, предназначенных для меня. Но если мои знания немногочисленны, они хорошо упорядочены, так как я извлек их из самого порядка моих потребностей и из порядка отношений, в которых вещи находятся ко мне.

Следовательно, я вижу в сфере моих знаний систему, соответствующую той системе, которой следовал творец моей природы, создавая меня. И это не удивительно, ибо если даны мои потребности и мои способности, то тем самым даны мои исследования и мои знания.

Все одинаково связано в той и другой системе. Мои органы, ощущения, которые я испытываю, суждения, которые я высказываю, опыт, подтверждающий или исправляющий их, образуют ту и другую систему для моего сохранения. По-видимому, тот, кто меня создал, расположил все в таком порядке лишь для того, чтобы самому заботиться обо мне. Вот та система, которую нужно изучать, чтобы научиться рассуждать.

Сколько бы мы ни наблюдали способности, которые дает нам наше устройство, и то, как оно заставляет нас их применять, — это не будет чрезмерным, одним словом, никогда не будет чрезмерным наблюдение того, что мы делаем исключительно благодаря нашему устройству. Его уроки, если мы умели извлекать из них пользу, были бы лучшей из логик.

Действительно, чему оно учит нас? Избегать того, что может нам повредить, и отыскивать то, что может быть

для нас полезно. Но нужно ли для этого, чтобы мы судили о сущности вещей? Творец нашей природы не требует этого. Он знает, что он сделал эти сущности недоступными для нас, и хочет только, чтобы мы судили об отношениях, в которых эти вещи находятся к нам, и об отношениях, в которых они находятся между собой, когда знание этих последних может принести нам какую-нибудь пользу<sup>16</sup>.

У нас есть средство, чтобы судить об этих отношениях; оно является единственным пригодным для этого средством; мы должны наблюдать ощущения, которые предметы вызывают в нас. Насколько могут простираться наши ощущения, настолько может простираться сама сфера наших знаний; за ее пределами нам недоступно никакое открытие.

В порядке, который наша природа, или наша организация, устанавливает между нашими потребностями и вещами, она указывает нам порядок, в каком мы должны изучать отношения, которые для нас важно знать. Будучи тем покорнее ее урокам, чем насущнее наши потребности, мы делаем то, что она указывает нам делать, и упорядочиваем наши наблюдения. Следовательно, она заставляет нас анализировать с самых ранних лет.

Так как наши изыскания ограничиваются средствами удовлетворения небольшого количества потребностей, которые нам дала природа, то, если наши первые наблюдения сделаны правильно, употребление вещей тотчас их подтверждает. Если же они сделаны плохо, употребление вещей столь же быстро их опровергает и указывает нам, где нужно сделать другие наблюдения. Таким образом, мы можем впасть в ошибки, поскольку они находятся на нашем пути, но этот путь — путь истины, и мы по нему следуем.

Итак, наблюдать отношения, подтверждать свои суждения новыми наблюдениями или исправлять их, наблюдая сызнова, — вот что природа заставляет нас делать. Только этим мы, по существу, и занимаемся, делая это и переделявая при каждом новом знании, которое приобретаем. Таково искусство рассуждать — оно столь же просто, как природа, которая учит нас ему.

Как, забывая  
уроки природы, мы  
рассуждаем, следуя  
дурным привычкам

Таким образом, кажется, что мы уже знаем это искусство настолько, насколько возможно его знать. Действительно, это было бы истинно, если бы мы всегда были способны замечать то,

что этому искусству учит нас природа и только она одна

может нас ему научить, ибо тогда мы смогли бы продолжать так, как она заставила нас начать.

Но мы сделали это замечание слишком поздно. Скажем лучше, сейчас мы делаем его в первый раз. И в первый раз мы видим в уроках природы все искусство этого анализа, который дал гениальным людям возможность создавать науки или раздвигать их границы.

Стало быть, мы забыли эти уроки; и это произошло потому, что вместо того, чтобы наблюдать вещи, которые мы хотели бы знать, мы пожелали их выдумать. Переходя от одних ложных гипотез к другим, столь же ложным, мы сбились с пути среди множества заблуждений; а так как эти заблуждения стали предрассудками, мы приняли их за принципы. Таким образом, мы все больше и больше заблуждались. Тогда мы умели рассуждать лишь согласно дурным привычкам, приобретенным нами. Искусство злоупотреблять словами было для нас искусством рассуждать. Произвольное, легкомысленное, смехотворное, нелепое, оно имело все пороки неуправляемого воображения.

Итак, чтобы научиться рассуждать, нам необходимо избавиться от всех дурных привычек такого рода; ведь именно они делают столь трудным это искусство, само по себе легкое. Ибо мы подчиняемся этим привычкам гораздо охотнее, чем природе. Мы называем их второй натурой, чтобы извинить свою слабость или слепоту; но это искаженная и испорченная природа.

Мы отметили, что для приобретения привычки нужно лишь что-нибудь делать; а чтобы ее утратить, достаточно перестать это делать. Кажется, что одно так же легко, как и другое, и все же это не так. Дело в том, что, когда мы хотим приобрести привычку, мы думаем, прежде чем делать; а когда мы хотим отказаться от нее, мы делаем, прежде чем успеваем подумать. К тому же, когда привычки стали тем, что мы называем второй натурой, почти невозможно заметить, что они плохие. Открытия этого рода самые трудные, поэтому они большей частью ускользают от нас.

Я собираюсь говорить лишь о привычках ума, ибо, когда дело касается привычек тела, все готовы о них судить. Достаточно опыта, чтобы мы узнали, полезны они или пагубны, а когда они не являются ни теми, ни другими, применение делает из них что угодно, и по применению привычек мы судим о них.

К сожалению, привычки души также подчинены капри-

зам применения, которое, кажется, не допускает ни сомнения, ни испытания. И они настолько заразительны, что ум с таким же отвращением видит свои недостатки, с какой ленью он размышляет о себе самом. Одним было бы стыдно думать не так, как думают все; другие сочли бы слишком утомительным думать самостоятельно; и если некоторые имеют намерение оригинальничать, то часто, оказывается, они мыслят еще хуже. Они не хотят думать как другие и тем не менее, противореча самим себе, не терпят, чтобы другие думали иначе, чем они.

**Заблуждения,  
к которым  
нас приводят  
эти привычки**

Если вы хотите знать дурные привычки человеческого ума, рассмотрите различные мнения людей. Посмотрите на ложные, противоречивые,

нелепые идеи, которые повсюду распространило суеверие, и вы сможете судить о значении привычек для страсти, которая заставляет уважать заблуждение гораздо больше, чем истину.

Рассмотрите нации с самого их возникновения вплоть до их распада, и вы увидите, что предрассудки множатся вместе с беспорядками; вы будете удивлены тем, как мало света вы найдете даже в те эпохи, которые называются просвещенными. Вообще, какое законодательство! какие формы правления! какая юриспруденция! Как мало народов имели хорошие законы и как недолго держатся эти законы!

Наконец, если вы исследуете философский ум у греков, римлян и у тех народов, которые за ними следовали, то по воззрениям, передававшимся из века в век, вы увидите, насколько мало было известно во все века искусство управлять мыслью, и будете удивлены невежеством, в котором мы и поныне пребываем в этом отношении, если учтете, что мы следуем за гениальными людьми, раздвинувшими границы наших знаний. Таков в общем характер философских школ: стремящиеся к исключительному господству, они редко ищут только истину, больше всего они хотят быть оригинальными. Они рассматривают пустые вопросы, говорят на невразумительном жаргоне, наблюдают мало, выдают свои грезы за истолкования природы. Наконец, занятые тем, чтобы нанести друг другу вред, а себе создать новых приверженцев, школы используют для этого всякие средства и все приносят в жертву взглядам, которые хотят распространить.

Очень трудно распознать истину среди стольких



чудовищных систем, поддерживаемых породившими их причинами, т. е. суевериями, правительствами и плохой философией. Заблуждения, тесно связанные друг с другом, друг друга питают. Тщетно было бы бороться с некоторыми из них; следовало бы их уничтожить все сразу, т. е. внезапно изменить все привычки человеческого ума. Но эти привычки слишком укоренились, их поддерживают страсти, ослепляющие нас; и если случайно находится несколько человек, способных открыть глаза, они слишком слабы, чтобы что-нибудь исправить; власть имущие хотят, чтобы заблуждения и предрассудки сохранялись.

**Единственный способ  
установить порядок  
в способности  
мыслить**

Кажется, что все эти заблуждения предполагают в нас столько же дурных привычек, сколько ложных суждений принято за истинные. Тем

не менее все они имеют один и тот же источник и равным образом происходят из нашей привычки пользоваться словами прежде, чем определено их значение; мы даже не чувствуем потребности в том, чтобы его определить. Мы ничего не наблюдаем; мы не знаем, сколько нужно наблюдать; мы судим поспешно, не отдавая себе отчета в суждениях, которые высказываем, и думаем приобрести знание, учась словам, которые суть лишь слова. Так как в детстве мы думаем, следуя другим, мы заимствуем все их предрассудки; достигнув возраста, когда, как нам кажется, мы думаем самостоятельно, мы продолжаем думать по примеру других, потому что думаем, следуя предрассудкам, которые мы от них усвоили. Тогда, чем сильнее видимость, что ум развивается, тем больше он заблуждается, и из поколения в поколение накапливают заблуждения. Когда дело дошло до этого предела, есть только один путь восстановить порядок в способности мыслить: забыть все, чему мы научились, снова вернуть наши идеи к их источнику, проследить их возникновение и переделать, как говорит Бэкон, человеческий разум.

Все это тем труднее осуществить, чем более образованными люди себя считают. Поэтому сочинения, в которых науки трактовались бы с большой четкостью, с большой точностью, в большом порядке, не одинаково доступны всем. Те, кто ничему не учился, понимали бы их гораздо лучше тех, кто учился много, и в особенности тех, кто много писал о науках. Более того, почти невозможно, чтобы эти последние читали подобные сочинения так, как их требуется читать. Хорошая логика произвела бы в их

умах весьма медленную перемену, и только время могло бы показать им однажды пользу этих сочинений.

Таков результат плохого обучения, и это обучение является плохим лишь потому, что оно противоречит природе. Своими потребностями дети побуждаются к тому, чтобы быть наблюдателями и аналитиками, а в своих рождающихся способностях они имеют то, что позволяет им быть теми и другими; они являются ими до некоторой степени поневоле, пока ими руководит только природа. Но как только мы сами начинаем ими руководить, мы препятствуем всякому наблюдению и всякому анализу с их стороны. Мы полагаем, что они не рассуждают, потому что не умеем рассуждать вместе с ними; и, ожидая, когда они достигнут возраста разума (который на самом деле начался без нас и развитие которого мы замедляем изо всех сил), мы обрекаем их судить, только следуя нашим взглядам, нашим предрассудкам и заблуждениям. Получается, что у них нет ума или они обладают ложным умом. Если некоторые из них выделяются, то потому, что в их организации имеется достаточно силы, чтобы рано или поздно преодолеть препятствия, которые мы поставили развитию их талантов; другие же — это растения, которые мы искалечили до самых корней, и они умирают бесплодными.

## ГЛАВА II

### КАК ЯЗЫК ДЕЙСТВИЯ АНАЛИЗИРУЕТ МЫСЛЬ

**Мы можем  
анализировать  
лишь посредством  
языка**

Мы можем рассуждать лишь при помощи тех средств, которые нам даны или указаны природой. Значит, нужно рассмотреть эти средства и постараться раскрыть, вследствие чего они иногда бывают надежны и почему не всегда таковы.

Как мы только что видели, причиной наших заблуждений является привычка судить по словам, смысл которых нами не определен. Мы видели в первой части, что слова для нас совершенно необходимы, чтобы мы могли составлять всякого рода идеи; и скоро мы увидим, что абстрактные и общие идеи являются лишь названиями. Таким образом, все будет подтверждать, что мы думаем лишь при помощи слов. Этого достаточно, чтобы объяснить, что искусство рассуждать началось вместе с языками, что развитие этого искусства могло совершаться лишь постоль-

ку, поскольку развивались сами языки, и что, следовательно, они должны были содержать в себе все средства, которыми мы располагаем, чтобы хорошо или плохо анализировать.

Стало быть, нужно обращать внимание на языки; если мы хотим знать, чем они были, лишь только появились, нужно даже рассмотреть язык действия, по примеру которого они были созданы. Именно с этого мы и начнем.

**Основы языка действия являются врожденными** Основы языка действия возникли вместе с человеком — это органы, которыми наделил нас творец нашей природы. Поэтому есть врожденный язык, хотя нет никакого представления о том, каков он. В самом деле, элементы какого-то языка, подготовленные заранее, должно быть, предшествовали нашим идеям, потому что без некоторого рода знаков мы не могли бы анализировать наши мысли, чтобы дать себе отчет в том, что мы думаем, т. е. чтобы отчетливо видеть это.

Да и наша внешняя организация предназначена показывать все то, что происходит в душе; она является выражением наших чувств и суждений; и когда она говорит, ничто не остается скрытым.

**Почему в этом языке сначала все было смешано** Сущность действия состоит не в том, чтобы анализировать. Так как действие показывает чувства лишь потому, что является их следствием, оно сразу показывает все те чувства, которые мы испытываем в тот момент, когда совершены эти действия, и идеи, одновременно выступающие в нашей мысли, естественно, выступают одновременно и в этом языке.

Но во множестве идей, выступающих одновременно, можно отличить одну от другой лишь постольку, поскольку мы усвоили привычку рассматривать их поочередно. Именно этой привычке мы обязаны преимуществом распознавать их быстро и легко, что удивляет тех, кто не усвоил этой привычки. Почему, например, музыкант различает в гармонии все партии, которые слышатся одновременно? Потому, что его слух упражнялся в том, чтобы прислушиваться к звукам и определять их.

Люди начинают говорить на языке действия, как только начинают чувствовать, и говорят на нем, не имея намерения сообщать свои мысли. У них появится намерение говорить, чтобы быть услышанными, лишь тогда, когда они заметят, что их слушают. Но вначале у них нет на

этот счет никаких намерений, так как они ничего еще не наблюдали.

Стало быть, для них все было смешано в их языке, и они не распознавали в нем ничего, пока не научились производить анализ своих мыслей.

Но хотя в их языке все смешано, он тем не менее заключает в себе все, что они чувствуют. Он заключает в себе все то, что они в нем распознают, когда сумеют произвести анализ своих мыслей, т. е. желаний, страхов, суждений, рассуждений, одним словом, всех операций, на какие способна душа. Ибо в конце концов, если бы всего этого в языке не было, анализ не смог бы там этого найти. Посмотрим, как люди учатся у природы производить анализ всех вещей.

Как он затем  
становится  
аналитическим  
методом

У них есть потребность оказывать друг другу помощь. Значит, каждый из них имеет потребность быть понятым и, следовательно, понимать самого себя.

Сначала они подчиняются природе и непреднамеренно, как мы только что заметили, высказывают сразу все, что чувствуют, потому что для их действия естественно, чтобы они говорили подобным образом. Однако тот, кто слушает глазами, не поймет, если не разложит это действие, чтобы рассмотреть одно за другим составляющие его движения. Но разлагать таким образом действие естественно для человека, слушающего глазами, и, следовательно, он разлагает прежде, чем у него появляется намерение это сделать. Ибо если он сразу видит все составляющие наблюдаемое действие движения, то с первого взгляда он видит только те движения, которые более всего поражают его; со второго взгляда — другие движения, с третьего — новые. Таким образом, он последовательно наблюдает различные движения — вот и произведен анализ.

Значит, каждый из этих людей рано или поздно заметит, что он всегда лучше понимает других, когда он расчленил их действия. Следовательно, он может заметить, что для того, чтобы его понимали, ему необходимо разложить свое действие. Тогда он постепенно выработает у себя привычку повторять одно за другим движения, которые природа заставляет его делать одновременно, и язык действия естественно станет для него аналитическим методом. Я говорю «методом», потому что последовательность движений не будет производиться произвольно и беспорядочно, —

поскольку действие является следствием потребностей и обстоятельств, в которых оно совершается, то естественно, что оно разлагается в порядке, заданном потребностями и обстоятельствами: и хотя этот порядок может изменяться и изменится, он никогда не может быть произвольным. Например, в картине определены место каждого персонажа, его действие и его характер, когда дан сюжет со всеми обстоятельствами.

Разлагая свое действие, этот человек разлагает свою мысль как для себя, так и для других; он анализирует ее, и другие его понимают, потому что он понимает сам себя<sup>17</sup>.

Так как все действие представляет собой изображение всей мысли, то частичные действия являются изображениями идей, которые представляют собой части мысли. Значит, если человек разлагает свои частичные действия, то он будет также разлагать частичные идеи (*idées partielles*), знаками которых эти действия являются, и постоянно образовывать новые идеи.

Это средство — единственное, которое он имеет для анализа своей мысли, — может развивать ее до мельчайших подробностей, ибо, если даны первые знаки языка, нужно лишь следовать аналогии, и она позволит получить все другие знаки.

Следовательно, вовсе не окажется таких идей, которые не мог бы выразить язык действия; и он выразит их с тем большей ясностью и точностью, чем более заметно проявится аналогия в ряду знаков, которые будут выбраны. Совершенно произвольные знаки не были бы понятны, потому что, если они не аналогичны уже известным знакам, значение известного знака не приведет к значению неизвестного знака. Поэтому именно в аналогии заключается все искусство языков: языки легко усваиваются, ясны и точны соответственно тому, в какой мере в них проявляется аналогия.

Я говорил, что «имеется врожденный язык, хотя у нас вовсе нет врожденных идей о том, каков он». Эта истина, вероятно, так и не понятая, доказывается наблюдениями, которые она влечет за собой и которые ее объясняют.

Язык, называемый мною врожденным, — это язык, которому мы отнюдь не обучены, ибо он является естественным и непосредственным следствием нашей организации. Он выражает сразу все, что мы чувствуем и, следовательно, не является аналитическим методом; значит, он не разлага-

ет наших ощущений, не показывает, что они в себе заключают; следовательно, он совсем не дает идей.

Когда же он становится аналитическим методом, он разлагает ощущения и дает идеи; но, как методу, ему обучаются, и, следовательно, с этой точки зрения он не является врожденным.

Напротив, с той точки зрения, по которой идеи считаются врожденными, ни один язык не мог бы быть врожденным. Если верно, что все идеи находятся в наших ощущениях, верно также и то, что для нас они не находятся там, пока мы не можем их наблюдать. Благодаря этому ученый и невежда не похожи друг на друга своими идеями, хотя имеют одну и ту же организацию; они похожи друг на друга способом ощущать. И тот и другой родились с одинаковыми ощущениями, так же как и с одинаковым невежеством; но один анализировал больше, чем другой. Ведь если идеи дает анализ, то они приобретаются, поскольку люди сами выучиваются анализу. Значит, врожденных идей вовсе не существует.

Таким образом, люди рассуждают плохо, когда говорят: «Эта идея содержится в наших ощущениях, значит, мы обладаем этой идеей», и тем не менее они не перестают повторять это рассуждение. Так как никто еще не обратил внимания на то, что наши языки представляют собой также аналитические методы, то люди не замечают, что мы анализируем только при помощи языков, и не знают, что мы обязаны им всеми нашими знаниями. Поэтому метафизика многих писателей есть лишь невразумительный жаргон как для них самих, так и для других.

### ГЛАВА III

#### ПОЧЕМУ ЯЗЫКИ ЯВЛЯЮТСЯ АНАЛИТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ. НЕСОВЕРШЕНСТВО ЭТИХ МЕТОДОВ

**Языки также  
являются  
аналитическими  
методами**

Нам легко будет понять, почему языки также являются аналитическими методами, если мы поняли, что язык действия сам является одним из них.

И если мы поняли, что без этого последнего языка люди были бы не в состоянии анализировать свои мысли, то мы признаем, что, перестав на нем говорить, они не анализировали бы их, если бы не заменили этот язык языком

членораздельных звуков. Анализ производится и может быть произведен только при помощи знаков.

К тому же нужно заметить, что если бы он не был сначала создан при помощи знаков языка действия, то он никогда не был бы создан и при помощи членораздельных звуков наших языков. В самом деле, как слово стало бы знаком идеи, если эта идея не могла быть показана в языке действия? И как этот язык показал бы ее, если бы он не позволял рассматривать ее отдельно от всякой другой идеи?

**Аналитические методы стали применяться, как и все изобретения людей, прежде, чем появился замысел их создать**

Люди не знают того, что они могут, пока опыт не покажет им, что они делают, следуя лишь природе. Вот поэтому-то они всегда делали преднамеренно лишь то, что они уже сделали прежде, не имея намерения

этого делать. Я думаю, что это наблюдение всегда будет подтверждаться; я думаю также, что если бы это не ускользнуло от внимания людей, то люди рассуждали бы лучше, чем они это делают.

Они стали производить разного рода анализ лишь после того, как заметили, что уже производили его прежде; они решили говорить на языке действия, с тем чтобы их поняли, лишь после того, как заметили, что их поняли. Аналогичным образом они решили говорить при помощи членораздельных звуков лишь тогда, когда они на деле уже говорили при помощи подобных звуков; и языки возникли прежде, чем появился замысел их создать. Дело в том, что люди были поэтами, ораторами прежде, чем у них возникло стремление быть ими. Одним словом, всем, чем они стали, они уже были благодаря одной лишь природе; и они стали учиться, чтобы быть способными заниматься всем этим, лишь когда заметили, что сама природа заставила их этим заниматься. Она начинала все и всегда хорошо; это истина, которую можно повторять сколь угодно часто.

**Как они стали точными методами**

Языки были точными методами, поскольку люди говорили только о вещах, относящихся к насущным потребностям.

Ибо, если бы тогда предположили в анализе то, чего там не должно быть, опыт не преминул бы это показать. Таким образом люди исправляли свои ошибки и говорили лучше.

Правда, языки тогда были весьма ограниченные; но не следует думать, что, будучи ограниченными, они тем самым были плохо построены; возможно, наши языки построены

хуже. В самом деле, языки не являются точными оттого, что на них говорят о многих вещах, допуская большую путаницу, но они точны, когда на них говорят ясно, хотя и о небольшом числе вещей.

Если, желая их усовершенствовать, люди могли бы продолжать это делать так, как начали, то они искали бы новые слова по аналогии с употреблявшимися ранее лишь тогда, когда хорошо произведенный анализ в самом деле дал бы новые идеи; и языки, оставаясь точными, охватывали бы более обширную область.

Но этого не могло быть. Так как люди анализировали, сами того не сознавая, они не заметили, что, если они имели точные идеи, они были обязаны этим исключительно анализу. Значит, они не знали всей важности этого метода и анализировали все меньше, по мере того как потребность анализировать становилась менее оцутимой.

Ведь когда люди убеждались в том, что удовлетворили насущные потребности, они создавали себе менее насущные потребности. От них они переходили к еще менее насущным и постепенно приходили к тому, что создавали себе потребности из чистого любопытства, потребности, зависящие лишь от мнения, наконец, бесполезные потребности, одни легкомысленнее других.

Тогда они чувствовали с каждым днем все меньшую потребность анализировать; скоро они стали чувствовать лишь желание говорить и говорили прежде, чем составляли себе идеи о том, что хотели бы сказать. Это были уже не те времена, когда суждения естественно подвергались испытанию опытом. Люди уже не были заинтересованы в том, чтобы удостовериться, являются ли вещи, о которых они судили, таковыми, какими их предполагали. Они предпочитали верить суждениям без испытания; и суждение, к которому привыкали, становилось мнением, в котором больше не сомневались. Такие ошибки были частыми, поскольку вещи, о которых судили, не подвергались, а часто и не могли быть подвергнуты рассмотрению.

Одно ложное суждение влекло за собой другое, и скоро их высказали бесчисленное множество. Аналогия вела от заблуждения к заблуждению, потому что люди были последовательны.

Вот что случилось даже с философами. Прошло немного времени с тех пор, как они научились анализу; они



умели применять его пока только в математике, физике и химии. Во всяком случае, я не знаю, умели ли они применять его к идеям любого рода. Поэтому никто из них не пришел к тому, чтобы рассматривать и языки как аналитические методы.

Таким образом, языки стали весьма ошибочными методами. Тем не менее торговля сближала людей, которые, так сказать, обменивались своими мнениями и предрассудками так же, как продуктами своего земледелия и ремесла. Языки смешивались, и аналогия не могла больше руководить умом в определении значения слов. Казалось, искусство рассуждать было неизвестно; говорили, что больше невозможно ему научиться.

Однако, если сначала люди были по своей природе поставлены на путь открытий, они еще могли иногда случайно возвращаться на этот путь; но они возвращались, не замечая этого, ибо никогда этому не обучались, и снова сбивались с пути.

Если бы люди  
заметили, что языки  
также являются  
аналитическими  
методами, было бы  
нетрудно найти  
правила искусства  
рассуждать

Поэтому в течение веков люди предпринимали тщетные усилия, чтобы открыть правила искусства рассуждать. Они не знали, откуда их взять, и искали их в механизме речи — механизме, допускающем все пороки, свойственные языкам.

Чтобы найти эти правила, имелось лишь одно средство — рассмотреть, каким способом мы достигаем понимания, и исследовать этот способ в тех задатках, которыми наделила нас природа. Необходимо было заметить, что языки являются в действительности лишь аналитическими методами, методами, которые теперь стали весьма порочными, но которые были точными и могли бы вновь стать точными. Этого не видели, потому что, не заметив, насколько необходимы нам слова для образования идей всякого рода, думали, что от слов нет другой пользы, кроме того, что они служат нам средством сообщения своих мыслей.

Впрочем, так как во многих отношениях языки показались грамматикам и философам произвольными, то стали предполагать, что правила, принятые в языках, — лишь каприз употребления языков, т. е. что они часто совсем не имеют правил. Однако всякий метод всегда имеет правила и должен их иметь. Значит, не следует удивляться, если до сих пор никто не подозревал, что

языки также являются аналитическими методами («Курс занятий», «Грамматика», восемь первых глав первой части).

#### ГЛАВА IV

### О ВЛИЯНИИ ЯЗЫКОВ

**Языки создают наши знания, мнения и предрассудки**      Поскольку языки, формировавшиеся по мере того, как мы их анализировали, стали также аналитическими методами, понятно, что для нас естественно думать согласно привычкам, которые языки заставили нас усвоить. Мы думаем с помощью языков; будучи правилами наших суждений, они образуют наши знания, мнения и предрассудки; одним словом, они делают в этой области все хорошее и все плохое. Таково их влияние, и это не могло быть иначе.

Они вводят нас в заблуждение, так как это несовершенные методы, но, поскольку это методы, они несовершенны не во всех отношениях и иногда хорошо руководят нами. Нет никого, кто с помощью одних лишь привычек, приобретенных в своем языке, не был бы способен сделать несколько правильных рассуждений. Именно так мы все начинали; и нередко можно видеть, что люди без образования рассуждают лучше тех, которые много учились.

**Языки наук созданы не лучшим образом**      Некоторые хотели бы, чтобы философы руководили созданием языков; им кажется, что тогда языки были бы лучше созданы. Значит, нужно, чтобы это были другие философы, а не те, которых мы знаем. Верно, что в математике выражаются точно; потому что алгебра, произведение гения,— это язык, который не мог быть плохо создан. Верно и то, что некоторые области физики и химии трактовались с такой же точностью небольшим числом превосходных умов, созданных, чтобы хорошо наблюдать. В остальном я не вижу, чтобы языки наук имели какое-нибудь преимущество. Они имеют те же недостатки, что и другие языки, и даже еще большие. На них говорят совершенно так же, часто ничего не говоря; столь же часто на них говорят лишь для того, чтобы высказывать нелепости; и вообще не видно, чтобы на них говорили с намерением быть понятыми.

Первые обиходные  
языки были наиболее  
пригодными  
для рассуждения

Я предполагаю, что первые обиходные языки были наиболее пригодными для рассуждения, так как природа, руководившая их созданием, по крайней мере хорошо начала.

Возникновение идей и способностей души должно было быть очевидным в этих языках, где было известно первое значение слова и где аналогия всегда определяла другие значения. Названия идеям, которые ускользали от чувств, давали исходя из названий тех чувственных идей, от которых они происходили. И вместо того чтобы рассматривать их как имена, принадлежащие самим этим идеям, их считали образными выражениями, показывающими их происхождение. Тогда, например, не думали, означает ли слово *субстанция* нечто другое, чем то, что «есть под»; означает ли слово *мысль* нечто другое, чем *обдумывать*, *взвешивать*, *сравнивать*. Одним словом, не выдумывали вопросов, какие ставят сейчас метафизики. Языки, которые отвечали заранее на все вопросы, не позволяли их ставить, и тогда еще не было плохой метафизики.

Хорошая метафизика возникла раньше языков, и именно ей они обязаны всем, что в них есть лучшего. Но эта метафизика была тогда не столько наукой, сколько инстинктом. Руководила людьми без их ведома природа, а метафизика превратилась в науку, лишь когда она перестала быть хорошей.

Беспорядок в языке  
произвели главным  
образом философы

Язык был бы гораздо более совершенным, если бы народ, который его создавал, развивал искусства и науки, ничего не заимствуя у какого-

либо другого народа, так как аналогия в этом языке ясно показала бы развитие знаний и не было бы нужды искать их историю в другом месте. Это был бы действительно научный язык, и он был бы единственно научным. Но когда языки представляют собой нагромождение многих иностранных языков, в них смешивается все. Аналогия больше не может вскрыть в различных значениях слов происхождение и формирование знаний; мы уже не умеем вносить точность в наши речи, мы об этом и не помышляем. Мы ставим вопросы как придется и так же на них отвечаем; мы постоянно злоупотребляем словами, и нет такого вздорного мнения, которое не нашло бы приверженцев.

Именно философы довели дело до такого беспорядка. Они говорили тем хуже, чем больше стремились к тому, чтобы говорить обо всем. Они настолько хуже говорили, что, когда им случалось думать, как думают все люди, каждому из них все же хотелось показать, будто он обладает способом мыслить, присущим только ему одному. Хитроумные, странные, мечтательные, непонятные, они часто, казалось, боялись быть недостаточно неясными и притворялись, будто прикрывают завесой свои действительные или мнимые знания. Поэтому язык философии в течение многих веков был всего лишь жаргоном.

Наконец этот жаргон был изгнан из наук. Я говорю «был изгнан»; но он не изгонялся сам собой; он всегда искал в них прибежище, скрываясь под новыми формами, и лучшие умы с трудом преграждали ему доступ. Но вот наконец науки достигли успехов, потому что философы стали лучше наблюдать и внесли в свой язык такую же точность и аккуратность, как и в свои наблюдения. Таким образом они исправили язык во многих отношениях и стали лучше рассуждать. Так искусство рассуждать следовало всем изменениям языка, и это было естественно («Курс занятий», «Древняя история», кн. III, гл. 26; «Новая история», кн. VIII, IX, гл. 8, 9 и след., конец посл. кн.).

## ГЛАВА V

### СООБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО АБСТРАКТНЫХ И ОБЩИХ ИДЕЙ, ИЛИ КАКИМ ОБРАЗОМ ИСКУССТВО РАССУЖДАТЬ СВОДИТСЯ К ХОРОШО ПОСТРОЕННОМУ ЯЗЫКУ

**Абстрактные  
и общие идеи  
суть не что иное,  
как наименования**

Общие идеи, образование которых мы объяснили, составляют часть полной идеи каждого из индивидов, которым они соответствуют, и на этом основании их рассматривают как част-

ные идеи. Например, идея человека составляет часть полных идей Петра и Павла, поскольку равным образом мы находим ее и в Петре, и в Павле.

Нет человека вообще. Значит, эта частная идея совсем не имеет реальности вне нас, а имеет ее только в нашем уме, где существует отдельно от полных, или индивидуальных, идей, часть которых она составляет.

Она имеет реальность в нашем уме лишь потому, что мы рассматриваем ее как обособленную от каждой индивидуальной идеи; на этом основании мы называем ее абстрактной, ибо «абстрактный» означает не что иное, как «обособленный».

Следовательно, все общие идеи являются также абстрактными идеями, и вы видите, что мы образуем их, когда берем в каждой индивидуальной идее то, что присуще всем.

Но какова, в сущности, та реальность, которую имеет общая и абстрактная идея в нашем уме? Это идея есть лишь имя (nom), а если она представляет собой нечто иное, она с необходимостью перестает быть абстрактной и общей.

Например, когда я думаю о человеке, я могу усматривать в этом слове одно лишь общее наименование (dénomination); в этом случае совершенно очевидно, что моя идея, так сказать, вписана в это имя, что она нисколько не выходит за его пределы и что, следовательно, она является не чем иным, как самим этим именем.

Напротив, если, думая о человеке, я усматриваю в этом слове нечто другое, а не просто наименование, то я в самом деле представляю себе человека; и в этом случае человек в моем уме, как и в природе, не может быть абстрактным и общим.

Значит, абстрактные идеи — это лишь наименования. Если бы мы непременно хотели подразумевать под ними нечто другое, мы были бы похожи на художника, который упорно желает нарисовать человека вообще и тем не менее всегда рисует лишь индивида<sup>18</sup>.

Следовательно, искусство рассуждать сводится к хорошо построенному языку

Это соображение относительно абстрактных и общих идей доказывает, что их ясность и точность зависят исключительно от порядка, в котором мы создали наименования классов, и что, следовательно, для определения этого вида идей есть только одно средство — хорошо построить язык.

Это соображение подтверждает то, что мы уже доказали, — насколько необходимы для нас слова. Ибо если бы мы совсем не имели наименований, мы совсем не имели бы абстрактных идей; если бы мы совсем не имели абстрактных идей, мы не имели бы ни родов, ни видов; а если бы мы не имели ни родов, ни видов, мы не могли бы ни о чем рассуждать. Ведь если мы рассуждаем лишь с помощью этих наименований, то это новое доказатель-

ство того, что мы рассуждаем хорошо или плохо только с помощью этих наименований, а это — новое доказательство того, что мы рассуждаем хорошо или плохо лишь потому, что наш язык хорошо или плохо построен. Значит, анализ научит нас рассуждать лишь постольку, поскольку, обучая нас определять абстрактные и общие идеи, он будет обучать нас хорошо строить наш язык; и все искусство рассуждать сводится к искусству хорошо говорить.

Следовательно, говорить, рассуждать, создавать себе общие, или абстрактные, идеи — это по существу одно и то же; и эта истина, будучи совершенно простой, могла бы сойти за открытие. Конечно, об этом не догадывались; это проявляется в манере говорить и рассуждать, в злоупотреблениях общими идеями, наконец, в трудностях, которые встречаются в понимании абстрактных идей те, у кого их так мало.

Искусство рассуждать сводится к хорошо построенному языку лишь потому, что сам по себе порядок в наших идеях — это только субординация, существующая между названиями, данными родам и видам; и так как мы имеем новые идеи лишь потому, что образуем новые классы, очевидно, что определять идеи мы будем так же, как и сами классы. Тогда мы будем рассуждать хорошо, потому что аналогия будет руководить нами в наших суждениях, так же как и в понимании слов.

Эта хорошо известная истина предохранит нас от многих заблуждений

Будучи убеждены в том, что классы — это лишь наименования, мы и не подумаем, что в природе существуют роды и виды, и увидим в словах *роды* и *виды* лишь способ класси-

фицировать вещи соответственно отношениям, в которых они находятся к нам или друг к другу. Мы признаем, что можем открыть только эти отношения, и не станем думать, будто можем сказать, каковы вещи сами по себе. Таким образом, мы избегнем множества заблуждений.

Если мы заметим, что все эти классы необходимы нам только потому, что, для того чтобы составить себе отчетливые идеи, нам нужно расчленить предметы, которые мы хотим изучить, мы не только признаем ограниченность нашего ума, но увидим также, где проходят его границы, и не будем помышлять переступить их. Мы не будем погружаться в бесполезные вопросы. Вместо поисков того, чего мы не можем найти, мы будем искать то, что нам доступно. Для этого нужно будет лишь образовать точные

идеи, а это мы сумеем сделать, если сумеем пользоваться словами.

Ведь мы сумеем пользоваться словами, когда, вместо того чтобы искать в них сущности, которых мы не могли в них предполагать, будем искать в них только то, что мы в них предположили, — отношения, в которых вещи находят-ся к нам и друг к другу.

Мы сумеем ими пользоваться, когда, рассматривая их относительно границ нашего ума, будем считать их только средством, в котором мы нуждаемся, чтобы думать. Тогда мы почувствуем, что определять выбор слов должна самая большая аналогия, что она должна определять все их значения. И мы по необходимости ограничим количество слов настолько, насколько это потребуется. Мы не будем без конца блуждать среди пустых различий, разделений, подразделений и иностранных слов, которые становятся варварскими в нашем языке.

Наконец, мы сумеем пользоваться словами, когда анализ привьет нам навык искать их первоначальное значение в их первом употреблении, а все другие значения — в аналогии.

Именно анализ  
создает язык  
и порождает  
искусства и науки

Только этому анализу мы обязаны способностью абстрагировать и обобщать. Значит, он создает языки, он дает нам точные идеи всех видов.

Одним словом, именно благодаря анализу мы способны создавать искусства и науки. Скажем лучше, именно он их создал. Он сделал все открытия, а мы лишь следовали за ним. Воображение, которому приписывают все таланты, было бы ничем без анализа.

Оно было бы ничем! Я ошибаюсь: оно было бы источником мнений, предрассудков и заблуждений; и у нас были бы лишь нелепые мечты, если бы иногда воображение не направлялось анализом. В самом деле, создают ли что-нибудь другие писатели, которые имеют только воображение?

Путь, который указывает нам анализ, отмечен рядом хорошо сделанных наблюдений, и мы идем по нему уверенным шагом, потому что всегда знаем, где находимся, и всегда видим, куда идем. Кроме того, анализ дает нам все, что может нам как-то помочь. Наш ум, столь слабый сам по себе, находит в нем всевозможные рычаги и наблюдает явления природы с такой же легкостью, как если бы он сам их упорядочил.

Истину нужно искать,  
следуя анализу,  
а не воображению

Но чтобы лучше судить о том, чем мы обязаны анализу, его нужно хорошо знать, иначе результат анализа покажется нам произведением воображения, потому что идеи, которые мы называем абстрактными, уже не относятся к чувствам и мы думаем, что они происходят не из чувств. И так как тогда мы не увидим, что у них общего с нашими ощущениями, мы вообразим, будто они суть что-то другое. Если нами завладеет это заблуждение, мы будем ослеплены относительно их происхождения и формирования, мы не сможем увидеть, что они собой представляют, и тем не менее будем думать, что видим это; у нас будут лишь призраки. Идеи будут представляться нам сущностями, которые сами по себе имеют существование в душе, врожденными сущностями, или сущностями, последовательно присоединенными к нашей сущности. В других случаях это будут сущности, которые существуют только в боге и которые мы видим только в нем<sup>19</sup>. Подобные фантазии непременно уведут нас с дороги открытий, и мы пойдем от одного заблуждения к другому. Однако это системы, которые создает воображение; если однажды мы их примем, мы лишимся хорошо построенного языка и будем обречены рассуждать почти всегда плохо, потому что мы плохо рассуждаем о способностях нашего ума.

Как мы уже отметили, не так вели себя люди, вышедшие из рук творца природы. Хотя тогда они искали, не зная, чего ищут, они искали хорошо и часто неосознанно находили то, что искали. Их потребности, которые дал им творец природы, и условия, в которые они были поставлены, вынуждали их наблюдать и часто предостерегали не давать воли своему воображению. Анализ, который создавал язык, создавал его хорошо, так как он всегда определял смысл слов. Язык, который не имел большого словаря, но был хорошо создан, вел к самым необходимым открытиям. К сожалению, люди не умели наблюдать, как они обучаются. Можно было бы сказать, что они способны делать хорошо только то, что они делают безотчетно; и философы, которые должны были бы прояснить этот вопрос, проявляя большую просвещенность, чем первые люди, часто искали, ничего не находя или впадая в заблуждение («Курс занятий», «Об искусстве мыслить», ч. II, гл. 5).



НАСКОЛЬКО ОШИБАЮТСЯ ТЕ, КТО РАССМАТРИВАЕТ  
ДЕФИНИЦИИ КАК ЕДИНСТВЕННОЕ СРЕДСТВО,  
УСТРАНЯЮЩЕЕ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ СЛОВАМИ

Дефиниции  
всего лишь показывают  
вещи, и неизвестно,  
что хотят сказать,  
когда выдают их  
за принципы

Недостатки языков заметны главным образом в словах, значение которых не определено, или в словах, не имеющих смысла. Люди хотели их устранить, и, так как есть слова, которые можно определить, они говорили, что нужно определить все слова. Соответственно с этим дефиниции рассматривались как основа искусства рассуждать.

*Треугольник есть поверхность, ограниченная тремя линиями.* Это — дефиниция. Если она дает о треугольнике идею, без которой невозможно определить его свойства, то, чтобы раскрыть свойства вещи, нужно подвергнуть ее анализу, а для этого ее нужно видеть. Подобные дефиниции, следовательно, лишь показывают вещи, которые собираются анализировать. Наши чувства также показывают нам чувственные предметы, и мы их анализируем, хотя не смогли бы дать им дефиницию. Таким образом, необходимость определять есть лишь необходимость видеть вещи, о которых хотят рассуждать; и если их могут видеть, не определяя, то дефиниции становятся ненужными. Это самый обычный случай.

