

История  
науки

Александр  
Койре



# Этюды о Галилее

Новое  
литературное  
обозрение



История науки

Александр Койре  
**Этюды о Галилее**

«НЛО»

1966

## **Койре А.**

Этюды о Галилее / А. Койре — «НЛО», 1966 — (История науки)

ISBN 978-5-44-482024-7

Одна из первых монографий Александра Койре «Этюды о Галилее» представляет собой три, по словам самого автора, независимых друг от друга работы, которые тем не менее складываются в единое целое. В их центре – проблема рождения классической науки, становление идей Нового времени, сменивших антично-средневековые представления об устройстве мира и закономерностях физических явлений. Койре, видевший научную, философскую и религиозную мысли в тесной взаимосвязи друг с другом, обращается здесь к сюжетам и персонажам, которые будут находиться в поле внимания философа на протяжении значительной части его творческого пути. В «Этюдах о Галилее» он исследует историю зарождения классической теории движения и ее основных элементов: движение свободно падающего тела, движение снаряда, принцип относительности движения, принцип инерции. Автор показывает, какую роль в становлении фундаментальных научных идей, известных всем нам сегодня, сыграли не только открытия Галилея и других мыслителей эпохи Возрождения и Нового времени (Бекмана, Декарта, Кеплера, Бруно, Браге и др.), но и допущенные ими промахи. Александр Койре (урожденный Александр Вольфович Койра) – французский философ и историк науки русско-еврейского происхождения.

ISBN 978-5-44-482024-7

© Койре А., 1966

© НЛО, 1966

## Содержание

ОТ ПЕРЕВОДЧИКА	5
ПРЕДИСЛОВИЕ 1938 Г	7
I	8
Введение	9
1. Аристотель	13
2. Средневековые дискуссии: Бонамико	18
3. Физика импетуса: Бенедетти	34
4. Галилей	45
Конец ознакомительного фрагмента.	48

# Александр Койре Этюды о Галилее

## ОТ ПЕРЕВОДЧИКА

Перед вами одна из ранних и, безусловно, выдающихся работ Александра Койре, впервые опубликованная парижским издательством Hermann в 1935–1939 годах и переизданная в 1966 году<sup>1</sup>. В продолжение последней четверти прошлого века появлялись переводы этой книги на европейские языки (английский перевод – в 1978 году, изд. Humanities Press; итальянский в 1979 году, изд. Einaudi; испанский в 1980 году, изд. Siglo XXI; португальский в 1986 году, изд. Dom Quixote и др.), и вот наконец книга стала доступна русскоязычному читателю.

Александр Койре, урожденный Александр Владимирович Койра, признанный классик истории и философии науки, родился в Таганроге в 1892 году. Еще в юном возрасте увлекся работами Э. Гуссерля, после эмиграции в Германию в 1908 году посещал курсы его лекций в Геттингенском университете. Из-за разногласий, возникших между ним и Гуссерлем касательно его дипломной работы, Койре решает уехать и продолжить свое образование в Парижском университете (1912–1913), где изучает историю философии и слушает лекции А. Бергсона, Л. Брюнсвика, А. Лаланда и др. Первым исследовательским увлечением Койре была история религии; в 1920-е годы он пишет несколько работ, посвященных этой теме, в том числе диссертацию (1922), посвященную проблеме доказательств существования Бога у Декарта («*Essai sur l'idée de Dieu et les preuves de son existence chez Descartes*»). Вероятно, именно этот первоначальный интерес повлиял на формирование его историко-научного подхода, предполагающего связь и взаимовлияние научных идей, с одной стороны, и религиозных, метафизических представлений, с другой.

В своих историко-научных работах, в частности в «*Études galiléennes*», Койре открыто следует традиции, начатой Э. Мейерсоном, Г. Башляр, П. Дюэмом и др.; эта плеяда представляла своего рода альтернативу позитивистской перспективе, уделяя немалое внимание общему историческому контексту научных открытий и в особенности возникновению идей и теорий, впоследствии нашедших опровержение. С другой стороны, признавая огромный вклад Дюэма в развитие новой традиции историографии науки, в этой книге Койре полемизирует со своим предшественником, опровергая его тезис о преемственности между средневековым понятием импетуса и представлением об инерциальном движении в классической механике<sup>2</sup>. В свою очередь, идеи Койре сыграли значительную роль в дальнейшем развитии так называемого дисконтинуального подхода в историографии науки; в частности, Т. Кун в «Структуре научных революций» (1962) открыто называет себя приверженцем исследовательского метода Койре и, перечисляя работы, оказавшие на него особое влияние, также упоминает «*Études galiléennes*»<sup>3</sup>.