Несомненно, что для того, чтобы изучить вещь, мне нужно ее видеть, но, когда я ее вижу, мне остается только подвергнуть ее анализу. Значит, когда я открываю свойства поверхности, ограниченной тремя линиями, только анализ является принципом моих открытий, если требуются принципы; и эта дефиниция лишь показывает мне треугольник, составляющий предмет моих исследований, так же как мои чувства показывают мне чувственные предметы. Что же означает фраза *Дефиниции суть принципы*? Она означает, что прежде всего нужно видеть вещи, для того чтобы их изучить, и что нужно их видеть такими, каковы они на самом деле. Она означает только это, а тем не менее думают, что здесь говорится еще что-то.

Принцип есть синоним начала; именно в таком значении это слово сперва употреблялось, но затем, привыкнув к нему, стали пользоваться им по привычке, машинально,

не связывая с ним идеи, и получили принципы, которые не являются началом чего бы то ни было.

Я скажу, что наши чувства — это принцип наших знаний, потому что знания начинаются именно с чувств, и тем самым я скажу нечто понятное. Не так будет обстоять дело, если я скажу, что поверхность, ограниченная тремя линиями, есть принцип всех свойств треугольника, потому что все свойства треугольника начинаются с поверхности, ограниченной тремя линиями. Ибо я предпочел бы также сказать, что все свойства поверхности, ограниченной тремя линиями, начинаются с поверхности, ограниченной тремя линиями. Одним словом, эта дефиниция меня ничему не учит; она лишь показывает мне вещь, которую я знаю и свойства которой может открыть мне только анализ.

Итак, дефиниции ограничиваются тем, что показывают вещи, но не всегда в равной мере освещают их. Душа есть субстанция, которая чувствует, — это дефиниция, показывающая душу весьма неполно всем тем, кого анализ не научил, что все ее способности в принципе, или в начале, представляют собой лишь способность чувствовать. Значит, не с такой дефиниции надо начинать рассуждение о душе. Ибо хотя все способности души по существу представляют собой способность чувствовать, эта истина не является для нас принципом, или началом, если, вместо того чтобы быть первым знанием, она оказывается последним. Ведь она — последняя, так как она есть результат анализа.

Лишь в редких  
случаях можно дать  
дефиниции

Настроенные на то, чтобы все определять, геометры часто делают напрасные усилия и ищут дефиниции, которых не находят. Такова, например, дефиниция прямой линии, ибо сказать вместе с ними, что она есть наикратчайшее расстояние между двумя точками, — значит не показать, что она собой представляет, а только предположить, что это известно. Однако, поскольку в языке геометров дефиниция составляет принцип, она не должна предполагать, что вещь известна. Вот подводный камень, из-за которого садятся на мель все создающие основы, к великому возмущению некоторых геометров, сетующих на то, что еще не дана хорошая дефиниция прямой линии, и, по-видимому, не знающих, что не следует определять то, что неопределимо. Но если дефиниции ограничиваются тем, что показывают нам вещи, то не все ли равно, происходит это до того,

как мы их познаем, или только после? Я думаю, важно лишь их познать.

Ведь люди были бы убеждены в том, что единственное средство познать вещи — анализировать их, если бы заметили, что лучшая дефиниция — это анализ. Например, дефиниция треугольника есть его анализ, так как несомненно, что для того, чтобы сказать, что треугольник представляет собой поверхность, ограниченную тремя линиями, нужно было рассмотреть одну за другой стороны этой фигуры и сосчитать их. Правда, этот анализ делается, так сказать, разом, потому что мы быстро считаем до трех. Но ребенок не сосчитал бы так же быстро, и тем не менее он проанализировал бы треугольник так же хорошо, как и мы. Он анализировал бы его медленно, подобно тому как мы сами дали бы дефиницию, или произвели анализ, фигуры с большим количеством сторон, считая медленно.

Не будем говорить, что в наших исследованиях нужно иметь в качестве принципов дефиниции; скажем проще: нужно хорошо начать, т. е. видеть вещи такими, какие они есть; и прибавим, что для того, чтобы видеть их так, нужно всегда начинать с анализа.

Выражаясь подобным образом, мы будем говорить с большей точностью, и нам не доставят огорчений поиски дефиниций, которых не удастся найти. Мы будем знать, например, что для того, чтобы приобрести знание о прямой линии, вовсе не обязательно определять ее по способу геометров, а достаточно обратить внимание на то, как мы приобрели идею прямой линии.

Тщетны усилия тех,  
кто одержим манией  
все определять

Так как геометрия — наука, которую называют точной, люди думают, что для того, чтобы хорошо разрабатывать все другие науки, нужно лишь

копировать геометров, и мания определять подобно им стала манией всех философов, или тех, кто выдает себя за таковых. Откройте языковой словарь, и вы увидите, что для каждой статьи хотят дать дефиниции и что это плохо удается. Лучшие дефиниции, как, например, дефиниция прямой линии, предполагают, что значение слов известно; если же они ничего не предполагают, они непонятны.

**Дефиниции  
бесполезны,  
потому что наши идеи  
должен определять  
анализ**

Наши идеи являются либо простыми, либо сложными. Если они простые, их не станут определять; геометр безуспешно попробовал бы это сделать и потерпел бы здесь неудачу,

как в случае с прямой линией. Но хотя их невозможно определить, анализ всегда покажет нам, как мы их получили, поскольку он покажет, откуда они происходят и как поступают к нам.

Если же идея сложная, то и в этом случае только анализ позволит ее познать, потому что только анализ может, расчлняя ее, показать нам все частные идеи, из которых она состоит. Поэтому, каковы бы ни были наши идеи, только анализ может ясно и четко определить их.

Однако всегда останутся такие идеи, которые не будут определены, или по крайней мере такие, которые нельзя будет определить так, чтобы всем угодить. Так как люди не смогли договориться о том, чтобы составить каждую идею одинаковым образом, идеи необходимо являются неопределенными. Такова, например, идея, которую мы обозначаем словом *ум*. Но хотя анализ не может определить, что мы понимаем под словом, которое не всеми понимается одинаково, он тем не менее определит все, что можно понимать под этим словом, не препятствуя тому, чтобы каждый понимал то, что ему угодно, как это и бывает; легче анализу исправить язык, чем нам исправить самих себя.

Наконец, только анализ исправит все то, что может быть исправлено, потому что он один может показать возникновение всех наших идей. Поэтому философы чрезвычайно заблуждались, когда отказались от анализа и думали возместить его дефинициями. Они заблуждались тем более, что не умели еще дать хорошую дефиницию самого анализа. Видя усилия, которые они прилагают к тому, чтобы объяснить этот метод, можно было бы сказать, что есть много таинственного в расчленении целого на части и в соединении его вновь; тем не менее достаточно наблюдать в определенном порядке. Посмотрите в «Энциклопедии» слово *Анализ*.

**Синтез,  
неясный метод**

Именно синтез стал причиной мании дефиниций, этот неясный метод, который всегда начинается с того, чем нужно кончать; тем не менее его называют методом теории (*méthode de doctrine*).

Я не буду давать более точное понятие о нем, как потому, что я его не понимаю, так и потому, что понять его невозможно. Он тем более ускользает от нас, что принимает все характерные черты умов, которые хотят его применять, и в особенности заблуждающихся умов. Вот как один известный писатель высказывается по этому вопросу. «Наконец, — говорит он, — эти два метода (анализ и синтез) различаются между собой, как путь, который проделывают, поднимаясь из долины на гору, и путь, который проделывают, спускаясь с горы в долину» \*. Из этого высказывания я вижу только, что анализ и синтез — два противоположных метода и что если один хорош, то другой плох.

В самом деле, идти можно только от известного к неизвестному. Ведь если неизвестное находится на горе, то, не спускаясь, можно его достигнуть, а если оно в долине, то его нельзя будет достигнуть, поднимаясь. Значит, не может быть двух путей для его достижения. Подобные взгляды не заслуживают более серьезной критики («Курс занятий», «Об искусстве мыслить», ч. I, гл. 9).

Полагают, что сущность синтеза заключается в соединении наших идей, а сущность анализа — в их расчленении. Вот почему автор «Логики» думает, что объясняет их, когда говорит, что один путь ведет из долины на гору, а другой — с горы в долину. Но чтобы хорошо или плохо рассуждать, обязательно нужно, чтобы ум то восходил, то опускался; или, проще говоря, для него так же важно соединять, как и расчленять, ибо ряд рассуждений является и не может не являться лишь рядом соединений и расчленений. Следовательно, цель синтеза — как расчленение, так и соединение, а цель анализа — как соединение, так и расчленение. Было бы нелепо воображать, что эти две вещи взаимно исключают друг друга и что можно было бы рассуждать, запрещая себе всякое соединение или всякое расчленение. В чем же различаются эти два метода? В том, что анализ всегда начинает хорошо, а синтез всегда начинает плохо. Первый, не нарушая порядка, обладает им естественно, так как является методом природы; второй, не знающий естественного порядка потому, что он метод философов, во многом его нарушает и утомляет ум, не просвещая его. Одним словом, истинный анализ, анализ, который следует предпочесть, — тот, кото-

---

\* «Логика, или Искусство мыслить», ч. IV, гл. 2<sup>20</sup>.

рый, начиная с начала, показывает в аналогии формирования языка, а в формировании языка — развитие наук.

## ГЛАВА VII

### НАСКОЛЬКО ПРОСТО РАССУЖДЕНИЕ, КОГДА ПРОСТ САМ ЯЗЫК

**Заблуждение тех,  
кто предпочитает  
синтез анализу**

Хотя анализ есть единственный метод, кажется, что сами математики, всегда готовые от него отказаться,

применяют его лишь постольку, поскольку вынуждены это делать. Они отдают предпочтение синтезу, который считают более простым и более быстрым; а их сочинения о нем являются более путанными и длинными \*.

Мы только что видели, что синтез как раз противоположен анализу. Он уводит нас в сторону от пути, ведущего к открытиям, тем не менее огромное количество математиков воображают, будто этот метод наиболее пригоден для обучения. Они считают его настолько хорошим, что не хотят допустить в своих учебниках другой метод.

Клеро думал иначе <sup>21</sup>. Я не знаю, говорили ли господа Эйлер и Лагранж, что они думают по этому вопросу. Но они делали так, как если бы они об этом говорили, поскольку в своих основах алгебры они следуют только аналитическому методу \*\*.

---

\* Это обвинение, обоснованное в общем, не остается без исключений. Например, господа Эйлер и Лагранж, склонные благодаря своей гениальности к наибольшей ясности и изяществу, предпочли анализ, который они усовершенствовали. В их сочинениях, полных изобретательности, этот метод получил новый размах; они великие математики, потому что являются великими аналитиками. Они превосходно писали на алгебраическом языке, а из всех языков это такой, в котором хорошие писатели наиболее редки, так как он создан наилучшим образом.

\*\* «Основы» г-на Эйлера <sup>22</sup> не похожи ни на что из того, что было сделано его предшественниками. В первой части автор рассматривает определенный анализ при помощи простого, ясного метода, которым он полностью владеет. Только теория уравнений излагается иногда слишком кратко. Несомненно, г-н Эйлер пренебрег подробностями, которые столь часто повторялись другими; но это вызывает сетования у читателя, который хочет обучаться.

Столь мало известный во Франции неопределенный анализ, успеху которого так много способствовали господа Эйлер и Лагранж, является предметом второй части, представляющей собой шедевр и включающей добавления г-на Лагранжа. Превосходные качества этого произведения — результат аналитического метода, который оба этих великих ученых знают превосходно. Тем, кто его не знает, бесполезно писать об основах наук.

Одобрение, высказанное этими математиками, кое-что значит. Следовательно, другие математики были особенно настроены в пользу синтеза, раз они убедили себя в том, что анализ, этот метод изобретения, не есть еще метод теории, и что для того, чтобы узнать открытия других, якобы имеется способ более предпочтительный, нежели способ, позволивший нам сделать эти открытия.

Если анализ обычно изгоняется из математики каждый раз, когда в ней можно применить синтез, то, по-видимому, ему закрыт всякий доступ в другие науки и он вводится в них лишь без ведома тех, кто ими занимается. Вот почему среди множества произведений древних и современных философов столь мало таких, которые были бы созданы для обучения. Истину редко узнают, когда анализ не показывает ее, а синтез, напротив, окутывает ее грудой неясных понятий, мнений, заблуждений и создает себе жаргон, который принимают за язык искусств и наук.

**Все науки были бы  
точными, если бы  
говорили очень  
простым языком**

Если только поразмыслить над анализом, следует признать, что он должен проливать тем больше света, чем он проще и точнее; и если вспомнить, что искусство рассуждать

сводится к хорошо построенному языку, то следует заключить, что наибольшая простота и точность анализа могут быть следствием наибольшей простоты и точности языка. Стало быть, нам нужно образовать идею этой простоты и точности, чтобы приблизиться к ним во всех наших исследованиях, насколько это будет возможно.

Точными науками называют науки, в которых имеется строгое доказательство. Почему же не все науки точные? И если есть среди них такие, где положения доказаны не строго, то как они там доказываются? Хорошо ли знают, что хотят сказать, когда предполагают доказательства, которые, строго говоря, не являются доказательствами?

Доказательство либо не является доказательством, либо оно точное доказательство. Но нужно согласиться, что если оно не выражено в том языке, в каком оно должно быть выражено, то оно будет казаться тем, чем оно вовсе не является. Поэтому не вина наук, если они не доказывают строго; это вина ученых, которые плохо говорят.

Язык математики, алгебра, — самый простой из всех языков. Не означает ли это, что доказательства имеются только в математике? И поскольку другие науки не могут достичь такой же простоты, смогут ли они быть достаточно

простыми, чтобы убеждать, что они действительно доказывают то, что доказывают?

Во всех науках доказывает анализ; и он доказывает там каждый раз, когда говорит на языке, на котором он должен говорить. Я хорошо знаю, что различают разные виды анализа: логический анализ, метафизический, математический, но есть только один анализ, который одинаков во всех науках, потому что всюду ведет от известного к неизвестному путем рассуждения, т. е. путем ряда суждений, которые заключены одни в других. Мы составим себе идею языка, которого он должен придерживаться, если попытается разрешить одну из задач, обычно разрешаемую только с помощью алгебры. Выберем одну из более легких задач, потому что она будет для нас более доступна; к тому же такой задачи будет достаточно для того, чтобы раскрыть все искусство рассуждения.

**Задача, которая  
это доказывает**

Если, имея в обеих руках жетоны, я переложу один жетон из правой руки в левую, то я буду иметь их столько же в одной руке, сколько и в другой; а если я переложу один жетон из левой руки в правую, я буду иметь их в правой вдвое больше, чем в левой. Я спрашиваю вас: какое число жетонов у меня в каждой руке?

Дело не в том, чтобы угадать это число, делая предположения, — его нужно найти, рассуждая, идя от известного к неизвестному путем ряда суждений.

Здесь даны два условия, или, как говорят математики, имеются два данных: первое — если я переложу один жетон из правой руки в левую, то я буду иметь одинаковое число жетонов в каждой руке; второе — если я переложу один жетон из левой в правую, я буду иметь двойное число жетонов в правой. Ведь вы видите, что если возможно найти число, которое я вам предлагаю найти, то это можно сделать, лишь рассматривая отношения, в которых эти два данных находятся друг к другу. Вы поймете, что эти отношения будут более или менее явными в зависимости от того, насколько просто будут выражены данные.

Если бы вы сказали: «Число, которое вы имеете в правой руке, когда из него вычли один жетон, равно числу, которое вы имеете в левой руке, когда к нему прибавили один жетон», вы выразили бы первое данное при помощи большего количества слов. Скажите же короче: «Число в вашей правой руке, уменьшенное на единицу,



равно числу в вашей левой руке, увеличенному на единицу», или: «Число в вашей правой минус единица равно числу в левой плюс единица». Или, наконец, еще короче: «Правая минус один равна левой плюс один».

Таким образом, от перевода к переводу мы достигнем самого простого выражения первого данного. Ведь чем больше вы будете сокращать свою речь, тем больше будут сближаться ваши идеи; и чем больше они сближаются, тем легче вам будет понять их во всех отношениях. Значит, нам остается рассмотреть второе данное так же, как и первое; его нужно перевести в наипростейшее выражение.

По второму условию задачи, если я переложу один жетон из левой руки в правую, в правой у меня будет двойное число жетонов. Значит, число в моей левой руке, уменьшенное на единицу, есть половина числа в моей правой, увеличенного на единицу. Следовательно, вы выразите второе данное, говоря: «Число в вашей правой руке, увеличенное на единицу, равно взятому дважды числу в левой, уменьшенному на единицу».

Вы переведете это выражение в другое, более простое, если скажете: «Правая, увеличенная на единицу, равна двум левым, уменьшенным каждая на единицу», и вы придете к самому простому выражению: «Правая плюс один равна двум левым минус два». Итак, мы перевели данные в следующие выражения:

Правая минус один равна левой плюс один.

Правая плюс один равна двум левым минус два.

Выражения этого вида называются в математике уравнениями. Они составлены из двух равных членов: «Правая минус один» — первый член первого уравнения; «Левая плюс один» — второй член.

Неизвестные количества смешаны в каждом из этих членов с известными количествами. Известные — это «минус один», «плюс один», «минус два»; неизвестные — «правая» и «левая», при помощи которых вы выражаете два числа, которые вы ищете.

Пока известные и неизвестные смешаны так в каждом члене уравнений, невозможно решить задачу. Но не нужно большого усилия мысли, чтобы заметить, что если есть способ перенести количество из одного члена в другой, не изменяя равенства между ними, то мы можем, оставляя в одном члене лишь одно из двух неизвестных, выделить там известные, с которыми оно смешано.

Этот способ представляется сам собой: ибо если правая минус один равна левой плюс один, значит, правая будет равна левой плюс два; и если правая плюс один равна двум левым минус два, значит, правая будет равна двум левым минус три. Таким образом, вы замените два первых уравнения двумя следующими:

Правая равна левой плюс два.

Правая равна двум левым минус три.

Первый член этих двух уравнений — то же самое количество, правая; и вы видите, что узнаете значение второго члена одного или другого уравнения. Но второй член первого уравнения равен второму члену второго, поскольку они оба равны одному и тому же количеству, выраженному правой. Следовательно, вы сможете составить это третье уравнение:

Левая плюс два равна двум левым минус три.

Тогда останется только одно неизвестное, левая; и вы узнаете его значение, когда выделите его, т. е. когда вы перенесете все известные в одну сторону. Таким образом, вы скажете:

Два плюс три равно двум левым минус одна левая.

Два плюс три равно одной левой.

Пять равно одной левой.

Задача решена. Вы открыли, что число жетонов у меня в левой руке — пять. В уравнениях «правая равна левой плюс два», «правая равна двум левым минус три» вы найдете, что семь есть число, которое было у меня в правой руке. Ведь эти два числа, пять и семь, удовлетворяют условиям задачи.

**Решение этой задачи  
с помощью  
алгебраических  
знаков**

На этом примере вы ясно видите, как простота выражений облегчает рассуждение; и вы понимаете, что если анализ нуждается в подобном языке, когда задача так же легка, как

и та задача, которую мы только что решили, то он нуждается в нем еще больше, когда задачи усложняются. Поэтому преимущество анализа в математике вытекает исключительно из того, что анализ говорит здесь на самом простом языке. Чтобы объяснить это, достаточно даже поверхностного представления об алгебре.

Этот язык не нуждается в словаре. Здесь выражают

плюс знаком +, минус — знаком — и «равно» — знаком =, а количество обозначают буквами и цифрами. Например,  $x$  будет числом жетонов, которые я имею в правой руке, а  $y$  — числом жетонов в левой руке. Значит,  $x - 1 = y + 1$  означает, что число жетонов у меня в правой руке, уменьшенное на единицу, равно числу жетонов в левой руке, увеличенному на единицу; и  $x + 1 = 2y - 2$  означает, что число в моей правой руке, увеличенное на единицу, равно взятому дважды числу в левой руке, уменьшенному на единицу. Значит, данные нашей задачи заключены в этих двух уравнениях:

$$\begin{aligned}x - 1 &= y + 1; \\x + 1 &= 2y - 2,\end{aligned}$$

которые при выделении неизвестного первого члена принимают вид:

$$\begin{aligned}x &= y + 2; \\x &= 2y - 3.\end{aligned}$$

Из двух последних членов этих уравнений мы образуем уравнение

$$x + 2 = 2y - 3,$$

которое последовательно принимает вид:

$$\begin{aligned}2 &= 2y - y - 3; \\2 + 3 &= 2y - y; \\2 + 3 &= y; \\5 &= y.\end{aligned}$$

Наконец, из  $x = y + 2$  мы выводим также  $x = 10 - 3 = 7$ .

**Очевидность  
рассуждения состоит  
исключительно  
в тождестве, которое  
обнаруживается  
при переходе  
от одного суждения  
к другому**

Этот алгебраический язык ясно показывает, как в рассуждении суждения связаны друг с другом. Понятно, что последнее суждение заключено в предпоследнем, предпоследнее — в том, которое ему предшествует; таким образом восходят от одного суждения к другому лишь потому, что по-

следнее тождественно предпоследнему, предпоследнее — тому, которое ему предшествует, и т. д.; признано, что это тождество и создает всю очевидность рассуждения.

Когда рассуждение разворачивается при помощи слов, очевидность также состоит в тождестве, которое замечается между двумя суждениями. В самом деле, ряд суждений

остаётся тем же самым, изменяется лишь их выражение<sup>23</sup>. Нужно только отметить, что тождество легче замечается, когда его выражают при помощи алгебраических знаков.

Но, замечается ли тождество более или менее легко, достаточно ему себя проявить, чтобы мы были уверены, что рассуждение является строгим доказательством; и не нужно представлять себе, что науки точны и в них проводится строгое доказательство, лишь когда в них говорят при помощи  $x$ ,  $a$  и  $b$ . Если некоторые из них кажутся не допускающими доказательства, то потому, что о них говорят, прежде чем построить для них язык, даже не подозревая, что его необходимо создать; так что все науки имели бы одинаковую точность, если бы в каждой из них говорили на хорошо построенных языках. В первой части этого сочинения мы рассматривали метафизику. Там, например, мы объяснили происхождение способностей души лишь потому, что увидели, что все они тождественны способности ощущать, и наши рассуждения, выраженные словами, так же строго доказаны, как могли бы быть доказаны рассуждения, выраженные при помощи букв.

Науки  
мало точные —  
это науки,  
язык которых  
плохо построен

Таким образом, если есть науки мало точные, то не потому, что в них не применяют алгебраических выражений, а потому, что их языки плохо построены и об этом не догадываются,

или если и догадываются, то переделывают их в ещё худшие. Нужно ли удивляться тому, что люди не умеют рассуждать, когда язык наук — лишь жаргон, составленный из слишком большого количества слов, из которых одни — обиходные, не имеющие определенного смысла, а другие — иностранные, или варварские, слова, которые плохо понимают? Все науки были бы точными, если бы люди умели говорить на языке каждой из них.

Следовательно, все подтверждает то, что мы уже доказали, — что языки также являются аналитическими методами, что рассуждение совершенствуется лишь постольку, поскольку совершенствуются сами языки, и что искусство рассуждать, сведенное к наибольшей простоте, может быть лишь хорошо построенным языком.

Алгебра  
представляет собой  
по существу  
лишь язык

Я не буду говорить вместе с математиками, что алгебра есть нечто вроде языка. Я говорю, что она есть язык и не может быть ничем другим.

Вы видите на примере задачи, только что решенной на-

ми, что алгебра есть язык, на который мы перевели рассуждение, ранее выраженное нами при помощи слов. Ведь если буквы и слова выражают одно и то же рассуждение, то очевидно, что поскольку при помощи слов лишь говорят на языке, то при помощи букв также лишь говорят на языке.

То же мы могли бы наблюдать относительно самых сложных задач, ибо все алгебраические решения предлагают тот же самый язык, т. е. рассуждения, или последовательно тождественные суждения, выраженные при помощи букв. Но так как алгебра представляет собой самый методичный из языков и раскрывает рассуждения, которые нельзя было бы перевести ни на какой другой язык, то люди вообразили, что она не является, в сущности говоря, языком, что она язык лишь в некоторых отношениях и должна быть еще чем-то другим.

В самом деле, алгебра — это аналитический метод, но от этого она не становится в меньшей мере языком, раз все языки представляют собой аналитические методы. Ведь это то, чем они являются на самом деле. Но алгебра служит весьма ярким доказательством того, что развитие наук зависит исключительно от развития языков и что только хорошо построенные языки могли бы придать анализу ту степень простоты и точности, которую он допускает в зависимости от рода наших исследований.

Они могли бы, говорю я, ибо в искусстве рассуждать, как и в искусстве исчислять, все сводится к составлению и расчленению; и не следует думать, что это два разных искусства.

## ГЛАВА VIII

### В ЧЕМ СОСТОИТ ВСЕ ИСКУССТВО РАССУЖДЕНИЯ

В каждом вопросе, который требуется решить, есть два момента: формулировка данных, или изложение вопроса, и выделение неизвестных, или рассуждение.

Метод, которому мы следовали в предыдущей главе, принимает за правило, что открыть истину, которая неизвестна, можно лишь постольку, поскольку она содержится в истинах, которые известны, и что, следовательно, всякий вопрос, который нужно решить, предполагает данные, где смешаны известные и неизвестные, как они смешаны в данных задачи, решенной нами.

Если данные не содержат всех известных, необходимых для открытия истины, задача неразрешима. Это замечание — первое, которое следовало бы сделать, но его почти никогда не делают. Значит, рассуждают плохо, так как не знают, что не располагают в достаточной мере известными истинами, чтобы рассуждать хорошо.

Однако люди замечают, что когда они имеют все известные, то приходят благодаря ясному и точному языку к искомому решению и догадываются, что, когда они придерживаются неясного и путаного языка, который ни к чему не приводит, они не располагают всеми необходимыми данными. Если бы люди стремились лучше говорить, чтобы лучше рассуждать, то узнали бы, насколько эти две вещи зависят друг от друга.

Нет ничего более простого, чем рассуждение, когда имеющиеся данные заключают в себе все известные, необходимые для открытия истины; мы только что это видели. Неверно было бы говорить, что вопрос, который мы поставили в приведенной выше задаче, было легко решить и что более трудную задачу решить таким способом невозможно; ведь способ рассуждать всегда один и тот же, он не меняется, и только предмет рассуждения меняется с каждым новым вопросом, который мы себе ставим. В самых трудных, как и в самых легких, вопросах нужно идти от известного к неизвестному. Значит, нужно, чтобы данные заключали в себе все известные, необходимые для его решения. Когда они заключают их в себе, остается лишь сформулировать эти данные достаточно простым образом, чтобы выделить неизвестные с возможно большей легкостью.

Таким образом, в каждом вопросе есть два момента — формулировка данных и выделение неизвестных.

Формулировка данных — это, собственно, то, что понимается под изложением вопроса, а выделение неизвестных — рассуждение, в результате которого находят его решение.

Что следует понимать под изложением вопроса

Когда я предложил вам найти число жетонов, которое было у меня в каждой руке, я сформулировал все необходимые вам данные; таким образом, кажется, будто я сам сформулировал изложение вопроса. Но мой язык не подготовил решение задачи. Вот почему, вместо того чтобы слово в слово повторять мою формулировку, вы последовательно придавали ей

различный вид, пока не достигли наиболее простого выражения. Тогда рассуждение получилось, так сказать, само собой, потому что как бы сами собой выделились неизвестные. Сформулировать изложение вопроса — значит по существу перевести данные в наиболее простое выражение, так как именно наиболее простое выражение облегчает рассуждение, способствуя выделению неизвестных.

Но, могут сказать, так рассуждают в математике, где рассуждение строится при помощи уравнений. Будет ли это так же в других науках, где рассуждение строится при помощи предложений? Я утверждаю, что уравнения, предложения, суждения — это по существу одно и то же и что, следовательно, люди рассуждают одинаковым образом во всех науках.

**Искусство  
рассуждения  
одинаково во всех  
науках; пример,  
доказывающий это**

В математике тот, кто ставит вопрос, ставит его обычно со всеми соответствующими данными, и, чтобы его решить, нужно лишь перевести его в алгебру. В других науках, напротив,

кажется, что вопрос никогда не ставится со всеми необходимыми для его решения данными. Например, вас спросят, каково происхождение и формирование способностей человеческого разума, и вам будет предоставлено искать данные, потому что тот, кто ставит вопрос, сам не знает их.

Но, хотя нам нужно искать данные, из этого нельзя сделать вывод, что они не заключены, по крайней мере неявно, в поставленном вопросе. Если бы их там не было, мы бы их не нашли; но они должны содержаться во всяком вопросе, который можно решить. Следует заметить только, что они не всегда содержатся в нем таким образом, что их легко можно распознать. Следовательно, найти их — значит распознать их в выражении, в котором они неявно содержатся, и, чтобы решить вопрос, нужно перевести это выражение в другое, в котором все данные проявляются ясно и отчетливо.

Ведь спросить, каково происхождение и формирование способностей человеческого разума, — значит спросить, каково происхождение и формирование способностей, благодаря которым человек, способный ощущать, постигает вещи, составляя себе их идеи; и тотчас же мы видим, что в этой задаче известны кроме ощущений внимание, сравнение, суждение, размышление, воображение и рас-

суждение, а их происхождение и формирование неизвестны. Это — данные, в которых известные смешаны с неизвестными.

Но как выделить происхождение и формирование, являющиеся здесь неизвестными? Нет ничего проще. Под происхождением мы понимаем известное, которое есть принцип, или начало, всех других; а под формированием — способ, которым все известные происходят из первого. Это первое, известное мне как способность, еще не известно мне как первое. Значит, оно по существу является неизвестным, смешанным со всеми известными, и дело заключается в том, чтобы его выделить. Ведь самое поверхностное наблюдение позволяет мне заметить, что способность ощущать смешана со всеми другими способностями. Значит, ощущение есть неизвестное, которое необходимо выделить, чтобы открыть, как оно последовательно становится вниманием, сравнением, суждением и т. д. Именно это мы и сделали. Мы видели, что, как уравнения  $x - 1 = y + 1$  и  $x + 1 = 2y - 2$  подвергаются различным преобразованиям, чтобы принять вид  $y = 5$  и  $x = 7$ , так же и ощущение подвергается различным преобразованиям, чтобы стать рассудком.

Следовательно, искусство рассуждения одинаково во всех науках. Как в математике формулируют вопрос, переводя его в алгебру, так в других науках его формулируют переводя в наиболее простое выражение; а когда вопрос сформулирован, рассуждение, которое его решает, само по себе есть лишь ряд переводов, где предложение, которое представляет собой перевод предшествующего, переведено в то, которое за ним следует. Вот почему очевидность переходит вместе с тождеством от формулировки вопроса к заключению из рассуждения.

## ГЛАВА IX

### О РАЗЛИЧНЫХ СТЕПЕНЯХ ДОСТОВЕРНОСТИ, ИЛИ ОБ ОЧЕВИДНОСТИ, ДОГАДКАХ И АНАЛОГИИ

Я только укажу на различные степени достоверности (certitude) и сошлюсь на искусство рассуждать, которое, в сущности, является развитием всей этой главы.



За неимением  
очевидности разума  
мы обладаем  
очевидностью факта и  
очевидностью  
ощущения

Очевидность, о которой мы только что говорили и которую я называю очевидностью разума, состоит исключительно в тождестве; это мы доказали. Должно быть, эта истина была очень проста, если она

ускользнула от философов, хотя они и проявили столько заинтересованности в том, чтобы убедиться в очевидности, постоянно имея это слово на устах.

Я знаю с очевидностью, что треугольник есть поверхность, ограниченная тремя прямыми, потому что для всякого, кто понимает значение слов «поверхность, ограниченная тремя прямыми», — это то же, что треугольник. Ведь если я с очевидностью знаю, что такое треугольник, то я знаю его сущность и в принципе могу открыть все свойства этой фигуры.

Я увидел бы также все свойства золота в его сущности, если бы я ее знал. Его тяжесть; ковкость, гибкость и т. д. были бы лишь самой его сущностью, которая преобразовывалась бы и в своих преобразованиях являла мне различные феномены. Я мог бы открыть в ней все свойства путем рассуждения, которое было бы лишь рядом тождественных предложений. Но я не знаю сущности золота. Правда, каждое предложение, составляемое мною об этом металле, если оно истинно, является тождественным предложением. Таково предложение «Золото гибко», так как оно означает: «Тело, которое по моим наблюдениям гибко и которое я называю золотом, гибко» — предложение, в котором одна и та же идея подтверждает сама себя.

Когда я составляю об одном теле несколько одинаково истинных предложений, я, таким образом, утверждаю в каждом из них одно и то же в равной степени, но я совсем не замечаю тождественности одного предложения другому. Хотя тяжесть, ковкость, гибкость, вероятно, представляют собой одно и то же свойство, которое по-разному преобразуется, я этого не вижу. Значит, я не мог бы достичь знания этих явлений посредством очевидности разума, я их узнаю лишь после наблюдений и называю очевидностью факта уверенность, которую я приобретаю относительно этих явлений.

Я мог бы назвать очевидностью факта и определенное знание явлений, которые я наблюдаю в себе, но я называю это знание очевидностью чувства, поскольку факты этого рода становятся мне известны лишь благодаря чувству.<sup>24</sup>

Очевидность разума  
доказывает  
существование тел

Поскольку абсолютные качества тел находятся за пределами наших чувств и мы можем знать только их относительные качества, из этого сле-

дует, что всякий факт, который мы открываем, есть не что иное, как известное отношение. Тем не менее сказать, что тела имеют относительные качества, — значит сказать, что они представляют собой нечто по отношению друг к другу. Сказать, что они представляют собой нечто по отношению друг к другу, — значит сказать, что каждое из них есть нечто независимо от всякого отношения, абсолютное нечто. Таким образом, очевидность разума сообщает нам, что имеются абсолютные качества, а следовательно, и тела; но она сообщает нам только об их существовании<sup>25</sup>.

Что понимается  
под явлениями,  
наблюдениями,  
опытами

Под явлениями понимаются собственно факты, являющиеся следствием законов природы, а сами эти законы — тоже факты. Цель физи-

ки — познать эти явления, эти законы и постичь, если это возможно, их систему.

Для этого мы обращаем особое внимание на явления, рассматриваем их во всех отношениях, не даем ускользнуть никакому обстоятельству; и когда мы в этом убеждаемся путем хорошо проведенных наблюдений, мы даем им также название наблюдений.

Но для того чтобы их открыть, не всегда бывает достаточно наблюдать. Нужно еще при помощи различных средств освободить их от всего, что их скрывает, приблизить их к нам и сделать доступными нашему зрению; это то, что называют опытами. Таково различие, которое нужно проводить между явлениями, наблюдениями, опытами.

Применение догадок Редко случается, чтобы сразу достигали очевидности. Во всех науках и во всех искусствах начинали со своего рода нащупывания.

Рассматривая известные истины, мы подозреваем, что среди них есть такие, в которых мы еще не уверены. Эти подозрения основаны на обстоятельствах, которые указывают не столько на истинное, сколько на правдоподобное, но они часто приводят нас на путь открытий, так как учат нас тому, что мы должны наблюдать. Вот это и понимается под словом «догадываться»<sup>26</sup>.

Догадки обладают самой слабой степенью вероятности, когда мы уверены в чем-то лишь потому, что не видим, почему бы этому не быть. Если можно позволить себе

такого рода догадки, то их должно рассматривать только как предположения, требующие подтверждения. Значит, остается провести соответствующие наблюдения или опыты.

По-видимому, у нас есть основание думать, что природа действует самыми простыми путями. Соответственно философы склонны считать, что из нескольких способов, которыми может быть произведена вещь, природа должна была выбрать те, какие кажутся им наиболее простыми. Очевидно, что подобная догадка будет иметь силу лишь постольку, поскольку мы будем способны познать все средства и судить об их простоте. Но это бывает очень редко\*.

Аналогия доставляет  
различные степени  
достоверности

Догадки располагаются между очевидностью и аналогией, которая сама часто бывает лишь слабой догадкой.

Следовательно, нужно различать в аналогии разные степени соответственно тому, основана ли она на отношениях сходства, на отношениях средств к цели или на отношениях причин к следствиям и следствий к причинам.

Земля обитаема, значит, планеты обитаемы. Вот самая слабая из аналогий, потому что она основана лишь на отношении сходства.

Но если заметить, что планеты имеют суточные и годовые обращения и что, следовательно, их части периодически бывают освещены и нагреты, то не покажется ли, что эти предосторожности были предприняты для сохранения каких-то жителей? Эта аналогия, основанная на отношении средств к цели, имеет, таким образом, больше силы, чем первая. Однако если она доказывает, что Земля не единственная обитаемая планета, то она не доказывает, что все планеты обитаемы, ибо то, что творец природы повторяет в нескольких частях вселенной с одной и той же целью, он, возможно, допускает иногда лишь как следствие общей системы; также возможно, чтобы обращение превратило в пустыню обитаемую планету.

Аналогия, основанная на отношении следствий к причинам или причины к следствиям, — это аналогия, имеющая больше всего силы; она даже становится доказательством, когда подтверждается стечением всех обстоятельств.

Очевидность факта — суточные и годовые обращения

---

\* Относительно догадок в изучении истории см. «Курс занятий», «Древняя история», кн. I, гл. 3—8.

Земли, а очевидность разума — то, что эти обращения могут быть порождены движением Земли, движением Солнца или движением их обоих.

Но мы наблюдаем, что планеты описывают орбиты вокруг Солнца, и мы также убеждены благодаря очевидности факта, что некоторые из них имеют вращательное движение вокруг своей оси, более или менее наклонной.

Ведь очевидностью разума является то, что это двойное обращение должно неизбежно породить дни, времена года и годы; значит, Земля имеет двойное обращение, поскольку она имеет дни, времена года, годы.

Эта аналогия предполагает, что одинаковые следствия имеют одинаковые причины, — предположение, которое, будучи подтверждено новыми аналогиями и новыми наблюдениями, больше не может быть подвергнуто сомнению. Это то, чем руководствуются хорошие философы. Если мы хотим научиться рассуждать как они, то лучшее средство для этого — изучение открытий, которые были сделаны от Галилея до Ньютона («Курс занятий», «Об искусстве рассуждения» и «Новая история», последняя кн., гл. 5 и след.)<sup>27</sup>.

Именно так мы попытались рассуждать в этом сочинении. Мы наблюдали природу и научились у нее анализу. При помощи этого метода мы обучались сами; и, открыв путем ряда тождественных предложений, что наши идеи и наши способности являются лишь ощущениями, принимающими различные формы, мы удостоверились в происхождении и формировании тех и других.

Мы отметили, что развитие наших идей и способностей происходит лишь посредством знаков, что, следовательно, наш способ рассуждать можно исправлять, лишь исправляя язык, и что все искусство в данном случае сводится к тому, чтобы хорошо воссоздать язык каждой науки.

Наконец, мы доказали, что первые языки вначале были хорошо построены, потому что метафизика, направлявшая их создание, была не такой наукой, как теперь, а инстинктом, данным природой.

Следовательно, именно у природы нужно учиться подлинной логике. Вот какова была моя цель, и оттого это сочинение стало более оригинальным, простым и кратким. Природа никогда не упустит случая обучить каждого, кто сумеет ее изучать. Она обучает лучше, потому что всегда говорит самым точным языком. Мы были бы весьма искусны, если бы умели говорить с такой же точностью,

но мы слишком много занимаемся пустословием, чтобы всегда рассуждать хорошо.

Я думаю, что должен прибавить здесь несколько советов молодым людям, которые пожелают изучать эту «Логику».

Советы  
молодым людям,  
которые пожелают  
изучать эту  
«Логику»

Поскольку все искусство рассуждать сводится к хорошо построенному языку каждой науки, то очевидно, что изучение хорошо разработанной науки сводится к изучению хорошо построенного языка.

Но изучить язык — значит сделать его привычным, что может быть лишь результатом его долгого употребления. Значит, нужно читать с размышлением, с повторениями, говорить о том, что было прочитано, и снова перечитывать, чтобы убедиться в том, что сказали хорошо.

Первые главы этой «Логики» будет легко понять. Но если вы, после того как поймете их, решите, что можете сразу переходить к другим, вы пойдете слишком быстро. Переходить к новой главе следует лишь после того, как вы усвоили идеи и язык предшествующих глав. Если вы придерживаетесь другого образа действий, то больше не будете понимать с той же легкостью, а иногда и вовсе не будете понимать.

Еще большие затруднения возникнут, если эта «Логика» будет плохо понята, потому что в этом случае изучающий ее сделает из своего языка, от которого он что-то сохранит, и из моего, который, как ему покажется, он примет, невразумительный жаргон. Это произойдет особенно с теми, которые сочтут себя обученными либо потому, что они изучили то, что часто неудачно называют философией, либо потому, что они ее преподавали. Каким бы образом они меня ни читали, им всегда будет очень трудно забыть то, чему они научились, и научиться тому, чему учу я. Они погнушаются снова начать вместе со мной. Они мало будут ценить мое сочинение, если заметят, что не понимают его. А если они вообразят, что понимают, они также будут его мало ценить, потому что поймут его на свой манер, и будут думать, что ничему не научились. Для тех, которые считают себя учеными, видеть в лучших книгах лишь то, что они знают, и, следовательно, читать их, ничему не учась, — весьма обычное явление; они не видят ничего нового в сочинении, где для них ново все.