«*Études galiléennes*», наряду с «*Trois leçons sur Descartes*»<sup>4</sup>, опубликованными годом ранее, – одна из первых монографий Койре по истории науки. В книге освещаются сюжеты и персонажи, которые будут находиться в поле внимания Койре на протяжении значительной части его творческого пути и которые так или иначе связаны со становлением научных идей Нового времени, приходящих на смену антично-средневековым представлениям об устройстве

---

<sup>1</sup> Содержательных различий между двумя изданиями практически нет; окончательный текст на русском языке сверен с изданием 1966 года.

<sup>2</sup> *Duhem P. Le Système du Monde. Histoire des Doctrines cosmologiques de Platon à Copernic. 10 vols. 1913–1959; Études sur Léonard de Vinci, 1906–1913.*

<sup>3</sup> *Kuhn T. Структура научных революций. М., 1975. С. 8.*

<sup>4</sup> *Koyré A. Trois leçons sur Descartes. Le Caire, Editions de l'Université du Caire, 1938.*

мира и закономерностях физических явлений. Уже в «*Études galiléennes*» утверждается исследовательский метод и принципы, которыми Койре будет руководствоваться в более поздних и хорошо известных нам благодаря существующим переводам на русский язык работах «От замкнутого мира к бесконечной вселенной»<sup>5</sup> и «Очерки истории философской мысли»<sup>6</sup>.

Выражаю особую благодарность А. В. Кошелеву, А. Т. Юнусову, А. А. Цыганковой и В. В. Куртову за неоценимую помощь в работе над переводом.

*Н. А. Кочинян*

---

<sup>5</sup> Койре А. От замкнутого мира к бесконечной вселенной. М., 2001.

<sup>6</sup> Койре А. Очерки истории философской мысли: О влиянии философских концепций на развитие научных теорий. М., 1985.

## ПРЕДИСЛОВИЕ 1938 Г

Три этюда, объединенные мной в один том, представляют собой независимые друг от друга исследования. Тем не менее они составляют целое, ведь в контексте определенного рода вопросов они изучают одну и ту же проблему, а именно – проблему рождения классической науки. Отдельные фрагменты двух из этих трех исследований – «На заре классической науки» и «Закон свободного падения тел» – были опубликованы в «Annales de l'Université de Paris», 1935–1936, и в «Revue Philosophique», 1937. Все содержание третьего этюда издается впервые.

*Париж, 1938*

# I НА ЗАРЕ КЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ

*Придет время, и потомки наши удивятся, что мы не знали столь  
простых вещей.  
Луций Анней Сенека*



## Введение

В наши дни, к счастью, больше нет необходимости настаивать на важности исторического исследования науки. После того как были написаны блестящие труды таких авторов, как П. Дюэм, Э. Мейерсон, Э. Кассирер и Л. Брюнsvик, нет также и необходимости настаивать на важности и плодотворности такого исследования для философии<sup>7</sup>. Действительно, одно только историческое изучение эволюции (и революций) научных идей (наряду с изучением непосредственно связанной с этим истории техники), благодаря которому обретает смысл столь восхваляемое и в то же время столь порицаемое понятие прогресса, показывает нам столкновение человеческого мышления и реальности, раскрывает его поражения и победы, показывает, какого сверхчеловеческого усилия стоит каждый шаг на пути осмысления действительности – усилия, которое порой приводит к подлинной «мутации» человеческого разума<sup>8</sup>. Это изменение, благодаря которым понятия, с большим трудом «изобретенные» величайшими гениями, становятся не только доступными, но и простыми и очевидными для школьников.

Одной из таких мутаций, едва ли не самой важной с времен, когда древнегреческая мысль открыла Космос, несомненно, была научная революция XVII века – фундаментальная перемена мышления, проявлением и в то же время плодом которой была физика Нового времени, или, точнее, классическая физика<sup>9</sup>.