Поэтому я пишу только для несведущих. Так как они не говорят на языке какой бы то ни было науки, их легче

будет обучить моему языку; он для них более доступен, чем какой-либо другой, потому что я научился ему у природы, которая будет говорить с ними так же, как со мной.

Но если они найдут места, которые вызовут у них затруднение и о которых они поостерегутся спрашивать у таких ученых, о каких я только что говорил, то они сделают лучше, если спросят у других несведущих людей, которые, прочитав мою книгу, поймут меня.

Пусть они скажут себе: «В этом сочинении автор идет только от известного к неизвестному. Значит, трудность понимания какой-либо главы происходит исключительно из-за того, что предыдущие главы недостаточно мною усвоены». Тогда они сочтут, что должны возвратиться к ранее прочитанному, и, если у них найдется терпение это сделать, они поймут меня, не нуждаясь ни в ком. Никогда не понимают лучше, чем тогда, когда понимают без посторонней помощи.

Эта «Логика» краткая и, следовательно, не отпугивающая. Чтобы читать ее с размышлением, которого она требует, нужно будет потратить на нее лишь то время, которое потеряли бы, читая другую «Логику».

Когда однажды люди сумеют это сделать, т. е. будут в состоянии легко говорить о «Логике» и при необходимости смогут переделать ее, — когда они это сумеют, говорю я, то смогут читать не так медленно книги, в которых хорошо излагаются науки, и иногда будут обучаться путем быстрого чтения. Ибо для того чтобы быстро идти от одного знания к другому, достаточно усвоить метод, являющийся единственно хорошим и, следовательно, одинаковым во всех науках.

Легкость обучения, которую позволит достигнуть эта «Логика», люди приобретут также, изучая предварительно уроки моего «Курса занятий», в частности первую часть «Грамматики». Так как эти «Занятия» были хорошо построены, то можно будет легко понять все другие мои сочинения.

Но я хочу также настроить молодых людей против предрассудка, естественного для тех, кто начинает. Так как метод рассуждения должен научить нас рассуждать, мы склонны считать, что для каждого рассуждения главное — подумать о правилах, по которым оно должно совершаться. Однако мы ошибаемся. Не нам нужно думать о правилах, а правила должны руководить нами так, чтобы мы не думали

о них. Люди не смогли бы разговаривать, если бы, прежде чем начать каждую фразу, им нужно было бы заниматься грамматикой. Ведь искусство рассуждать, подобно всем языкам, хорошо используется постольку, поскольку используется естественно. Размышляйте о методе, и размышляйте о нем много, но больше не думайте о нем, когда захотите думать о чем-то другом. Через несколько дней он станет для вас привычным. Тогда, будучи всегда вместе с вами, метод станет наблюдать за вашими мыслями; они будут развиваться сами собой, а метод будет заботиться о них, чтобы помешать всякому отклонению. Это все, чего вы должны ожидать от метода. Перила ставятся вдоль пропасти не для того, чтобы заставить идти путника, а для того, чтобы не дать ему свалиться вниз.

Если вначале вам было несколько трудно сделать для себя привычным метод, которому я учу, то не потому, что он труден; он не может быть трудным, потому что он естествен. Но он стал трудным для вас, так как ваши плохие привычки исказили природу. Избавьтесь же от этих привычек, и вы естественным образом будете хорошо рассуждать.

По-видимому, я должен был бы дать эти советы, предваряя свою «Логикку», но их не поняли бы. Впрочем, для тех, кто сумеет прочесть ее с первого раза, они так же хороши и в конце; эти советы хороши здесь и для всех других — они лучше почувствуют, как они нуждаются в этих советах.

## **ЯЗЫК ИСЧИСЛЕНИЙ**



## ПРЕДМЕТ ЭТОГО СОЧИНЕНИЯ

Всякий язык есть аналитический метод, и всякий аналитический метод есть язык. Эти две истины, не только простые, но и новые, были доказаны: первая — в моей грамматике, вторая — в моей логике; и можно было убедиться в том, что они проливают свет на искусство говорить и искусство рассуждать, которые они сводят к одному искусству.

Это искусство тем совершеннее, чем с большей точностью производится анализ; и анализ достигает тем большей точности, чем лучше построены языки.

Языки не являются беспорядочной грудой выражений, взятых случайно, или выражений, которыми пользуются лишь потому, что условились ими пользоваться. Если употребление каждого слова предполагает соглашение, то соглашение предполагает причину, заставляющую принимать каждое слово, и аналогия, дающая закон, без которого было бы невозможно понимать друг друга, не допускает абсолютно произвольного выбора. Но так как различные аналогии ведут к различным выражениям, то мы думаем, что выбираем, а это — заблуждение, ибо, чем более мы уверены в том, что вольны выбирать, тем более произвольно выбираем и от этого выбираем хуже.

Первоначальные выражения языка действия даны природой, так как представляют собой следствие нашей организации. Когда даны первоначальные выражения, аналогия создает другие, расширяет этот язык, и постепенно он становится способным представлять все наши идеи, какого бы рода они ни были.

Природа, которая начинает все, начинает язык членораздельных звуков, как она начала язык действия. И аналогия, завершающая языки, создает их хорошо, если продолжает так, как начала природа.

По существу аналогия есть отношение подобия; стало быть, одна вещь может быть выражена многими способами, ибо нет такой вещи, которая не была бы похожа на множество других.

Но различные выражения представляют одну и ту же вещь в различных отношениях, и точки зрения, т. е.

отношения, в которых мы рассматриваем вещь, определяют выбор, который мы должны сделать. Тогда выбранное выражение является тем, что называется подходящим словом. Таким образом, среди многих слов всегда имеется одно, которое заслуживает предпочтения, и все наши языки были бы одинаково хорошо созданы, если бы мы всегда умели выбирать [подходящие слова].

Но так как мы довольствуемся тем, что лишь приблизительно знаем, что хотим сказать, и еще менее обременяем себя тем, чтобы узнать, что говорят другие, мы пользуемся выражениями, которые приблизительно подходят; и позволяем и другим пользоваться какими угодно выражениями, лишь бы только в них имелось некоторое сходство или аналогия с нашими. Мы проявляем в этом отношении странную снисходительность друг к другу. Таковы языки, создаваемые обычным употреблением, тем употреблением, которое грамматики считают законодателем. Эти языки, однако, являются лишь общепринятой манерой говорить у народа или у черни, представители которой не очень-то интересуются тем, что они говорят. Я говорю «чернь», потому что к этому классу следует отнести всех тех, кто не умеет ясно сказать то, что хочет сказать, будь они хорошо воспитанными людьми или даже философами.

Когда народ плохо подбирает аналогии, он создает свой язык без точности и без вкуса, так как искажает свои мысли образами, которые не похожи на них или их ухудшают. Его язык делается плохим по той же самой причине, по какой плохо говорят на хорошо созданном языке, когда не улавливают аналогию, которая дала бы подходящее слово.

Ведь в наших обиходных языках, в нашем языке, выбор выражений часто делался на основе столь слабых, столь расплывчатых и несвязных аналогий, а иногда и с таким недостатком вкуса, что выражения эти были образованы как бы случайно. Действительно, создание языков было почти завершено безрассудными варварами, когда их переделали гениальные люди, которые могли говорить лишь так, как говорили все. Они усовершенствовали язык, придав ему его характерные черты, но они не в состоянии были очистить его от всех его пороков.

Именно этот произвол, который, как полагали, наблюдается в языках, привел к заблуждению, что обычай создает их как хочет, и грамматики выдали его капризы за законы. Но то, что они принимают за капризы, есть не

что иное, как невежество народов, недостаток здравого смысла и дурной вкус. Ибо когда народы плохо выбирают, это не значит, что они выбирают без основания, это значит лишь, что основание, которое определяло их выбор, не пришло и не могло прийти им на ум. Получается, что варвары-то и создали современные языки.

Выбор слов произволен! Одно из следствий этого заблуждения — мнение о том, что вкус есть лишь каприз, что красоты стиля — лишь условные красоты и что только от нас зависит считать Прадона выше Расина. Не удивительно, что, как бы ни был нелеп произвол, мы вносим его в наши мнения, когда вносим его в наш язык.

Языки тем несовершеннее, чем более произвольными они кажутся. Но заметьте, что они кажутся менее несовершенными у хороших писателей. Когда мысль хорошо выражена, все основано на разуме, вплоть до места каждого слова. Поэтому гениальные люди и создали все, что есть хорошего в языках; и когда я говорю *гениальные люди*, я не исключаю природу, любимыми учениками которой они являются.

Алгебра представляет собой хорошо построенный язык, и это единственный такой язык: ничто там, по-видимому, не произвольно. Аналогия, которая [в алгебре] никогда не упускается из виду, явным образом ведет от одного выражения к другому. Обычное употребление слов не оказывает здесь никакого влияния. Дело не в том, чтобы говорить, как другие, — нужно говорить согласно наибольшей аналогии, чтобы достичь наибольшей точности. И те, которые создали язык алгебры, почувствовали, что простота стиля определяет все его изящество — истина, малоизвестная нашим обыденным языкам.

Так как алгебра есть язык, созданный аналогией, то аналогия, которая создает язык, создает и методы; или, скорее, метод изобретения есть не что иное, как сама аналогия.

Аналогия — вот к чему, следовательно, сводится все искусство рассуждать, так же как и все искусство говорить; и в этом одном слове мы видим, как мы можем обучаться, усваивая открытия других, и как мы можем их делать сами. Дети учатся языку у своих родителей лишь потому, что с самых ранних лет чувствуют заключенную в нем аналогию; они естественно руководствуются этим методом, который доступен им гораздо больше, чем все другие. Если мы будем поступать, как они, обучаться по аналогии,

то все науки станут для нас настолько легкими, насколько это возможно. Ибо в конце концов человек, который кажется наименее способным к наукам, способен по крайней мере обучиться языкам. Ведь хорошо изложенная наука есть лишь хорошо построенный язык.

Математика — это хорошо изложенная наука, языком которой служит алгебра. Посмотрим же, как аналогия заставляет нас рассуждать в этой науке, и мы узнаем, как она должна заставить нас рассуждать в других науках. Вот то, что я предлагаю сделать. Поэтому математика, которую я буду рассматривать, является для меня предметом, подчиненным предмету гораздо более значительному. Речь идет о том, чтобы показать, как можно дать всем наукам ту точность, которая якобы является исключительным уделом математики.

Я ничего не говорю о плане, которому следовал; у меня был план, от которого я не отступал, и тем не менее я его вовсе не составлял себе, потому что, когда начинают с самого начала и не отступают от аналогии, нет нужды составлять план. Не я расположил по порядку части этого сочинения — каждая из них естественно заняла свое место.

Я прошу заметить, что, сводя к аналогии все методы обучения и изобретения, я высказываю истину, которая на практике стара как мир, и, если в теории она кажется сегодня довольно новой или даже довольно необычной, это не моя вина. Прибавлю, что, если бы мы всегда были способны брать в руководители природу, мы знали бы до некоторой степени всё, ничему не учась. Ведь природа никогда не принимает тон философов, которые, даже сбивая нас с пути, не перестают обращаться с нами как с невеждами. Напротив, оказывается, что, следуя природе, мы знаем всё, чему она нас учит. Кажется, стоит открыть глаза, и она заставит нас увидеть то, что мы видим.

**КНИГА ПЕРВАЯ**  
**ЯЗЫК ИСЧИСЛЕНИЙ,**  
**РАССМОТРЕННЫЙ В ЕГО ОСНОВАНИЯХ**

*ГЛАВА I*

**ОБ ИСЧИСЛЕНИИ ПРИ ПОМОЩИ ПАЛЬЦЕВ**

Чтобы объяснить образование языков, я начал с рассмотрения языка действия. А исчисление при помощи пальцев — это первое исчисление, как язык действия — первый язык. Чтобы объяснить образование всех видов исчисления, я начну, таким образом, с рассмотрения исчисления при помощи пальцев.

Последовательно разгибая пальцы одной руки, мы представляем себе ряд единиц от одной до пяти; мы расширяем этот ряд до десяти, если разгибаем последовательно пальцы двух рук. Итак, я называю *счетом* (*numération*) это действие пальцев, благодаря которому мы представляем себе одну единицу, две, три, и так до пяти или до десяти.

Ясно, что для того, чтобы произвести на пальцах счет свыше десяти, я должен лишь принять десять за единицу; и тогда, если я снова буду последовательно, один за другим, разгибать пальцы, я образую ряд, который будет простирается до десяти раз по десять, или до ста. Таким же способом я буду образовывать ряды до десяти раз по сто или до тысячи, десяти тысяч, ста тысяч и т. д.

Но если мы не хотим все перепутать, нам нужно различать при помощи названий числа, из которых эти ряды будут образованы, и, следовательно, названия станут так же необходимы для исчисления, как сами пальцы. Поэтому мы вскоре рассмотрим употребление названий в исчислении.

В счете числа последовательно увеличиваются на единицу, по мере того как последовательно разгибаются пальцы. Если, сосчитав, например, до десяти, я загибаю один за другим пальцы, числа уменьшаются так же, как они увеличивались, т. е. последовательно на единицу. Я называю это действие пальцев *отсчитыванием* (*dénombrement*). Да будет мне позволено ввести это слово, потому что оно необходимо. Я дам еще другие названия, но обещаю для компенсации отбросить много бесполезных названий.

Можно видеть, что если счет создает числа, то отсчитывание их разрушает; эти два действия противоположны друг другу, как загибание пальцев противоположно их разгибанию.

Эти два действия весьма просты, тем не менее все виды исчисления сводятся к ним. Можно будет заменить пальцы другими знаками, можно будет придумать более удобные и быстрые методы, но несомненно, что по существу исчислять всегда будет означать лишь считать и отсчитывать. В самом деле, мы увидим в этих двух действиях сложение и вычитание, умножение и деление.

Счет создает числа путем последовательного прибавления единиц друг к другу. Но, подобно тому как ребенок шагает через две ступеньки, после того как он ступал на каждую, я могу благодаря навыку исчисления прибавлять сразу две единицы к двум, к трем и находить число, которое получается, так же, как я нашел бы его, прибавляя единицы друг к другу. Очевидно, что это действие является по существу тем же самым, что и счет, но отличается от него лишь тем, что делает сразу то, что счет делает постепенно. Вот что называют *сложением*: это счет более быстрый, чем счет в узком смысле слова. Следовательно, счет и сложение по существу одно и то же, подобно тому как подниматься по лестнице, шагая через две ступеньки, и подниматься, ступая на каждую, в сущности не что иное, как подниматься.

*Суммой* называется число, которое отыскивается путем сложения. Значит, если я соединю разогнутые пальцы одной руки с разогнутыми пальцами другой, я произведу сложение и увижу в этом соединении сумму, данную сложением.

Но, подобно тому как я прибавил сразу несколько единиц, я мог бы сразу несколько единиц вычесть. Если я хочу из пяти вычесть два, мне нужно лишь согнуть два пальца на руке, где у меня пять; а если я хочу вычесть из десяти, которые я представляю себе при помощи двух открытых ладоней, пять, я должен лишь убрать одну руку и согнуть на ней пальцы.

Это действие, которое разрушает то, что сделало сложение, называется *вычитанием*. Оно отличается от отсчитывания только тем, что сразу разрушает то, что отсчитывание разрушает лишь в несколько приемов. Вычитание отбрасывает сразу несколько единиц, а отсчитывание — одну за другой.

Число, которое остается, после того как сделано вычитание, называется *остатком* или *разностью*. Мы скоро увидим употребление этих двух названий.

Если бы я хотел взять два столько раз, сколько имеется единиц в трех, я мог бы разогнуть два пальца, затем два других, наконец, еще два, и я имел бы в шести разогнутых пальцах число шесть. А это есть не что иное, как сложение.

Но если бы благодаря навыку исчисления я знал, что дважды три равняется шести, тогда, вместо того чтобы разгибать два пальца, затем два других, затем еще два, я разогнул бы шесть пальцев.

Этому сложению, произведенному сразу, я дам отдельное название, чтобы отличить его от сложения, сделанного в несколько приемов; я назову его *умножением*.

Следовательно, умножение по существу — это лишь сложение; но, когда я свыкнусь с этими названиями, я буду склонен думать, что умножение и сложение суть две различные вещи, потому что «умножение» и «сложение» — два различных названия; и возможно, я буду вынужден вспомнить, что это одно и то же действие, которое я называю *умножением*, когда рассматриваю его как произведенное с первого раза, и *сложением*, когда рассматриваю его как произведенное в несколько приемов.

Умножение потребовало для чисел различных названий, потому что оно заставляло рассматривать их с различных точек зрения. Таким образом, *множимым* называется число, которое должно быть помножено; *множителем* — число, на которое умножают, а *произведением* — число, получаемое в результате умножения. Кроме того, под общим названием *множителей* понимают множитель и множимое, когда их рассматривают как действующие совместно для получения произведения. Например, если *два* — множимое, а *три* — множитель, то *шесть* будет произведением, и это произведение будет иметь в качестве множителей *три* и *два*. По этому поводу нужно заметить, что любой из множителей может быть принят за множимое или множитель. Ибо если, например, умножают *два* на *три* или *три* на *два*, произведение будет всегда *шесть*.

Чтобы понять преимущество умножения перед сложением, нужно было бы произвести эти действия с большими числами; но прежде посмотрим, как можно выразить большие числа при помощи пальцев.

Если я принимаю мизинец за знак простой единицы, то следующий палец я могу принять за знак единицы десятков. Соответственно средний палец будет означать единицу сотен, указательный — единицу тысяч, а большой — единицу десятков тысяч. Таким образом, при помощи одной руки с разогнутыми пальцами я смогу выразить число *десять тысяч плюс тысяча плюс сто плюс десять плюс один*, или, как мы выражаемся, одиннадцать тысяч сто одиннадцать.

В этом выражении единицы увеличиваются таким образом, что каждая содержит десять раз ту, которая ей непосредственно предшествует, и благодаря этой пропорции каждая из них относится к различному разряду: простая единица, единица десятков, единица сотен и т. д.

Если каждый палец одной руки с разогнутыми пальцами выражает только один разряд единиц, то легко себе представить, как при помощи пальцев другой руки можно было бы прибавлять единицы любого разряда.

Предположим, что к *десять плюс один*, которое мы выражаем, разгибая мизинец и безымянный палец, мы захотели бы прибавить девять простых единиц, тогда искомая сумма будет *десять плюс один плюс девять*, иначе — *десять плюс десять*, или *два десятка*. Если один из этих двух десятков выражен при помощи разогнутого безымянного пальца правой руки, то другой десяток будет обозначен при помощи разогнутого безымянного пальца левой руки; и чтобы отметить, что простых единиц нет, мы загнем мизинец, являющийся их знаком; мы загнем безымянный палец, когда число не будет содержать десятков, средний — когда оно не будет содержать сотен; и т. д.

Не следует пренебрегать замечанием, что когда пальцы становятся знаками чисел, то числа естественно разбиваются на такие разряды единиц, из каких мы их составили; и это не удивительно, так как если мы считаем до десяти, чтобы сделать из каждого десятка единицу, умножаемую затем снова на десять, то это происходит из-за того, что у нас десять пальцев. Поэтому система счета, которую нас заставила принять природа, всегда ясно показывает нам, как составляется и расчленяется каждое число, — преимущество, которого не имеют наши языки. Например, мы говорим *семьдесят два*, а пальцы говорят *семь десятков плюс два* — выражение, которое мы предпочтем, чтобы следовать аналогии языка, данного природой.



Теперь допустим, что нужно умножить двенадцать на двенадцать. Если мне нужно было бы последовательно изобразить при помощи пальцев *двенадцать раз по двенадцать* и произвести такое сложение, это действие было бы долгим и неудобным. Не легче ли произвести умножение? То, что нужно отыскать, нашлось бы без большого труда, если бы число было лучше названо или если бы слово *двенадцать* еще напоминало латинское слово, из которого оно было образовано путем искажения.

В самом деле, *двенадцать* по-латыни, как и на пальцах, — это *десять плюс два*<sup>2</sup> — выражение, показывающее, из каких разрядов единиц составлено это число и сколько их из каждого разряда оно содержит. Ведь очевидно, что если бы числа всегда имели только подобные названия, то наши языки, которые позволяли бы нам замечать происхождение этих названий, показали бы нам, как можно составлять и расчленять числа, и, следовательно, естественно привели бы нас к нахождению методов исчисления. У меня не раз будет случай обратить внимание на то, что трудность выработки хороших основ [рассуждения] частично происходит из-за языка, который был плохо создан и на котором мы упорно говорим, потому что на нем говорили до нас.

Таким образом, вместо *двенадцати* я подставляю *десять плюс два* и замечаю, что если невозможно сразу умножить *десять плюс два* на *десять плюс два*, то я могу (что то же самое) произвести это умножение в два приема, т. е. я могу умножить *десять плюс два* сначала на *десять*, а затем на *два* или, что часто будет удобнее, на *два*, а затем на *десять*. Итак, я говорю при помощи пальцев: *два раза по два равно четырем*, и *два раза по десяти равно двум десяткам* — первое частичное умножение, которое дает два десятка плюс четыре единицы.

Затем я говорю: *два раза по десяти равно двум десяткам*, и *десять раз по десяти равно сотне* — второе частичное умножение, которое дает сотню плюс два десятка.

Ясно, что благодаря этим двум действиям я умножил *десять плюс два* на *десять плюс два* и что для получения всего произведения мне нужно было лишь сложить два частичных произведения, которые они мне дали. Я получаю: *одна сотня плюс два десятка плюс два десятка плюс четыре* и, приводя к более простому выражению, — *одна сотня плюс четыре десятка плюс четыре* — сто сорок четыре.

Благодаря этому примеру понятно, что для того, чтобы найти правила умножения, достаточно дать числам названия, аналогичные счету при помощи пальцев. Это соображение не следует забывать.

Как бы ни был прост метод, который мы только что нашли, будет трудно или даже невозможно умножать при помощи одних только пальцев очень сложные числа. Но пальцы, принятые за знаки чисел, могут служить и другими знаками, которые мы откроем и при помощи которых легко будем умножать самые большие числа. Именно знаки, известные нам, должны привести нас к знакам, которых мы еще не знаем; и мы пойдем от одного открытия к другому, потому что будем идти от известного к неизвестному.

Умножение дает такой же результат, как если бы производилось сложение одного из множителей столько раз, сколько единиц содержит другой множитель. Значит, чтобы разрушить то, что сделало умножение, было бы достаточно произвести вычитание. Но при этом способе нужно было бы долго разлагать произведение на его множители. Следовательно, речь идет о том, чтобы заменить вычитание в узком смысле слова вычитанием, которое делается более коротким способом; и так как это вычитание разделит произведение, данное умножением, мы назовем его *делением*.

Умножение заставило нас дать числам особые названия, так как потребовало рассматривать их с новой точки зрения. Стало быть, чтобы выразить новые точки зрения, с которых нас заставит их рассматривать деление, надо будет дать им еще и другие названия. Соответственно, мы, как и все, дадим название *делимое* числу, которое требуется разделить, название *делитель* числу, на которое делят другое число, и название *частное* числу, которое выражает, сколько раз делитель содержится в делимом. Предположим, *шесть* нужно разделить на *два*; *шесть* будет делимое, *два* — делитель, а *три* — частное.

Всякое число, которое нужно разделить, можно рассматривать как произведение двух множителей, один из которых называется множителем, а другой — множимым. Значит, число, которому мы при делении даем название делимого, — то же самое, что и число, которое мы называли произведением при умножении. Точно так же делитель и частное — это не что иное, как два множителя.

Я согласен, что это множество названий может привести

в замешательство начинающих, тем более что названия *множимое*, *делимое* и *частное* являются варваризмами в нашем языке; но в нем нет иных названий. Так же как не мы создали науки, не мы создали их языки; мы обречены говорить на языке, совершенно отличном от нашего. Отсюда проистекает то, что нам очень трудно усваивать идеи, которые связывают со словами, являющимися французскими лишь по окончанию. Поэтому в подобном случае аналогия не оказала бы никакой помощи, и при этом бывает, что мы полагаем, будто видим столько же различных вещей, сколько есть различных названий, хотя на самом деле все они обозначают одну и ту же вещь. Это — заблуждение, которого нужно остерегаться с юных лет, ибо, если бы начинали с путаницы, она не позволила бы преуспевать в изучении исчисления. Трудом приобретали бы не больше сноровки, чем утрачивали бы ее, как только переставали трудиться, и пришлось бы постоянно переучиваться, потому что учились бы плохо. Многие из моих читателей узнают здесь себя; они вспомнят, что были вынуждены изучать деление не один раз и в тот же миг его забывали. Я сам хорошо это помню. Давайте посмотрим, как это действие может производиться.

Раз всякое делимое есть произведение двух чисел, умноженных друг на друга, и, следовательно, делитель есть один из множителей, то понятно, что, если даны произведение и один из множителей, цель деления — найти другой множитель. Например, когда мне нужно разделить *шесть* на *два*, произведение дано мне в делимом *шесть*, один из множителей дан в делителе *два* и я нахожу другой множитель в частном *три*.

С такими числами деление кажется легким, потому что делается с первого раза. Но не нужно думать, что оно станет трудным с большими числами. Оно будет только более длинным, ибо потребуются повторять одно и то же действие, потому что нельзя будет закончить деление за одно действие. Значит, будет произведено несколько частичных делений, подобно тому как мы произвели несколько частичных умножений; и раз каждое частичное деление будет одинаково легким, полное деление, которое будет его результатом, не вызовет больших трудностей. Наша цель в этом случае — найти наиболее быстрый метод. Ведь если мы замечаем, благодаря чему умножение производится быстрее, чем сложение, мы откроем, благодаря чему деление также может производиться быстрее, чем вычитание.

Итак, предположим, что *сто сорок четыре* нужно разделить на двенадцать. Я беру этот пример, так как, поскольку мы знаем, что это число является произведением двенадцати на двенадцать, нам легче будет делать наблюдения.

Когда я нашел это произведение, мои пальцы, которые разложили двенадцать на *десять плюс два*, разложили и сто сорок четыре на *сто плюс четыре десятка плюс четыре*. Таким образом, выражение делимого — это *сто плюс четыре десятка плюс четыре*, а выражение делителя — *десять плюс два*; и так как одно из этих выражений является произведением умножения, а другое — одним из двух множителей, то, конечно, разрушая то, что сделало умножение, я найду второй множитель под названием частного.

Так же как я произвел умножение в два приема, я произведу в два приема деление; я произведу два частичных деления, так же как я раньше произвел два частичных умножения.

Но деление есть противоположность умножения. Порядок, в каком я должен действовать, чтобы разделить, будет, таким образом, обратным порядку, в каком я действовал, чтобы умножить. Ведь я начал умножение с последнего члена *два* множителя *десять плюс два*, значит, я начну деление с первого члена *десять* делителя *десять плюс два*.

Соответственно я говорю: *сто* есть произведение *десяти* на *десять*, значит, *десять* содержится *десять* раз в *ста*, значит, *сто*, разделенное на *десять*, дает *десять* в частном; это три предложения, которые по сути дела являются одним и тем же и которые с помощью пальцев выражались бы одинаково.

Но *десять*, являющееся первым членом частного, умножило не только *десять*, но еще и *два*; и как, умножая *десять*, оно произвело *сто*, умножая *два*, оно произвело *два десятка*. Следовательно, путем вычитания этих произведений первое частичное деление разрушит то, что было сделано последним частичным умножением. Ведь тот, кто из *сто плюс четыре десятка плюс четыре* вычитает *сто*, оставляет в остатке *два десятка плюс четыре*.

Вот как я разложил произведение последнего частного умножения, и я уверен, что *десять* есть первый член частного, которое я ищу.

Остаток *два десятка плюс четыре* должен быть произведением первого частного умножения, т. е. *десяти плюс два* на другое число, и, следовательно, это число, каково бы

оно ни было, также умножено на *десять* и *два*. Следовательно, если я нахожу множитель *десяти*, то я буду иметь в нем и множитель *двух*, и, стало быть, я буду иметь в этом самом множителе также делитель *двух десятков плюс четыре*.

Итак, число, которое, умножая *десять*, дало *два десятка*, есть *два*. Значит, *два* является, кроме того, числом, которое умножило *два* и дало *четыре*, значит, *два* является делителем *двух десятков плюс четыре*.

Теперь, если из остатка *два десятка плюс четыре* я вычту произведение *десяти плюс два* на *два*, ничего не останется. Следовательно, я разрушил произведение первого частичного умножения; деление закончено, и *десять плюс два* есть частное *ста плюс четыре десятка*, разделенного на *десять плюс два*.

Ясно видно, что деление разрушает то, что сделало умножение, и что если, с одной стороны, умножение может рассматриваться как сложение, то с другой — деление может рассматриваться как вычитание.

Мы начали умножение с *двух* — последнего члена множителя, и, наоборот, деление мы начали с *десяти* — первого члена делителя. И если в делении мы следовали порядку, противоположному тому, какому следовали в умножении, то поступали так потому, что эти два действия противоположны друг другу. В самом деле, такой порядок наиболее удобен.

Наконец, чтобы получить полное умножение, мы произвели два частичных умножения, потому что в множителе имеются два члена и нужно умножать и на тот и на другой.

Подобным же образом мы произвели два частичных деления, чтобы получить полное деление, потому что два члена в делителе заставили произвести два деления.

Понятно, что в подобном случае умножение и деление, каким бы сокращенным способом их ни производили, завершаются лишь после того, как произведено несколько частичных действий. Число действий будет равно числу членов множителя, если речь идет об умножении, и числу членов делителя, если речь идет о делении.

Перед нами уже много понятий, которые мы образовали. Я часто буду иметь случай напомнить о них, и постепенно можно будет освоиться с ними. В самом деле, ясно, что эти первые понятия должны быть обнаружены во всех исчислениях. Значит, только исчисляя, мы научимся исчислять, подобно тому как, только говоря, мы научились

говорить. Если бы всякий раз, собираясь заговорить, люди сначала обращались за советом к грамматике, то либо, чтобы изучить свой язык, им потребовалось бы много времени, либо они так никогда и не изучили бы его. Ведь не так учит нас природа: все, чему она хочет нас научить, она заставляет нас делать. Итак, мы будем исчислять, чтобы научиться исчислять, и если каждый раз мы станем обращать внимание на то, что делаем, то будем обучаться, потому что сумеем повторить то, что уже сделали. Но не будем торопиться, и тогда мы пойдем более уверенно и скоро придем [к цели]. Поэтому сейчас я требую от начинающих только одного, а именно чтобы они уловили последовательность моих рассуждений в этой главе. Если они ее уловили, они не забудут ее, а если забудут, то найдут вновь; они будут хорошо знать ее, когда снова найдут ее сами, и смогут легко исчислять, когда будут иметь более удобные знаки. Мне не следует знакомить их с этими знаками: они сами должны увидеть их в том, что они знают, и я утверждаю, что они их откроют.

## ГЛАВА II

### ОБ УПОТРЕБЛЕНИИ НАЗВАНИЙ В ИСЧИСЛЕНИИ

Стоило бы только числам оказаться сложными, как они выступили бы перед нами в виде неопределенной идеи множества, если бы каждому собранию единиц мы не дали название, чтобы отличить его от предшествующего собрания, имеющего на одну единицу меньше, и от последующего собрания, имеющего на одну единицу больше.

Например, восемь мне представляется числом, которое я отличаю от семи и от девяти: от семи — потому что я вспоминаю, что это — название, данное мною собранию семь плюс один, и от девяти — потому что я также вспоминаю, что это — название, данное мною собранию *девять минус один*; таким образом, слово *восемь* дает мне отчетливую идею лишь постольку, поскольку я вижу его между двумя названиями, из которых одно обозначает на единицу больше, а другое — на единицу меньше. Если взять в качестве примеров большие числа, будет еще более понятно, насколько необходимы названия для счета.

Ясно, как с помощью ряда названий *один, два, три* и т. д. можно было довести счет до десяти. Тогда мы создавали себе идеи настолько более отчетливые, что различали числа

и при помощи названий, которые мы им дали, и при помощи разгибаемых пальцев.

Нам нужна была эта двойная помощь. Если бы для того, чтобы считать, у нас не было другого способа, кроме как говорить *один плюс один плюс один* и т. д., то этот способ рассматривать единицы друг за другом не дал бы нам никакой идеи хоть сколько-нибудь сложного числа. Значит, мы способны считать лишь потому, что можем образовывать собрания и каждое из них закреплять при помощи названий.

Но нам нужна была также помощь пальцев, потому что только пальцы могли ощутимо представить нам собрания. Следовательно, природа, наделив нас руками, дала нам первые уроки исчисления.

У нас есть только десять пальцев. Именно поэтому, когда мы доводим счет до десяти, мы вновь начинаем с того, что принимаем десять за единицу, и должны лишь продолжать, чтобы образовать ряд, который может постоянно расти. Мы будем продолжать, потому что можем постоянно делать то, что мы сделали, т. е. принимать каждый новый десяток за единицу.

При этом мы замечаем в числах различные разряды единиц: разряд простых единиц, разряд единиц десятков, разряд единиц сотен и т. д. И эти разряды различаются при помощи названий так же, как и при помощи пальцев.

Я помещаю в первый разряд простую единицу, потому что эта единица является определенной точкой, откуда начинается счет. В этом случае я делаю обратное тому, что делают в речи, ибо мы начинаем с выражения высших единиц и говорим *сто плюс десять плюс один*, или, если угодно, *сто одиннадцать*.

Каково бы ни было число разрядов, умножение всегда может прибавить к ним новые. И это будет случаться каждый раз, когда произведение одного числа на другое будет больше девяти. Например, умножение восьми на пять переведет четыре единицы в высший разряд.

Таким образом, понятно, что мы начали умножение с низшего разряда потому, что в таком случае частичные произведения последовательно помещаются на свое место, каждое в высший разряд, к которому оно относится. Понятно также, что деление мы начали с высшего разряда потому, что для того, чтобы разложить вещь, естественно начинать с того, чем кончили, чтобы ее создать.

Это не значит, что нельзя начинать умножение с высших разрядов, а деление — с низших; но тогда эти действия не были бы больше ни столь простыми, ни столь легкими. Каждый может это проверить.

Распределение различных видов единиц по разрядам аналогично способу, которым производится счет при помощи пальцев; так должно быть, потому что мы представили их себе соответственно самому этому счету и они полностью его воспроизводят.

Ведь для того чтобы сохранить эту аналогию, я сказал *десять плюс два* вместо *двенадцати* и *сто плюс четыре* вместо *сто сорок четыре*. Каким бы необычным ни показался этот язык, у меня есть основание предполагать, что люди создают себе подобный язык, когда начинают исчислять при помощи названий. Действительно, если вы говорите для того, чтобы вас понимали (что должно быть более обычным при рождении языков, т. е. в те времена, когда говорили что-либо только потому, что в этом была необходимость), то аналогия — единственное средство, которое будет вести от первого языка ко второму, и, следовательно, счет при помощи названий будет осуществляться по образцу счета при помощи пальцев. Поэтому давайте-ка вернемся к этому языку и примем его вместе со всеми, когда будем пользоваться вместе со всеми языком алгебры. Так исчисление с помощью пальцев приближается к исчислению с помощью букв, хотя люди весьма далеки от второго, когда владеют только первым.

Но поскольку хорошие методы зависят от природы, то между ними нет такой большой дистанции, как думают.

Как бы то ни было, характер языков, о которых я говорю, был таков, что в числах, выраженных при помощи названий, так же как и в числах, выраженных при помощи пальцев, можно видеть способ, каким был создан счет; и это большое преимущество, ибо тогда не так уж трудно открыть, как могут производиться другие действия.

В самом деле, когда при составлении и разложении чисел рассуждение соотносится с методом прямого и обратного счета при помощи пальцев и когда оно становится, как и этот метод, отчетливым выражением различных разрядов единиц, разве потребуются преодолеть какие-то большие препятствия, чтобы открыть сложение, вычитание, умножение, деление?

Наши современные языки, являющиеся лишь изуродованными останками нескольких мертвых языков, в своем



способе выражать числа не всегда сохранили язык, аналогичный счету при помощи пальцев. Вот почему они не показывают нам, как началось исчисление; а так как мы этого не видим, мы полагаем, что этого никогда не было видно. Таким образом, не представляя себе, насколько легко было бы это найти, мы считаем гениальным усилием открытие, которое под силу всякому здравомыслящему человеку. Но если оно нас удивляет, если нам трудно его понять, то это связано с тем, что, не начиная так, как начинали некогда, создавая язык, мы начинаем всегда плохо.

Язык исчислений — это язык, в котором аналогия проявляет себя больше, чем в обычной речи. Именно аналогии он обязан своим богатством, т. е. всеми своими выражениями, всеми своими методами, всеми своими открытиями; и по-видимому, чтобы его завершить, было бы достаточно хорошо его начать. Дело в том, что аналогия легко замечается и больше не ускользает, когда ее берут там, где она начинается. Заметить ее нам мешают плохо построенные языки, делающие исчисления более трудными. Например, если бы вместо двадцати, тридцати, сорока и т. д. считали при помощи двух десятков, трех десятков, четырех десятков и т. д., то умножение от этого стало бы более легким; я не сомневаюсь, что кто-нибудь, кто совсем не знал бы нашу арифметику, смог бы производить на этом языке длинные исчисления, если бы только он в этом поупражнялся. Крестьяне, не умеющие читать, хорошо поняли бы его, особенно те, кого мы не научили считать. Они не знают наших выражений *пятьдесят*, *шестьдесят*, *семьдесят пять*; они образовали выражения более аналогичные счету. Считают они десятками или двадцатками; например, они говорят *восемь двадцаток* и не понимают нас, когда мы говорим *сто шестьдесят*; таким образом они считают верно и быстро.

Следовательно, нам, воображающим себя образованными, часто нужно было бы учиться у самых невежественных народов, чтобы узнать у них, с чего начинать наши открытия, ибо нуждаемся мы прежде всего в знании того, с чего начинать; мы не знаем этого, потому что давно уже перестали быть учениками природы.

ЗНАЧЕНИЯ, ДАННЫЕ СЛОВАМ ЧИСЛО,  
УМНОЖАТЬ И ДЕЛИТЬ

Почему нужно, чтобы мы были вынуждены брать одно и то же слово в разных значениях? Не лучше ли было бы иметь столько же слов, сколько значений?

Я утверждаю, что, если мы говорим, чтобы нас понимали, мы должны предпочесть язык, показывающий, как мы переходим от одной идеи к другой, потому что хорошо построенный язык должен быть подобен движущейся картине, в которой видно последовательное развитие всех наших знаний.

Мы идем от известного к неизвестному, т. е. усматриваем неизвестное в самом известном. Значит, неизвестное, которое открывают, является известным, которое видели. Они похожи друг на друга, следовательно, они аналогичны. Таким образом, если вы хотите, чтобы я шел от известного к неизвестному, у вас нет другого средства, как ввести такую же аналогию в вашу речь. Это — язык, которому всех нас обучает природа, но которому мы не учимся или учимся плохо.

Языки имеют слишком много слов, и это главным образом недостаток современных языков, которые, вместо того чтобы формироваться отдельно единственно путем аналогии, сначала заимствовали выражения из различных языков, на которых больше не говорят, а затем позаимствовали выражения друг у друга. Ведь слова не имеют аналогии в языке, для которого они чужие; и так как тогда нелегко дать им различные значения, мы используем все языки и грабим повсюду, как варвары. Наши языки, кажется, представляют собой лишь то, что остается после разгромов и опустошений; они похожи на наши империи. Все плохо, что плохо началось.

Самым совершенным языком был бы тот, который, не имея ничего заимствованного, был бы обязан аналогии всеми выражениями, введившимися в употребление; и я думаю, что этот язык при помощи наименьшего числа слов выражал бы наибольшее число идей. Но так как мы сочли себя более учеными, выражаясь по образцу языков, которые мы именуем учеными, мы принялись за них, как если бы хотели создать жаргоны. Нам показалось подобающим употреблять в науках слова, не являющиеся французскими, и мы сочли их трудными единственно из-за того, что

их трудно выучить. Если вы говорите, чтобы вас поняли, вы делаете это, конечно, не при помощи неизвестных слов, придуманных для выражения новых идей.

Слово естественно становится знаком идеи, когда эта идея аналогична той идее, которую оно обозначало первоначально, и тогда говорят, что оно употреблено в широком смысле.

Но так как эта первая идея не всегда известна и аналогия, ведущая от одного значения к другому, не улавливается, часто считают злоупотреблением использование одного и того же слова для выражения идей, хотя и аналогичных, но аналогичных не во всех отношениях. Иногда ошибаются еще более грубо, ибо, не отдавая себе отчета в том, что означает слово, полагают, будто оно всегда имеет одно и то же значение, и обсуждают нелепые или ребяческие вопросы.

Те, например, кто спрашивал, является ли единица числом, не понимали, что слово «число» имеет два различных значения. В первом значении речь идет лишь о множестве единиц, и тогда очевидно, что единица не является числом, а отличается от него как простое от сложного.

Но так как числа образованы из единиц, аналогия заставила дать простой единице в широком смысле то же наименование, что и нескольким соединенным единицам, и единица стала числом.

Точно так же *умножать* в первом значении — это брать число несколько раз, и произведение после умножения больше, чем множимое.

Однако, так как говорили *умножить на два, на три*, являющиеся числами в первом значении слова, говорили и *умножить на единицу*, не являющуюся числом в широком смысле. Таким образом, слово *умножать* приняло новое значение, при котором произведение равно множимому или, собственно, нет произведения, потому что в сущности нет умножения.

Мы сделаем такое же наблюдение по поводу слова *делить*, которое в узком смысле означает разделить на несколько частей; так как говорили *разделить на два*, говорили и *разделить на единицу*, хотя, в действительности единица не делит, поскольку *два*, разделенное на *один*, дает в частном целое число *два*.

Ведь так как слово *умножать* имеет два значения: одно — при котором множимое после умножения становится больше и другое — при котором после умножения оно

остается таким же, то очевидно, что мы не поймем друг друга, если захотим придерживаться только одного из этих значений. Мы еще меньше поняли бы друг друга, если после умножения произведение иногда было бы меньше множимого; это-то как раз и случится.

Следовательно, чтобы создать себе общую идею слова *умножать*, совсем не нужно принимать во внимание, увеличивается ли множимое, остается тем же или уменьшается; достаточно наблюдать умножение в действии, которое производится, когда говорят *дважды три — шесть, единожды три — три*.

Так же обстоит дело со словом *делить*, ибо в самом общем значении делить — это не разделять на несколько частей, а только искать, сколько раз одно число содержится в другом; и поскольку единица есть число, то делят, когда ищут, сколько раз она содержится в трех, так же как когда ищут, сколько раз она содержится в шести.

Значит, рассматривая деление скорее в действии, которое оно производит, чем в первом значении слова, мы имеем его общую идею, применимую ко всем случаям, даже к тем, когда делимое после деления оказывается больше; это еще будет случаться.

Итак, не принимая во внимание, увеличивается ли число, остается прежним или уменьшается, умножить — значит взять множимое столько раз, сколько единиц в множителе, а разделить — значит посмотреть, сколько раз делитель содержится в делимом. Эти понятия, которые являются простыми, и только простыми, и поэтому исчерпывают то, что я ищу, прольют свет [на сущность арифметических действий] и устранят трудности. К тому же наши замечания по поводу слов *число, умножать, делить* также дают яркие примеры различных значений, которые могут принимать наименования; и моя первая цель в этом сочинении — дать наиболее точную идею аналогии. В особенности я хочу, чтобы обратили внимание на путь, который она намечает, путь, который должен вести нас от одного открытия к другому. Но так как мы находимся еще только в начале, мы можем видеть этот путь лишь смутно. Мы узнаем его хорошо, только когда придем [к цели].

## В ЧЕМ СОСТОЯТ ИДЕИ ЧИСЕЛ

Науки — это большие и красивые дороги, которые природа открыла и на которые она указала; но люди закрыли к ним доступ: со своей неумелостью они засадили их зарослями и загромождали всякого рода препятствиями; они даже вырыли в них пропасти, так что теперь вся трудность заключается в первых шагах. Усилия, которые прилагали люди, чтобы сделать проход, позволяют увидеть лишь запутанные следы, идя по которым по прошествии веков мы один за другим сбиваемся с пути. Правда, некоторые гениальные люди прошли по ним, но они до некоторой степени недоступны нашему зрению, а сами они пренебрегают тем, чтобы сказать нам, как они прошли, или же скрывают это умышленно. Таким образом, не в силах понять, как смогли они преодолеть препятствия, мы воображаем, будто они через них перелетели, и думаем, что они парят в воздухе, а мы осуждены ходить заурядным образом. Но разве нам более понятно, как они перелетают через препятствия и как парят в вышине? Конечно, нет; попытаемся же открыть вход, который мы закрыли, — иначе нам не пройти. Если это предприятие имеет свои трудности, то они не столь велики, как кажется сначала. К тому же, когда мы их преодолеем, мы окажемся на тех прекрасных дорогах, на которых нас опередили гениальные люди, и, может быть, они признаются, что попали туда, как и мы, по земле.

Вначале я помышляю лишь о том, чтобы устранить все, что мне мешает. Вот почему сначала я иду медленно; вот почему я подолгу задерживаюсь на вопросах, которые вычислители никогда и не думали обсуждать, потому что эти вопросы относятся к метафизике, а вычислители — не метафизики. Они не знают, что алгебра является лишь языком, что этот язык еще вовсе не имеет грамматики и что дать ему грамматику может только одна метафизика.

Мы видели, что в каждом пальце, разгибаемом при счете, мы переходим к числу, большему на одну единицу, а с каждым пальцем, загибаемым при отсчитывании, — к числу, меньшему на одну единицу.

Ведь когда мы приобрели навык представлять себе при помощи пальцев ряд чисел, поочередно увеличивающийся и уменьшающийся, мы можем представить себе этот ряд при помощи любых других вещей — камешков, людей,

деревьев и т. д., т. е. мы можем вести прямой и обратный счет с помощью камешков, деревьев, людей и т. д. так же, как и с помощью пальцев.

Однако те идеи, которые мы создали себе при помощи пальцев, аналогия заставляет нас применять к камешкам, деревьям, людям; и так как мы можем применять их ко всем предметам вселенной, мы говорим, что они всеобщие, т. е. применимы ко всему.

Но когда мы ограничиваемся тем, что считаем их применимыми ко всему, мы применяем их не к каждой вещи в отдельности, а рассматриваем их сами по себе и отделяем их от всех предметов, к которым их можно применить.

Между тем первоначально мы заметили эти идеи в самих этих предметах и могли их заметить только там. Сначала мы увидели их в пальцах, по мере того как отмечали последовательный порядок, в каком они разгибались и загибались. Затем мы увидели их во всех предметах, по мере того как производили с их помощью прямой и обратный счет, который мы вели с помощью пальцев.

Итак, рассматривать числа всеобщим образом, или как применимые ко всем предметам вселенной, — это то же самое, что не применять их ни к одному из этих предметов в отдельности; это то же самое, что абстрагировать их, или отделить от этих предметов, чтобы рассматривать их отдельно; и тогда мы говорим, что общие идеи чисел суть абстрактные идеи<sup>3</sup>.

Но когда идеи чисел, сначала замеченные в пальцах, а затем во всех предметах, к которым их применяют, становятся общими и абстрактными, мы больше не замечаем их ни в пальцах, ни в предметах, к которым мы перестали их применять. Где же мы их замечаем?

В названиях, ставших знаками чисел. В уме остаются только эти названия, и тщетно было бы искать в нем что-то другое.

*Один, два, три* и т. д. — вот, следовательно, абстрактные идеи чисел, ибо эти слова представляют числа как применимые ко всему и не применимые ни к чему. Они-то и отделяют их от предметов, в которых мы научились их замечать. Например, сказав «один палец», «один камешек», «одно дерево», мы затем говорим *один*, ничего не добавляя, и имеем в слове «один» абстрактную единицу.

Если вы думаете, что абстрактные идеи — это нечто иное, чем названия, то скажите, если сумеете: каково это иное? В самом деле, когда вы образуете абстракцию из пальцев и из других предметов, которые могут представлять числа, когда вы образуете абстракцию из названий, которые являются другими их знаками, — тщетно вы будете искать то, что остается в вашем уме; вы не найдете там ничего, абсолютно ничего.

Но, скажут нам, как можно свести абстрактные идеи к словам? Мне было бы легче ответить на этот вопрос, чем на другой: если абстрактные идеи суть нечто иное, нежели слово, то чем они являются?

Числа представляются мне пальцами, когда я учусь считать; они представляются мне другими предметами, когда я повторяю с другими предметами то, чему обучился на пальцах.

По мере того как я их себе представляю, я даю им различные названия. Я обозначаю через *один* палец, рассматриваемый как единственный; и соответственно я скажу *один* об одном камешке, об одном дереве. Я выражаю через *два* один палец плюс один палец и, стало быть, скажу *два* об одном камешке плюс один камешек, об одном дереве плюс одно дерево. Я составил также названия *три*, *четыре* и т. д. Какие же идеи напоминают эти названия?

Я утверждаю, что *один* есть слово, которое, как я вспоминаю, я выбрал для обозначения одного-единственного пальца, одного-единственного камешка, одного-единственного дерева и вообще индивидуального предмета; что *два* — другое слово, которое, как я вспоминаю, я выбрал, чтобы выразить один палец плюс один палец, один камешек плюс один камешек, одно дерево плюс одно дерево и вообще один индивид плюс один индивид. Ведь как в общих названиях, таких, как *один*, *два*, *три*, нет по существу ничего, кроме названий, так нет по существу ничего, кроме названий, в абстрактных идеях, ибо абстрактные идеи и общие названия — в сущности одно и то же.

Заблуждение, в которое впадают по этому вопросу, происходит из того, что полагают, будто слово *идея* имеет только одно значение. В действительности же их два: одно собственное, а другое то, которое дано ему в широком смысле. Если я говорю «один камешек», «два камешка»; слово *идея* взято в собственном смысле, ибо я нахожу идеи одного и двух в предметах, которые я соединяю

этими названиями; но если я говорю *один, два*, то это лишь общие названия, и только в расширительном смысле их называют идеями.

Известно, что вне нас нет ни родов, ни видов; известно, что есть только индивиды, хотя наши философы, которые это, несомненно, знают, так часто об этом забывают, что кажется, будто это им неизвестно. Следовательно, роды и виды — лишь наименования, которые мы создали; нам нужно было их создать, потому что ограниченность нашего ума сделала для нас необходимым классифицировать предметы.

Ведь наименования, данные числам, — это лишь способ классифицировать вещи, чтобы наблюдать их в различных отношениях, в которых они находятся в исчислении. Следовательно, на том же основании, что в мире нет ничего, что было бы родом или видом, нет и ничего, что было бы *двумя, тремя, четырьмя*, одним словом, числом. Есть только, если можно так выразиться, *один, один, один*; и числа существуют лишь в названиях, которые мы создали для нашего употребления. Для бога нет числа. Так как он видит сразу все, он ничего не считает. Считаем мы, потому что видим лишь по одному и, чтобы считать, должны говорить *два, три, четыре*, как если бы было что-то, что было бы *двумя, тремя, четырьмя*. Мы даже предполагаем это: склонные приписывать реальность своим абстракциям, мы охотно устанавливаем принцип, что *все постигаемое нами ясно и отчетливо является вне нас таким, каким мы его постигаем*<sup>4</sup>. Добрый картезианец не усомнится в этом.

## ГЛАВА V

### В КАКИХ ОБЩИХ ОТНОШЕНИЯХ МЫ МОЖЕМ РАССМАТРИВАТЬ ЧИСЛА

Два числа равны, если они содержат в себе одинаковое количество единиц, и неравны, если не содержат в себе одинакового количества единиц.

Мы замечаем это равенство или неравенство, сравнивая их; и так как при этом мы соотносим их друг с другом, то мы говорим, что они находятся в отношениях равенства или в отношениях неравенства. Эти отношения являются наиболее общими.

Два равных числа взаимно содержат друг друга: *два плюс два* содержит *четыре*, а *четыре* содержит *два плюс два*.



Значит, они не содержат друг друга, если они неравны: *два плюс два* содержится в *пяти*, но *пять* не содержится в *два плюс два*.

Так как два числа содержатся друг в друге, то говорят, что каждое из них есть точная мера другого: *два плюс два* есть точная мера *четырёх*, а *четыре* есть точная мера *двух плюс два*.

Таким образом, сказать, что два числа равны, что они содержатся одно в другом, что они являются точной мерой друг друга, — значит сказать одно и то же тремя разными способами; но, хотя подобные выражения тождественны, мы увидим, что каждое из них имеет свое употребление.

Когда два числа не измеряют друг друга, их можно сравнить с третьим, которое содержится определенное число раз в том и другом и является общей мерой обоих. Например, *восемь* и *двенадцать* имеют своей общей мерой *четыре*, *два* и *один*. По поводу этого нужно заметить, что единица есть общая мера всех чисел; есть даже такие числа, которые не имеют другой общей меры, как *четыре* и *пять*, *девять* и *одиннадцать*.

Когда мы измеряем два числа, мы находим излишек большего над меньшим; когда мы их сравниваем, мы видим, что излишек большего над меньшим представляет собой разность между ними; а когда мы вычитаем меньшее из большего, мы замечаем, что этот излишек, или это отличие, и есть то, что остается.

Значит, *излишек*, *разность*, *остаток* — слова, которые обозначают в точности одно и то же, но ум употребляет их для различных задач. *Излишек* связан с мерой, поскольку излишек узнают после измерения; *разность* — со сравнением, поскольку разницу обнаруживают, сравнивая; *остаток* связан с вычитанием, поскольку остаток находят после того, как вычли меньшее число. *Два* есть излишек шести над четырьмя, разность между четырьмя и шестью, и остаток, когда вычтено четыре. Таким образом, в данном примере все эти выражения обозначают *два*, следовательно, они обозначают одно и то же; но первое предполагает, что произвели измерение, второе — сравнение, а последнее — вычитание.

Несомненно, что подробности, в которые я вхожу, покажутся излишними, так как, по-видимому, люди, знающие счет, не нуждаются в том, чтобы их учили, что представляют собой равенство, излишек, разность, остаток. Но ребенок считает на пальцах до того, как выучит эти

наименования, и, может быть, когда он их узнаёт, он будет думать, что знает столько же вещей, сколько и слов. Правда, я пишу для взрослых, но я должен обращаться с ними как с детьми, ибо есть только один способ обучиться и он одинаков для всех возрастов; и к тому же все невежды — дети, и самые ученые люди еще весьма юны.

Вспомним, что мы можем идти лишь от известного к неизвестному. Каким же образом можно идти от одного к другому? Дело в том, что неизвестное находится в известном, и находится там лишь потому, что это одна и та же вещь. Значит, мы можем переходить от того, что знаем, к тому, чего не знаем, лишь потому, что то, чего мы не знаем, тождественно тому, что мы знаем. Вы, которые ничему не научились, читая эту главу, глубоко убеждены в том, что все, о чем я здесь говорю, — то же, что вы знаете. Значит, когда ребенок будет это знать, то, чему он обучится, будет то же, что он знал.

Ведь так как все, чего мы не знаем, — то же, что мы знаем, то очевидно, что наше исследование того, что мы знаем, никогда не будет чрезмерным, если мы хотим постичь то, чего мы не знаем. Известное нужно исследовать, и тщательно исследовать, так как то, что мы, как нам кажется, знаем, мы часто знаем плохо. Поэтому я уже давно убежден в том, что лучшие основы будут найдены тогда, когда все будет создано заново, вплоть до самых обычных понятий. Ибо если идеи обычны, это не значит, что они созданы лучше. Напротив, это идеи, в которых меньше всего отдают себе отчет. Однако, если в них оставляют неясность, они будут плохо познаны, а если они плохо познаны, они не смогут вести нас к тому, чего мы не знаем. Вот почему я начинаю с того, с чего никогда не начинали, и делаю пространные замечания о вещах, говорить о которых все считают бесполезным. Я чувствую, что из-за этого должен показаться мелочным, но прошу, чтобы публика была ко мне так же снисходительна, как она снисходительна ко многим другим.

Когда я говорю *два плюс два равно четырем*, понятно, что равенство сводится к тождеству, ибо достаточно знать значение слов, чтобы признать, что то, что я называю *два плюс два*, есть то же самое, что я называю *четыре*.

*Два плюс два* и *четыре* есть, таким образом, одно и то же число, выраженное по-разному, или два выражения, обозначающие тождественные идеи.

Следовательно, сказать, что два числа равны, что они

содержатся друг в друге, что они точно измеряются друг другом, что они являются одним и тем же числом или что они тождественны, — значит сказать одно и то же несколькими способами.

Может быть, сделают заключение, что в языке исчислений составляют лишь тождественные и, следовательно, пустые предложения. Я согласен, что в этом языке, как и во всех других, составляют лишь тождественные предложения всякий раз, когда предложения истинны. Ибо, если доказано, что то, чего мы не знаем, — то же, что мы знаем, то очевидно, что мы можем составлять лишь тождественные предложения, когда переходим от того, что мы знаем, к тому, чего мы не знаем. Однако, являясь тождественным, предложение не является пустым.

*Шесть есть шесть* — предложение одновременно и тождественное, и пустое. Но заметьте, что тождество есть в одно и то же время и в выражениях, и в идеях. Ведь пустым делает не тождественность в идеях, а тождественность в выражениях. Действительно, никогда нет нужды составлять предложение *шесть есть шесть* — это бы ни к чему не привело. А пустота, как это можно было заметить, состоит в том, чтобы говорить ради того, чтобы говорить, без предмета, без цели, ничего не сказав.

Не так обстоит дело с другим предложением — *три и три составляют шесть*. Оно есть сумма сложения. Следовательно, может возникнуть надобность составить это предложение, и оно не является пустым, потому что тождественность здесь содержится исключительно в идеях.

Не установив различия между двумя тождествами — тождеством в словах и тождеством в идеях, люди предположили, что всякое тождественное предложение является пустым, так как всякое предложение, тождественное в словах, действительно является пустым; они не подозревали, что предложение не может быть пустым, когда тождество заключено лишь в идеях. Они даже не хотели замечать это тождество. Ибо почему говорят, например, *два и два составляют четыре*? Почему *составляют*? Не потому ли, что предполагается, что *два и два* есть нечто иное, чем *два и два*; мне кажется, что говорили бы *два и два есть четыре*, если бы хорошо поняли, что *два и два* — это то же самое, что и *четыре*.

Когда мы полагаем, что два человека одинакового роста, мы видим одну и ту же вещь в двух сравниваемых, т. е. видим один и тот же рост в двух людях, и составляем

тождественное предложение. Так же, когда мы говорим *два плюс два равно четырем*, мы видим одну и ту же идею в двух выражениях, и наше предложение опять-таки тождественно. Но так как вычислители не отметили, что в этих выражениях тождественны идеи, они на том основании, что сравнивают различные слова, решили, что сравнивают различные идеи.

Когда я говорю, что они не отмечают этого тождества, я не хочу сказать, что они его не замечают. Кто бы мог его не заметить? Но если бы они его отметили, они были бы вынуждены заключить, что, когда они исчисляют, они составляют тождественные предложения и не могут не составлять их. Ведь они как бы инстинктивно отказываются от этого вывода, потому что придерживаются предрассудка, будто всякое тождественное предложение является пустым; а они испытывают отвращение к пустым предложениям.

## ГЛАВА VI

### О ВОЗВЕДЕНИИ В СТЕПЕНЬ И ИЗВЛЕЧЕНИИ КОРНЕЙ, КОГДА ВЕЛИЧИНЫ ВЫРАЖЕНЫ В НАЗВАНИЯХ

Искусство исчислять могло совершенствоваться лишь постольку, поскольку упрощались методы. Ведь более простой метод, которого бы еще не знали, не содержался бы в методе, о котором имелись бы лишь неясные идеи. Ибо неясные знания в сущности не являются знаниями. Между тем к неизвестному можно идти только через известное, и если нам так трудно делать открытия, то это потому, что мы плохо знаем то, что, по нашему мнению, мы знаем. Тот, кто знал бы это хорошо, нашел бы все то, что можно найти; вот секрет изобретателей.

Следовательно, первоначальный метод мог привести к более совершенному методу лишь после того, как был упрощен сам; и увидеть в нем еще более совершенный метод можно было, лишь по мере того как его упрощали.

Всю простоту метода создает выбор знаков. Ведь, исчисляя при помощи пальцев и названий, не могли испытывать больших трудностей; их хотели преодолеть и, переходя от одной попытки к другой, нашли более удобные знаки.

Продолжая изучать исчисление, которое производится при помощи пальцев и названий, мы можем, таким образом,

льстить себя надеждой открыть более простые исчисления. К тому же у нас будет преимущество говорить на языке, всем знакомом, и мне кажется, что более естественно начинать изучение на том языке, на котором говорят, чем на том, которого еще не знают. Правда, путь, которым я иду, покажется долгим, и могут счесть, что я забираюсь очень высоко, так как начинаю с начала.

Говорят, что степени числа являются тем же самым числом, умноженным несколько раз само на себя; сразу же после того, как дают это определение, добавляют, что всякое число, которое не было умножено само на себя, есть первая степень себя самого, что, например, *два* есть первая степень *двух*. Вот степень, которая не является произведением, и, следовательно, определение не точно. Конечно, когда определяют одним образом, а говорят другим, это не способствует пониманию.

Произведение числа, умноженного само на себя, называют квадратом. *Четыре*, например, есть произведение *двух*, умноженных на *два*; и это произведение называется *квадрат*, так как это мера квадратной поверхности, имеющей два в высоту и два в основании.

Если затем умножают *четыре* на *два*, то произведение *восемь* получает название *куб*, потому что оно действительно является мерой куба, т. е. геометрического тела, имеющего два в основании, два в высоту и два в глубину.

Представьте себе фигуру, ограниченную четырьмя прямыми углами, у которой две параллельные стороны перпендикулярны двум другим.

Эта фигура есть квадрат, основание которого равно высоте. Если, например, он имеет два фута в высоту, он будет иметь два фута в основании; и вы видите, что, умножая *два* на *два*, вы получите *четыре* для квадратной поверхности.

Итак, понятно, что произведение всякого числа, умноженного само на себя, как, например, произведение *двух* на *два*, может представлять квадрат. Ведь именно по этой причине называют *квадратами* произведения этого вида. Так, *четыре* есть квадрат *двух*, *девять* — квадрат *трех* и т. д.

Куб есть геометрическое тело, основание, высота и глубина которого равны. Предположим, что он имеет два фута в каждом из этих измерений; и, как *два*, умноженное на *два*, дало *четыре* для квадратной поверхности, *четыре*, умноженное на *два*, дадут куб *восемь*. Таким образом;

понятно, что произведение всякого числа, умноженного два раза само на себя, может представлять куб: *восемь* — куб *двух*, *двадцать семь* — куб *трех*.

*Два* может помножить куб *восемь*, произведению, которое от этого получится, и другим произведениям необходимо дать название. Но так как было бы излишним заботиться о множестве названий, то все эти произведения включили в общее наименование *степень*.

Стало быть, степень первоначально означала различные произведения числа, умноженного последовательно само на себя; имелось столько же степеней, сколько и произведений.

Соответственно этому первому значению число по существу не является степенью, когда оно не представляет собой такого произведения, подобно тому как единица не есть число в первом значении слова.

Но в расширительном смысле говорят, что единица — это число, потому что она производит все числа. Подобным же образом говорят в более широком значении, что каждое число есть первая степень самого себя, так как, будучи умножено само на себя, оно является исходным для всех степеней. Значит, *четыре* — вторая степень *двух*, *восемь* — третья, *шестнадцать* — четвертая, а *два* — первая степень самого себя в неточном, или широком, значении.

Естественно и разумно давать одним и тем же вещам различные наименования сообразно различным точкам зрения. Поэтому-то числа, рассматриваемые в отношении степеней, для которых они являются исходными, были названы корнями этих степеней. Два есть корень второй степени из *четырех*, корень третьей степени из *восьми*, корень четвертой степени из *шестнадцати* и в широком значении корень первой степени из *двух*. Поэтому всякое число есть одновременно первый корень и первая степень.

Единица есть число, следовательно, умноженная сама на себя, она дает квадрат, квадратным корнем (или корнем второй степени) которого она является. Будучи умножена сама на себя второй раз, она даст куб, кубическим корнем (или корнем третьей степени) которого она является; и так как *один*, умноженный или разделенный на *один*, всегда будет только *один*, из этого следует, что в единице находятся все возможные степени и корни. Вы видите, что к этому языку ведет аналогия.

Вот что понимается под *корнем* и *степенью*. Заметьте, что все, что вы только что узнали, содержится в том, что

вы уже знали, за исключением слов *степень* и *корень*. Таким образом и будет довершаться язык исчислений. Будут вводиться новые наименования и новые знаки; но в каждом наименовании, в каждом знаке вы найдете лишь то, что вы уже знали. Так вы постепенно дойдете от исчисления на пальцах до интегрального исчисления.

Если вы научились умножать, вы тем самым научились возводить число в квадрат, куб или в любую другую степень. Итак, возведение в степень вам известно, и именно в этом известном вы найдете извлечение корней.

Если дана степень, то извлечь из нее корень — значит найти число, которое было исходным числом данной степени. Таким образом, понятно, что раз умножение дает степень, то деление даст корни и извлечение корней обратно возведению в степень. Одно действие разрушает то, что было создано другим. Если вы умеете что-то составить, вы умеете и разложить это, если обращаете внимание на то, каким образом вы составляли. Рассмотрим пример.

Я пишу в одной колонке девять первых чисел, а в другой — квадраты каждого числа.

*Корни*

Один  
 Два  
 Три  
 Четыре  
 Пять  
 Шесть  
 Семь  
 Восемь  
 Девять

*Квадраты*

Один  
 Четыре  
 Девять  
 Десять плюс шесть  
 Два десятка плюс пять  
 Три десятка плюс шесть  
 Четыре десятка плюс девять  
 Шесть десятков плюс четыре  
 Восемь десятков плюс один

Все эти корни имеют только один член. Квадраты первых трех имеют также по одному члену, так как включают лишь единицы первого разряда. Другие квадраты включают единицы двух разрядов, отличающихся двумя разными членами: *десять плюс шесть*, *два десятка плюс пять* и т. д. Но мы не смогли бы выразить в этой таблице, сколько членов имеется в *десяти*, корне квадратном из ста, или в *ста*, квадрате десяти; пальцы это восполнят, ибо выражение *десяти* — это разогнутый безымянный палец плюс загнутый мизинец, а выражение *ста* — разогнутый средний палец плюс загнутый безымянный, плюс загнутый большой палец. Значит, *десять* имеет для своего выражения два термина, а *сто* — три. Продолжив эти наблюдения,

мы скоро узнаем, как по квадрату судят о числе членов корня. Перейдем к квадрату, корень которого имеет несколько членов, и рассмотрим его. Возьмем для этого *сто плюс четыре десятка плюс четыре*, корень которого, как мы знаем, есть *десять плюс два*.

Три члена этого квадрата — *сто плюс четыре десятка плюс четыре*; два члена корня — *десять плюс два*. *Сто* — это квадрат *десяти*, первого члена корня; *четыре* — квадрат *двух*, его второго члена; *четыре десятка* — произведение *двух десятков* на *два*, или взятого дважды первого члена, умноженного на второй. По примеру этого наблюдения, показавшего мне, как образуется каждый из трех членов данного квадрата, не трудно будет разобрать другой квадрат. Итак, возьмем *сто плюс два десятка плюс один*, из которого хотят извлечь корень. Скажем:

Первый член *сто* есть квадрат, корнем которого является *десять*. Первый член корня, который я ищу, будет, таким образом, *десять*. Действительно, *десять* раз по *десяти* будет *сто*; и если вычесть *сто* из *ста*, остается *два десятка плюс один*.

Этот остаток, *два десятка плюс один*, образован из двух членов, первый из которых — *два десятка* — есть произведение взятого дважды первого члена корня, умноженного на второй член. Таким образом, разделив первый член *два десятка* на удвоенный первый член корня, я найду второй член корня.

Ведь *два десятка* содержатся один раз в *двух десятках*, или, что то же самое, *два десятка*, разделенные на *два десятка*, дают в частном *один*. Значит, *один* есть второй член, который я ищу. Действительно, *один* раз *два десятка* составляет *два десятка*; *один*, умноженный на *один*, составляет *один* в квадрате, а *два десятка плюс один*, будучи вычтено из *двух десятков плюс один*, не дает остатка. Итак, квадратный корень из *ста плюс два десятка плюс один* есть *десять плюс один*.

Так же легко мы нашли бы, что *одиннадцать* есть квадратный корень из *ста двадцати одного*, а вся трудность порождена нашей манерой выражаться.

Так как наш язык скрывает от нас аналогию, по которой составляются числа, не удивительно, что он не позволяет нам увидеть, как мы можем их расчленять. Как вы видите, все подтверждает, что подобные открытия было бы легко делать, если бы наименования были созданы наподобие счета на пальцах. Вот преимущество, которое



обнаружит алгебра; благодаря ей мы будем говорить, как природа, а будем думать, что сделали великое открытие.

Я мог бы показать, что для извлечения квадратных корней, когда они составлены из трех, четырех или большего числа членов, не нужно другого метода, кроме того, который мы только что открыли, и одна лишь аналогия; вскоре научила бы нас извлекать корни третьей, четвертой и других степеней. Например, чтобы суметь разложить куб, было бы достаточно рассмотреть, как он выражается с помощью пальцев; это позволило бы увидеть, как он построен; но теперь мне достаточно указать на эти методы. Мы изложим их, когда найдем более простые знаки; исчисление, которое производилось бы лишь при помощи названий, было бы слишком сложным.

## ГЛАВА VII

### ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ДРОБЯХ, КОГДА ОНИ ВЫРАЖЕНЫ В НАЗВАНИЯХ

Дроби сильно затрудняют начинающих, и это вина тех, кто создал основания [арифметики]. Можно было бы сказать, что, когда они рассматривают дроби, они говорят нечто, чего никто не знает. Однако именно в этом случае уместно сказать, что все говорят прозой, сами того не зная.

Раздробите, или разделите, туаза на шесть частей; каждая будет дробной частью туаза, или, что то же самое, она будет, выражаясь по-латыни, ее *фракцией*. Соответственно вы можете дать числу этих частей название дробного числа или дроби. Именно так и сделали, и вы сразу же видите дроби в одной *шестой туаза*, *двух шестых туаза* и т. д. — в тех выражениях, которые были вам известны. Не так ли мещанин во дворянстве видит вдруг прозу в словах: «Николь, принеси мне мои домашние туфли»?

В противоположность дробному числу, или дроби, целому туазу можно дать название целого числа, и это также было сделано. Поэтому одно и то же число можно рассматривать и как целое число, и как дробное. Например, фут является целым числом по отношению к дюймам, которые представляют собой его части, и дробным числом по отношению к туазу, частью которого является он сам.

Вот что мы все знали до того, как язык показал нам это; и если теперь мы воображаем, что научились чему-то

кроме слов, то похожи на мещанина во дворянстве, на которого мы походим весьма часто. Достаточно было иметь случай что-то измерить, чтобы произвести вычисление, не подозревая того, при помощи целых и дробных чисел.

Когда расчленяют дробь, в ней выделяют два члена, которые я напишу, чтобы лучше их различить, в виде

$\frac{\text{три}}{\text{шесть}}$  туаза. Это означает, что я делю туаз на шесть и что из шести частей я беру три части — выражение, равнозначное выражению *три шестых туаза*.

Таким образом, один из этих членов *знаменует*, или указывает, на сколько частей мы делим целое, и его называют *знаменателем*; таково *шесть* в предыдущем примере; другой член *счисляет*, или указывает, сколько этих частей мы берем, и его называют *числителем*; таково *три*. Все это знают до того, как увидели дроби, написанные так, как их пишу я, и до того, как услышали о числителе и знаменателе. Ведь все это содержится в *трех шестых туаза*.

Все знают также то, что знаменатель дроби делит главную единицу, целое, и не делит и не может делить числитель, так как большее число не содержится в меньшем. Например, в трех четвертях ливра, или, как я пишу, в

$\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ , *четыре* делит ливр и не делит *три*.

Наконец, нет никого, кто не знал бы, что три ливра равны шестидесяти су. Таким образом, понятно, что вместо *трех* можно поставить *шестьдесят*, и так как тогда дробь станет  $\frac{\text{шестьдесят}}{\text{четыре}}$ , то числитель, разделенный на знамена-

тель, даст в частном пятнадцать. В подобных случаях всегда можно будет найти частное дроби.

Можно будет придать форму дроби любому делению, которое нужно сделать. Например, я пишу  $\frac{\text{сто}}{\text{десять}}$ , а это означает, что *сто* следует разделить на *десять*, как  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  означает, что *три* нужно разделить на *четыре*.

Я говорю «*сто разделить на десять*», а не «*сто, деленное на десять*», как обычно говорят недостаточно точно. Ибо

$\frac{\text{сто}}{\text{десять}}$  не является выражением произведенного деления; это выражение деления, которое нужно произвести, это деление, которое лишь намечено.

Что бы ни подумали о подобных замечаниях, я их делаю, ибо правило, которое я себе предписываю, — говорить только то, что я хочу сказать; и если бы я от него отступал, меня часто не понимали бы. Действительно, оттого что вычислители говорили о дроби как о произведенном делении, их иногда не понимали. Они могут сказать вам, например, что всякая дробь есть частное от ее числителя, разделенного на ее знаменатель, или что

$\frac{\text{пять}}{\text{восемь}}$  есть не что иное, как частное от *пяти*, разделенного на *восемь*. Но если мы вспомним, что, как нас учили, частное выражает, сколько раз меньшее число содержится в большем, то как можно себе представить, что *пять*, разделенное на *восемь*, имеет частное, выражающее, сколько раз *восемь* содержится в *пяти*, и как мы можем понять, что это частное является самой дробью

$\frac{\text{пять}}{\text{восемь}}$ ? Правда, когда эту загадку разгадывают, в этом находят смысл, но у начинающих обучение не предполагается дар угадывания.

Следует заметить, что каждое выражение деления, которое нужно произвести, тождественно выражению его частного. Например,  $\frac{\text{шестьдесят}}{\text{четыре}}$  — это, по существу, то же, что и *пятнадцать*. Точно так же, каким бы способом ни выражали частное  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  ливра, выражение частного будет тождественно выражению дроби и *пятнадцать* су будет тем же самым, что и *три четверти ливра*. Несомненно, это-то и заставило сказать, что  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  — частное от *трех*, разделенных на *четыре*.

Но так как дробь  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  есть не произведенное деление, а деление, которое нужно произвести, следует заметить, что эта же дробь, принятая за частное, не является найденным частным, а представляет собой лишь намеченное частное и что, следовательно, она не есть частное в узком смысле. Действительно, так как частное должно выражать, сколько раз делитель содержится в делимом, то собственно частное имеется лишь после того, как произведено деление. А ведь  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  — это деление, которое нужно произвести.

Чтобы произвести это деление, я должен заменить числитель *три* числом *шестьдесят*; и так как в  $\frac{\text{шестьдесят}}{\text{четыре}}$  и  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  имеются два тождественных выражения, то *пятнадцать* и для того и для другого является выражением частного. Но если бы я не сделал этой подстановки, я не произвел бы деления  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ , так как *три* не делится на *четыре*. Следовательно, эта дробь не имеет частного в узком смысле; она имеет его лишь постольку, поскольку преобразуется в  $\frac{\text{шестьдесят}}{\text{четыре}}$  — выражение, которое ей тождественно.

Однако, так как частное от *трех*, которое нужно разделить на *четыре*, каково бы оно ни было, — то же, что и частное от  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ , то эта дробь может заменить частное,

которое она обозначает; я скажу, что  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  есть в широком смысле частное от деления *трех* на *четыре*, и меня поймут, потому что я не буду брать слово *частное* в его первом значении и предупрежу об этом. По этому поводу мы можем заметить, что всякий числитель есть делимое, а всякий знаменатель — делитель. Вот каким образом наименования вновь становятся то одинаковыми, после того как были разными, то разными, после того как были одинаковыми, — искусство, которое заставляет нас рассматривать вещи со всех возможных точек зрения и из тождества в тождество ведет нас от одного знания к другому.

Давайте рассмотрим это искусство, изучим его и сделаемся изобретателями.

Если два деления, которые нужно произвести, тождественны, то у них одно и то же частное, и частное деления, которое осуществимо, принимают за частное деления, которое неосуществимо.

Так как два деления, которые нужно произвести, дают одно и то же частное, когда они тождественны, из этого следует, что они тождественны, когда имеют одно и то же частное. Значит, мы убедимся в их тождественности, когда узнаем, что частное одно и то же; и мы убедимся, что частное одно и то же, когда узнаем их тождество. Одним словом, если известно одно из этих тождеств, то другое будет также известно; и мы будем идти попеременно от

тождества частных к тождеству дробей и от тождества дробей к тождеству частных.

Дроби всегда тождественны, когда, подобно таким, как  $\frac{\text{один}}{\text{один}}$ ,  $\frac{\text{два}}{\text{два}}$ ,  $\frac{\text{три}}{\text{три}}$ , каждая из них имеет одно и то же число в качестве числителя и знаменателя, ибо, если каждое число содержит себя один раз, частным для каждой дроби будет единица.

Значит, единицу можно выразить бесконечным количеством способов, и так же будет со всяким другим числом.

*Два* выразится через  $\frac{\text{два}}{\text{один}}$ ,  $\frac{\text{четыре}}{\text{два}}$ ,  $\frac{\text{шесть}}{\text{три}}$  и при помощи любой другой дроби, равной *двум*, или имеющей два в частном. Аналогичным образом *три* будет равно  $\frac{\text{три}}{\text{один}}$ ,  $\frac{\text{шесть}}{\text{два}}$ ,  $\frac{\text{девять}}{\text{три}}$  и т. д. Чем более явно тождество этих

выражений, тем полезнее они для нас будут — это посредники, благодаря которым мы будем переходить от предложения, где очевидность заметна, к предложению, где она незаметна. Необходимость в предложениях такого рода унизительна для нашего самолюбия, но все мы ползаем, а воображаем, будто взлетаем, когда льстим себя мыслью, что мы гениальны; подобное происходит с нами во сне, когда мы видим себя парящими в воздухе.

Со всяким дробным числом дело обстоит так же, как и со всяким целым; оно может быть выражено бесконечным количеством способов. Например,  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$ ,  $\frac{\text{три}}{\text{шесть}}$ ,  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$  представляют собой лишь различные выражения дроби  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ . Ведь если умножить два члена этой дроби на *два*,

то получим  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$ ; на *три* —  $\frac{\text{три}}{\text{шесть}}$ ; на *четыре* —  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ .

Значит, дробь, два члена которой умножили на одно и то же число, дает в произведении дробь, которая ей тождественна; или, как обычно выражаются, величина дроби не меняется, когда два ее члена умножают на одно и то же число. Тогда в самом деле и до и после умножения дробь всегда имеет одно и то же частное.

Таким образом, умножение в подобном случае изменяет лишь выражение дробей; одно выражение оно заменяет другим, например  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$  или  $\frac{\text{три}}{\text{шесть}}$  заменяют  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ .

Стало быть, величина дроби не изменится, когда два ее

члена разделят на одно и то же число, так как деление может лишь разрушить то, что сделало умножение; оно ограничится тем, что вновь поставит простые выражения на место сложных:  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  на место  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$  или  $\frac{\text{три}}{\text{шесть}}$ . Одним словом, деление сведет дроби к членам, из которых они были составлены до умножения. Таким образом, когда делят или умножают два члена одной дроби на одно и то же число, ее величина не меняется.

Мы часто будем иметь случай отметить, что тождество, которое не очевидно в одном выражении, может быть очевидным в другом; мы проверим, насколько полезно уметь выражать каждую величину несколькими тождественными способами. Впрочем, не следовало бы, судя лишь по форме, рассматривать как дроби в узком смысле слова все выражения, которые мы только что рассмотрели.

$\frac{\text{Два}}{\text{два}}$ ,  $\frac{\text{четыре}}{\text{два}}$  — это, по существу, целые числа; так же обстоит дело со всеми подобными выражениями каждый раз, когда намеченное деление может быть произведено. Следовательно, собственно дробь имеется лишь тогда, когда деление не может быть произведено; или, что то же самое, если дано, что числитель меньше знаменателя, то деление производится лишь после того, как числитель заменен большим числом.

Однако, поскольку все эти выражения по форме похожи друг на друга, аналогия позволяет нам дать им всем одно и то же наименование или, скорее, она предписывает его нам: какое бы различие ни имелось между вещами, мы должны давать им одно и то же название каждый раз, когда рассматриваем то, в чем они сходны. Таким образом, я буду брать слово *дробь* в его самом общем значении, и

$\frac{\text{четыре}}{\text{два}}$  будет дробью, так же как и  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$ .

Рассмотрев в этой главе дроби как нечто известное всем, мы ограничились тем, что обратили внимание на различные, полностью тождественные способы, которыми они могут быть выражены, полагая, что достаточно указать на различные языки, каких мы можем придерживаться в этом вопросе. В самом деле, этого довольно, так как искусство рассуждать есть лишь искусство говорить и путь, который ведет от одного открытия к другому, — лишь стезя тождественных выражений.

ОБ ИСЧИСЛЕНИИ ДРОБЕЙ,  
КОГДА ОНИ ВЫРАЖЕНЫ В НАЗВАНИЯХ

*Дробь, сложение, вычитание, умножение, деление* суть понятия, которые нам привычны и в которых мы должны найти исчисление дробей. Мы думаем, что не знаем его, так же как думаем, что не видим вещей, на которые не смотрим; между тем только от нас зависит смотреть на то, что мы видим, но мы ни на что не смотрим, и поэтому-то мы действительно невежественны.