Иногда это изменение пытались охарактеризовать и объяснять через некое целостное радикальное духовное изменение: деятельный образ жизни отныне сменяет созерцательный образ жизни, человек Нового времени пытается доминировать над природой, в то время как средневековый и античный человек стремился лишь созерцать ее. Механистичность классической физики – активной, деятельной науки Галилея, Декарта и Гоббса, которая должна была превратить человека в «господина и хозяина природы», – объяснялась, таким образом, этим желанием доминировать, действовать; применение к природе категории мышления *homo faber*<sup>10</sup> было как бы простым переносом этого отношения; картезианская наука (и, *a fortiori*, наука Галилея) якобы представляла собой, что называется, «науку инженеров»<sup>11</sup>. В целом не лишенная оснований и порой даже довольно подробно проработанная (достаточно вспомнить изменение ценности и онтологического статуса созерцания и деятельности, которое произошло в философии Нового времени; о некоторых интерпретациях или образах картезианской физики с ее блоками, нитями и рычагами), эта концепция, как нам кажется, все же содержит все недостатки всеохватной теории.

Помимо прочего, она пренебрегает технологическим вкладом Средневековья или духовным воздействием алхимии. Наконец, деятельный подход, который описывает эта концепция, принадлежит Бэкону (чья роль в истории научной революции была совершенно ничтожна)<sup>12</sup>,

<sup>7</sup> См. также замечательный очерк: *Enriques F. Signification de l'histoire de la pensée scientifique*. Paris, 1934.

<sup>8</sup> Понятие и термин «интеллектуальная мутация» (*mutation intellectuelle*) заимствованы у Гастона Башляра (*Bachelard G. Nouvel Esprit scientifique*. Paris, 1934; рус. пер.: *Башляр Г. Новый рационализм*. М., 1987). См. также: *Bachelard G. La formation de l'esprit scientifique*. Paris, 1938.

<sup>9</sup> В свете научной революции последнего десятилетия кажется предпочтительней сохранить за ней эпитет «нововременная» и называть доквантовую физику «классической».

<sup>10</sup> Эту довольно широко распространенную концепцию не следует путать с концепцией Бергсона, для которого все физические теории – как аристотелевская, так и ньютоновская – в конечном итоге являются творениями *homo faber*.

<sup>11</sup> *Laberthonnière V. Etudes sur Descartes*. Vol. II. Paris, 1935. P. 288–289, 297, 304: *physique de l'exploitation des choses* («физика использования вещей»).

<sup>12</sup> То, что «Бэкон – родоначальник науки Нового времени», – это насмешка (причем довольно плохая), которую до сих пор повторяют в учебниках. На самом деле Бэкон вовсе никогда не разбирался в науке. Он был очень легковверен и совершенно лишен критического мышления. Его склад ума куда ближе к алхимии, магии (он верил в «теорию симпатий») – одним словом, ближе к примитивному мышлению или к мышлению человека эпохи Возрождения, нежели к галилеевскому или даже к схоластическому мышлению.

а не Декарту, не Галилею; и механицизм классической физики, весьма далекий от представлений ремесленников<sup>13</sup> или инженеров, служит тому опровержением<sup>14</sup>.

Частым предметом обсуждения также была роль опыта в рождении так называемого экспериментального метода<sup>15</sup>. И действительно, экспериментальный характер классической науки составляет одну из ее отличительных черт. Однако на самом деле здесь кроется некоторая двусмысленность: опыт, понимаемый в обыденном смысле, как наблюдение здравого смысла, не играл никакой роли в зарождении классической науки, разве что служил препятствием; физика парижских номиналистов и даже аристотелевская физика были куда ближе к такому опыту, нежели физика Галилея<sup>16</sup>. Что касается экспериментирования как методического вопрошания природы, то оно предполагает язык, на котором оно формулирует свои вопросы, и словарь, позволяющий истолковывать ответы. Итак, если классическая наука, вопрошая природу, пользуется не чем иным, как языком математики (точнее, языком геометрии), то этот язык, вернее, само решение его использовать, связанное с изменением метафизической установки<sup>17</sup>, не могло, в свою очередь, быть продиктовано опытом, условия которого оно должно было установить.