Вещь находится перед нашими глазами не потому, что мы ее замечаем; наоборот, мы ее замечаем потому, что она перед глазами. Так же обстоит дело и с умом; он замечает только то, что видит, или учится, лишь наблюдая то, что знает. Стало быть, вся трудность состоит в том, чтобы наблюдать то, что мы знаем, и причина этой трудности в том, что мы мало наблюдали, или в том, что наблюдали не по правилам. Давайте же выработаем в себе привычку наблюдать лучше.

Если к дроби  $\frac{\text{один}}{\text{четыре}}$  я хочу прибавить дробь  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$ , то, как я замечаю, это значит, что, вместо того чтобы взять только одну часть целого, разделенного на *четыре*, я хочу взять его частей *один плюс два* и пишу  $\frac{\text{один плюс два}}{\text{четыре}}$ , или  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ , прибавляя друг к другу два числителя. Если из  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  я хочу вычесть  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$ , я читаю два из трех и пишу  $\frac{\text{три минус два}}{\text{четыре}}$ , или  $\frac{\text{один}}{\text{четыре}}$ .

Следовательно, сложение и вычитание дробей не представляют никакой трудности, если дроби имеют одинаковые знаменатели. Если же знаменатели разные, их нужно свести к одинаковым. Как же будет производиться это сведение? Посмотрим.

Предположим, даны дроби  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  и  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ ; ясно, что мы сведем их к одному и тому же знаменателю, если заменим их двумя тождественными дробями, каждая из которых имеет знаменатель *восемь* — произведение *четырёх* на *два*. Ведь, во-первых, каждая из них будет иметь это произведение в качестве знаменателя, если мы умножим

два члена первой дроби на *два*, а два члена второй — на *четыре*; и во-вторых, мы заменим каждую из них тождественной дробью, так как два члена каждой дроби будут умножены на одно и то же число. Здесь нет ничего такого, чего бы мы не знали, — ведь это то, что мы усвоили в предыдущей главе.

Таким образом, умножая на *два* оба члена дроби  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ , мы заменяем ее тождественной дробью  $\frac{\text{шесть}}{\text{восемь}}$ , а умножая на *четыре* оба члена дроби  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , заменяем ее тождественной дробью  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ . Тогда, если к  $\frac{\text{шесть}}{\text{восемь}}$  я прибавлю  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ , я получу сумму  $\frac{\text{десять}}{\text{восемь}}$ , или *один* плюс  $\frac{\text{два}}{\text{восемь}}$ ; а если из  $\frac{\text{шесть}}{\text{восемь}}$  я вычту  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ , я получу  $\frac{\text{два}}{\text{восемь}}$ .

Легко понять, что, если бы нужно было производить действия с большим числом дробей, их точно так же сводили бы к одному и тому же знаменателю. Понятно также, что когда хотят сложить или вычесть числа, среди которых есть и дроби и целые, то нужно лишь принять для этих целых чисел единицу в качестве знаменателя и рассматривать их как дроби; например, напишем  $\frac{\text{два}}{\text{три}}$ ,  $\frac{\text{четыре}}{\text{один}}$  и, сводя их к одному и тому же знаменателю, заменим их на  $\frac{\text{два}}{\text{три}}$ ,  $\frac{\text{двенадцать}}{\text{три}}$ .

Можно заметить, что, складывая или вычитая дроби, мы производим действия, собственно, только с числителями. Так же обстоит дело, когда их умножают или делят, ибо умножение — это сложение, а деление — вычитание.

Однако эти действия могут иногда производиться двумя способами — прямым, с числителями, и косвенным, со знаменателями. Например, если  $\frac{\text{восемь}}{\text{двенадцать}}$  умножить на *два*, мы получим  $\frac{\text{шестнадцать}}{\text{двенадцать}}$  как произведение числителя *восемь* на *два*. Но, если, вместо того чтобы умножить числитель, мы разделили бы на *два* знаменатель *двенадцать*



*дцать*, то получили бы то же самое произведение в дроби  $\frac{\text{восемь}}{\text{шесть}}$ , ибо очевидно, что взять от целого шесть двенадцатых или восемь шестнадцатых — это одно и то же.

Так же обстоит дело и с делением. Мы могли бы разделить на *два* числитель *восемь*, что дало бы в частном  $\frac{\text{четыре}}{\text{двенадцать}}$ , и могли бы умножить на *два* знаменатель двенадцать, что дало бы в частном  $\frac{\text{восемь}}{\text{двадцать четыре}}$ . Ведь мы имели одно и то же частное, обозначенное двумя этими выражениями, причем каждое из них, будучи сведено к самым простым членам, примет вид  $\frac{\text{один}}{\text{три}}$ .

Следовательно, при умножении и при делении результат один и тот же, изменяют ли величину числителя, производя действие непосредственно с ним, или изменяют ее, действуя косвенно, т. е. производя действие со знаменателем. Это наблюдение, в результате которого мы различаем прямые и косвенные действия, научит нас умножать и делить дроби всех видов.

Дано:  $\frac{\text{четыре}}{\text{пять}}$  умножить на  $\frac{\text{два}}{\text{три}}$ ; умножение числителя *четыре* на числитель *два* даст  $\frac{\text{восемь}}{\text{пять}}$ ; произведение в три раза больше, так как мы умножаем на два целых, а должны умножить лишь на две трети. Значит, нужно разделить на *три* дробь  $\frac{\text{восемь}}{\text{пять}}$ . Но, поскольку мы не смогли бы произвести это деление непосредственно с числителем, мы производим его косвенно, умножая числитель на *три*, и получаем произведение  $\frac{\text{восемь}}{\text{пятнадцать}}$  от  $\frac{\text{четыре}}{\text{пять}}$ , умноженного на  $\frac{\text{два}}{\text{три}}$ .

Следовательно, нужны два действия, чтобы найти такое произведение. Одно действие умножает числители друг на друга, и это подлинное умножение; другое умножает друг на друга знаменатели, что по существу является делением, ибо оно делит произведение, данное благодаря первому действию, и переделывает то лишнее, что сделало умножение.

Можно предвидеть, что это деление потребует также двух действий.

Допустим, нужно разделить дробь  $\frac{\text{четыре}}{\text{один}}$  на  $\frac{\text{восемь}}{\text{девять}}$ ; мы не смогли бы непосредственно разделить *четыре* на *восемь*, но можно сделать это косвенно, умножая на *восемь* знаменатель *один*, и это действие даст  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ . Это частное — в девять раз меньше, потому что *восемь* в девять раз больше, так как нужно было делить не на *восемь*, а на  $\frac{\text{восемь}}{\text{девять}}$ . Ведь то, что мы сделали слишком малым, умножая знаменатель *один* на *восемь*, мы восполнили, умножая числитель *четыре* на *девять*, и получили в частном в точности  $\frac{\text{тридцать шесть}}{\text{восемь}}$  из  $\frac{\text{четыре}}{\text{один}}$ , разделенного на  $\frac{\text{восемь}}{\text{девять}}$ .

Вы видите, что в делении, вместо того чтобы умножать, как в умножении, числитель на числитель и знаменатель на знаменатель, нужно умножать накрест, числитель на знаменатель и знаменатель на числитель. Однако, если вы учтете, что деление есть инверсия умножения, то рассудите, что для того, чтобы действовать при умножении так же, как при делении, вам нужно будет лишь перевернуть дробь-делитель. Например, если вы хотите разделить  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  на  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , напишите  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ ,  $\frac{\text{два}}{\text{один}}$  и разделите, умножая числитель на числитель и знаменатель на знаменатель. Ибо разделить  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  на  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  — то же самое, что умножить  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$  на  $\frac{\text{два}}{\text{один}}$ .

Деля два члена частного  $\frac{\text{тридцать шесть}}{\text{восемь}}$  на *четыре*, мы заменим его на  $\frac{\text{девять}}{\text{два}}$ , которое будет равно *четыре* плюс  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , и сведем это частное к простейшему выражению.

Это сведение основано на том, что величина дроби не изменяется, когда два ее члена умножают или делят на одно и то же число, — истина, которой мы собираемся дать новое доказательство.

Величина числа не изменяется, когда его умножают или делят на единицу. Следовательно, величина дроби не изменяется, когда оба ее члена умножают или делят

на одно и то же число, так как умножать или делить их таким образом означает умножать или делить дробь на единицу. Но умножать или делить два члена дроби на одно и то же число — значит умножать или делить эту дробь на другую дробь, имеющую одно и то же число в числителе и в знаменателе, на такую дробь, как  $\frac{\text{два}}{\text{два}}$ ,  $\frac{\text{три}}{\text{три}}$ , равную единице, — значит, следовательно, умножать или делить на саму единицу. Подобные умножения и деления изменяют выражение множимого и делимого, не изменяя его величину, и в различных формах множимая или делимая дробь всегда одна и та же.

Я говорил, что мы могли бы привести пример деления, частное от которого больше, чем делимое; именно это и случается каждый раз, когда числитель дроби-делителя меньше, чем знаменатель.  $\frac{\text{Четыре}}{\text{один}}$  разделить на  $\frac{\text{восемь}}{\text{девять}}$  дает в частном *четыре* плюс  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  — величину, бо́льшую, чем делимое  $\frac{\text{четыре}}{\text{один}}$ .

В подобном случае умножение дает произведение, которое меньше множимого. Например,  $\frac{\text{четыре}}{\text{пять}}$ , умноженное на  $\frac{\text{один}}{\text{четыре}}$ , дает  $\frac{\text{четыре}}{\text{двадцать}}$  — произведение, меньшее, чем  $\frac{\text{четыре}}{\text{пять}}$ . Следовательно, если не хотят все смешать, нужно, как это сделал я, ограничиться тем, чтобы видеть в умножении и делении лишь механические действия, т. е. не обращая внимания на то, что получается в результате умножения и деления, принимать во внимание лишь то, что делают, когда умножают или делят.

Отсюда ясно, что мы должны сохранить название произведения в широком смысле слова для результата всякого умножения и название частного — для результата всякого деления. В самом деле, когда результат при умножении меньше множимого или при делении больше делимого, он является произведением или частным в том же самом смысле, в каком единица является числом. Если здесь пожелают изменить язык, то из-за введения дистинкций все окажется запутанным и непонятным.

Понятно, что образование степеней и извлечение корней производится с дробями так же, как и с целыми числами.

Но действие здесь более длинное, потому что после того, как его произвели с числителем, его нужно повторить со знаменателем, ибо возвести в квадрат дробь  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$  —

значит умножить  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$  на  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$ , что дает  $\frac{\text{четыре}}{\text{шестнадцать}}$ ;

а извлечь корень квадратный из  $\frac{\text{четыре}}{\text{шестнадцать}}$  — значит извлечь его из *четырёх* и из *шестнадцати*.

Наконец, мы отметим в дробных числах обратное тому, что отметили в целых числах. Целые числа возрастают, когда их возводят в различные степени, — *два, четыре, восемь*, а дробные уменьшаются —  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ ,  $\frac{\text{один}}{\text{четыре}}$ ,  $\frac{\text{один}}{\text{восемь}}$ .

## ГЛАВА IX

### ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТОМ, ЧТО НАЗЫВАЕТСЯ ОТНОШЕНИЕМ, ПРОПОРЦИЕЙ, ПРОГРЕССИЕЙ

Эти новые понятия могут быть лишь новыми наименованиями, введенными для того, чтобы рассматривать с новой точки зрения понятия, которыми мы обладали прежде. Следовательно, они должны содержаться в том, что мы уже изучили.

Если путем сравнения была определена разность между двумя числами, то при помощи другого сравнения можно определить разность между двумя другими числами; а когда эти разности известны, их можно сравнивать. Например, увидев, с одной стороны, разность между *одним* и *двумя*, а с другой — разность между *тремя* и *четырьмя*, я могу заметить, что между двумя последними числами разность та же, что и между двумя первыми.

Эти разности, сравниваемые друг с другом, являются связями, называемыми, в частности, *отношением*, и говорят, что *отношение одного к двум такое же, как трех к четырем, или что один относится к двум как три к четырем*. Ведь четыре числа, которые сравнили таким способом, образуют то, что называется пропорцией.

Значит, пропорция состоит из двух членов: один выражает отношение, существующее между двумя первыми числами, между *одним* и *двумя*; другой член выражает отношение, существующее между двумя последними числами, между *тремя* и *четырьмя*.

Когда имеется пропорция, можно переставить каждый член, и тогда будет составлена пропорция, являющаяся инверсией первой. *Два относится к одному как четыре к трем* есть инверсия пропорции *один относится к двум как три к четырем*.

Если бы я сказал *отношение одного к двум то же, что и отношение четырех к трем*, я переставил бы лишь один из двух членов и составил бы ошибочную пропорцию; но я снова сделал бы ее правильной, если бы заметил, что отношение здесь обратное и что я должен сказать *отношение одного к двум то же, что и обратное отношение четырех к трем*.

Следовательно, обратное отношение имеет место каждый раз, когда порядок чисел в одном члене есть инверсия порядка чисел в другом члене. Когда отношение не является обратным, его называют *прямым* или просто *отношением*, ибо всякий раз, когда не говорят, что оно обратное, предполагают, что оно прямое.

Из двух чисел, которые составляют каждый член, первое называется *предшествующим*, а второе — *последующим*. Таким образом, в пропорции имеется два предшествующих и два последующих. *Один относится к двум как три к четырем* имеет в качестве предшествующих *один* и *три*, а в качестве последующих — *два* и *четыре*.

Но пропорцию можно было бы образовать только из трех чисел, например, *один относится к двум как два к трем*, где *два* является общим для обоих членов и представляет собой и первый последующий, и второй предшествующий. Таким образом, два члена связаны друг с другом в этом общем числе, и вследствие того, что так образуется непрерывная функция, пропорции этого рода были названы *непрерывными пропорциями*.

Во всякой непрерывной пропорции первый член так относится ко второму, как второй к третьему; на этом основании второй член называется *средним пропорциональным*.

Когда составлена непрерывная пропорция *один относится к двум как два к трем*, ничто не мешает составить и такую: *три относится к четырем как четыре к пяти* — и получить непрерывную функцию *один относится к двум как два к трем, как три к четырем* и, можно прибавить, *как четыре к пяти, как пять к шести* и т. д. Таким образом, можно было бы заметить, что ряд, образуемый счетом, есть непрерывная функция, в которой отношение

одного члена к другому есть единица. Подобная непрерывная функция называется *прогрессией*, а все члены, находящиеся между двумя данными членами, — *средними пропорциональными*, например *два, три, четыре* — средние пропорциональные между *одним и пятью*.

Ряд, образуемый обратным счетом, является инверсией ряда, образуемого прямым счетом. Первый называется *возрастающей прогрессией*, так как члены в нем возрастают в одном и том же отношении, а второй называется *убывающей прогрессией*, потому что члены в нем уменьшаются в одном и том же отношении.

Если в прямом и обратном счете отношение между двумя числами — единица, то в сложении и вычитании оно будет равно нескольким единицам и будут образованы пропорции и прогрессии, имеющие отношением *два, три, четыре* или любое другое число. Например, пропорция *два относится к шести как восемь к двенадцати* имеет *четыре* в качестве отношения, или разности.

Но в умножении и делении имеется нечто другое, что нужно отметить. Ведь если разность находят вычитая, то частное, или отношение, находят деля; и частное здесь принимает название *отношения* потому, что является отношением содержимого к содержащему. Например, *два относится к четырем как восемь к шестнадцати* означает, что *два* содержится два раза в *четырех*, так же *как восемь в шестнадцати*, или *два* содержит половину *четырех*, так же как *восемь* — половину *шестнадцати*.

Когда отношение является тем же, что и разность, его называют *арифметическим*, а *геометрическим* его называют, когда оно такое же, как и частное. Различая два вида отношений, мы соответственно будем различать два вида пропорций и прогрессий.

Мы имеем арифметическую пропорцию в *четыре* *относится к восьми как десять к четырнадцати* и арифметическую прогрессию в *четыре* *относится к восьми как восемь к двенадцати, как двенадцать к шестнадцати, как шестнадцать к двадцати*; здесь вычитание дает *четыре* в качестве арифметического отношения, или в качестве разности.

*Четыре* *относится к восьми как восемь к шестнадцати* — это геометрическая пропорция; а если мы прибавим *как шестнадцать к тридцати двум, как тридцать два к шестидесяти четырем*, мы будем иметь прогрессию того же названия.

Чтобы найти отношение подобного ряда, безразлично,

делить ли предшествующий член на последующий или последующий на предшествующий, ибо если в одном случае имеется отношение содержимого к содержащему, то в другом — отношение содержащего к содержимому, а эти два отношения являются по существу одним и тем же отношением, различно выраженным. Например,  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$

даст отношение  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , а  $\frac{\text{восемь}}{\text{четыре}}$ , являющееся инверсией

$\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ , даст  $\frac{\text{два}}{\text{один}}$  — выражение, являющееся инверсией

$\frac{\text{один}}{\text{два}}$ . Впрочем, хотя в этих двух выражениях отношение

одинаково, несомненно, будут считать, что не следует произвольно употреблять то одно, то другое, а нужно отдавать предпочтение одному из них.

За исключением нескольких слов, мы позаимствовали эту главу из предыдущих глав. Мы обдумали идеи, которые мы себе составили, рассмотрели их с новой точки зрения и дали им новые наименования. Заметьте, что пропорции, которых вы не знали, — это то же самое, что и дроби,

которые вам известны. Вы знаете, что  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$  равно

$\frac{\text{восемь}}{\text{шестнадцать}}$ , или что частное одной из этих дробей такое же,

как частное другой. Значит, когда это частное называют отношением, вы видите в известном вам, что отношение двух к четырем то же, что и отношение восьми к шестнадцати. Когда мы рассмотрели дроби, мы увидели числители в уже известных нам делителях; теперь, когда мы рассматриваем пропорции, мы видим предшествующие члены в числителях и последующие члены в знаменателях. Таким образом, мы идем от одного знания к другому лишь потому, что переходим от одного наименования к другому. Эту хитрость нелегко заметить, так как к ней нелегко привыкнуть.

К тому же, чтобы досконально рассмотреть пропорции и прогрессии, нам потребуются еще другие слова; но сейчас достаточно приведенных. Мы всегда сможем вовремя выучить те слова, в которых будем нуждаться. Слова, которыми пользуются по мере того, как их узнают, не забываются; а если слишком торопятся обременить ими свою память, их не могут вспомнить, когда хотят ими воспользоваться; их забывают.

ОБ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ПРОПОРЦИЯХ  
И ПРОГРЕССИЯХ, ВЫРАЖЕННЫХ В НАЗВАНИЯХ

В предыдущих главах не раз можно было заметить, что исчисления при помощи длинных фраз производятся с трудом. Известно даже, и каждый может это испытать, что они будут тем труднее, чем больше они будут усложняться, и что, наконец, появятся такие исчисления, которых мы совершенно не сможем произвести. Поэтому, заставляя вас исчислять при помощи названий, я намеревался лишь подготовить вас к изобретению более удобных знаков.

Трудность, вызванная исключительно тем, что наши словесные фразы длинны, внушила мысль, будто исчисление при помощи таких фраз — нечто иное, чем исчисление при помощи фраз из более простых знаков; люди думали, что они исчисляют *в уме*, когда исчисляют без помощи арифметики и алгебры. Но я сомневаюсь, знают ли говорящие об исчислении в уме, что, собственно, они хотят этим сказать. В самом деле, исчисление не может производиться без помощи знаков; если оно не производится ни при помощи знаков, ни при помощи букв, то оно производится с помощью названий или пальцев. Ведь каковы бы ни были знаки, мы не можем сказать, что исчисляем в уме больше при помощи одних, чем при помощи других: в уме мы исчисляем одинаково при помощи любых знаков. Всегда именно ум рассуждает, и делает это с большей или меньшей легкостью, сообразно способам и средствам, которыми он себе помогает и без которых не может обойтись.

Ведь мы с таким трудом исчисляем при помощи словесных фраз потому, что они требуют от памяти постоянных усилий; эти усилия, прилагаемые к тому, чтобы запомнить знаки, которые всегда готовы от нас ускользнуть, и принимают за исчисление в уме. Однако это не доказывает, что мы исчисляем без знаков; это доказывает только, что наши языки малопригодны для исчисления, и именно это следовало бы отметить, прежде чем искать другие способы, или, скорее, это следовало бы отметить, для того чтобы сделать нас способными их изобрести. Когда мы рассмотрим, что мы можем сделать при помощи наших языков, чего мы при их помощи сделать не можем или что мы можем сделать лишь с трудом, тогда мы узнаем, что нам нужно сделать для того,



чтобы заменить слова более простыми знаками. Мы заметим, что когда рассуждение развертывается в речи путем длинного ряда последовательных знаков, то необходима память и что в ней совсем не было бы необходимости, если бы это самое рассуждение развертывалось в таких постоянных знаках, благодаря которым все рассуждение целиком оказалось бы у нас перед глазами. Вот что нужно искать и что мы найдем в алгебре. Я намереваюсь прийти к этому открытию, продолжая расчленять наши фразы и сокращать их, насколько это будет возможно. Наблюдая, как можно было бы более легко исчислять при помощи наших языков, мы должны найти язык наиболее удобный для исчисления — именно таким путем природа привела нас к этому открытию.

Пропорции и прогрессии обладают свойствами, которые безусловно нужно знать. Однако мы пока не будем рассматривать их во всех следствиях, так как мы запутались бы в слишком длинных фразах.

Я напишу арифметическую пропорцию таким образом: *пять. восемь: девять. двенадцать.*

Пропорцию образуют два равных отношения; примерно так обычно выражаются и говорят, что отношение *пяти к восьми* равно отношению *девяти к двенадцати*. Поскольку в одной пропорции имеется два члена, склонны различать два отношения; и поскольку одно из этих отношений не больше другого, говорят, что они равны. В самом деле, именно это и образует пропорцию; но этот язык мне кажется недостаточно точным. Ибо различение двух равных вещей явно предполагает две вещи, которые хотя и равны, но являются различными; однако два отношения являются одной и той же величиной. Итак, я хотел бы, чтобы, задавшись целью приучить себя чувствовать эту тождественность, люди выработали привычку говорить: *отношение первого члена ко второму то же, что и отношение третьего к четвертому, или первый член относится ко второму как третий к четвертому.*

Вместо *пять. восемь: девять. двенадцать* я мог бы написать *пять. пять плюс три: девять. девять плюс три*, что я выражу так: *пять относится к пяти плюс три так же, как девять к девяти плюс три.* Очевидно, что после этого изменения пропорция остается той же самой, так как я лишь подставил тождественные выражения — *пять плюс три* вместо *восьми* и *девять плюс три* вместо *двенадцати*.

Ведь если мы составим сумму крайних членов, то полу-

чим *пять плюс девять плюс три*, а если мы составим сумму средних, то получим *пять плюс три плюс девять*. Следовательно, сумма крайних членов та же, что и сумма средних, и эта тождественность настолько заметна, что обнаруживается даже в словах. Таково первое свойство арифметических пропорций.

Но могут возразить, что доказанное относительно одной пропорции не доказано относительно всех пропорций, так как нельзя заключать от частного к общему.

Я утверждаю, что этот принцип не столь неоспорим, как полагают, и, когда геометры его устанавливали, они сами заключали от частного к общему.

В самом деле, так как люди увидели, что рассуждают плохо, когда из частного случая выводят общее заключение, охватывающее совершенно разные случаи, то поспешили отбросить все доказательства, где заключают от частного к общему, и не заметили, что в доказательстве нет изъяна, когда в общем заключении содержатся лишь случаи, совершенно подобные случаю, который был выражен в частном предложении. Между тем очевидно, что при этом условии то, что было доказано для одного случая, доказано для всех случаев<sup>5</sup>. Очевидно также, что мы вынуждены заключать от частного к общему, потому что общие истины — не первые истины, которые мы познаем; значит, свойство, определяющее одну арифметическую пропорцию, является свойством, определяющим все такие пропорции, иначе следовало бы допустить, что есть арифметические пропорции, не являющиеся арифметическими пропорциями.

Впрочем, что такое общее доказательство? Это доказательство, в котором то, что было сказано в частном случае, повторяется в общих выражениях, охватывающих все случаи; и конечно, мы не усмотрели бы, что общие выражения [что-либо] доказывают, если бы не усмотрели, что прежде [это] доказывали частные выражения. Но давайте докажем в общем виде, что во всех арифметических пропорциях сумма крайних членов та же, что и сумма средних.

В двух членах арифметической пропорции отношение может рассматриваться как величина, на которую большее число превышает меньшее, или как разность между ними, поскольку слова *избыток*, *разность*, *отношение* означают здесь по существу одно и то же.

Ведь если из большего вычитают избыток или прибав-

ляют этот избыток к меньшему, то в обоих случаях два числа будут равны, или будут одним и тем же числом. Это предложение очевидно для всякого, кто знает величину членов. Оно не станет менее очевидным, если слово «избыток» заменить словом «разность», которое является подходящим термином, когда говорят об арифметических отношениях. Наверное, нет нужды доказывать, что из двух чисел меньшее плюс разность равно большему, а большее минус разность равно меньшему.

Теперь мы будем различать два случая: либо предшествующий член больше последующего, либо последующий больше предшествующего.

Если больше предшествующий, то первый член минус разность будет таким же, как второй, а третий минус разность будет таким же, как четвертый.

Если меньше предшествующий, то первый член плюс разность будет таким же, как второй, а третий плюс разность — таким же, как четвертый.

Наконец, чтобы охватить эти два предложения в одном, мы скажем, что во всякой арифметической пропорции первый член плюс или минус разность — такой же, как второй, и что третий плюс или минус разность — такой же, как четвертый.

Сведя частные выражения к этим общим выражениям, мы можем заменить четвертый член на *третий плюс или минус разность*; и тогда мы получим сумму крайних: *первый плюс третий плюс или минус разность*. Мы можем так же заменить второй член на *первый плюс или минус разность*, и тогда у нас будет сумма средних: *первый плюс или минус разность плюс третий*. А эти две суммы очевидно равны, или являются одной и той же величиной, так как тождество обнаруживается даже в словах.

Вы видите в этих доказательствах, что искусство доказывать состоит исключительно в замене одного тождественного выражения другим тождественным выражением до тех пор, пока не приходят к выражению, которое позволяет увидеть тождество в предложении, где оно не было видно; и вы удостоверяетесь в том, что доходите до вещи, вам не известной лишь потому, что эта вещь является той же самой, что и другая, которую вы уже знали.

Когда становится известно свойство, только что обнаруженное нами в арифметических пропорциях, то, если из четырех членов мы знаем лишь три, будет легко

открыть четвертый. Например, если это один из крайних членов, мы сложим два средних, вычтем из суммы крайний, который нам известен, и остаток, полученный от этого вычитания, будет искомым членом. Если *два. пять. шесть* — три известных члена, то сумма *пяти* и *шести* — *одиннадцать*; вычитая из одиннадцати *два*, мы получаем в остатке *девять* для четвертого члена.

Непрерывная пропорция пишется следующим образом:  
 $\div$  *один. три. пять*  $\div$  *пять. три. один*; прогрессия пишется так же.

$\div$  *Один. три. пять. семь. девять. одиннадцать.*

$\div$  *Одиннадцать. девять. семь. пять. три. один.*

По поводу этого мы заметим, что непрерывная пропорция есть по существу прогрессия, имеющая лишь три члена, а прогрессия есть непрерывная пропорция, имеющая больше трех членов.

Значит, подобные ряды являются арифметическими пропорциями лишь потому, что при последовательном переходе от одного члена к другому разность остается одной и той же. Разность между данным членом прогрессии и первым ее членом увеличивается, если прогрессия возрастающая, и уменьшается, если прогрессия убывающая.

Таким образом, второй член такой же, как первый плюс или минус разность, взятая один раз; а третий — такой же, как первый плюс или минус разность, взятая дважды; четвертый — такой же, как первый плюс или минус разность, взятая три раза. Наконец, последний — такой же, как первый плюс или минус разность, взятая столько раз, сколько членов имеет прогрессия; и следовательно, можно узнать последний, если известны первый, разность и число членов.

Итак, в подобной прогрессии имеется пять вещей: первый член, последний член, число членов, разность и сумма всех членов; и если известны три из них, легко понять, как можно найти две другие.

В том случае, если разность равна *двум*, а первый член — *единице* и нам предложено найти шестой, мы сказали бы: *шестой* — *такой же, как первый плюс разность два, умноженная на шесть минус один, на пять*; значит, последний член есть *один* плюс *пять*, умноженное на *два*, или *один* плюс *десять* — *одиннадцать*.

Из этого следует, что, если неизвестен первый член, его также можно найти, ибо, зная, что последний член

*одиннадцать* есть первый плюс произведение *пяти*, умноженного на *два*, мы найдем *один*, когда из *одиннадцати* вычтем *десять* — произведение разности на число членов минус один, или произведение *двух* на *пять*.

Даны число членов — *шесть* и два крайних — *один* и *одиннадцать*. Чтобы найти разность, скажем: так как последний член — это то же, что первый член *один* плюс разность, умноженная на *пять*, мы найдем разность, если вычтем *один* из *одиннадцати* и разделим на *пять* остаток *десять*. В самом деле, это деление дает *два*.

Но так как, разделив последний член на число членов минус один, мы найдем разность, то понятно, что, разделив его на разность, мы найдем число членов минус один.

Нам остается открыть, как можно найти сумму арифметической прогрессии, если даны два крайних члена и число членов: это последнее, что мы различили. Рассмотрим сначала пропорцию из четырех членов.

В подобной пропорции сумма крайних членов такая же, как и сумма средних. Значит, сумма этой пропорции есть сумма крайних членов, взятая два раза. Но *два* — это половина членов; таким образом, сумма этой пропорции есть сумма крайних членов, умноженная на половину числа членов. Это очевидно в случае с пропорцией, имеющей четыре члена. Рассмотрим непрерывную пропорцию.

В такой пропорции средний член есть половина суммы двух соседних с ним членов. Следовательно, я могу представить себе сумму трех членов как половину суммы крайних членов, взятую три раза. Но сказать, что сумма трех членов есть половина суммы крайних членов, — значит сказать, что сумма пропорции есть половина суммы крайних членов, умноженная на половину числа членов.

Итак, непрерывная пропорция — это прогрессия из трех членов, и то, что доказано относительно одной прогрессии, доказано относительно всякой прогрессии, каково бы ни было число ее членов; так как при последовательном переходе от одного члена к другому разность всегда остается одной и той же, то при последовательном переходе от одного члена к другому прогрессия всегда подчиняется одному и тому же закону.

Следовательно, сумма всякой арифметической прогрессии есть произведение суммы крайних членов на половину числа членов.

Разложим прогрессию

$\div$  *Один. три. пять. семь. девять. одиннадцать*

и образуем две прогрессии

$\div$  *Один. три. пять  $\div$  семь. девять. одиннадцать.*

Так как целая прогрессия состоит из тех же членов, что и две частичные прогрессии, очевидно, что сумма двух частичных прогрессий такая же, как и сумма целой прогрессии. Значит, сумма всякой прогрессии, каково бы ни было число ее членов, есть произведение суммы крайних членов на половину этого числа.

Во всем, что мы обнаружили относительно арифметических пропорций и прогрессий, вы ясно видите, что мы шли от известного к неизвестному лишь потому, что то, чего вы не знали, есть то же самое, что было вам известно. Я повторяюсь, чтобы вы сами повторили это соображение. Вам нужно сделать его для себя привычным и не упускать его из виду, особенно вначале. Подумайте, что вы легко идете от одного знания к другому лишь постольку, поскольку вам известно, как вы к нему идете, а известно вам, что идете вы к нему естественно. Таким образом, сколько бы вы ни повторяли себе то, чему хотите научиться, это не будет чрезмерным; вам нужно повторять это до тех пор, пока вы станете это делать как бы инстинктивно, и прежде, чем скажете себе, что необходимо поступать именно так. Вот тогда-то вы будете способны упрощать и почувствуете, насколько вам необходим простой метод.

## ГЛАВА XI

### О ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОПОРЦИЯХ И ПРОГРЕССИЯХ, ВЫРАЖЕННЫХ В НАЗВАНИЯХ

Если бы для того, чтобы обучиться незнакомому мне языку, я изучал его по произведениям, трактующим о непонятных мне вещах, я должен был бы одновременно изучать и эти вещи и язык — двойная работа, не позволившая бы мне, конечно, делать достаточно быстрые успехи. Если бы я выбрал произведения, трактующие лишь о том, что я знаю, или занимался на языке, мне знакомом, дело обстояло бы иначе.

Начнем так, как вынуждены были начинать изобретатели, и откроем то, что открыли они. Ведь начинали они, пользуясь не цифрами, а своими пальцами и названиями; и, именно следуя этому грубому способу считать, они открыли более совершенные методы.

Следовательно, они придумали цифры, чтобы выпол-

нить то, что они умели выполнять и прежде, чтобы высказывать при помощи этих новых знаков то, что они прежде умели высказывать при помощи других знаков. Одним словом, суть дела была и до того известна, оставалось лишь научиться новому языку. Вот почему я начинаю с того, что заставляю вас исчислять при помощи названий: я хочу подготовить вас к языку, являющемуся, собственно, языком исчислений; я хочу, чтобы вы его нашли.

Всякий раз, когда говорят об отношении, пропорции, прогрессии, подразумевают, что они являются геометрическими, — поэтому у нас редко будет встречаться это слово.

Чтобы еще более сократить выражения и постепенно приучить нас к знакам, которые станут необходимы в дальнейшем, я буду обозначать *плюс* через +, *минус* через —, умножение через ×, деление через : и, наконец, равенство или тождество через =.

*Два × четыре = восемь* будет означать, что *два*, умноженное на *четыре*, равно *восьми*; *шесть + три — два = семь* будет означать, что *шесть* плюс *три* минус *два* равно *семи*, а

*два :  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  = два ×  $\frac{\text{два}}{\text{один}}$  = четыре* будет означать, что *два*, разделенное на  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , равно *двум*, умноженным на  $\frac{\text{два}}{\text{один}}$ , равно *четырем*.

Когда я выражаю деление при помощи двух точек, я делаю это для того, чтобы избежать написания одних дробей под другими, что могло бы внести некоторую

путаницу. Например, я мог бы написать  $\frac{\frac{\text{один}}{\text{два}}}{\frac{\text{один}}{\text{четыре}}}$ , но я

предпочитаю  $\frac{\text{один}}{\text{два}} : \frac{\text{один}}{\text{четыре}}$ , и, чтобы напомнить, как производится это деление, я добавляю  $= \frac{\text{один}}{\text{два}} \times \frac{\text{четыре}}{\text{один}}$ .

Обозначение деления есть, в сущности, то же самое, что и обозначение отношения. Вот почему геометрические пропорции пишут так: *два : четыре :: три : шесть*, и так как частное есть то же самое, что и отношение, то очевидно, что мы имеем в двух членах две тождественные дроби:

$$\frac{\text{два}}{\text{четыре}} = \frac{\text{три}}{\text{шесть}}$$

Таким образом, предшествующие члены являются по

существо числителями, а последующие — знаменателями; а раз в числителях и знаменателях мы имеем делимые и делители, то мы равным образом имеем делимые и делители в предшествующих и последующих членах. Об этом я уже говорил, но повторяю это, потому что нужно часто предупредить тех, у кого хотят исправить дурную привычку. А видеть в различных названиях столь же различные вещи — довольно распространенная дурная привычка.

Если мы приведем к одному и тому же знаменателю дроби  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}} = \frac{\text{три}}{\text{шесть}}$ , мы заменим это первоначальное выражение тождественным выражением  $\frac{\text{два} \times \text{шесть}}{\text{четыре} \times \text{шесть}} = \frac{\text{три} \times \text{четыре}}{\text{четыре} \times \text{шесть}}$ , и если мы сократим знаменатель, одинаковый в той и другой дроби, то очевидно, что тождество будет сохраняться и между обоими числителями. Значит, мы имеем  $\text{два} \times \text{шесть} = \text{три} \times \text{четыре}$ . Но один из этих числителей есть произведение крайних, другой — произведение средних членов. Значит, во всякой пропорции произведение крайних членов тождественно произведению средних.

Я говорю «во всякой», ибо всякая пропорция может быть представлена двумя равными дробями; а так как две дроби, сведенные к одному и тому же знаменателю, также равны и не могут перестать быть равными, то необходимо, чтобы равны были и числители. Из этого следует, что всегда необходимо имеется равенство между произведением крайних и произведением средних членов, так как числитель одной из дробей всегда есть произведение крайних, а числитель другой всегда есть произведение средних членов.

Обратите внимание на то, что вместо того, чтобы производить умножения, я довольствуюсь тем, что обозначаю их при помощи  $\times$ : ведь нет необходимости их производить и не нужно бесполезных действий, если хотят внести в исчисления больше простоты и точности. Мы увидим, как важно это замечание, когда займемся более сложными исчислениями.

Так как во всякой пропорции произведение крайних членов равно произведению средних, вы поймете, каким образом можно при трех известных членах найти четвертый. Например, вы должны найти один из средних членов. Разделите произведение крайних на известный вам сред-



ний член, и вы получите в частном недостающий средний член.

Прогрессия есть лишь непрерывная пропорция, составленная более чем из трех членов, и поэтому она пишется так:  $\div \div$  *два: четыре: восемь*  $\div \div$  *восемь: четыре: два*; это две непрерывные пропорции, каждая из которых является началом прогрессии: первая — возрастающей, вторая — убывающей.

Таким образом, всякая прогрессия, составленная из большого числа членов, может рассматриваться как ряд непрерывных пропорций, соединенных вместе. Возьмем, например, три следующие пропорции:

Тридцать два : шестнадцать :: шестнадцать : восемь,  
шестнадцать : восемь :: восемь : четыре,  
восемь : четыре :: четыре : два.

Если мы соединим их, вычеркивая члены, повторяющиеся из одной пропорции в другую, мы получим прогрессию из пяти членов;

$\div \div$  Тридцать два : шестнадцать : восемь : четыре :  
: два.

Вы видите, что прогрессия есть ряд членов, которые, становясь поочередно предшествующими и последующими, имеют в одном и том же частном одно и то же отношение.

Хотя оба способа выражать отношения сводятся, в сущности, к одному и тому же, было бы неблагоразумно, как мы это заметили, пользоваться произвольно то одним, то другим. Вот почему я предупреждаю, что всегда буду изображать отношение при помощи дроби, у которой числителем будет предшествующий член, а знаменателем — ближайший последующий.

$\frac{\text{Два}}{\text{четыре}} = \frac{\text{один}}{\text{два}}$  будет, таким образом, отношением в возрастающей прогрессии

$\div \div$  Два : четыре : восемь : шестнадцать  
и  $\frac{\text{шестнадцать}}{\text{восемь}} = \frac{\text{два}}{\text{один}}$  = *два* будет выражением отношения в убывающей прогрессии

$\div \div$  Шестнадцать : восемь : четыре : два.

Так как, производя деление первого члена на второй, *двух* на *четыре*, мы делим его на множитель, который позволяет нам найти второй множитель в отношении  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , то, если мы делим тот же самый первый член

на отношение, *два* на  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , мы разделим его на множитель, который позволит нам найти второй множитель во втором члене *четыре*. Следовательно, всякий предшествующий член должен рассматриваться как произведение следующего за ним члена на отношение, или, что то же самое, он должен рассматриваться как делимое, и делимое даст нам поочередно в частном один из двух множителей, если мы примем их обоих поочередно за делители.

Следовательно, когда нам будут известны первый и второй члены, мы найдем отношение; значит, когда нам будут известны отношение и первый член, мы найдем второй. Как в возрастающей прогрессии *два*, разделенное на *четыре*, дает  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  в качестве отношения, так и *два*, разделенное на  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , дает  $\frac{\text{четыре}}{\text{один}} = \text{четыре}$  в качестве второго члена; в убывающей прогрессии *шестнадцать*, разделенное на *восемь*, дает отношение  $\frac{\text{два}}{\text{один}} = \text{два}$ , а *шестнадцать*, разделенное на *два*, дает *восемь* для второго члена.

Поскольку второй член — то же, что и первый, деленный на отношение, а во всякой прогрессии каждый последующий член относится к предшествующему как второй член к первому, то отсюда следует, что каждый последующий член — то же, что и предшествующий ему, деленный на отношение.

Таким образом, третий член — то же, что и второй, деленный на отношение; а так как второй — то же, что и первый, деленный на отношение, то третий необходимо является тем же, что и первый, деленный на отношение, возведенное в квадрат; значит, пятый — то же, что и первый, деленный на отношение, возведенное в четвертую степень; последний — то же, что и первый, деленный на отношение, возведенное в степень, которая определяется числом членов прогрессии минус один. Если прогрессия имеет десять членов, то последний будет равен первому, деленному на отношение, возведенное в девятую степень. Но давайте применим эти соображения к двум прогрессиям из четырех членов, которые мы взяли в качестве примера, ибо с большими прогрессиями можно было бы лишь запутать наше рассуждение.

÷ ÷ Два : четыре : восемь : шестнадцать.

*Два* — первый член, деленный на отношение  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , дает в частном второй член *четыре*.  $\text{Два} : \frac{\text{один}}{\text{два}} = \text{два} \times \frac{\text{два}}{\text{один}} = \text{четыре}$ .

*Два*, деленное на  $\frac{\text{один}}{\text{четыре}}$  квадрата отношения, дает в частном *восемь* — третий член;  $\text{два} : \frac{\text{один}}{\text{четыре}} = \text{два} \times \frac{\text{четыре}}{\text{один}} = \text{восемь}$ .