С другой стороны, решалась более скромная задача – охарактеризовать классическую физику как таковую, выделив ее наиболее значимые черты. Так, подчеркивалась роль, которую сыграли в галилеевской физике взаимосвязанные понятия скорости и силы<sup>18</sup>, а также понятие «момента», которые интерпретировали как выражающие некоторую глубокую интуицию в отношении интенсивности физических процессов и даже их мгновенной интенсивности<sup>19</sup>. Вполне справедливо: достаточно подумать об идее мгновенности в картезианской физике<sup>20</sup>, понятии элемента или момента скорости, т. е. скорости в данный момент; эта характеристика, однако, гораздо лучше применима к ньютоновской физике, основанной на понятии силы, нежели к физике Декарта или физике Галилея, которые стремились избегать этого понятия. И еще лучше эта характеристика была бы применима к физике Парижской школы – к физике Буридана и Николая Орема. Бесспорно, классическая физика – это теория динамики. Тем не

<sup>13</sup> Картезианская и галилеевская наука, несомненно, извлекала пользу из деятельности инженеров и, насколько известно, с успехом использовалась в механике. Но она не была создана механиками и не была создана *ради* механики.

<sup>14</sup> «Декарт – ремесленник» – такова идея картезианства, продвигаемая М. Лепуа в книге «Descartes social» (Paris, 1931) и доведенная до абсурда Ф. Боркенау в его работе «Der Untergang feudalen zum bürgerlichen Weltbild» (Paris, 1933). Боркенау объясняет формирование картезианской философии и науки через появление новой формы производства, а именно мануфактуры; см. критику работы Боркенау (куда более познавательную, чем сама эта работа), предложенную Г. Гроссманом: Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur // Zeitschrift für Sozialforschung. Vol. IV. Paris, 1935. S. 161–231. Что касается Галилея, то именно к традиции ремесленников, строителей и инженеров эпохи Возрождения его относит Л. Ольшки (Geschichte der neusprachlichen wissenschaftlichen Literatur. Vol. 3. Galilei and seine Zeit. Halle, 1927; рус. пер.: Ольшки Л. История научной литературы на новых языках. Т. 3. Галилей и его время. М., 1934). Если он прав в том, что инженеры и ремесленники Возрождения многое сделали для избавления от ярма аристотелизма, даже если они порой принимали попытки (как Леонардо да Винчи или Бенедетти) развить новую, антиаристотелевскую теорию динамики, которая, как показывает Дюэм, имела много общих черт с теорией динамики парижских номиналистов. И если Бенедетти – едва ли не самый выдающийся из предшественников Галилея – порой выходит за пределы «парижской» теории динамики, то это не благодаря трудам инженеров и ремесленников, а за счет его знакомства с трудами Архимеда.

<sup>15</sup> Галилей-экспериментатор часто противопоставлялся Декарту-теоретику. Как мы увидим дальше, это предположение ошибочно. См. наш доклад на IX Международном конгрессе по философии: Galilée et Descartes // Travaux du IX<sup>e</sup> Congrès International de Philosophie. Т. II. Paris, 1937. P. 41–46.

<sup>16</sup> Так, никто никогда не наблюдал инерциальное движение – по той простой причине, что это возможно лишь при нереализуемых условиях. Эмилем Мейерсоном уже было отмечено (Identité et Réalité. Paris, 1926. P. 156; рус. пер.: Мейерсон Э. Тождественность и действительность: Опыт теории естествознания как введение в метафизику. СПб., 1912), насколько мало опыт согласуется с принципами классической физики.

<sup>17</sup> Это решение соответствует возобновлению главенства бытия над становлением.

<sup>18</sup> См. в первую очередь: Duehring E. Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik. Berlin, 1875. S. 24 sq. (рус. пер.: Дюринг Э. Критическая история общих принципов механики. СПб., 1893).

<sup>19</sup> См.: Lasswitz K. Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton. Hamburg und Leipzig, 1890. Bd. II. P. 23 sq.

<sup>20</sup> Wahl J. L'idée de l'instant dans la philosophie de Descartes. Paris, 1920.

менее она не зарождается целиком как таковая. Изначально она появляется как кинематическая теория<sup>21</sup>.

Наконец, предпринимались попытки определить классическую физику исходя из роли, которую в ней играет принцип инерции<sup>22</sup>. Действительно, достаточно представить себе фундаментальную роль понятия инерции во всей классической науке, ведь этот принцип не был известен древним, он лежит в основе галилеевской физики и непосредственно связан с физикой Декарта; тем не менее данное определение кажется нам несколько искусственным. Недостаточно простой констатации факта: следовало бы объяснить, почему физика Нового времени сумела адаптировать принцип инерции, т. е. объяснить, почему и каким образом это понятие, которое, как нам теперь кажется, в высшей степени очевидно, снискало статус априорной очевидности, в то время как для греков, так же как и для средневековых мыслителей, напротив, оно выглядело отнюдь не очевидным и даже совершенно абсурдным<sup>23</sup>.

Таким образом, мы полагаем, что мышление классической науки может быть охарактеризовано следующими двумя пунктами, напрямую связанными друг с другом: геометризация пространства и разрушение Космоса, т. е. в научных рассуждениях исчезают все соображения, исходящие из идеи Космоса<sup>24</sup>, и конкретное пространство догалилеевской физики замещается абстрактным пространством евклидовой геометрии. Именно это замещение позволило вывести закон инерции.

Мы уже говорили, что новое научное мышление, как нам кажется, явилось плодом решительных перемен: именно этим объясняется то, почему открытие вещей, которые сегодня могут казаться нам элементарными, потребовало длительных усилий (не всегда венчавшихся успехом) величайших гениев человечества, таких как Галилей и Декарт. Именно об этом говорит призыв не бороться с ложными или неудовлетворительными теориями, но изменять границы самого мышления, перестраивать интеллектуальную позицию, в целом совершенно естественную<sup>25</sup>, заменяя ее другой. И именно этим объясняется то, почему (несмотря на кажущиеся противоречия, кажущуюся историческую непрерывность, на которой настаивали Каверни<sup>26</sup> и Дюэм<sup>27</sup>) классическая физика, проистекающая из мысли Бруно, Галилея, Декарта, на самом

<sup>21</sup> Знаменитое выведение закона свободного падения тел, предложенное Галилеем, на самом деле заключается в чисто кинематическом исследовании наиболее простой формы ускоряющегося движения, и в нем не проблематизируются ни понятия силы, ни массы, ни притяжения; см. далее: «Закон свободного падения тел».

<sup>22</sup> См.: Cassirer E. Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neuer Zeit. Berlin, 1911. Bd. I. S. 394 sq.; но уже Lasswitz K. Geschichte der Atomistik; Mach E. Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Leipzig, 1921. S. 117 sq. (рус. пер. см.: Мах Э. Механика: Историко-критический очерк ее развития. Ижевск, 2000) и Wohlwill E. Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes // Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft. Vol. XIV (1883). P. 365–410; Vol. XV (1884). S. 70–135.

<sup>23</sup> К этому пункту весьма резонно пытался привлечь внимание Э. Мейерсон (Identité et Réalité. P. 124 sq.).

<sup>24</sup> В этом смысле крайне любопытно было бы сопоставить Галилея и Кеплера. Кеплер еще относится к тем, кто стремится построить космологическую концепцию, Галилей – нет. См.: Kepler J. Dissertatio cum Nuntio Sidereo // Le opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale. Vol. III. Parte prima. Firenze, 1892. P. 97 sq. Ср. с: Koyré A. Rapport // Annuaire 1935–1936. École pratique des hautes études, Section des sciences religieuses. Paris, 1934. P. 64–70.

<sup>25</sup> «Действительно, эта теория динамики, казалось бы, весьма удачно подстроилась под текущие наблюдения, которые она не могла не принять с самого начала, а также – под допущения первых мыслителей, которые рассуждали о силах и движениях... Намреваясь отбросить динамику Аристотеля и построить новую теорию движения, физики непременно должны были понимать, что явления, ежедневно наблюдаемые ими, – вовсе не простые, элементарные факты, к которым фундаментальные законы динамики непосредственно должны применяться; что перемещение судна, которое тянут бурлаки, и езда запряженной повозки по дороге должны рассматриваться как движения крайне сложные. Одним словом, они должны были понимать, что для формулирования принципов динамики необходимо абстрагированно представлять себе предмет, который, находясь под действием некоей конкретной силы, движется в пустоте. Хотя, исходя из своей динамики, Аристотель пришел бы к заключению, что подобное движение невозможно» (Duhem P. Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic. Tome I. Paris, 1913. P. 194–195).

<sup>26</sup> Caverni R. Storia del metodo sperimentale in Italia. 5 Vol. Firenze, 1891–1896. Прежде всего vol. III–IV.

<sup>27</sup> Duhem P. Le mouvement absolu et le mouvement relative. Paris, 1905; De l'accélération produite par une force constant // Congrès international d'histoire des sciences. III-e session. Genève, 1906; Etudes sur Léonard de Vinci. Ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu. Vol. III. Les Précurseurs parisiens de Galilée. Paris, 1913.