Наконец, *два*, деленное на  $\frac{\text{один}}{\text{восемь}}$  куба отношения, дает в частном четвертый член — *шестнадцать*.  $\text{Два} : \frac{\text{один}}{\text{восемь}} = \text{два} \times \frac{\text{восемь}}{\text{один}} = \text{шестнадцать}$ .

∴ Шестнадцать : восемь : четыре : два.

*Шестнадцать* — первый член, деленный на отношение *два*, дает в частном *восемь*.  $\frac{\text{Шестнадцать}}{\text{два}} = \text{восемь}$ .

Разделенное на *четыре* (квадрат отношения), оно дает в частном *четыре*.  $\frac{\text{Шестнадцать}}{\text{четыре}} = \text{четыре}$ .

Наконец, деленное на куб *восемь*, оно дает в частном *два*.  $\frac{\text{Шестнадцать}}{\text{восемь}} = \text{два}$ .

Из этих рассуждений ясно, что каждый член прогрессии есть то же самое, что и первый член, деленный на отношение, возведенное в степень, соответствующую числу членов, которые ему предшествуют. Восьмой, например, есть то же самое, что и первый, разделенный на отношение, возведенное в седьмую степень. Значит, нет такого члена, который нельзя было бы найти, когда известны первый член и отношение.

Если бы я не знал отношение, то для того, чтобы его найти, достаточно было бы знать два члена прогрессии, например первый — *шестнадцать* и четвертый — *два*. Ибо, так как *шестнадцать* является в таком случае произведением *двух* на куб отношения, я буду иметь этот куб в частном, если разделю *шестнадцать* на *два*. Ведь  $\frac{\text{шестнадцать}}{\text{два}} = \text{восемь}$ , которое имеет *два* как корень куба.

Значит, *два* есть отношение прогрессии.

Соответственно я вставляю между двумя данными членами какое-нибудь число из средних пропорциональных.

Ибо поскольку эти два члена, по предположению, являются двумя крайними членами одной прогрессии, то деление первого на последний даст мне частное, которое в зависимости от числа членов будет большей или меньшей степенью отношения.

Ведь когда известно отношение, деление первого члена на отношение, на его квадрат, куб и т. д. даст последовательно все средние пропорциональные; или, что сводится к тому же, так как деление первого члена на отношение дало второй член, деление второго члена на отношение даст третий член, деление третьего на отношение даст четвертый член и т. д.

Если бы мне предложили вставить два средних пропорциональных между *двумя и шестнадцатью*; я рассматривал бы *два* и *шестнадцать* как два крайних члена одной прогрессии из четырех членов и рассудил бы, что, разделив первый член на последний, я имел бы в частном куб отношения. Ведь  $\frac{\text{два}}{\text{шестнадцать}} = \frac{\text{один}}{\text{восемь}}$ , корень кубический которого —  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , и этот корень является отношением, которое я ищу. Таким образом, я делю член *два* на отношение  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ , что дает в частном, в качестве второго члена отношения,  $\frac{\text{четыре}}{\text{один}} = \text{четыре}$ . Так же я найду третий член, разделив второй член на первую степень отношения или разделив первый член на второй.

Всякая прогрессия есть ряд, в котором отношение при последовательном переходе от одного члена к другому остается тем же самым, или, иначе говоря, каждый предшествующий член относится к следующему за ним, как первый член ко второму.

Но сказать в разделительном смысле: *каждый предшествующий член так относится к последующему, как первый член ко второму*, — значит сказать по существу то же самое, что сказать в собирательном смысле: *все предшествующие члены так относятся ко всем последующим, как первый член ко второму*.

Следовательно, я могу составить такую пропорцию: первый член относится ко второму как все предшествующие ко всем последующим.

Если теперь мы отметим, что в прогрессии все члены являются предшествующими, за исключением последнего,

и что, за исключением первого члена, все являются последующими, мы заметим, что в третьем и четвертом членах пропорции, которую мы только что составили, мы имеем все члены любой прогрессии, за исключением одного. Если это так, то мы можем по крайней мере предвидеть, каким образом мы найдем сумму прогрессии, за исключением одного члена, ибо в таком случае дело сводится к тому, чтобы найти четвертый член пропорции.

Я говорю *предвидеть*, потому что действие было бы затруднительно, особенно в длинном ряду членов, если бы было нужно умножить третий член составленной нами пропорции на второй и разделить произведение на первый член. Таким образом, речь идет о том, чтобы сделать действие более легким. Ведь нам пойдет на пользу, если мы заменим эту первую пропорцию пропорцией, которую можно упростить.

Это не трудно, потому что если первый член относится ко второму как все предшествующие ко всем последующим, то из этого следует, что первый член минус второй относится к первому как все предшествующие минус все последующие относятся ко всем предшествующим; это предложение очевидно уже при простом обзоре членов, если только усвоен данный язык.

Ведь в третьем члене этой пропорции — *все предшествующие члены минус все последующие* — все члены прогрессии имеют знак «плюс», за исключением последнего, который не может быть предшествующим, и все члены той же самой прогрессии имеют знак «минус», за исключением первого, который не может быть последующим. Например, в прогрессии  $\div \div$  *два : четыре : восемь : шестнадцать* все предшествующие члены минус все последующие суть *два* плюс *четыре* плюс *восемь* минус *четыре* минус *восемь* минус *шестнадцать*; это выражение сводится к выражению *два минус шестнадцать*. Таким образом, мы видим, что члены со знаком «минус» уничтожают члены со знаком «плюс»; следовательно, третий член пропорции сводится к такому простому выражению, как *первый предшествующий минус последний последующий*, и пропорция принимает вид: *первый член минус второй так относится к первому, как первый предшествующий минус последний последующий относится к четвертому члену*.

Но если мы заметим, что первый предшествующий член есть первый член прогрессии, а последний последующий

щий — ее последний член, то пропорция, которую мы только что упростили, еще более упростится; она примет вид: *первый член всякой прогрессии минус второй член так относится к первому, как первый минус последний — к четвертому.*

Следовательно, мы всегда легко найдем сумму прогрессии, если узнаем первый, второй и последний члены. Нам достаточно будет вспомнить, что *первый член минус второй так относится к первому, как первый минус последний — к четвертому.*

Дана прогрессия  $\div \div$  *шестнадцать : восемь : четыре : : два*, сумму которой я хотел бы получить; я скажу: первый член, *шестнадцать*, минус второй, *восемь*, так относится к первому, *шестнадцати*, как первый, *шестнадцать*, минус последний, *два*, — к четвертому.

*Шестнадцать — восемь : шестнадцать :: шестнадцать — два :*  
или

*Восемь : шестнадцать :: четырнадцать :*

Я делю на *восемь* произведение средних членов *двести двадцать четыре* и получаю в частном *двадцать восемь* — сумму прогрессии, исключая последний член; значит, она составляет *тридцать*, потому что последний член — *два*.

Этот пример мало подходит для того, чтобы показать преимущества метода, который мы только что нашли, так как, конечно, было бы гораздо легче сложить все члены прогрессии. Но чем проще пример, тем легче уловить смысл метода. Что же касается преимуществ, мы будем судить о них, когда более удобные знаки позволят нам попробовать свои силы на прогрессиях всякого рода. Математики пользуются здесь языком, с которым я в дальнейшем буду сообразовываться, но который, я думаю, мне пока еще не следует применять, потому что в самом начале он мог бы помешать. Они говорят: *Разность двух первых членов прогрессии так относится к первому члену, как разность первого и последнего — к четвертому.*

По этому поводу мы заметим, что разность между двумя числами, такими, как *шестнадцать* и *восемь*, может быть выражена двумя способами: мы можем произнести ее либо только обозначить. Я ее произношу, когда говорю, что при вычитании *восьми* из *шестнадцати* она равна *восьми*; я лишь обозначаю ее, когда говорю, что она есть *шестнадцать* минус *восемь*. Ведь математики имеют в виду именно обозначение разности, и, следовательно, их

формулировка *разность двух первых членов так относится к первому, как разность первого и последнего относится к четвертому* означает то же самое, что предпочел я, — *первый член минус второй так относится к первому, как первый минус последний относится к четвертому*. Полагаю, что, так как я не пользуюсь здесь словом «разность», начинающие лучше поймут меня. Этого слова достаточно, чтобы их мысль сосредоточилась на нем, поскольку, когда им говорят о разности, естественно, что они это слово произносят и сначала не видят, почему можно ограничиться одним только обозначением.

## ГЛАВА XII

### СООБРАЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОПОРЦИЙ И ПРОГРЕССИЙ, КАК АРИФМЕТИЧЕСКИХ, ТАК И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ

Чтобы обучиться, нужно учиться, но как это делать? Довольно многие люди не знают этого. Они думают, что следует читать, много читать, и гоняются за всеми книгами, пользующимися некоторой известностью. Однако какой прок от чтения, если оно непоследовательно, если читают плохо? Значит, следовало бы уметь хорошо выбирать, уметь хорошо читать; к сожалению, люди способны к тому и другому лишь тогда, когда книги хорошо выбраны и хорошо прочитаны. Я вспоминаю, что часто сам не знал, как это делать. Одна из моих целей в этом сочинении — прийти на помощь тем, кто может оказаться в таком же затруднении, и я буду продолжать давать им советы.

Нельзя знать счет и не знать, что *один* относится к *двум* как *два* к *трем*, как *три* к *четырем*; нельзя знать умножение и не знать, что *один* относится к *двум* как *два* к *четырем*, как *четыре* к *восьми*. Следовательно, когда мы впервые пользуемся словами *отношение*, *пропорция*, *прогрессия*, то новыми для нас являются не идеи, а лишь названия. Но так как эти названия, данные идеям, которые у нас имелись, заставили рассматривать их с новой точки зрения, мы смогли идти путем ряда тождественных предложений от известных к неизвестным. Мы будем продолжать, как начали, и увидим, как создается наука по мере создания языка; упрощая язык, мы сделаем науку более легкой.

Таким образом, мы можем судить о том, что нам

осталось сделать. Однако как мы это выполним, если плохо знаем то, чему обучались? А это нужно знать в совершенстве, чтобы в том, чему мы обучались, обнаружить то, чего мы не знаем.

Но хорошо мы знаем что-либо лишь тогда, когда сделаем это для себя привычным, т. е. это нужно знать так, как если бы знать это естественно, как если бы природа обучила нас этому в большей мере, чем наши занятия. Ведь природа, которая дает нам первые уроки, обучает нас лишь потому, что повторяет нам одно и то же многими способами; следовательно, мы не должны бояться делать подобные повторения, если хотим продолжать обучаться.

В каждом знании есть определенные идеи, являющиеся основными, так как они постоянно встречаются повсюду, и важно, чтобы они всегда представлялись уму. Значит, они не могут стать чересчур привычными; значит, сколь часто мы бы их ни рассматривали, это не будет чрезмерным. Речь идет главным образом о том, чтобы обсудить, как мы к ним пришли, и соответственно решить, как мы сможем продвигаться от них к другим идеям. Когда нам будет хорошо известен путь, которого мы придерживались, мы не только будем властны вновь вступить на него и вновь найти все то, что мы открыли, но увидим еще нечто сверх того, и окажется, что этот путь продолжается сам собой и ведет нас к новым открытиям. Заметьте, что к цели приходят с трудом, когда повсюду вынуждены искать свою дорогу, а когда открывающаяся дорога проложена без окольных путей и является единственной, цель достигается без труда. В этом случае мы придем к цели так, как приходили к ней сами изобретатели, т. е. мы станем обучаться, делая открытия, которые сделали они, а именно так и нужно обучаться. Давайте же усвоим метод изобретений — не будем позволять себе, особенно вначале, часто возвращаться к одним и тем же идеям, а попробуем говорить о них всегда различным образом. В распоряжении того, кто владеет только одним способом [выражения], может оказаться одна лишь рутинная; однако на самом деле обучаются только благодаря размышлению.

Прогрессии и пропорции — основа всей математики. Поэтому я еще буду рассматривать их, а так как сравнения позволяют нам привыкнуть к идеям, которые для нас новы, я отмечу аналогию, имеющуюся между двумя видами пропорций и прогрессий, и покажу, каким образом одина-



ково раскрываются свойства тех и других при помощи ряда тождественных предложений. К тому же важно хорошо рассмотреть эту аналогию; это будет открытие, которое поведет нас к другим открытиям.

Во всякой арифметической пропорции сумма крайних членов равна сумме средних; во всякой геометрической прогрессии произведение крайних членов равно произведению средних. Вот первая аналогия; она основана на аналогии, имеющейся между сложением и умножением, вычитанием и делением.

Вторая аналогия является следствием первой; она состоит в том, что, если даны три члена, можно найти четвертый в том и другом виде пропорций. В арифметической пропорции его находят, составляя сумму двух крайних членов, если ищут средний, или составляя сумму средних членов, если ищут крайний, и вычитая из этой суммы известный крайний или средний член.

В геометрической пропорции его находят, умножая два крайних члена, если ищут средний, или два средних члена, если ищут крайний, и деля произведение на известный крайний или средний член. Способ одинаков в обоих случаях с той разницей, что для того, чтобы найти неизвестный член геометрической пропорции, умножают или делят, а чтобы найти неизвестный член арифметической пропорции, складывают или вычитают.

Так же как два вида пропорций, два вида прогрессий различаются только тем, что один образуется путем сложения или вычитания, а другой — путем умножения или деления.

В арифметической прогрессии разность последовательно прибавляется или вычитается; в геометрической прогрессии отношение является последовательно множителем или делителем.

И как в арифметической прогрессии каждый член — то же самое, что и первый плюс или минус отношение, повторенное столько раз, сколько есть предшествующих членов, так же и в геометрической прогрессии каждый член — то же самое, что и первый, умноженный или разделенный на отношение, возведенное в степень, которая обозначается числом, равным числу предшествующих членов.

Из этого следует, что если даны один член и отношение, то можно и в том и в другом виде прогрессий определить все другие члены, т. е. можно по желанию определить все

другие члены, наиболее удаленные от того, который дан, без необходимости искать промежуточные. Из этого следует также, что между двумя членами можно помещать средние пропорциональные в таком количестве, которое сочтут подходящим. Одним словом, все свойства двух видов прогрессий рождаются из этих первых аналогий, и, следовательно, все они необходимо являются аналогичными.

Так как в возрастающей арифметической прогрессии отношение несколько раз прибавляется к первому члену, а в убывающей прогрессии вычитается из него несколько раз, то нужно, чтобы в геометрической прогрессии оно умножало первый член, если прогрессия возрастающая, и делило его, если прогрессия убывающая.

Почему же мы предположили, что отношение всегда делит ее? Это лишь кажущееся противоречие: вспомним, что есть два деления, которым мы дали это название в широком смысле.

Действительно, когда мы говорим, что отношение  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  делит первый член *два* возрастающей прогрессии *два : четыре : восемь : шестнадцать*, это не значит, что мы производим деление, а дело здесь в том, что механическое действие то же самое, как если бы мы действительно делили. Соответственно мы сохраняем название деления в широком смысле для этого действия, а название частного — для результата, который оно дает. Но, собственно говоря, разделить *два* на  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  — значит умножить *два* на *два*, и частное *четыре* является произведением. Принять этот язык было необходимо; в нем нет ничего неуместного, так как результат одинаков, рассматривают ли действие как умножение в собственном смысле или в широком смысле, как деление.

Следовательно, между двумя видами прогрессий существует полная аналогия: если прогрессии одного вида порождаются сложением или вычитанием, то прогрессии другого вида — умножением и делением.

Но для того чтобы лучше свыкнуться с этими идеями, представим геометрическое отношение в виде дроби, имеющей числителем второй член, а знаменателем — первый. Мы заметили, что этот способ выражения по существу такой же, как и тот, который мы предпочли, и отличается от него лишь языком, являющимся инверсией языка, какого мы придерживались. Поэтому мы будем видеть умножения

и произведения везде, где мы видели деления и частные. Возьмем для примера прогрессии

Два : четыре : восемь : шестнадцать,

Шестнадцать : восемь : четыре : два.

Деля второй член возрастающей прогрессии *четыре* на первый член *два*, мы производим настоящее деление и получаем в частном *два*, отношение прогрессии. Следовательно, второй член *четыре* должен рассматриваться как произведение *двух* (первый член) на *два* (отношение). Значит, умножая первый член на первую степень отношения, мы получим второй член —  $два \times два = четыре$ ; умножая его на вторую степень, мы получим третий член —  $два \times четыре = восемь$ ; и, умножая его на третью степень, мы получим четвертый член —  $два \times восемь = шестнадцать$ . Здесь мы производим умножения в узком смысле, и возрастающая геометрическая прогрессия явно аналогична возрастающей арифметической прогрессии. Столь же легко можно будет убедиться, что убывающая геометрическая прогрессия порождается делением, так же как убывающая арифметическая — вычитанием.

В самом деле, когда в прогрессии *шестнадцать* : *восемь* : *четыре* : *два* мы представим себе отношение в

виде  $\frac{восемь}{шестнадцать}$ , мы выразим его через  $\frac{один}{два} = \frac{восемь}{шестнадцать}$

и будем рассматривать второй член *восемь* как произведение *шестнадцать*  $\times \frac{один}{два}$  или  $\frac{шестнадцать}{один} \times \frac{один}{два}$ . Соответ-

ственно мы даем этому действию название *умножение*, но только в широком смысле, ибо, в самом деле, умножить

$\frac{шестнадцать}{один}$  на  $\frac{один}{два}$  — значит разделить *шестнадцать* на

*два*.

Поэтому, когда мы представляем себе отношение в виде дроби, имеющей второй член в качестве числителя, а первый — в качестве знаменателя, то в убывающей прогрессии слово «умножение» употребляется в широком смысле; и напротив, когда мы представляем себе отношение в виде дроби, имеющей числителем первый член, а знаменателем второй, то в тех же самых убывающих прогрессиях в широком смысле употребляется слово «деление». В самом деле, понятно, что после того, как выражение отношения написали в перевернутом виде и вместо

$\frac{два}{четыре}$  говорят  $\frac{четыре}{два}$ , необходимо, чтобы, как бы мы ни

рассуждали, наш язык был в случае инверсии таким, каким он был в другом случае. Посмотрим теперь, как свойства пропорций и прогрессий раскрываются через ряд тождественных предложений.

Сказать, что разность двух первых членов арифметической пропорции такая же, как разность двух последних, — значит сказать, что второй член плюс или минус разность такой же, как первый член, и что четвертый член плюс или минус эта же разность такой же, как третий.

Сказать, что второй член плюс или минус разность такой же, как первый член, и что четвертый член плюс или минус эта же разность такой же, как и третий член, — значит сказать, что сумма двух крайних членов есть первый член плюс третий плюс или минус разность; а сказать, что сумма двух средних членов есть первый член плюс или минус разность плюс третий член, — значит сказать, что сумма крайних членов такая же, как сумма средних.

Сказать, что сумма крайних такая же, как сумма средних членов, — значит сказать, что если из суммы средних членов вычесть один из крайних, то в остатке получится другой крайний член; значит сказать также, что можно найти неизвестный средний член, если вычесть известный из суммы крайних членов; одним словом, это значит сказать, что, когда даны три члена, будет найден четвертый.

Очевидно, что, составляя этот вид пропорций, мы лишь перевели на разные языки первое понятие арифметических пропорций, а так как эти предложения тождественны друг другу, то последнее предложение тождественно первому. В этом исключительно и состоит очевидность и искусство доказательства. Продолжим.

Сказать, что разность двух первых членов пропорции такая же, как и разность двух последних, — значит сказать, что в непрерывной пропорции разность между первым и вторым членом такая же, как и между вторым и третьим.

Ведь сказать, что между первым и вторым членом разность такая же, как между вторым и третьим, — значит сказать, что второй член есть то же самое, что и первый плюс или минус разность, и что третий член также есть то же самое, что и второй плюс или минус разность.

Но сказать, что третий член такой же, как второй плюс или минус разность, и что второй член такой же, как первый плюс или минус разность, — значит сказать, что

третий член такой же, как первый член плюс или минус разность, взятая дважды.

То, что говорится о непрерывной пропорции, говорится и о прогрессии из трех членов; значит, третий член прогрессии есть то же самое, что и первый член плюс или минус разность, взятая дважды.

Сказать, что третий член прогрессии, имеющей лишь три члена, такой же, как первый член плюс или минус разность, взятая два раза, — значит сказать, что он такой же, как и первый член плюс или минус произведение разности на число членов минус один.

А так как сказать, что прогрессия имеет четыре, пять, шесть или больше членов, — значит сказать, что разность между третьим и четвертым членом, между четвертым и пятым и т. д. такая же, как между первым и вторым, сказать, что третий член прогрессии, которая имеет лишь три члена, такой же, как первый плюс или минус произведение разности, умноженной на число членов минус один, — значит сказать также, что четвертый, пятый, шестой член прогрессии, которая имеет их четыре, пять, шесть и т. д., такой же, как первый член плюс или минус произведение разности, умноженной на число членов минус один.

Сказать, что последний член прогрессии или любой член, рассматриваемый как последний, такой же, как первый член плюс или минус произведение разности, умноженной на число членов минус один, — значит сказать, что в том случае, если бы разность не была известна, мы нашли бы ее путем вычитания первого члена из последнего или последнего из первого и деления остатка на число членов минус один.

Сказать, с одной стороны, что любой член, рассматриваемый как последний, есть то же, что первый член плюс или минус произведение разности, умноженной на число членов минус один, и, с другой стороны, сказать, что мы найдем разность путем вычитания первого члена из последнего или последнего из первого и деления остатка на число членов минус один, — значит сказать, как можно вставить между двумя данными членами несколько средних пропорциональных.

Посмотрим теперь, с помощью какого ряда тождественных предложений мы узнаем, как определяется сумма арифметической прогрессии.

Сказать, что в пропорции из четырех членов сумма

крайних такая же, как сумма средних, — значит сказать, что в непрерывной пропорции средний член есть половина суммы крайних членов.

Сказать, что средний член есть половина суммы крайних, — значит сказать, что можно представить себе сумму непрерывной пропорции в виде трех членов, каждый из которых равен половине суммы крайних членов.

Сказать, что можно представить себе сумму непрерывной пропорции в виде трех членов, каждый из которых равен половине суммы крайних членов, — значит сказать, что сумма непрерывной пропорции есть половина суммы крайних членов, умноженной на три, или на число членов.

Но так как то, что говорится о непрерывной пропорции, говорится о прогрессии из трех членов, то мы скажем, что сумма подобной прогрессии есть половина суммы крайних членов, умноженной на число членов; ведь говоря это о прогрессии из трех членов, мы говорим это и о прогрессии из четырех, пяти, шести членов, т. е. обо всякой прогрессии.

Следовательно, сумма арифметической прогрессии такая же, как половина суммы крайних членов, умноженной на число членов, или как сумма крайних членов, умноженная на половину числа членов.

Если это не строгие доказательства, то строгих доказательств вообще не существует. Перейдем к геометрическим пропорциям и прогрессиям; начнем с понятия, которое составляют себе об отношении, но для краткости будем обозначать знаком  $=$  тождество двух предложений, которые непосредственно следуют друг за другом.

*Отношение выражает, каким образом одно число содержится в другом или каким образом оно его содержит.*

*= Отношение находят, разделив одно число на другое.*

*= Его можно изобразить в виде дроби, в которой одно число будет числителем, а другое — знаменателем.*

*= Можно изобразить в виде двух равных дробей четыре члена пропорции, или четыре члена, из которых два первых находятся в том же отношении друг к другу, что и два последних.*

Ибо эти две дроби равны  $=$  одна образована из двух первых членов пропорции, а другая — из двух последних, если у каждой дроби в числителе предшествующий член, а в знаменателе — последующий, либо, если перевернуть это отношение, в числителе последующий член, а в знаменателе — предшествующий.

Но две дроби заменяют двумя тождественными дробями, когда умножают два члена первой дроби на знаменатель второй, а два члена второй дроби на знаменатель первой; в двух замененных дробях знаменатели тождественны даже в выражении, а два числителя также тождественны, хотя и выражены различно, если дроби равны, но один является произведением крайних членов, а другой — произведением средних; значит, во всякой пропорции произведение крайних членов такое же, как и произведение средних. Применим этот метод к прогрессиям.

Когда изображают отношение прогрессии в виде дроби, первый член которой — числитель, а второй — знаменатель, второй член получают, разделив первый на отношение; третий член получают, разделив второй на отношение, и так один за другим.

= Третий член получают, разделив первый на квадрат отношения;

= Четвертый член получают, разделив первый на куб отношения;

= Пятый член получают, разделив первый на отношение, возведенное в четвертую степень;

= Последний член получают, разделив первый на отношение, возведенное в степень, обозначенную числом членов прогрессии минус один.

Из этих предложений, тождественность которых бросается в глаза, видно, как можно найти какой бы то ни было член и как можно вставить между двумя данными членами несколько средних пропорциональных. Теперь найдем сумму прогрессии.

В ряду прогрессии при последовательном переходе от одного члена к другому отношение остается постоянным;

= Каждый предшествующий член так относится к последующему, как первый член ко второму;

= Первый член так относится ко второму, как все предшествующие ко всем последующим;

= Первый член минус второй так относится к первому, как все предшествующие минус все последующие относятся ко всем предшествующим.

А так как в третьем члене этой пропорции все члены уничтожаются, за исключением первого предшествующего, который больше его, и последнего последующего, который меньше его, то мы имеем: первый член минус второй так относится к первому, как все предшествующие

*минус все последующие относятся ко всем предшествующим.*

*= Первый член минус второй так относится к первому, как первый предшествующий минус последний последующий относится ко всем предшествующим.*

*= Первый член минус второй так относится к первому, как первый минус последний относится ко всем предшествующим.*

*= Чтобы найти сумму всех предшествующих членов прогрессии, нужно умножить первый член минус последний и разделить произведение на первый член минус второй. Прибавив к этому последний член, мы получим сумму всей прогрессии.*

Всякий, кто поймет значение слов, легко заметит все эти тождества; я написал эту главу для того, чтобы начинающие усвоили дроби, отношения, пропорции, прогрессии и все действия, которые раскрывают их свойства. Я хотел также показать, что если при помощи выражений нашего обиходного языка строго доказываются математические истины, то можно при помощи тех же самых выражений столь же строго доказать истины другого рода. Ибо, по-видимому, люди придерживаются предрассудка, что доказывать строго можно только в математике, как будто доказывать со всей строгостью возможно лишь при помощи  $x$ ,  $a$ ,  $b$  или как будто нестрогие доказательства являются доказательствами.

Но, могут сказать нам, если в изучаемом предмете идут от свойства к свойству путем ряда тождественных предложений, то каждое свойство, как и каждое предложение, является в этом ряду тем же, что и предшествующее ему, и, следовательно, все они сводятся к одному и тому же свойству. Каким же образом они являются и одним, и несколькими? Каким образом мы различаем среди них первое, второе, третье и т. д.?

Хотя свойство является одним, его можно рассматривать с нескольких точек зрения, и оно будет одним как для нас, так и само по себе, если бы мы смогли его рассматривать сразу со всех точек зрения. Но мы не можем этого сделать и именно поэтому рассматриваем его сначала в одном отношении, затем в другом и т. д., поэтому оно становится для нас первым свойством, вторым, третьим и т. д.<sup>6</sup> Следовательно, не нужно думать, что подобные ряды находятся в вещах; они существуют лишь в нашем языке, и каждая наука могла бы быть сведена к первой



истине, которая, преобразуясь из одного тождественного предложения в другое, представила бы нам в ряде преобразований все открытия, которые сделаны, и все, которые осталось сделать<sup>7</sup>. Правда, для того чтобы постигать науки таким образом, нужно было бы говорить о них очень просто. Ибо наибольшие препятствия развитию знаний ставят наши плохо созданные языки. Мы могли бы изобретать, если бы умели говорить, но мы говорим прежде, чем обучились, и не любим простоту.

Поэтому я, конечно, предвижу, что метод, которому я следовал в этой главе, не получит всеобщего одобрения. Как, скажут мне, разве для того, чтобы получить знания, нужно неуклюже ползти от одного тождественного предложения к другому? Да, это нужно, и изобретатели ползли, как мы, и если мы об этом не догадываемся, то потому, что, когда они показывают нам свои открытия, они стоят на ногах и позволяют нам думать, что стояли так всегда. Впрочем, хотя они достигали своих открытий ползком, от этого они не были менее возвышенными умами; это доказывает лишь, что они люди, а человеческий ум весьма ограничен; сделаем же вывод, что, каковы бы ни были наши знания, у нас нет нужды быть тщеславными или неприятзательными; поэтому истинному философу не свойственно ни то, ни другое.

### ГЛАВА XIII

#### ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ

Когда мы не знаем величины вещи, ее мы измеряем, чтобы судить об ее отношении к какой-либо вещи, величина которой известна. Ведь измерять — значит оценивать.

Природа указала нам всякого рода меры, и потребность учит нас пользоваться ими.

В каждой индивидуальной вещи она показывает нам единицу; и в этой единице мы имеем меру чисел. Ведь каковы бы ни были меры, которыми мы пользуемся, чтобы измерять вещи, нам нужно считать, а следовательно, единица есть первая мера.

Единицу ничто не измеряет. Тщетно мы ее делим, чтобы измерить. Даже если бы мы измеряли ее без конца, результатом всегда были бы единицы, которые совсем не имеют мер.

Пространство, или протяженность, — одна из первых

вещей, которые люди научились измерять. Природа дала нам меру пространства в наших шагах, стопах, больших пальцах; и не нужно ничего более, как считать шаги, футы, дюймы, чтобы придумать другие виды мер.

Природа дала нам также меры времени в кажущихся обращениях Солнца, но, чтобы оценить эти меры, потребовался длинный ряд наблюдений, и нужны были века, чтобы весьма грубо измерить время.

Наделив нас двумя руками, природа дала нам весы, двумя чашами которых служат кисти наших рук. Эти весы были для нас достаточны, когда мы довольствовались тем, что приблизительно судили о весе вещей, но мы не созданы так, чтобы всегда удовлетворяться этим «приблизительно». Торговля поставила перед нами другие цели: нужно было оценивать, или взвешивать, с большей точностью. Тогда торговцы стали подражать весам, которые дала нам природа, и это подражание казалось изобретением.

Как весы появились с возникновением торговли, так деньги в узком смысле появились с появлением весов. Их делали разного веса, из разных металлов.

*Гирей* назвали тело произвольно установленной тяжести, принимая его за меру. Когда вещь, которую клали на одну чашу весов, уравнивалась с другой, говорили, например, что она весит один ливр.

Сейчас мы делим ливр на две марки, марку — на восемь унций, унцию — на восемь грошей, грош — на три денье, а денье — на двадцать четыре грана — деление, которое могло быть сделано лучше. Гран вовсе не имеет меры, и мы останавливаемся на этом последнем подразделении, так как можем пренебречь частицей грана и удовлетвориться нашим «приблизительно».

Аналогичным образом, разделив туаз на шесть футов, фут — на двенадцать дюймов, дюйм — на двенадцать линий, линию — на двенадцать пунктов, мы прекращаем деление и рассматриваем пункт как первую меру протяженности.

Эти меры не являются точно такими же у всех народов, даже у тех, которые дают им такие же названия.

Еще больше разнобоя имеется в деньгах, которые делят на ливры, су и денье; народы связали с этими словами различную стоимость по капризу государей, которые в этой части управления чрезмерно злоупотребляли своей властью.

Меры времени наиболее единообразны и составлены

лучше всего. Все астрономы соглашаются делить час на шестьдесят минут, минуту — на шестьдесят секунд, а секунду — на шестьдесят терций. Этот способ удобнее тем, что шестьдесят имеет большое число делителей.

Недостаток единообразия в мерах постоянно вызывает необходимость делать подсчеты. Нужно искать в знакомых мерах выражения, тождественные мерам, которые не известны. Если нам говорят о пиастрах и флоринах, мы спрашиваем, скольким нашим ливрам соответствуют эти деньги; в другом месте спрашивают, скольким флоринам и пиастрам соответствует луидор?

Таким образом, все делают подсчеты. К таким же подсчетам сводятся все действия, которые мы произвели и будем производить. Если производят сложение, значит, не видят того, сколько вместе составляют числа, выраженные порознь; их видят в сумме, которая включает их все в одном выражении. Следовательно, сумма есть произведенный подсчет. Подобным же образом, когда производят вычитание, в остатке видят то, чему равно большее число после того, как из него вычли меньшее. Поскольку, когда складывают и вычитают, подсчитывают, то, значит, подсчитывают также, когда умножают и делят. Одним словом, исчислять означает не что иное, как подсчитывать. Если мы не рассматриваем эти действия как подсчеты, то лишь потому, что склонны видеть различные вещи в различных названиях; но начинающим нужно знать, что до сих пор они занимались лишь подсчетами, ибо, чтобы научить их производить эти подсчеты, я не знаю ничего лучшего, как обратить их внимание на то, что они сделали. Останется только устранить трудности, встречающиеся при подсчете дробей. Начнем с примера, в котором нет таких трудностей.

Если вас спрашивают, каково значение  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  туаза, вы ответите: пять футов, потому что знаете, что  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  туаза есть  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  шести футов.

Но хотя вы знаете, что один ливр соответствует двадцати су, вы не увидите так же легко, каково значение  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  ливра, и вы должны будете преобразовывать эту дробь до тех пор, пока не придете к дроби, выражающей в известных нам частях значение, которое вы ищете.

Ведь  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  целого, которое равно *двадцати*,  $= \frac{\text{один}}{\text{шесть}}$  пяти целых, каждое из которых равно *двадцати*; или, в других выражениях,  $= \frac{\text{один}}{\text{шесть}}$  от *ста*, а  $\frac{\text{один}}{\text{шесть}}$  от *ста*  $= \frac{\text{сто}}{\text{шесть}}$ . После того как вы составили этот ряд тождественных предложений, вам нужно лишь разделить *сто* на *шесть*, и вы найдете значение  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  ливра — шестнадцать су плюс  $\frac{\text{четыре}}{\text{шесть}}$  одного су.

Остается подсчитать эту последнюю дробь, и вы составите, как вы только что сделали, ряд тождественных предложений. Таким образом вы скажете:  $\frac{\text{четыре}}{\text{шесть}}$  су  $= \frac{\text{четыре}}{\text{шесть}}$  двенадцати денье  $= \frac{\text{один}}{\text{шесть}}$  сорока восьми  $= \frac{\text{сорок восемь}}{\text{шесть}} = \text{восемь}$ . Таким образом, вы имеете в известных вам частях; в *шестнадцати су восьми денье*, значение  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  одного ливра.

Хотя эти действия и длинны, они естественно сократятся, потому что навык исчисления скоро научит пропускать несколько тождественных предложений. Следовательно, создадут сокращенные методы, которые получат обоснование, и вы будете иметь преимущество не исчислять по старой привычке.

В самом деле, если вспомнить, что двадцать можно выразить как  $\frac{\text{двадцать}}{\text{один}}$ , станет ясно, что все приведенные нами сейчас рассуждения сводятся к поискам значения  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  от двадцати путем перемножения дробей  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  и  $\frac{\text{двадцать}}{\text{один}}$ , произведение которых  $\frac{\text{сто}}{\text{шесть}}$  позволяет сделать только одно деление.

Сократив это действие, мы можем вычислить дробь от дроби, например  $\frac{\text{два}}{\text{три}}$  от  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}}$ , ибо нужно лишь перемножить эти две дроби, как мы перемножили  $\frac{\text{пять}}{\text{шесть}}$  и  $\frac{\text{двадцать}}{\text{один}}$ . В самом деле, взять две трети от трех четвертей

значит взять два раза три четверти, разделенные на три.

Ведь  $\frac{\text{три}}{\text{четыре}} : \text{три} = \frac{\text{три}}{\text{двенадцать}}$  и  $\frac{\text{три}}{\text{двенадцать}} \times \text{два} =$   
 $= \frac{\text{шесть}}{\text{двенадцать}} = \frac{\text{один}}{\text{два}}$ ; вычисление дроби от дроби сводится,  
таким образом, к умножению.

Часто случается, что трудность, с которой мы встретились, когда нам нужно было определить значение дроби, проистекает исключительно из того, что дробь эта имеет числителем и знаменателем очень большие числа. Например, если бы вас спросили о значении дроби

$\frac{\text{девяносто шесть}}{\text{сто девяносто два}}$  ливра, вы, возможно, сначала не увидели бы, что эта та же дробь, что и  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$ .

Отсюда вы сделаете вывод, что для вычисления дробей часто бывает достаточно заменить их очень сложные члены на более простые. Даже когда этой замены будет недостаточно, вы поймете, что она является во всяком случае необходимой, так как, чем проще будут выражения, тем легче будет уловить их значение. Следовательно, речь идет о том, чтобы научиться заменять дробь, члены которой очень сложны, тождественной дробью, члены которой просты, насколько возможно; это и называется привести дробь к ее наименьшим членам.

Мы уже делали такое приведение к простейшему виду, потому что все умеют это делать, когда дроби не очень сложны. Нет таких людей, которые не видели бы, что

дробь  $\frac{\text{шестнадцать}}{\text{тридцать два}}$  последовательно преобразуется в дробь  $\frac{\text{восемь}}{\text{шестнадцать}}$ ,  $\frac{\text{четыре}}{\text{восемь}}$ ,  $\frac{\text{два}}{\text{четыре}}$  и что  $\frac{\text{один}}{\text{два}}$  есть ее простейшее выражение.

Вы подвергли эту дробь стольким преобразованиям лишь потому, что каждый раз делили два члена только на два; вы подвергли бы ее меньшему числу преобразований, если бы делили ее на четыре; а разделив на шестнадцать, вы сразу пришли бы к простейшему выражению. Следовательно, вы будете считать, что наибольший общий делитель является самым удобным для приведения дроби к ее наименьшим членам, и, следовательно, речь идет о том, чтобы уметь его найти.

Дано, например,  $\frac{\text{девяносто шесть}}{\text{сто восемьдесят}}$ . Два члена этой дро-

би не могут иметь большего общего делителя, чем числитель *девяносто шесть*; но деление дает в остатке *восемьдесят четыре*, и, следовательно, *девяносто шесть* не является делителем, который вы ищите.

Однако учтите, что если бы остаток *восемьдесят четыре* разделил без остатка *девяносто шесть*, он разделил бы также без остатка два члена дроби  $\frac{\text{девяносто шесть}}{\text{сто восемьдесят}}$ . Но так

как деление имеет еще остаток — *двенадцать*, вы повторите то же самое рассуждение и скажете: если *двенадцать* делит *восемьдесят четыре* без остатка, оно разделит также без остатка *девяносто шесть* и *сто восемьдесят*. А это деление производится без остатка. Значит, *двенадцать* есть наибольший общий делитель двух членов дроби  $\frac{\text{девяносто шесть}}{\text{сто восемьдесят}}$ .

Вы делите и приводите эту дробь к  $\frac{\text{восемь}}{\text{пятнадцать}}$ , что является ее простейшим выражением.

Как вы понимаете, было не так уж трудно найти, что метод определения наиболее общего делителя двух членов дроби состоит в том, чтобы сначала делить на числитель, а затем последовательно на каждый остаток, пока не придем к точному делителю. Если мы не приходим к делению без остатка, значит, числитель и знаменатель имеют общим делителем только единицу, и, следовательно, их нельзя привести к более простому выражению. Тогда мы говорим, что дробь неприводима; такова дробь

$$\frac{\text{девяносто шесть}}{\text{сто восемьдесят один}}$$

В этой первой книге мы пока изложили все основные понятия исчисления, и усвоить их будет легче постольку, поскольку мы говорили на языке, хорошо знакомом для начинающих; если этот язык неудобен, то лишь потому, что с него начинали и он позволяет нам почувствовать необходимость более простого языка. Он дает нам по крайней мере преимущество, заключающееся в том, что нам нужно лишь находить новые знаки, чтобы выразить на новом языке то, что мы знаем, и выразить это способом, позволяющим открыть в нем то, чего мы еще не знаем. При каждом предвидении, к которому мы стремимся, важно искать только одно, ибо мы идем от знания к знанию лишь потому, что сразу овладеваем только одним каким-либо знанием; редко случается, чтобы мы могли приобретать сразу два знания, и даже сомневаюсь, что этого

можно когда-нибудь достигнуть. Люди, которые хвастаются, будто они быстро продвигаются, проходят последовательно те же этапы, какие проходили мы, — а мы только ползаем; и часто им надо сделать несколько шагов, когда мы делаем только один, потому что они не всегда идут кратчайшим путем.

#### ГЛАВА XIV

### ОБ ИСЧИСЛЕНИИ ПРИ ПОМОЩИ КАМЕШКОВ. НАЧАЛА АЛГЕБРЫ

Мы видели, что исчисление при помощи названий производится легче, когда наименования, созданные по аналогии со счетом, разбивают числа на единицы разных разрядов; однако, так как язык при этом еще загроможден длинными фразами, то в предыдущих главах мы попробовали по крайней мере уменьшить в них количество слов, а это, несомненно, то, с чего люди начинали. Было естественно пытаться сократить речь, прежде чем думать о замене фраз такими знаками, как цифры или буквы. К последним изобретениям пришли лишь постепенно; проходит много времени, прежде чем нам удастся схватить то, что у нас под рукой.