деле не продолжает традицию средневековой физики «парижских предшественников Галилея» – она с самого начала располагалась в иной плоскости, которую мы предпочли бы охарактеризовать как архимедовскую. В действительности предтечей и наставником классической физики был не Буридан и не Николай Орем, а Архимед<sup>28</sup>.

\*\*\*

Историю научной мысли (в частности, историю естествознания) в Средние века и в эпоху Возрождения, которую мы начинаем лучше себе представлять прежде всего благодаря выдающимся работам П. Дюэма, можно разделить на три периода. Или, точнее, коль скоро хронологический порядок лишь очень условно соответствует этому разделению, то в истории научной мысли, грубо говоря, представлены три этапа, которые, в свою очередь, соответствуют трем типам мышления. Прежде всего это аристотелевская физика; затем физика импетуса, начало которой (как и всякого предмета) было положено греками, но разрабатывалась она в основном в течение XIV века Парижской школой Буридана и Николая Орема<sup>29</sup>; наконец, физика математическая, экспериментальная, архимедовская – физика Галилея.

Итак, именно эти три этапа мы находим в ранних работах Галилея, которые, стало быть, открывают для нас не только некоторые сведения об истории (или предыстории) его мысли, о мотивах и целях, которые им двигали, но также представляют нам историю развития всей догалилеевской физики в захватывающей, лаконичной и в какой-то мере разъяснительной манере, свойственной дивному духу их автора. Именно поэтому их внимательное изучение представляет для историка научной мысли важность, которую трудно переоценить<sup>30</sup>.

<sup>28</sup> Как нам кажется, итог научным исканиям XVI века подводят именно восприятие и постепенное освоение трудов Архимеда. Расхожее понятие «Возрождение» как нельзя более кстати применимо к истории научной мысли.

<sup>29</sup> См.: *Duhem P. Études sur Léonard de Vinci*. 3 vol. Paris, 1909–1913; *Dijksterhuis F. J. Val en worp. Een bijdrage tot de geschiedenis der Mechanica van Aristoteles tot Newton*. Groningen, 1924; и *Borchert E. Die Lettre von der Bewegung bei Nicolaus Oresme* («Beiträge zur Geschichte der Philosophie und Théologie des Mittelalters». Vol. XXX). Munster, 1934.

<sup>30</sup> Некоторые утверждают (см.: *Mach E. Die Mechanik*. Leipzig, 1921. S. 118 sq., и *Wohlwill E. Galilee und sein Kampf für die Kopernikanische Lehre*. Hamburg und Leipzig, 1909. Vol. I. S. 115), что в своих юношеских работах (в частности, в *De Motu*), написанных в Пизе, Галилей лишь проявляет себя как последователь учения Джованни Баттисты Бенедетти, причем не называя его имени (ср. с его работой: *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber* (Турин, 1585)). Это утверждение, как нам предстоит увидеть чуть далее, не совсем справедливо: хотя он и следует Бенедетти (что, помимо прочего, объясняется тем, что идеи Бенедетти, так же как и идеи молодого Галилея, представляют собой странную помесь «эмпиризма» Парижской школы и архимедовского математизма), иногда Галилей отходит от идей Бенедетти, причем всегда делает это небезосновательно. Т. е. в этих случаях он проявляет себя как более убежденный «эмпирик» и более убежденный последователь Архимеда, чем Бенедетти. Именно благодаря этому факту изучение Галилея оказывается столь полезным.

## 1. Аристотель

Начнем с аристотелевского этапа. *Juvenalia* Галилея<sup>31</sup> представляют собой большой фрагмент из курса физики, точнее, курса космологии, который преподавался в XVI веке в большинстве университетов Европы. Фрагмент этот, к сожалению, неполный: он содержит лишь частичный комментарий к трактату «О небе» [Аристотеля]. Впрочем, его можно было бы дополнить с помощью трактата «De Motu» Франческо Бонамико<sup>32</sup>, который читал курс философии в Пизанском университете в то же время, когда там учился Галилей. И Галилей, несомненно, посещал его лекции. Однако в крайнем случае мы можем воздержаться от того, чтобы прибегнуть к объемистой компиляции Бонамико: фрагмент Галилея, пусть и незавершенный, представляет нам очень ясное (на удивление ясное!) изложение принципов аристотелевской космологии – во всяком случае такой, как ее понимали в Средние века.

Эта «космофизика» слишком хорошо известна, чтобы излагать ее здесь, даже в интерпретации Галилея. Тем не менее мы должны напомнить ее основные принципы и основания. Нам также хотелось бы вместе с тем возразить против некоторого небрежения и непонимания в отношении аристотелизма, которые часто проявляются в наши дни.

Физика Аристотеля, как известно, ошибочна. Вернее, она безнадежно устарела<sup>33</sup>. Но все же она является *физической теорией* – т. е. в высшей степени изощренной системой, хотя и не разработанной математически<sup>34</sup>. Это не голословные, бессистемные положения, основанные на здравом смысле, не детские фантазии – а теория, доктрина, которая, безусловно, исходит из расхожих представлений, но собирает их в совершенно последовательную и строгую систему.

Представления здравого смысла, послужившие основой для аристотелевской системы, очень просты, и мы также их разделяем. Нам также кажется вполне «естественным», что тяжелые тела падают на землю<sup>35</sup>. И, так же как сам Аристотель или Фома Аквинский, мы были бы очень удивлены, увидев тяжелое тело, будь то камень или вол, свободно поднимающимся в воздух. Подобное показалось бы нам менее «естественным»; и мы бы попытались объяснить это явление действием какого-то скрытого механизма.

Для нас также очень «естественно» наблюдать, что пламя спички устремляется «вверх», и нам присуще ставить кастрюли «на» огонь. Мы были бы очень удивлены и искали бы этому объяснение, увидев огонь опрокидывающимся «вниз». Это рассуждение наивно и поверхностно, скажете вы, но наука начинается именно с поиска объяснения тех вещей, которые кажутся нам «естественными». Это несомненный факт. Но когда термодинамика полагает в качестве своего принципа утверждение о том, что тепло не передается от холодного тела к теплему, не происходит ли здесь простого переноса интуиции здравого смысла, согласно которому теплое тело «естественным образом» охлаждается, в то время как холодному телу не свойственно «естественным образом» нагреваться? И опять же, когда мы утверждаем, что центр

<sup>31</sup> Le opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale. Vol. 1. Firenze, 1890. P. 15–177. (Далее национальное издание собрания сочинений Галилея под редакцией А. Фаваро будет обозначаться «Le opere» с указанием номера тома и страниц. – *Примеч. ред.*)

<sup>32</sup> Bonamici F. De motu. Libri X. Quibus generalia naturalis philosophiae principia summo studio collecta continentur... (Флоренция, 1591). Труд Бонамико часто упоминается биографами Галилея. Тем не менее похоже, что никто из них, ни даже Фаваро и Вольвиль, не отважился открыть гигантский том, насчитывающий 1011 страниц *in folio*.

<sup>33</sup> В этом отношении неудача Дюэма, который был единственным, кто всерьез пытался вернуть ее к жизни, является весьма показательной.

<sup>34</sup> Физика Аристотеля принципиально нематематическая, более того, ее невозможно описать математически, не извратив при этом ее сущность (например, представив ее как основанную на принципе, согласно которому скорость пропорциональна силе и обратно пропорциональна сопротивлению – это пропорциональное отношение является лишь *следствием* из принципов, установленных Аристотелем).

<sup>35</sup> Уже давно было отмечено, что бога тяжести никогда не существовало.

тяжести системы стремится занять наиболее низкое положение и не поднимается сам по себе, не является ли это также интуицией, которую аристотелевская физика формулирует с помощью различения *естественных* и *насильственных* движений<sup>36</sup>?

Аристотелевская физика не ограничивается выражением – на своем языке – только что упомянутых нами представлений здравого смысла: она инкорпорирует эти представления, и разделение движений на «естественные» и «насильственные» вырисовывается в рамках некоего общего представления о физической реальности<sup>37</sup> – представления, главными составляющими которого, как мы полагаем, являются: 1) представление о существовании вполне определенных «природ»; 2) представление о существовании Космоса<sup>38</sup>, т. е. некоего порядка, благодаря которому совокупность действительных сущностей (естественным образом) формирует упорядоченную целостность.

Целостность, космический порядок: эти понятия подразумевают, что вещи в мире являются (или должны являться) распределенными и расположенными строго определенным образом; для них не безразлично нахождение здесь или там, но, напротив, каждая вещь в мире обладает собственным местом, соответствующим ее природе<sup>39</sup>. Всякое место предназначено для определенной вещи, и каждая вещь имеет свое место. Это требование аристотелевской физики формулируется с помощью понятия «естественного места»<sup>40</sup>.