Сокращения, которые мы произвели, оказывают слабую помощь и сохраняют все трудности, когда дело касается действий с большими числами. Как, например, умножить *три десятка тысяч плюс две тысячи плюс восемь сотен плюс семь десятков плюс пять единиц* на *девять тысяч плюс шесть сотен плюс четыре десятка плюс три единицы*? Позволит ли наша память применять описанный выше метод и в других случаях, а не только тогда, когда умножается *десять плюс два на десять плюс два*?

Пальцы не оказывают здесь никакой помощи, потому что невозможно ясно и сразу выразить с помощью пальцев два столь сложных числа, а между тем нужно, чтобы все их части находились перед глазами одновременно. Это было бы единственным средством освободить память от лишнего груза, и все люди это поняли. Поэтому они заменили пальцы более удобными знаками. Таковы камешки, от которых и происходит слово *исчисление*<sup>8</sup>.

Но как они их использовали? Несомненно, различными способами, и лучшим оказался способ тех народов, язык которых хорошо построен, ибо аналогия, научившая их

действовать с помощью названий так, как они действовали с помощью пальцев, научила их действовать так же с помощью камешков. Они считали, что пальцы благодаря порядку, в котором они расположены, выражают единицы различных видов, и раскладывали камешки по различным разрядам. Это было скорее подражание, чем изобретение. Единственным изобретателем был тот, кто первым придумал выразить при помощи пальцев единицы разных разрядов; здесь перед нами еще одно изобретение, подсказанное, по-видимому, самой природой.

Проведем на столе ряд вертикальных линий и положим на каждую камешки. На первой линии, которая будет первым рядом, камешки будут обозначать единицы первого разряда; на второй линии они будут обозначать единицы второго разряда, на третьей — третьего и т. д. И если есть разряды единиц, которые не содержатся в рассматриваемом нами определенном числе, то в некоторых рядах совсем не окажется камешков. Например, чтобы выразить *сто два*, положат два камешка на первую линию, один — на третью и ничего не положат на вторую линию.

Когда таким путем мы выразим несколько чисел, легко будет произвести их сложение, так как нам нужно будет только сложить в кучу все камешки, которые окажутся в соответствующих рядах.

Вычитание будет не более трудным: достаточно снять с каждого ряда большего числа столько камешков, сколько их имеется в каждом соответствующем ряду меньшего числа.

Наконец, не вызовут больших трудностей умножение и деление, но эти действия мы рассмотрим подробнее, когда заменим камешки еще более простыми знаками. Сейчас достаточно заметить, что, когда мы разбили числа на единицы разных разрядов, мы можем в несколько действий достигнуть того, что невозможно было бы сделать в одно действие. Ведь с помощью камешков разлагать числа гораздо удобнее, чем с помощью пальцев и названий; и вместо длинных фраз мы имеем простые знаки, делающие ненужной память, так как они находятся перед глазами.

Но часто предлагаются вопросы, которые нельзя разрешить при помощи одних только действий, объясненных нами, так как, прежде чем исчислять, нужно рассмотреть, какие условия заключают в себе эти вопросы, и, если они слишком сложны, они увлекают в длинные рассуждения, в которых можно запутаться. Такого рода



вопросы являются, собственно, тем, что математики называют *задачами*. Попробуем решить одну из них, выражая словами все части рассуждений. Именно так люди начинали, и, поскольку этот метод был известен первым, нужно рассмотреть его неудобства, если мы хотим, чтобы он подготовил нас к открытию более простых методов. Я возьму для примера задачу, которую Клеро предлагает в начале своих оснований алгебры.

*Если разделить восемьсот девяносто ливров между тремя людьми так, чтобы первый имел на сто восемьдесят ливров больше, чем второй, а второй — на сто пятнадцать ливров больше, чем третий, то какова будет доля каждого?*

Нет сомнения, что в самом начале не ставят перед собой подобных задач. Чтобы решить их, нужно выполнить все содержащиеся в них условия и, следовательно, хорошо их рассмотреть. А эта задача имеет три условия: одно — что первый человек имеет на *сто восемьдесят ливров* больше, чем второй; другое — что второй человек имеет на *сто пятнадцать ливров* больше, чем третий, и последнее условие — что, если соединить три части, они составят в сумме *восемьсот девяносто*.

Когда эти условия даны, предстоит найти в том известном, что они в себе заключают, три неизвестные нам части. Но способ, которым выражены условия, или, как говорят, данные, не пригоден для распознавания этих трех частей. Значит, эти данные нужно перевести на другой язык. Каков же будет этот язык?

Это будет язык, который даст возможность распознать величину, общую для каждой части, и величину, на которую отличается каждая часть.

Но часть, которую должен получить третий человек, есть величина, общая для двух других; следовательно, я могу выразить эту общую величину через *меньшую часть*; и я вижу, что имею ее трижды для трех человек.

Тогда часть, причитающаяся второму человеку, выражается через *меньшую часть плюс сто пятнадцать*; и так как первый должен иметь на *сто восемьдесят ливров* больше, чем второй, то причитающаяся ему часть выразится через *меньшую часть плюс сто пятнадцать плюс сто восемьдесят*, или, если сложить известные количества, через *меньшую часть плюс двести девяносто пять*. А эти три части, согласно последнему условию задачи, должны быть равны *восемьстам девяносто*.

Таким образом, мы перевели данные на язык, в котором

величина, общая для трех людей, имеет одинаковое выражение в меньшей части. Тогда мы различаем три части и пишем: *меньшая часть плюс меньшая часть плюс сто пятнадцать плюс меньшая часть плюс двести девяносто пять составляют сумму, равную восьмистам девяноста.*

Мы лишь перевели на новый язык тот язык, на котором была предложена задача; и мы предвидим, что этот перевод должен привести нас к решению задачи.

В этом переводе мы сравниваем выражение трех частей с выражением суммы, которую они должны составлять; ведь именно в этом сравнении мы должны найти значение каждой части.

Но чем проще будут выражения, тем легче нам будет уловить отношение одного члена этого сравнения к другому. Следовательно, заключаете вы, эти выражения нужно свести к возможно меньшему числу членов. Это мы и сделаем, если сложим частичные величины и напишем: *взятая трижды меньшая часть + четыреста десять = = восьмьсот девяносто.* Вот задача, сведенная к наиболее простому выражению; она решится сама собой.

В самом деле, если вы прибавляете к каждому члену этого сравнения четыреста десять, то очевидно, что они останутся равными, так как вы прибавляете к тому и другому одну и ту же величину. Итак, напишите: *взятая трижды меньшая часть + четыреста десять — четыреста десять = восьмьсот девяносто — четыреста десять.*

Первый член сводится к *взятой трижды меньшей части*, так как + *четыреста десять* и — *четыреста десять* являются величинами, которые уничтожают друг друга; а второй член, после того как вычли *четыреста десять* из *восьмисот девяноста*, сводится к *четырем восьмидесяти*.

Следовательно, вы можете заменить выражение *взятая трижды меньшая часть = четыреста восемьдесят* выражением *взятая трижды меньшая часть + четыреста десять = = восьмьсот девяносто.*

Если теперь вы разделите на *три* два члена этого сравнения, то получите значение меньшей части: *меньшая часть =  $\frac{\text{четыреста восемьдесят}}{\text{три}} = \text{сто шестьдесят.}$*

Итак, сумму *сто шестьдесят* должен получить третий человек. Следовательно, часть, причитающаяся второму, — *сто шестьдесят + сто пятнадцать = двести семьдесят пять*; а часть, причитающаяся первому, — *двести семьдесят пять + сто восемьдесят = четыреста пятьдесят пять.*

Но *сто шестьдесят + двести семьдесят пять + четыреста пятьдесят пять = восемьсот девяносто*. Таким образом, мы выполнили все условия, и задача решена.

Во всех этих рассуждениях нужно отметить две вещи. Первое — то, что мы свели величину, общую трем частям, к одному и тому же выражению. Благодаря этому нам нужно было искать только одно неизвестное вместо трех, которые, казалось, заключала задача; данные, переведенные на более простой язык, были предложены нам в сравнении, позволившем понять их соотношения.

Итак, первое, что нужно сделать, чтобы решить подобную задачу, — это перевести ее данные в сравнение, которое было бы наиболее простым ее выражением; и посудите сами, нужно хорошо понять задачу, которую нам предлагают, так как не следует забывать ни одно из условий.

Второе замечание заключается в том, что, когда данные приведены к наиболее простому выражению, остается заменить одни тождественные выражения на другие, чтобы путем ряда сравнений найти значение неизвестного.

Ибо, когда вы сравниваете *взятую трижды меньшую часть плюс четыреста десять и восемьсот девяносто*, вы еще не видите, какова эта меньшая часть. Нужно выделить известные величины, с которыми она соединена в первом члене, т. е. ее нужно оставить в одном из членов сравнения и перевести в другой все известные величины. Вот как вы достигли последнего сравнения, которое дало вам *сто шестьдесят* как значение меньшей части.

До сих пор я пользовался словом *сравнение* потому, что оно вам знакомо, и потому, что я считаю себя обязанным начинать разговор с вами на языке, который вы знаете. В дальнейшем я буду вместе с математиками употреблять слово *уравнение*, ибо то, что они понимают под уравнением, есть не что иное, как то, что сами мы понимаем под сравнением. Таким образом, мы будем говорить, что для того, чтобы решить задачу, ее нужно перевести в простое уравнение, которое заключает в себе все ее условия, а затем следует идти от одного тождественного выражения к другому, пока мы не получим последнее уравнение, где неизвестное, заключенное в одном члене, сравнивается с известными данными, которые мы перевели в другой член. *Меньшая часть = сто шестьдесят* — вот уравнение, являющееся решением нашей задачи.

Чтобы усвоить навык исчисления, следовало бы упражняться на большом количестве задач. Но мы облада-

ли бы лишь сноровкой и исчисляли, не понимая того, что делаем, если бы торопились идти от одной задачи к другой, прежде чем действительно понять все приемы метода.

Ведь для того чтобы действительно понять все эти приемы, недостаточно понять их один раз; их будут понимать лишь в той мере, в какой они станут привычными. Ибо когда речь идет о том, чтобы действовать, не следует думать, что мы овладеваем методом, как только узнаём его; мы овладеваем им лишь тогда, когда, обдумав его несколько раз, вырабатываем у себя привычку понимать и применять его. Совершенно необходимо, чтобы все приемы являлись нам как бы сами собой и мы не должны были бы их искать. В связи с этим я еще остановлюсь на задаче, которую мы решили. Так как мы знаем ее решение, нам легче рассмотреть примененный в ней метод, и, чем внимательнее мы его рассмотрим, тем лучше его пойдем.

Первый прием этого метода заключается в том, чтобы условия задачи перевести в уравнение, которое называется *основным*, поскольку оно — первое, и, лишь обдумывая его, мы придем к решению задачи.

Второй прием направляет рассуждение на основное уравнение и ведет нас от одного тождественного уравнения к другому, вплоть до уравнения, которое я называю *конечным*, так как оно — последнее. Вы видите, как постепенно мы строим наш язык, — это лучший способ хорошо его построить и хорошо его знать.

Если теперь вы примете во внимание тождество всех уравнений, через которые вы прошли, вы узнаете в каждом из них основное уравнение, подвергаемое различным преобразованиям, чтобы стать конечным уравнением. Следовательно, решение задачи сводится к уравнению, которое постепенно преобразуется, или переводится в другие выражения. Именно это тождество и нужно уловить, так как в нем-то и заключается все искусство этого метода. Не забывайте, что в каждом уравнении два члена, из которых оно состоит, являются одной и той же величиной, выраженной двумя способами.

Мы решили нашу задачу, отыскав сначала часть, принадлежащую третьему человеку; теперь мы будем ее решать, начав с того, что станем искать часть, принадлежащую первому человеку.

Учитывая, что эта задача имеет три условия, которые

нужно перевести в основное уравнение, мы заметим, что сможем сделать этот перевод, когда получим то же самое выражение для обозначения величины, общей для трех частей. Имея выражение, обозначающее одну из трех частей, мы должны лишь прибавить к этому выражению либо вычесть из него, чтобы получить два выражения, каждое из которых обозначает две другие части. Очевидно, что эти три выражения, помещенные в один из членов уравнения, будут суммой, равной *восемьстам девяноста*, находящимся в другом члене.

Я обозначаю часть, причитающуюся первому человеку, как *первую*. Он должен получить на сто восемьдесят ливров больше, чем второй; часть, причитающаяся второму, будет, таким образом, выражена через *первая* [часть] — *сто восемьдесят*, и часть, причитающаяся третьему человеку, будет *первая* — *сто восемьдесят* — *сто пятнадцать*, так как он должен иметь на сто пятнадцать ливров меньше, чем второй.

Как только я получу эти три выражения, перевод будет закончен; я пишу основное уравнение: *первая* + *первая* — *сто восемьдесят* + *первая* — *сто восемьдесят* — *сто пятнадцать* = *восемьсот девяноста*. Вот первый прием метода. Второй прием должен показать последовательно все преобразования, которым будет подвергнуто основное уравнение, прежде чем оно станет конечным.

Ведь, сводя первый член к наиболее простому выражению, мы находим первое преобразование: *три первых* — *четыреста семьдесят пять* = *восемьсот девяноста*.

Второе преобразование мы находим, переводя все известные во второй член: *три первых* = *восемьсот девяноста* + *четыреста семьдесят пять*.

Третье преобразование находим, складывая две величины второго члена: *три первых* = *тысяча триста шестьдесят пять*.

Четвертое преобразование — намечая деление *двух* членов на *три*: *первая* =  $\frac{\text{тысяча триста шестьдесят пять}}{\text{три}}$ .

Наконец, пятое и последнее преобразование находим, осуществляя намеченное деление: *первая* = *четыреста пятьдесят пять*. Остается только сделать вычитание, чтобы узнать, сколько приходится на долю второго и третьего человека.

Если мы хотим начать с части, которая причитается второму человеку, то выражением, общим трем, будет

вторая; следовательно, выражением первой будет *вторая + сто восемьдесят*; а выражением третьей — *вторая — сто пятнадцать*. Тогда мы получаем основное уравнение: *вторая + вторая + сто восемьдесят + вторая — сто пятнадцать = восемьсот девяносто*. Нам нужно лишь посмотреть, какой вид оно примет:

1. *Три вторых + сто восемьдесят — сто пятнадцать = восемьсот девяносто*;

2. *Три вторых + шестьдесят пять = восемьсот девяносто*;

3. *Три вторых = восемьсот девяносто — шестьдесят пять*;

4. *Три вторых = восемьсот двадцать пять*;

5. *Одна вторая =  $\frac{\text{восемьсот двадцать пять}}{\text{три}}$* ;

6. *Одна вторая = двести семьдесят пять*.

Заметьте, что первое решение дает в намеченном делении  $\frac{\text{четыреста восемьдесят}}{\text{три}}$  результат более простой, чем два других, и, следовательно, начинать было лучше именно с него. Опыт покажет вам, что начало никогда не бывает безразличным.

Изучая эти три решения, мы окончательно поймем при рассмотрении второго или третьего из них то, что не было достаточно понятно в первом; и последнее решение настолько прояснит вопрос, что останется лишь рассмотреть метод.

Тогда у нас будет точная идея того, что математики понимают под анализом. Ибо их анализ есть не что иное, как метод, который позволяет благодаря первому приему перевести все данные задачи в основное уравнение и благодаря второму приему производить с этим уравнением ряд преобразований до тех пор, пока оно не станет конечным уравнением, заключающим в себе решение. Следовательно, анализ, который считают принадлежащим только математике, принадлежит всем наукам, и анализируют таким же образом во всех науках, если во всех науках рассуждают хорошо. Поймите мою логику — она поможет вам сделать этот метод более привычным и убедит вас, что анализ есть лишь искусство рассуждать<sup>9</sup>.

Хотя в предыдущих решениях мы сильно сократили рассуждение, вероятно, людям, не имеющим никакого навыка в исчислении, будет несколько трудно следовать нашим рассуждениям. Поэтому они лучше поймут, до

какой степени необходимо в сложных вопросах избавляться от наших длинных фраз и находить для выражения наших рассуждений простые знаки, позволяющие улавливать их тотчас же и без усилий.

Люди займутся поиском этих знаков гораздо скорее, чем думают, потому что интерес к исследованию будет способствовать возникновению вопросов, которые трудно решить; и если они примут во внимание, что языки первых образованных народов не были, как наши, построены путем искажения множества языков, между которыми не было никакой аналогии, то сочтут первоначальные языки гораздо более пригодными для рассуждения и поймут, что те, которые наилучшим образом обдумывали приемы анализа, были, вероятно, способны хорошо решать задачи. Вероятно также, что они искали такие задачи, где думали встретить наибольшие трудности, и предлагали друг другу состязаться в их решении.

В этом случае больше, чем когда-либо, чувствовалась необходимость разгрузить память или даже сделать ее ненужной, и было признано, что для этого необходимо записывать рассуждения при помощи простых знаков, которые, говоря скорее глазам, нежели ушам, представляют эти рассуждения в виде непрерывного ряда и всегда показывают, что сделано и что осталось сделать.

Из всех известных до тех пор знаков камешки казались наиболее удобными для выражения наших рассуждений; поэтому я полагаю, что, прежде чем искать другие знаки, люди пробовали использовать их для этой цели. Людям свойственно долгое время придерживаться изобретений, к которым они привыкли; им в той же мере свойственно вначале отказываться от более удобных изобретений.

Понятно, как при помощи камешков, к которым прибавляли или из которых вычитали величины, выраженные с помощью других камешков, можно было переводить данные задачи в основное уравнение; понятно также, каким образом выражали при помощи камешков все преобразования этого уравнения, когда оно было найдено. Нужно только вообразить себе камешки вместо названий, которые мы употребили. Может быть, камешки различали по форме, может быть, по взаимному расположению, может быть, по тому и другому — здесь бесполезно теряться в догадках. Но я думаю, что были случаи, когда люди решали задачи таким путем задолго до изобретения букв.

Когда впоследствии было введено употребление не-

скольких букв, таких, как буквы алфавита, ими, вероятно, стали пользоваться и для различения камешков; их вырезали на каждом камешке. Таким говорили: камешек *a*, камешек *b*, камешек *c*; вскоре для краткости стали говорить *a*, *b*, *c*, так что, когда естественно и непреднамеренно заменили камешки буквами, увидели, что можно решать задачи при помощи более простых букв. Оставалось лишь заменить слова *плюс*, *минус*, *тождество* знаками, равноценными тем, какими мы пользовались. Так начинается алгебра; если мы применим ее к нашей задаче, мы сможем судить о ее простоте.

Таким образом, *a* = сто пятнадцать, *b* = сто восемьдесят, *c* = восемьсот девяносто, *x* будет означать неизвестное, которое я полагаю как меньшую часть. При помощи этих выражений мы напишем основное уравнение:  $x + x + a + x + a + b = c$ . Если мы сократим первый член, он примет вид *три x + два a + b = c*; он примет вид *три x = c — два a — b*, если мы переведем все известные члены в правую часть уравнения; наконец, когда мы делим на три, мы приходим к конечному уравнению  $x = \frac{c - \text{два } a - b}{\text{три}}$ ; теперь замените буквы *a*, *b*, *c* величинами, которые они выражают, и вы получите значение части *x*.

Заменяя названия буквами, люди хотели лишь упростить рассуждения, но нашли больше, чем искали, т. е. нашли решение нескольких задач в решении одной. Ибо  $x = \frac{c - \text{два } a - b}{\text{три}}$  является общим выражением, которое дает решение всех подобных задач, так как *a*, *b*, *c* могут выражать все виды чисел. Мы будем говорить об этом в другом месте.

## ГЛАВА XV

### ОБ ИЗОБРЕТЕНИИ ЗНАКОВ СЧЕТА, ИЛИ ОБ ИЗОБРЕТЕНИИ ЦИФР

Ценность всему придает простота. Сам гений является не чем иным, как простым умом, хотя люди об этом не подозревают. Поэтому редко бывает, чтобы мы стремились к простоте. Если нам ее показывают, мы все удивляемся, что не начали с нее, и тем не менее с нее-то мы никогда не начинаем. Невежество все усложняет. Я



различаю два вида невежества — невежество эпохи варварства и невежество просвещенной эпохи.

Невежество эпохи варварства — это состояние тупости, в котором человек, неспособный обучаться на своем собственном опыте, живший без правил, без изобретений, без искусств, был движим лишь своими предрассудками и не умел наблюдать причин, которые приводили его в движение. Сколько народов, казалось, было обречено коснеть в этом невежестве! Сколько потребовалось времени, чтобы нам самим вырваться из него, до некоторой степени вопреки самим себе! Наконец мы из него вышли и оказались в невежестве просвещенной, или менее тупой, эпохи; но мы тупы еще во многих отношениях.

В самом деле, если мы обладаем знаниями, то не знаем, каким образом мы их приобрели; мы не умеем наблюдать ни начальных оснований, ни способностей, а предпочитаем мнить себя гениями, вдохновенными свыше, нежели здравомыслящими людьми, которые обучаются естественным образом благодаря наблюдению и опыту. В варварскую эпоху ничто нас не удивляло; в нашу просвещенную эпоху мы удивляем сами себя и хотим удивлять других.

Однако мания отличаться странностями коверкает лучшие умы, так как, чем больше люди отдаляются от простоты, тем больше они отдаляются от истины; тогда правила кажутся нам путами, мы не хотим им подчиняться и поступаем так, словно их вовсе нет.

Кажется, что мы хотели свести всё к этим грубым временам, когда в своем поведении люди руководствовались лишь обычаями, которые вводили их в заблуждение. Мы не видим, что просвещение могло распространяться лишь постольку, поскольку мы создавали себе методы наблюдения, речи, письма, рассуждения. Мы предпочитаем представлять себе науки как путь, который мы уже преодолели, так что находимся у завершающего этот путь барьера, ибо, согласно этому способу мышления, мы хотя и не обучались, но считаем себя образованными, а это-то и есть крайний предел невежества просвещенной эпохи.

Бежать по пути наук нам не следует; мы скорее созданы для того, чтобы нас по нему вели, как детей, которые учатся ходить и руки которых постоянно нуждаются в опоре. Итак, я предупреждаю, что буду прост до того, что стану даже, если это потребуется, ходить, прибегая к помощи рук.

Если языки являются методами применения аналогии, как я доказал в другом месте<sup>10</sup>, то наибольшая простота сообщит наибольшее совершенство; и мы увидим, что благодаря этой простоте они естественно направят нас на путь открытий.

В счете разные разряды единиц образуют десятичную прогрессию, т. е. прогрессию, в которой каждый разряд содержит десять раз тот разряд, который ему непосредственно предшествует; десять есть удесятерение *одного, сто — десяти* и т. д.

Представим себе язык, созданный по этому образцу; наименования, данные в нем числам, обозначают эту десятичную прогрессию так же явно, как и сам счет. Нужно, чтобы в этом языке, после того как сказали *десять плюс девять*, говорили *две десятки*; после того как сказали *два десять плюс девять*, говорили бы *три десятки* и так далее.

Как я уже говорил, этот язык, вероятно, существовал. В самом деле, когда начинали считать с помощью названий, было естественно следовать в этом языке той же аналогии, какой следовали в счете на пальцах. Только эта аналогия могла руководить людьми, которые говорили для того, чтобы их поняли, и они не могли по своему произволу уклоняться от нее или с ней согласовываться.

Если бы народ, говорящий на этом языке, позаимствовал для счета знаки у народа, чей язык, будучи совершенно другим, не обладал бы такой же простотой, то он настолько слабее почувствовал бы эту аналогию, насколько знаки, которые он принял, были бы для него более чуждыми. Искусство исчислять стало бы для него занятием, в котором ему пришлось бы всему учиться; и он прилагал бы много усилий, чтобы свыкнуться со сложным методом, в то время как он сам мог бы найти более простой метод. Несомненно, народы просвещаются, передавая друг другу свои знания; но они просвещались бы еще более, если бы, вместо того чтобы принимать в науках и искусствах один и тот же язык, создавали его сами по аналогии со своим языком. Нередко иностранные слова бывают плохо поняты. Не зная их первого значения, спорят об этих словах, думая, что спорят о вещах, и полагают, что обучаются, когда составляют себе ложные или смутные идеи. Вот почему история всех известных эпох показывает нам народы в состоянии худшем, чем невежество. Этим эпохам предшествовали времена, о которых не сохранилось никакого предания, когда

человек был невежественным; но тогда он еще не создал для себя искусства говорить вздор, и природа могла по крайней мере его обучать и обучала.

Я повторяю: нужно, чтобы каждый народ говорил об искусствах и науках, как он говорил бы о них, если бы сам их изобрел. В самом деле, если бы народ, о котором мы ведем речь, вместо того чтобы заимствовать для исчисления чужие знания, изобретал их сам, он придумал бы их по аналогии со своим языком и, следовательно, искал бы их в самой аналогии со счетом. Увидев тогда, что для того, чтобы выразить *десять*, ему достаточно загнуть мизинец и держать разогнутым безымянный палец, он заметил бы, что для того, чтобы выразить то же самое число при помощи знаков, ему нужно было лишь скопировать те знаки, какие дает ему его рука. Таким образом, 1 представлял бы разогнутый палец, 0, который мы называем *ноль*, представлял бы согнутый палец; и эти два знака, расположенные в виде 10, означали бы *десять*. Тогда существовала бы большая аналогия между счетом с помощью знаков и счетом с помощью пальцев, так как один был бы копией другого; и в них обоих числа увеличивались бы одинаково в десятикратной прогрессии: 1, 10, 100, один, десять, сто.

Это открытие совершилось бы само собой и не потребовало бы больших исследований, так как было бы достаточно наблюдать, как считают при помощи названий и при помощи пальцев. Но теперь, когда наши языки скрывают от нас начало всего и учат нас говорить лишь вздор, мы удивляемся тому, что их создали. Мы думаем, будто больше ценим изобретателей, когда показываем, что понимаем, какую ценность они представляют; и мы тем более восхищаемся ими.

Мы узнали от арабов, арабы от индийцев, а индийцы, быть может, от какого-нибудь другого народа, десять знаков — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, один, два, три, четыре, пять, шесть, семь, восемь, девять, ноль<sup>11</sup>. Вероятно, их изображали, комбинируя различным образом знак единицы 1, но их первоначальная форма не сохранилась.

Эти знаки называются цифрами, а искусство применять их в исчислении — арифметикой. Своей простоте они обязаны преимуществами, которые нам покажет их применение. Здесь достаточно отметить, что их преимущество перед камешками состоит в том, что они ускоряют

действия, которые замедлялись из-за необходимости считать, сколько камешков в каждом ряду.

Все знают римские цифры, и каждый может проверить, насколько они менее удобны. Это объясняется тем, что они не имеют достаточной аналогии с тем способом, которым ведется счет. По-видимому, когда их придумывали, искали знания не столько для счета, сколько для сокращения выражения сделанного подсчета.

Греки исчисляли при помощи букв своего алфавита, применяя их тремя способами; это доказывает, что они не знали, какой из них лучший; если бы они остановили свой выбор на лучшем, у них был бы только один способ.

Греки и римляне, как и мы, верили во вдохновенных свыше гениев. Вот почему римляне ничего не изобрели, а греки, которые были созданы для открытий, их не сделали.

Хотя первоначальные языки и были ограничены, они были созданы лучше, чем наши, и их преимущество заключалось в том, что они ясно показывали происхождение полученных знаний. Они направляли на путь открытий. Народы-изобретатели, размышляя над своим языком, видели в аналогии, каким образом они обучались и как могли бы обучиться еще. Но где и когда существовали эти народы?

Арифметика, которой мы пользуемся, в Европе не является очень древней: она стала известна здесь лишь с конца десятого столетия. Европейцы не были способны сделать это открытие, потому что ни в какие времена язык, на котором они говорили, не привел бы к этому.

Следовательно, для того чтобы изобретать, нужны лучшие методы, нужно, чтобы язык, на котором говорят, сам был хорошим методом, или, по крайней мере, нужно знать его недостатки и уметь их восполнять; от этого-то и преуспевают лишь с помощью отменной метафизики. Но, к сожалению, когда языки сложны, усложняется и метафизика; однако наибольшая простота, достичь которой способны столь немногие умы, составила бы все ее совершенство, как она составляет всю ее трудность.

## СООБРАЖЕНИЯ О МЕТОДАХ, КОТОРЫЕ МЫ ОТКРЫЛИ

Я уже повторял это и повторю еще, что нашим первым учителем является природа. Отсюда я сделал вывод, что единственный способ изобретать — это делать так, как она учит нас.

Первый метод исчисления заключен в пальцах наших рук; все другие методы происходят из него, или, скорее, они являются лишь этим первым методом, который, преобразуясь, принимает вид каждого из них. Ибо, хотя знаки изменяются, анализ всегда остается одним и тем же; он производится с помощью цифр и букв так же, как и с помощью пальцев. Но поскольку различные знаки были найдены в разное время, то методы, созданные с их помощью, считаются совершенно отличными от них. Из-за этого больше не видят аналогии между ними, и поэтому наши книги, в которых излагаются основы исчисления, кажутся составленными из кусков и отрывков.

В самом деле, когда не видят преобразований, о которых я говорю, каждый новый метод кажется более новым, чем он есть. Стало быть, о нем рассуждают исходя из новых принципов; нас заставляют проходить курс обучения, едва ли имеющий какое-либо отношение к тому курсу, который мы прошли; и мы встречаем так много трудностей при обучении лишь потому, что учителя встречают много трудностей, стараясь быть понятыми.

Тогда, судя о методах по усилиям, которые мы предпринимаем, чтобы их понять, мы воображаем себе, будто изобретатели сами делали огромные усилия и владели тонкой, изощренной метафизикой, достичь которой весьма трудно. Мы ошибаемся: их метафизика была наилучшей. Она была проста, так же проста, как и та, которую применяли мы, и не требовала усилий, ибо хорошая метафизика их не требует. Она учит вас лишь тому, что вы делаете естественно, и вы знали бы ее лучше, чем Локк, умей вы себя наблюдать.

Чтобы открыть метафизику исчисления, я начал с рассмотрения исчисления при помощи пальцев, так как считаю, что только здесь содержится и может содержаться зародыш метафизики изобретателей; и лишь благодаря

уверенности, которую дает мне эта истина, я осмелился следовать за ними в их открытиях и как бы вновь совершать эти открытия по их примеру. Этот замысел, который увлек меня, когда я еще не имел никакого представления об алгебре, несомненно, покажется безрассудным, но я прошу читателя пока воздержаться от суждения и следить за моей логикой.

Так как у нас десять пальцев, мы считаем десятками. Люди, у которых было бы по шесть пальцев на каждой руке, считали бы дюжинами, а имеющие по десять пальцев — двадцатками. Подобных предположений можно делать сколько угодно.

Но какие бы предположения ни делались, методы исчисления, по существу, всегда одни и те же, покажутся разными лишь тем, кто рассматривает их поверхностно. В самом деле, не все ли равно, считать десятками, дюжинами или двадцатками, если действия производятся всегда по одним и тем же правилам? Все искусство состоит в том, чтобы разгибать и загибать пальцы в различном порядке, что делается одним и тем же образом, каково бы ни было их число.

Пальцы заменяют другими знаками, более простыми, которые придают методу различные степени простоты. А рассматривая метод относительно этих степеней, различают столько его разновидностей, что придумывают средства, помогающие все более и более его упрощать; но при этом всегда следует помнить, что эти разновидности являются в принципе одним и тем же методом.

Следовательно, изобретение этих средств и составляет все совершенство методов. А как их изобрести? Я утверждаю, что мы идем от известного к неизвестному, как и во всех открытиях, какие мы способны сделать. Так же поступали изобретатели. Они могут скрывать от нас путь, которым они следовали; возможно также, что иногда они шли по нему безотчетно; но у них не было двух путей, значит, скрывают ли они его или не умеют показать, все они следовали одним и тем же путем.

Таким образом, если мы сумеем наблюдать, мы научимся, как и они, упрощать; а упрощая, мы придем мало-помалу к самым отдаленным открытиям. Ибо, как я уже говорил, аналогия, которая создает язык, создает и методы, и метод изобретения может быть лишь самой аналогией. Итак, несомненно, что, поскольку средства, данные нам природой, являются первыми известными нам средствами,

они с необходимостью приведут нас ко всем тем средствам, которые были изобретены, если, чтобы найти средства, еще не известные нам, мы станем рассуждать так, как рассуждали, чтобы открыть средства, нам известные.

Однако нам может помешать то, что мы достаточно невежественны и тщеславны, чтобы обманывать себя и желать внушить всем мысль, будто мы приходим к открытиям, через многое перескакивая; а между тем следовало бы иметь больше рассудительности и смирения и понимать, что наш ум никогда не совершает скачков.

Таким образом, все методы были найдены одним и тем же способом. Метод, который открыт последним, приближает нас к другому, который предстоит открыть, и в силу аналогии, существующей между ними, кажется, что в каждом из них мы видим только руку, пальцы которой разгибаются и сгибаются.

Эту истину трудно будет понять лишь потому, что мы недостаточно знаем наш ум. Мы не умеем оценивать его силы и сомневаемся в средствах, которые могут их увеличить. Особенно мы нуждаемся в методе, который научил бы нас им руководить. Мне кажется, что все, на что мы способны, стало бы тогда легким. Нужно ли удивляться, что с помощью телескопов были открыты спутники Юпитера? Ведь хороший метод — это телескоп, с помощью которого видят то, что ускользает от невооруженного глаза. Вот чему обязаны все изобретатели; собственно говоря, именно метод изобретает, так же как именно телескопы открывают<sup>12</sup>.

Геометры, без сомнения, подумают, что я слишком рано ввел анализ и алгебру, но, конечно, сами они вводят их слишком поздно. Обычно они считают изобретателями этих методов тех, которые первыми написали о них сочинения. Было бы столь же резонно думать, что первыми грамматиками являлись изобретатели языков.

Хотя обычно люди рассуждают довольно плохо, нужно согласиться, что во времена наибольшего невежества они порой рассуждали хорошо; в период возникновения первых обществ они рассуждали лучше, чем мы это делаем сейчас. Прежде всего, у них была наибольшая заинтересованность в том, чтобы не ошибаться, потому что знания, в которых они нуждались, были для них первой необходимостью. Во-вторых, все, вплоть до их невежества, показывало им, что дать эти знания может только наблюдение; а если им случалось делать поверхностные наблюдения, то опыт,

быстро предупреждавший их об ошибках, приводил их к новым наблюдениям и мало-помалу развивал в них искусство рассуждать. Таким образом они учились решать вопросы и, следовательно, учились анализу.

Но, могут возразить мне, это, возможно, правильно в отношении метафизического анализа, а здесь речь идет об анализе математическом. Я отвечаю, что мне известен один-единственный анализ и я не знаю, что хотят сказать, когда различают несколько видов анализа.

Правда, метафизики и математики не придерживаются одного и того же языка, когда анализируют, и поэтому считается, что они делают не одно и то же.

Как мы видели, в математическом анализе есть два приема: при помощи первого рассуждают об условиях задачи, не забывая ни одно из них, и переводят ее в наиболее простое выражение; при помощи второго приема идут от уравнения к уравнению вплоть до искомого решения.

В метафизическом анализе также есть два приема: при помощи первого определяют состояние вопроса, т. е., другими словами, рассуждают об условиях, ни одно из которых не упускается из виду, и переводят их в наиболее простое выражение; при помощи второго идут от одного тождественного предложения к другому вплоть до заключения, которое разрешает вопрос, т. е., другими словами, идут от тождественного уравнения к тождественному уравнению вплоть до конечного уравнения<sup>13</sup>.

Значит, метафизический анализ и математический анализ в точности одно и то же, и, следовательно, они представляют собой один и тот же анализ. Нужно только отметить, что по природе идей или, скорее, по природе наших языков, которые для всего, кроме чисел, дают лишь плохо определенные понятия, в метафизике анализ бесконечно более труден, чем в математике. Но в конечном счете и в той и в другой науке делают одно и то же всякий раз, когда анализируют, если анализируют хорошо.

Итак, анализ является столь же древним, как и начала искусства рассуждать: он восходит к нашим первоначальным знаниям, и, собственно говоря, у него вовсе не было изобретателя, так как первые уроки его дала нам природа.

Мы не можем даже сомневаться в том, что с давних пор анализ применяли к чисто математическим вопросам, ибо подобные вопросы возникают сами собой среди граждан, которым нужно регулировать свои интересы. Но



поскольку тогда еще не привыкли к алгебраическим знакам и в математике, как и в метафизике, обходились лишь фразами из слов, геометры не понимали анализа в те отдаленные времена, когда они не знали и алгебры; и не удивительно, если они легко смешивали эти две вещи.

Таким образом, я доказал, что нельзя ввести анализ слишком рано. Алгебра, несомненно, появилась позже; однако я считаю ее более древней, чем полагают. Ее должны были искать, как только слишком сложные вопросы вызвали потребность заменить длинные фразы простыми знаками, способными благодаря своей неопределенности выражать все виды величин. Если анализ не имел изобретателей, у алгебры их было несколько — сразу или в разное время; но так как каждый из них держал свой метод в тайне, то алгебра оказалась новой, хотя алгебраисты были древними. Поэтому не следует думать, что она появилась лишь тогда, когда сочинения предали ее гласности.

Правда, мы получили ее от арабов, и если мы ее усовершенствовали, то не мы изобрели. По-видимому, среди греческих философов некоторым она была известна. Возможно, что они ее открыли, как возможно и то, что ее открыли до них; но они не преподавали ее публично.

Впрочем, алгебра была во все времена тем, чем она является теперь, т. е. искусством замены в исчислении длинных фраз неопределенными знаками; не могло быть двух алгебр. Правда, действия могут производиться с помощью различных знаков, но различие символов не меняет сути дела: алгебру создает их неопределенность.

Я высказал предположение, что подобными знаками сразу было обозначено как известное, так и неизвестное, и, однако, это применение у нас совершенно ново. Но необходимо заметить, что метод изобретения продвигается вперед быстрее, чем изобретатели. Чтобы судить об этом, нужно не столько наблюдать, как было сделано открытие, сколько присмотреться, как его могли сделать. Ведь лишь только увидели, что избавляются от длинных фраз, обозначая неизвестное простыми знаками, то могли тотчас же заметить, хотя, возможно, на самом деле заметили позже, что избавятся еще и от других фраз, если обозначат подобными знаками все известное; я предполагаю это, поскольку аналогия естественно ведет от одного к другому. В этом новом применении нашли даже преимущество,

которое нельзя было предвидеть: дело в том, что одна решенная задача дает решение всех подобных задач.

Я предположил также, что с давних пор люди умели выражать при помощи пальцев единицы разных разрядов, я предположил это потому, что к этому ведет сама аналогия. Ибо как только наши десять пальцев прививают нам навык считать десятками, мы сразу же замечаем единицы различных разрядов. Ведь мы сосчитали до десяти лишь потому, что каждый палец является знаком простой единицы; разве, когда мы знаем единицы разных разрядов, каждый палец не становится знаком другой единицы? Почему бы мне не выражать при помощи мизинца простые единицы, при помощи безымянного пальца — единицы десятков и т. д.? Разве одно из этих изобретений не ведет к другому? По крайней мере не будут отрицать, что так могло начинаться. Этого мне достаточно, и я вправе это предположить, ибо мне гораздо важнее знать самый длинный путь, который проделали изобретатели, чем самый короткий, который они могли бы проделать.

Если бы изобретатели наблюдали за тем, как они сделали открытия, они знали бы, как они смогут продолжать их делать. Тогда они увидели бы, что, когда ими руководит аналогия, она руководит ими хорошо, и что, следовательно, только аналогия должна руководить ими. Но если они недостаточно изучают эту аналогию, то, когда они следуют ей, это часто бывает без их ведома, и, таким образом, естественно, что они не всегда следуют ей. Вот почему, начав почти гигантскими шагами, они вдруг останавливаются, позволяют ускользнуть легким открытиям или сбиваются с пути на длинных и утомительных окольных тропях.

Открывать нам все методы, которые возможно изобрести, должна аналогия; а в этом мы преуспеем лишь тогда, когда будем переходить от одного метода аналогии к другому, никогда не хвастаясь тем, что обошлись без какого-нибудь из них.

Ведь если при исчислении действия основываются на идеях, то искать методы следует именно в аналогии самих идей; напротив, если действия производятся посредством знаков, нужно искать методы в аналогии знаков.

Но я показал, что действия производятся только посредством знаков; алгебра являет весьма ясное доказательство этого. В самом деле, когда нам дают уравнение, такое, как  $x + a - b = c$ , мы будем его преобразовывать, не нуждаясь

в том, чтобы знать, что обозначают буквы, из которых оно составлено. Если мы это знаем, мы не будем об этом думать; и только после произведенного действия мы заметим буквы их значениями. Вот почему я сказал, что все эти действия чисто механические. Так же обстоит дело, когда исчисление производится с помощью цифр. Правда, тогда мы думаем, и не без основания, что производим действия над чем-то другим, а не над цифрами, поскольку действительно в это же время мы оперируем названиями, которые мы дали числам и о которых мы привыкли думать; но эти названия, как и цифры, суть лишь знаки.

Несомненно, что, если мы производим действия над знаками, мы имеем такие же результаты, как если бы мы производили действия над самими идеями, и вот это-то и создает нам иллюзию. Но как в арифметике, так и в алгебре мы думаем об идеях лишь после того, как исчисление завершено. Например, мне предложено разделить сто ливров между десятью работниками. Что я буду делить? Сто ливров на десять работников? Что означал бы такой язык: *Разделить ливры на работников?* Однако я представляю себе здесь идею ста лишь в ста ливрах, а идею *десяти* в десяти работниках, и, значит, когда для того чтобы разделить, я оставляю в стороне работников и ливры, у меня ничего больше не останется, кроме слов *сто* и *десять*. Правда, поскольку эти слова суть общие знаки, мы в расширительном смысле называем их *общими идеями*, а это доказывает, что по существу они лишь знаки. Таким образом, доказано, что исчисления производятся лишь при помощи некоторых знаков и действия с ними всегда бывают механическими.

Возможно, мне возразят, что общие идеи метафизики по существу не идеи, а только знаки и, следовательно, рассуждения метафизика суть механические действия, так же как исчисления математика. Это верно: никто так не убежден в этой истине, как я, мой опыт убеждает меня в ней ежедневно. Я чувствую, что, когда я рассуждаю, слова для меня являются тем, чем цифры или буквы являются для математика, который исчисляет, и я принужден механически следовать правилам, чтобы говорить и рассуждать о том, как механически нужно составлять уравнение  $x = b - a$ , когда дано уравнение  $x + a = b$ . Что касается метафизиков, которые думают, что делают иначе, я охотно соглашусь с ними в том, что их действия не являются

механическими, но им нужно будет согласиться со мной, что они рассуждают без правил.

Действие всегда бывает одно и то же, используют ли для решения математической задачи знаки или слова. Ведь если действие является механическим в одном случае, то почему бы ему не быть таким же и в другом и почему оно не является механическим, когда решается метафизический вопрос?

Конечно, исчислять — значит рассуждать, а рассуждать — значит исчислять: если здесь два названия, то не два действия. Исчисление и рассуждение с помощью алгебраических знаков почти совсем не требует памяти; знаки находятся перед глазами, ум ведет перо, и решение находят механически.

Когда рассуждения и исчисления производятся при помощи слов, тогда-то главным образом и становится необходимой память, и часто у нас ее не хватает. Она не может сразу и отчетливо представить все знаки, с которыми мы производим действия; она воспроизводит их лишь один за другим, с большими или меньшими усилиями; соответственно с этим рассуждения или исчисления бывают более или менее сложными. А так как мы сами делаем эти усилия, то нам кажется, будто мы чувствуем, что наш ум ведет себя так, как ему угодно; мы не ощущаем, что им руководят. Между тем он ведет себя правильно лишь постольку, поскольку подчиняется законам, которые предписывает ему природа.

Действительно, пусть память воспроизводит длинный ряд идей или алгебра сразу ставит их перед глазами; рассуждать, как и исчислять, всегда означает руководить своим умом согласно данным методам, методам, которым нельзя произвольно следовать или не следовать, стало быть, согласно механическим методам. А этого-то мы и не знаем; можно было бы сказать, что мы хотим обладать свободой судить по своему выбору, чем является или не является вещь; но мы никогда не злоупотребляем нашим свободным выбором в большей мере, чем тогда, когда думаем, что рассуждаем. Мы никогда не злоупотребляли бы им, если бы всегда рассуждали хорошо.

Эту первую книгу я писал как грамматик, потому что алгебра — это лишь язык; и хорошие геометры меня, несомненно, одобряют. Я думаю также, будет признано, что языки являются лишь более или менее совершенными аналитическими методами, и если бы они были способны

к наибольшему совершенству, то науки, проанализированные в совершенстве, были бы в совершенстве известны тем, кто хорошо говорил бы на их языках. Следовательно, создать науку — это не что иное, как создать язык, а изучить науку — не что иное, как выучить хорошо созданный язык. Чтение данного труда убедит в этой истине, показав, что математика образуется по мере того, как образуется язык. Чтобы убедиться в этом, было бы достаточно этой первой книги, в которой показано, как он начинается.

В самом деле, рассмотрев руку, пальцы которой последовательно сгибаются и разгибаются, мы заменили этот язык названиями *счет* и *отсчитывание*.

А эти названия мы заменили названиями *сложение* и *вычитание*, *умножение* и *деление* — действиями, являющимися по существу такими же, как и два первых, отличающимися от них лишь иными точками зрения.

Когда мы объяснили образование степеней, извлечение корней, исчисление дробей, свойства пропорций и прогрессий, подсчеты, мы изменили лишь язык, чтобы с новых точек зрения рассмотреть сложение, вычитание, умножение и деление.

Названия *произведение*, *множимое*, *множитель*, которые мы применили в умножении, в делении были заменены названиями *делимое*, *делитель* и *частное*.

В дробях делимое стало числителем, а делитель — знаменателем.

Наконец, в геометрических пропорциях и прогрессиях сами числитель и знаменатель стали предшествующим и последующим членами, а частное стало отношением. Вот каким образом начинает создаваться искусство исчисления, и полагают, что оно должно завершиться вместе с языком.

Рассмотренного нами достаточно, чтобы понять, что совершенство этого языка заключается в наибольшей простоте. От одного языка к другому нас ведет аналогия, и ведет она нас лишь потому, что усваиваемое нами новое выражает по существу то же, что и старое, которое мы им заменяем. Аналогичным образом она ведет нас от метода к методу лишь потому, что каждый из них содержится в том методе, который ему предшествует, а все они — в исчислении при помощи пальцев. Чтобы открыть новые методы, мы должны лишь наблюдать те, которые мы уже открыли.

Итак, начало всех знаний, которые мы можем приобрести, находится в самых обычных понятиях. Именно в них заключено все то, что открыли метафизики и математики, и все то, что они откроют. Они начинают с невежества всех людей, но они не говорят как все люди, и поэтому видят то, чего не видят все. Вот и вся разница между невеждой и образованным человеком; и философ был бы весьма ученым, если бы видел все, что содержится в обыденных понятиях.



**ПРИМЕЧАНИЯ**  
**УКАЗАТЕЛИ**



## ПРИМЕЧАНИЯ

### ОБ ИСКУССТВЕ РАССУЖДЕНИЯ DE L'ART DE RAISONNER

Эта работа — один из разделов «Курса занятий по обучению принца Пармского», созданного в период с 1758 по 1768 г., когда Кондильяк находился в Парме (см. вступит. статью к 1-му тому наст. изд., с. 9—10). К печатанию шестнадцати томов, из которых состоит «Курс», Кондильяк приступил в 1769 г., после возвращения во Францию. В 1772 г. издание «Курса» было завершено, но в этом году он не вышел в свет из-за содержащихся в нем критических оценок церкви и отрицательных высказываний об Испании, являвшейся тогда оплотом католицизма. Против его публикации решительно выступил епископ Пармский. Лишь три года спустя, в 1775 г., когда друг Кондильяка А. Тюрго стал министром, благодаря его заступничеству «Курс» увидел свет.

На русском языке работа «Об искусстве рассуждения» была впервые опубликована в 1872 г. в переводе А. Гронского под названием «Логика аббата Кондильяка, члена Берлинской, Парижской и Лионской Академий», СПб.

Перевод, включенный в настоящий том, выполнен И. С. Шерн-Борисовой и З. К. Манакиной и сделан не с прижизненного издания, а с подготовленного Кондильяком в конце жизни и изданного после его смерти Собрания сочинений, где в первоначальный текст автор внес некоторые изменения.

<sup>1</sup> Здесь философ ссылается на те разделы «Курса занятий», в которых излагается гражданская история и история философии. — 6.

<sup>2</sup> Это наиболее отчетливая формулировка убеждения Кондильяка в том, что всё в познаваемой нами действительности необходимо рассматривать в развитии. — 6.

<sup>3</sup> Здесь явственно выступает материалистический характер сенсуализма Кондильяка, диаметрально противоположного сенсуализму Беркли. — 7.

<sup>4</sup> Как отмечает в комментарии к тексту Кондильяка Ж. Леруа, это «воспроизведение установленного Декартом различения интуиции и дедукции... Оригинальность Кондильяка заключается здесь в том, что тождество рассматривается как основание очевидности» (*Oeuvres philosophiques de Condillac*, vol. 1. Paris, 1947, p. 621). Усматривая в тождестве основание очевидности, Кондильяк следует за Лейбницем. Различение предложения, которое очевидно само по себе, и предложения, с очевидностью из него следующего, у Кондильяка коренным образом отличается от соответствующего различения у Декарта. Декарт под интуицией понимает

«не веру в шаткое свидетельство чувств... но понятие ясного и внимательного ума, настолько простое и отчетливое, что оно не оставляет никакого сомнения» (Р. Декарт. Избр. произв. М., 1950, с. 86), тогда как Кондильяк исходит из чувственной интуиции, из «очевидности чувства» и «очевидности факта» (устанавливаемой наблюдением). Мышление же, по его мнению, в состоянии интуитивно установить очевидность только для предложений тождественных, — только тождество есть признак очевидности разума. — 10.

<sup>5</sup> См. «Логика», ч. I, гл. 2—3; ч. II, гл. 6. В издании 1775 г. этого примечания не было. — 18.

<sup>6</sup> Этот тезис — естественное следствие концепции, согласно которой содержание математики сводится к чисто словесным преобразованиям тождественных по своему смыслу предложений. Следует, однако, помнить, что исходные положения математики имеют, по Кондильяку, опытное происхождение. — 22.

<sup>7</sup> После этих слов в издании 1775 г. следовало: «Когда Вы будете изучать алгебраическое исчисление, Вы увидите, что преимущество алгебраического метода заключается в том, что он доставляет более легкие средства, позволяющие сравнить одно большое число с другим большим числом и узнать, в чем состоит их тождественность, не рассматривая их по частям». — 23.

<sup>8</sup> В основе утверждения Кондильяка, что нам доступны лишь «вторичные сущности», лежит глубокая мысль о том, что фундамент той сущности, которую нам удается познать, образует более глубокая сущность, что наше знание никогда не является окончательным знанием «первой сущности» вещей. — 24.

<sup>9</sup> Смысл предложения «Тело есть протяженная субстанция» не тождествен смысл предложения «Тело есть субстанция, которая ощущает». Поэтому никакие преобразования словесного состава этих предложений не позволят получить из первого второе, и предпринимаяемая Кондильяком попытка решить посредством операций, изменяющих только словесную форму суждения, принятого за исходный пункт, вопрос о том, может ли ощущать какое-нибудь тело, неправомерна. Ответ на этот вопрос не могут дать ни чисто словесные, ни чисто умозрительные, логические операции. Любая гипотеза по этому вопросу (как и по другим вопросам подобного рода) может считаться достойной доверия, лишь если она подтверждается опытом, и должна быть отвергнута, если она противоречит опыту. Между тем опытный материал, приводимый Кондильяком по данному вопросу, свидетельствует в пользу гипотезы, что ощущения — функция органов чувств, нервной системы, мозга. Опытных данных, противоречащих этой гипотезе, Кондильяк не приводит. — 25.

<sup>10</sup> Это отождествление мышления с ощущением противоречит защищаемому в первом труде Кондильяка («Опыт о происхождении человеческих знаний») и в работах, написанных в последний период его жизни («Логика», «Язык исчислений»), тезису, что мышление без общения человека с другими людьми, без языка, без способности вызывать по своей воле образы вещей, в данный момент на органы чувств не воздействующие, невозможно. — 26.

<sup>11</sup> Ср. «Логика», ч. II, гл. 9. — 29.

<sup>12</sup> См. наст. изд., т. 1, прим. 15 к с. 76. — 36.

<sup>13</sup> Здесь и в следующем абзаце по сути дела опровергается мысль, выдвинутая в начале этой главы (см. Первый вопрос, первый пример). — 38.

<sup>14</sup> Ср. «Трактат об ощущениях», ч. I, гл. 2; ч. II; ч. III, гл. 3—4. — 39.

<sup>15</sup> Абсолютными здесь называются свойства, существующие в объ-

ектах независимо от отношения данных объектов к нам, т. е. свойства, присущие самим внешним объектам, — одно из многочисленных выражений материалистического характера сенсуализма Кондильяка. — 41.

<sup>16</sup> Именно в этом, по мнению Кондильяка, заключалось достоинство системы Ньютона, которая рассматривалась им в качестве образца уже в «Трактате о системах». — 42.

<sup>17</sup> Таким образом, по Кондильяку, нам доступно познание не только отношений материи, пространства, времени, движения к нам, но и отношений, объективно существующих между ними. — 46.

<sup>18</sup> В данной главе воспроизводятся рассуждения Ньютона в том виде, в каком они изложены в 3-й части книги Вольтера «Основы философии Ньютона» (*Voltaire. Elémens de la Philosophie de Newton. Londre, 1745*). — 52.

<sup>19</sup> Кондильяк описывает здесь результаты опыта с пневматической машиной, созданной О. Герике (см. наст. изд., т. 2, прим. 87 к с. 182). — 52.

<sup>20</sup> Здесь четко сформулировано понимание познания, которое выступает в той или иной форме в различных работах Кондильяка: выдвижение гипотез, проверка их наблюдениями и экспериментами, отбрасывание тех гипотез, которые такой проверки не выдерживают, исправление тех, которые лишь частично подтверждаются опытом, принятие тех, которые вполне согласуются с опытом. — 57.

<sup>21</sup> Формулировка, ясно показывающая, что гносеологическую концепцию Кондильяка нельзя рассматривать как агностицизм. — 112.

<sup>22</sup> Здесь доводятся до крайних выводов и механистическое представление о мире, и логическая концепция тождества. Хорошо видно, как у Кондильяка смыкаются оба этих воззрения. — 113.

<sup>23</sup> *Пикар Жан* (1620—1682) — французский астроном, член Парижской академии наук, один из основателей Парижской обсерватории. — 162.

<sup>24</sup> *Рише Жан* (ум. в 1696 г.) — французский астроном, возглавил астрономическую экспедицию в Кайенну. — 162.

<sup>25</sup> *Гюйгенс Христиан* (1629—1695) — голландский ученый, один из крупнейших механиков, физиков и математиков XVII в. — 162.

<sup>26</sup> *Д'Аламбер Жан Лерон* (1717—1783), выдающийся французский математик и философ, вместе с Д. Дидро работал над изданием «Энциклопедии наук, искусств и ремесел». Здесь приведены мысли, высказанные Д'Аламбером в статье «Форма Земли», помещенной в «Энциклопедии». — 163.

<sup>27</sup> *Стирлинг Джеймс* (1692—1770) — шотландский математик. *Клеро Алексис Клод* (1713—1765) — крупный французский математик; в 1736 г. участвовал в экспедиции, отправленной в Лапландию для измерения дуги меридиана. — 163.

<sup>28</sup> Французские астрономы и геодезисты *Кассини Жан Доминик* (1625—1712) и его сын *Кассини Жак* (1677—1756) неоднократно производили геодезические измерения на территории Франции. — 167.

<sup>29</sup> *Мопертюи Пьер Луи Моро* (1698—1759) — французский физик, астроном и геодезист. В 1736—1737 гг. возглавлял организованную Парижской академией наук «Лапландскую» экспедицию для градусных измерений. Здесь приводятся соображения, высказанные им в работе «Основы географии» (*Maupertuis. Elémens de Géographie. — Oeuvres de Maupertuis. Lion, 1768, t. III*). — 167.

ЛОГИКА, ИЛИ НАЧАЛА ИСКУССТВА МЫСЛИТЬ  
LA LOGIQUE OU LES PREMIERS DÉVELOPPEMENTS DE L'ART DE  
PENSER

Это произведение Кондильяк написал по заказу правительства Польши, переданному через графа Потоцкого. Философ закончил работу над «Логикой» в 1779 г., а издана она была в 1780 г., в год смерти автора. На титульном листе первого издания было указано: «Сочинение для начинающих (ouvrage élémentaire), которому оказал честь своим одобрением Совет, надзирающий за школами воеводств» (созданное в Польше ведомство, представляющее собой как бы министерство просвещения).

На русском языке это произведение было издано в Москве в 1805 г. («Логика, или Умственная наука, руководствующая к достижению истины. Сочинение аббата Кондильяка»). Перевод для настоящего издания выполнен И. С. Шерн-Борисовой.

<sup>1</sup> Кондильяк имеет в виду слова Ф. Бэкона: «Дело совершается орудиями и вспоможениями, которые нужны разуму не меньше, чем руке. И как орудия руки дают или направляют движение, так и умственные орудия дают разуму указания или предостерегают его» (Ф. Бэкон. Соч. в 2-х томах, т. 2. М., 1972, с. 12). — 184.

<sup>2</sup> См. наст. изд., т. 1, прим. 15 к с. 76. — 186.

<sup>3</sup> Здесь ставится проблема, которой стали придавать большое значение и которую подвергли детальному научному исследованию лишь в последнее время. См., напр., К. Фу. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. М., 1971; Распознавание образов. М., 1970; ряд работ по этому вопросу М. Бонгарда и др. — 188.

<sup>4</sup> В гл. 3 кн. III «Древней истории» рассматриваются различия в темпах развития разных отраслей науки и техники и делается вывод, что эти различия всецело зависят от того, как скоро замечаются и исправляются допущенные ошибки. — 189.

<sup>5</sup> Здесь снова подчеркивается та мысль, что подлинно научный анализ включает в себя два этапа: расчленение исследуемого материала и соединение частей в единое целое. К этой мысли философ возвращается неоднократно. — 195.

<sup>6</sup> Подчеркивая, что идеями являются лишь образы объектов, существующих вне нашего сознания, Кондильяк здесь сталкивает идеи в более узком смысле, чем в «Опыте о происхождении человеческих знаний», где признается существование идей, «которых мы не смогли бы получить от внешних вещей» (наст. изд., т. 1, с. 74). — 195.

<sup>7</sup> «Грамматика» — один из разделов «Курса занятий». — 212.

<sup>8</sup> По-французски réfléchir означает и «отражать», и «размышлять». — 212.

<sup>9</sup> Т. е. как представляющие предметы вне нас. Об этом см. также ч. I, гл. 3. — 214.

<sup>10</sup> Такая интерпретация воли шире той, которая дается в «Трактате об ощущениях», где воля выводится из стремления испытывать приятные ощущения и избегать неприятных (см. наст. изд., т. 2, с. 192). — 215.

<sup>11</sup> Говоря о первой из этих гипотез, Кондильяк имеет в виду Ж. Л. Бюффона и Ф. Кенэ, с которыми он полемизирует по этому вопросу в «Трактате о животных» (ч. I, гл. 8). Вторую гипотезу вслед за Декартом развивал Н. Мальбранш (см. «Разыскания истины», кн. I, гл. 10; кн. II, ч. I, гл. 2—5); материалистическое истолкование ее дал Ж. О. Ламетри. В своем первом труде («Опыт о происхождении человеческих знаний») Кондильяк в общем принимал гипотезу о «животных духах» (см. наст.

изд., т. 1, с. 94). Здесь же он формулирует иную точку зрения, возможно, потому, что ко времени написания «Логике» ему стало ясно, какие материалистические выводы следуют из той трактовки данного вопроса, какая дается в «Опыте о происхождении человеческих знаний». Но и в «Логике», двумя страницами ниже, Кондильяк признает мозг органом ощущений, в который передаются воздействия внешних тел. — 216.

<sup>12</sup> *Прозябание* — выражение, обозначающее ту форму жизни, какая свойственна растениям. Утверждая, что движение, благодаря которому животное становится чувствующим, есть лишь модификация движения, обуславливающего прозябание, Кондильяк устраняет глубокую пропасть между растениями и животными. Еще более энергично он опровергает представление о пропасти, которая, по Декарту, отделяет человека от животных. Такая позиция весьма сближает концепцию Кондильяка со взглядами Ламетри и Дидро. — 217.

<sup>13</sup> Хотя в споре между сторонниками картезианской и ньютоновой физики Кондильяк в общем был на стороне ньютоновцев, механистическая интерпретация ощущений в данном параграфе показывает, что он полностью разделял картезианский взгляд, согласно которому действие одного тела на другое всегда представляет собой близкодействие, в то время как многие ньютоновцы допускали далекодействие. — 218.

<sup>14</sup> Здесь воспроизводится мысль Ж. О. Ламетри, писавшего в «Трактате о душе» (1745): «Когда в мозгу возникает физическое состояние, совершенно подобное тому, какое производит какая-нибудь внешняя причина, в нем должна возникнуть та же самая идея, хотя бы для нее не было налицо никакой внешней причины...» (Ж. О. Ламетри. Сочинения. М., 1976, с. 99). — 221.

<sup>15</sup> Параграф, полностью опровергающий субстанциальность сознания, на которой Кондильяк часто настаивает в своих работах. — 222.

<sup>16</sup> На первый взгляд то, что утверждает здесь Кондильяк, сходно с утверждением Мальбранша о том, что мы не познаём сущности вещей. Но, согласно Мальбраншу, «наши чувства верны и точны, когда они говорят нам об отношениях, какие имеют окружающие тела к нашему телу, но они не могут сказать нам, что такое эти тела сами по себе... наши чувства нам даны лишь для поддержания нашего существования» («Разыскания истины», т. 1. СПб., 1903, с. 131—132). Кондильяк же, признавая, что органы чувств служат нам для поддержания нашего существования, делает отсюда иной вывод: что нашему познанию доступны не только отношения познаваемых объектов к нашему телу, но и отношения, существующие между самими этими объектами. — 229.

<sup>17</sup> Зародыш получившей развитие значительно позднее важной для понимания социальной природы сознания мысли, что именно в процессе общения с другими людьми человек начинает понимать самого себя и наконец постигает, что он — определенная индивидуальность, личность. — 236.

<sup>18</sup> Свообразие своего понимания данного вопроса Кондильяк старается выразить в соответствующей терминологии. Он отвергает обычное словоупотребление, согласно которому идея отдельного предмета — это «частная» идея. Идея отдельного предмета (например, идея Петра, Павла), индивидуальная идея, утверждает философ, — это не частная, а *полная* идея. *Частной* же идеей (*partielle*) является часть индивидуальной, полной идеи, выделенная нашим умом (например, идея человека). Эта трактовка более близка к концептуализму, чем к номинализму. Что черты, общие ряду внешних объектов, действительно в них наличествуют, не отрицается; отрицается лишь то, что все такие черты существуют сами по себе, отдельно от предметов, которым они присущи, и утверждается, что

поскольку изолированно, обособленно общие черты выступают лишь в наших мыслях, лишь в абстракции, то общая, абстрактная идея есть только наименование. — 244.

<sup>19</sup> Кондильяк имеет в виду учение Мальбранша и его последователей. — 247.

<sup>20</sup> Цитируемая здесь книга А. Арно и П. Николя «*Логика, или Искусство мыслить*», опубликованная в 1662 г. и известная под названием «*Логики Пор-Рояля*», представляет собой классическое выражение картезианского понимания основных гносеологических и логических проблем. — 252.

<sup>21</sup> Имеются в виду «*Основы алгебры*» А. К. Клеро (см. прим. 27 к с. 163). — А. С. Clairaut. *Eléments d'Algèbre*. Paris, 1746. — 253.

<sup>22</sup> Кондильяк ссылается здесь на французский перевод книги знаменитого математика и физика Леонарда Эйлера (1707—1783) «*Основы алгебры*» (L. Euler. *Eléments d'Algèbre*, 2 vol. Lyon, 1774), содержащий также добавления, внесенные выдающимся французским математиком и механиком Жозефом Луи Лагранжем (1736—1813). — 253.

<sup>23</sup> Воспроизведение той трактовки вопроса, какую дает Лейбниц (см. вступит. статью к 1-му тому наст. изд., с. 50). — 259.

<sup>24</sup> Здесь вводится ограничение понятия *очевидность факта*: то, о чем известно из наблюдений над явлениями внешнего мира, — «*очевидность факта*», то же, что известно из самонаблюдения, — «*очевидность чувства*». Обстоятельное разъяснение того, как отличить кажимость «*очевидности факта*» от действительной «*очевидности факта*», дано в 7-й и 8-й главах I книги трактата «*Об искусстве рассуждения*», а разъяснение того, как отличить кажимость «*очевидности чувства*» от действительной *очевидности* такого рода, — в 4-й и 5-й главах того же труда. — 264.

<sup>25</sup> В отличие от чисто сенсуалистического доказательства существования тел внешнего мира, которое дается в 5-й гл. II части «*Трактата об ощущениях*», здесь существование внешних тел доказывается при помощи понятия *очевидности разума*, т. е. рационалистически. — 265.

<sup>26</sup> Это краткое изложение тех мыслей о гипотезах, которые обстоятельно изложены в трактате «*Об искусстве рассуждения*», где разъясняется, что именно с гипотез «*начинались все науки и искусства*», что «*их назначение — намечать необходимые эксперименты*» (см. кн. IV, гл. 2). — 265.

<sup>27</sup> Отсюда видно, что одним из самых убедительных доказательств достижимости достоверного знания в глазах Кондильяка были успехи опытного естествознания. — 267.

## ЯЗЫК ИСЧИСЛЕНИЙ LA LANGUE DES CALCULS

Работая над этим произведением в последний период своей жизни, Кондильяк не успел его закончить, написав лишь две первые книги. «*Язык исчислений*» впервые был издан лишь в 1798 г. — через 18 лет после смерти философа. Из-за ограниченности объема настоящего издания в него не включена II книга, которая носит специальный характер: «*Операции вычисления, производимые при помощи цифр и при помощи букв*». Эта книга содержит следующие главы: 1. Аналогия, рассматриваемая как метод изобретения. 2. Исчисление арифметических величин, или величин, обозначаемых цифрами. 3. О сложении и вычитании арифметических величин. 4. Об умножении и делении арифметических величин.

5. Рассуждения о методе, которому мы следовали и которому будем следовать. 6. О четырех действиях, производимых над величинами, обозначенными буквами, когда эти величины — одночлены. 7. Рассуждения о величинах со знаком минус, именуемых также отрицательными. 8. О четырех действиях, производимых над величинами, обозначенными буквами, когда эти величины — многочлены. 9. О четырех действиях, производимых над дробями, обозначенными буквами, и над арифметическими дробями. 10. О четырех действиях над различными именованными числами. 11. О расчетах, производимых при помощи цифр и при помощи букв. 12. О непрерывных дробях. 13. О возведении в степень и извлечении корня, когда алгебраические величины являются одночленами. 14. О возведении в степень и извлечении корня, когда алгебраические величины являются многочленами. 15. Об извлечении корней при помощи цифр. 16. Об арифметических пропорциях и прогрессиях, обозначаемых буквами и цифрами. 17. О геометрических отношениях и пропорциях. 18. О геометрических прогрессиях. 19. О логарифмах.

На русском языке «Язык исчислений» публикуется впервые. Перевод выполнен И. С. Шерн-Борисовой с издания: *Oevres philosophiques de Condillac*, vol. 2. Paris, 1948.

<sup>1</sup> Возникновение языка действий и языка членораздельных звуков подробно рассматривается в 1-м разделе II части «Опыта о происхождении человеческих знаний» и во 2-й гл. II части «Логики». — 272.

<sup>2</sup> По латыни двенадцать — *duodecim* (*duo* — «два», *decim* — «десять»). — 280.

<sup>3</sup> Мысль о том, что отвлеченные математические идеи были абстрагированы от самих предметов, обнаруживает существенное отличие воззрений Кондильяка по данному вопросу от взглядов Локка, который писал, что все наши сложные идеи, за исключением идей субстанций, «представляют собой сочетания идей, которые ум соединяет по свободному выбору, не обращая внимания на их связь в природе» (*Д. Локк. Избр. филос. произв.*, т. 1. М., 1960, с. 549). — 293.

<sup>4</sup> Приведенная здесь формулировка принадлежит Декарту (см., напр., *Р. Декарт. Избр. произв.* М., 1950, с. 331). — 295.

<sup>5</sup> Здесь имеются в виду индуктивные выводы, производимые по принципу: раз данный признак необходимо связан с признаком, общим для всех членов данного класса, значит, он присущ всякому члену данного класса. Это — полная индукция, или, по терминологии Аристотеля, «наведение» (см. *Аристотель. Соч.* в 4-х томах, т. 2. М., 1978, с. 247). — 321.

<sup>6</sup> Это, по сути дела материалистическое, истолкование принципа тождества существенно отличается от той интерпретации, которую дает ему Лейбниц (см. вступит. статью к 1-му тому наст. изд., с. 50—52). — 343.

<sup>7</sup> Ср. «Логика», ч. II, гл. 2. — 344.

<sup>8</sup> По-французски *камешки* — *caillous*, а *исчисление* (или вычисление) — *calcul*. — 350.

<sup>9</sup> Здесь Кондильяк приглашает ознакомиться с его «Логикой». Данная проблема освещается в 7-й и 8-й главах II части «Логики». — 357.

<sup>10</sup> См. 2-ю и 3-ю главы II части «Логики». — 361.

<sup>11</sup> В наши дни история математики располагает сведениями о том, что начатки алгебры (в том широком смысле, в каком употребляет это слово Кондильяк) действительно возникли задолго до арабов и до греков. — 362.

<sup>12</sup> Ср. «Опыт о происхождении человеческих знаний», ч. II, разд. II, гл. 3. — 366.

<sup>13</sup> Ср. «Логика», ч. II, гл. 7, 8. — 367.

---

## УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

Бэкон Фрэнсис 184, 232

Галилей Галилео 57, 80, 267

Гюйгенс Христиан 162—164

Д'Аламбер Жан Лерон 163, 164,  
166

Кассини Жан Доминик (Джован-  
ни Доменико) 167, 168

Клеро Алексис Клод 163, 253

Лагранж Жозеф Луи 253

Локк Джон 29, 364

Людовик XIV 162

Мальбранш Никола 29, 31

Мопертюи Пьер Луи Моро 167

Ньютон Исаак 95, 97, 99, 106,  
109, 110, 112, 118, 119, 162—  
164, 168, 267

Пикар Жан 149, 162

Расин Жан 274

Рише Жан 162

Стирлинг Джемс 163

Эйлер Леонард 253



## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Анализ 185, 191, 193—198, 200, 210—211, 227—230, 235, 252—254, 267  
— есть лишь искусство рассуждать 357  
— и истина 247  
— и исчисления 364, 366—368  
— и наука 230, 246, 357  
— и открытия 198, 246, 357  
— и ощущения 193, 237  
— и память 196  
— и язык 233—242, 246, 247, 251, 254, 255, 257, 260, 272, 367, 368  
— в математике 357  
Аналогия 124—130, 225, 226, 266, 267  
— и знаки 236  
— и знания 9, 182  
— и изобретения 275  
— и открытия 274, 291  
— и язык 239, 242, 245, 246, 272—275, 289, 290, 301, 303, 304, 358, 361  
Бог 207—209, 229, 295  
Внимание  
— и ощущения 211  
— и размышление 212  
— и рассудок 213  
Воля 215  
Воображение 212, 247  
— и мышление 215  
— и предрассудки 246  
— и рассудок 214  
Время 46, 206  
Вселенная 77, 99, 176—181, 207, 266, 293  
Гипотезы (предположения, догадки) 119—123, 263—266  
— и истина 56, 7, 119—120  
— и наблюдения 107, 108, 121  
— и опыт 56  
— и открытия 57, 119, 182  
Движение 42, 48—51, 54, 55, 57, 74, 78—90, 92—99, 112, 113, 207  
— определение 44  
— причина 44, 45, 47—50, 206  
— людей и их общение 129, 130, 235  
— небесных тел 169—180  
— в живом существе 217—224  
Действие (действия)  
— определение 208  
— математические 276—280, 282, 283, 302, 365, 369—372  
— нравственное 209  
— язык 234—237  
— тела и души 209  
— и привычки 208  
Дефиниция 17, 22, 248—251  
— и анализ 251  
Добродетель 209  
Доказательство (доказательства)  
339, 343  
— определение 10, 13  
— существования тел 265  
— и аналогия 266  
— и заключение от частного к общему 321

- и точные науки 254, 255
- в арифметике 32
- Душа 29
- определение 249
- истинная и вторичная сущность 24—28
- способности 25, 33—35, 186, 187, 210—215, 267
- и мозг 222—226
- и привычки 230, 231
- Животные духи** 216
- Заблуждение (заблуждения)** 28, 114, 188, 189
  - приписывать реальность абстракции 47, 247, 294, 295
  - и метод 198, 251—254
  - и наблюдение 203
  - и привычки 31—35, 231—233
- Закон (законы)** 42, 121
  - государственные 209, 231
  - движения 78, 79, 86, 90, 93, 98, 106, 109, 110, 113
  - мышления 184, 185
  - тяготения 114, 116, 118, 121
- Знаки** 234, 290, 302, 319, 320, 351, 357—359, 364, 365, 368, 369
  - алгебраические 257—259, 358, 359
  - счета 358—362
  - чисел 293, 294
  - и метод 299
  - и открытия 281
  - и развитие наших идей и способностей 267
 (см. Аналогия)
- Знание (знания)** 118, 195, 199, 200, 210, 211, 237, 249, 269, 288, 299, 335, 349, 360
  - приобретаемые ребенком 188, 189
  - средства приобретения 9, 182, 190, 191, 344
  - существования тел 40
  - сущности вещей 24, 25, 204
  - и анализ 192—197, 205
  - и язык 241—243
- Идеи** 17, 37—39, 200—205, 221, 222, 232
  - определение 195
  - абстрактные и общие 233, 243—245, 294, 370
  - общие и индивидуальные 200, 201
  - основные 335
  - вещей, недоступных чувствам 206—209
  - чисел 292—295, 297—299
  - и анализ 192—198, 251
  - и мозг 222—226
  - и язык 234, 236, 237, 242—247, 262, 290, 291
- Изобретения** 275, 325, 335, 358, 369
  - (см. Аналогия)
- Индивиды** 35, 200, 203, 244, 294
- Инстинкт (инстинкты)** 197, 220, 325
- Истина (истины)** 321
  - (см. Анализ, Гипотезы)
- История** 34, 35
  - природы 6, 7
- Исчисления** 276—278, 284, 285—288, 299, 300, 350, 354, 355, 365, 370
  - и знаки 319, 320, 362, 363, 368, 369
  - и рассуждения 364, 371
  - и тождество 299
  - и язык 361, 372
- Качества (свойства)** 205, 343
  - видимые и осязаемые в телах 45
  - относительные и абсолютные 41, 265
  - приобретенные нами 34
  - вещей 23—25
- Классы (роды и виды)** 200—204, 244, 245
- Логика** 185, 228, 267—270
- Математика** 22
- Материя**
  - идея 46
- Машина (машины)** 62, 112, 113
- Мера (меры)** 296, 344—346
- Метафизика** 7, 8, 29, 31, 237, 242, 363, 364, 370
  - определение 6
- Метод** 22, 23, 205, 269, 270
  - упрощение 325
  - и язык 236—241, 259, 274, 361, 363
 (см. Дефиниция)
- Мозг** 216, 217—219

- и память 221—226
- Мышление 26
- определение 215
- законы 184
  
- Наблюдение (наблюдения) 31, 43, 114, 190, 191, 229, 232, 233, 264, 267, 310, 365
- определение 42, 265
- (см. Гипотеза)
- Наука (науки) 6, 7, 275, 292, 343, 344, 360
- и язык 241—243, 254, 259, 267—269, 334, 362, 372
- (см. Анализ)
  
- Обобщение 114, 201
- Опыт 188
- Опыты 42, 43
- определение 265
- Органы чувств 34—38, 187, 217, 220, 222, 223
- Открытие (открытия) 31, 118, 207, 229, 299, 309, 344, 365
- и синтез 253
- (см. Анализ, Аналогия, Гипотезы, Знаки)
- Отношения 206, 229, 245, 246
- между числами 295—299
- Очевидность 77, 78, 110, 113, 158, 159
- три рода 8, 9
- разума 8—10, 17, 22, 23, 28, 40, 265
- факта 40—43
- чувства 28—39, 264
- и тождество 258, 259
- Ощущения 186, 188
- и идеи 195, 200, 204, 247
- и наши знания 229
- и очевидность 8, 9
- (см. также Душа, Чувствительность)
  
- Память 34, 212, 216
- (см. Анализ, Знаки, Мозг)
- Потребность (потребности) 34, 35, 215, 235
- анализировать 238, 239
- и нравственность 209, 210
- и приобретение знаний 187—190, 200—203, 227—229
- Предрассудки 29, 30, 31—34, 131, 182, 231, 232, 240
  
- и языки 241
- (см. Воображение)
- Привычки 39, 182, 200, 230—232, 237
- и действия тела 203, 209
- и очевидность 32—35
- (см. Заблуждения)
- Принцип (принципы)
- движения планет 109
- простоты природы 122, 123
- тяготения 115, 116, 118, 119
- Природа 121—123, 186—192, 197—205, 207, 209, 227—231, 267, 335, 371
- история 6, 7
- вещей 28
- времени 46
- пространства 45
- и привычка 31—33
- Причина (причины) 41, 206—208, 366
- влияющие на наше поведение 29, 30, 32
- окказиональная 36, 37
- заблуждений 233
- развития способностей 35
- силы тяжести 52, 53
- Протяженность 25, 41, 45, 205, 344—345
- идея 46
  
- Размышление 212
- определение 26
- Разум (ум) 33, 186, 371
- простой и гениальный 359, 360
- ограниченность 344
- привычки 230—232
- Рассуждение (рассуждения) 189, 190, 262, 319, 320, 366
- определение 212, 213
- очевидность 258
- сокращение и упрощение 354, 355
- и тождество 9—11, 22
- и язык 185, 233, 240—245, 253—255, 259, 267—270, 272, 309
- (см. Исчисления)
  
- Свобода 30—32, 209, 210, 218, 219
- Синтез 251—254
- Слова 232, 233, 246, 289—291
- иностранные 361

— первоначальное употребление 242  
— и знаки 318—321, 370, 371  
— и идеи 10, 11  
— и тождество 296—299  
Сновидения 225  
Сравнение 193  
— определение 211—212  
— и исчисления 296, 353, 354  
— и рассудок 213, 214  
— и суждения 212  
Страдания 214, 220, 228  
— и суждения 189  
Субстанция  
— определение 249  
— протяженная и ощущающая 24—29  
Суждение (суждения) 212, 213, 215, 262, 263  
— по аналогии 9  
— и рассудок 213, 214  
Сущность 229, 264  
— вторичная 24, 28  
— истинная (первая) 23  
— души 25  
Тело 24—26, 40, 204, 208, 209  
Тождество 113  
— известного и неизвестного 297, 334

— предложений и выражений 298, 299  
— и метафизический анализ 367  
— и очевидность разума 11—23, 264  
— и уравнения 354, 355, 357  
(см. Очевидность, Рассуждение)

Удовольствия 189, 220, 228

#### Физика

— определение 6, 7  
— задача 42, 227, 265  
— и наблюдения 31  
— и очевидность разума 43  
Философы 33, 47, 114, 131, 132, 202, 205, 240, 250—252, 267, 273, 275, 295, 344, 373

Чувствительность (способность чувствовать) 186, 187, 216—219

Язык (языки) 33, 225, 237—239, 266, 272  
— алгебраический 257—260  
(см. Анализ, Аналогия, Идеи, Исчисления)

---

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

|  |     |
|--|-----|
| ОБ ИСКУССТВЕ РАССУЖДЕНИЯ . . . . .             | 5   |
| ЛОГИКА, ИЛИ НАЧАЛА ИСКУССТВА МЫСЛИТЬ . . . . . | 183 |
| ЯЗЫК ИСЧИСЛЕНИЙ . . . . .                      | 271 |
| ПРИМЕЧАНИЯ . . . . .                           | 376 |
| УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН . . . . .                       | 383 |
| ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ . . . . .                 | 384 |

**Кондильяк Э. Б.**

К64 Сочинения: в 3-х т. Т. 3/Пер. с фр.; Общ. ред. и примеч. В. М. Богуславского.— М.: Мысль, 1983.— 388 с.— (Филос. наследие).— В надзаг.: АН СССР. Ин-т философии.

В пер.: 1 р. 60 к.

Третий том Сочинений Этьенна Бонно Кондильяка включает работы «Об искусстве рассуждения», «Логика», «Язык исчислений». Два первых трактата даны в новом переводе, последний переводится на русский язык впервые. Издание рассчитано на всех интересующихся историей философии, логики и языка.

К 0302010000-071  
004(01)-83 подписное

ББК 87.3  
ИФ

ИБ № 2005

*Этьенн Бонно де Кондильяк*

СОЧИНЕНИЯ В ТРЕХ ТОМАХ

Том 3

Заведующая редакцией *Л. В. Литвинова*

Редактор *В. П. Гайдамака*

Младший редактор *Ю. В. Сокортова*

Оформление художника *В. В. Максина*

Художественный редактор *С. М. Полесицкая*

Технический редактор *Н. Ф. Кубракова*

Корректор *Ч. А. Скруль*

Сдано в набор 03.08.82. Подписано в печать 01.06.83. Формат 84 × 108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 1. Обыкновенная новая гарн. Высокая печать. Усл. печатных листов 20,58. Учетно-издательских листов 21,67. 20,58 усл. кр.-отт. Тираж 70 000 экз.

Заказ № 547. Цена 1 р. 60 к.

Издательство «Мысль»: 117071. Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.