Понятие «естественного места» выражает чисто статическую идею порядка. На самом деле, если бы все находилось «в порядке», все тела покоились бы на своем естественном месте, пребывали там и не выдвигались оттуда<sup>41</sup>.

В самом деле, зачем телу покидать свое естественное место? Напротив, оно сопротивлялось бы всему тому, что пыталось бы его оттуда сместить (тому, что могло бы совершить это только *насильственным* образом), стремясь вернуться туда, ведь в результате подобного *насильственного действия* тело находилось бы не на «своем» месте.

Таким образом, всякое движение подразумевает космический беспорядок, нарушение равновесия, будь то непосредственным эффектом подобного нарушения, причиненного действием внешней (насильственной) силы, или, напротив, эффектом противодействующей силы, стремящейся вернуть потерянное, нарушенное равновесие, чтобы вновь привести вещи к естественному, надлежащему им месту, где они могли бы остановиться и пребывать в покое. Такое возвращение к порядку и является тем, что мы назвали естественным движением<sup>42</sup>.

Нарушение равновесия, возвращение к порядку: совершенно ясно, что порядок формирует устойчивое состояние, которое продолжается бесконечным образом. Следовательно, нет необходимости объяснять состояние покоя, по крайней мере естественного покоя тела, находящегося на своем естественном месте; объяснением тому служит сама природа данного тела; так, например, объясняется то, что Земля покоится в центре мира. Ясно также и то, что движение непременно является переходным состоянием; естественное движение прекращается

<sup>36</sup> См.: *Mach E. Die Mechanik. Leipzig, 1921. S. 124 sq.* (рус. пер.: *Мач. Э. Механика: Историко-критический очерк ее развития. Ижевск, 2000*).

<sup>37</sup> Можно даже сказать, что величие Аристотеля заключается уже в самом стремлении *объяснить* «естественные» явления.

<sup>38</sup> Любопытно, что понятия Космоса и Вселенной (в смысле «тотальности»), полностью утратившие свой смысл в классический период истории физики, по-видимому, вновь приобрели его во времена Эйнштейна.

<sup>39</sup> Лишь находясь на «своем месте», вещь является завершенной и самодостаточной, и именно поэтому она стремится к этому месту.

<sup>40</sup> Идея «естественного места» подразумевает конечность движения и, следовательно, конечность мира. Или, если угодно, понятие естественного места выражает идею ограниченности мира.

<sup>41</sup> Движение вверх доказывает конечность мира: см. ниже, критика Галилея.

<sup>42</sup> Геометрический порядок вне сферического, замкнутого мира соответствует качественному порядку (тяжелое – легкое), само собой разумеется, что движения, насильственные или естественные, состоят в удалении или приближении тел по отношению к их естественным местам; очевидно также, что эти два типа движения являются противоположными (ср.: *Galileo G. Le opere. Vol. I. P. 61 sq.*).

естественным образом, когда оно достигает своей цели; что касается насильственного движения, Аристотель слишком оптимистичен, чтобы признавать, что такое противоестественное состояние может длиться долго; напротив, коль скоро насильственное движение беспорядочно и влечет за собой нарушение порядка, признание того, что такое движение может длиться бесконечно, на самом деле означает отказ от самой идеи Космоса. Следовательно, давайте будем придерживаться вполне внушающего доверие принципа: ничто *противоположное природе не может быть вечным* ([*nihil*] *contra naturam potest esse perpetuum*).

Таким образом, можно сказать, что движение в аристотелевской физике – принципиально временное состояние. Если воспринимать его буквально, это утверждение дважды неточно. С одной стороны, действительно, *для всякого движущегося тела* (по крайней мере для тел «подлунного мира», предметов нашего чувственного опыта) движение является состоянием преходящим и конечным; но вместе с тем для всего мира в целом движение – это необходимым образом устойчивый феномен<sup>43</sup>. А стало быть, и устойчиво необходимый. Этот феномен невозможно объяснить никак иначе, кроме как раскрывая его источник в самом устройении Космоса, то есть предполагая в качестве причины преходящих, изменчивых движений вещей подлунного мира движение вечное, единообразное и, следовательно, «естественное» – движение небесных сфер и орбит<sup>44</sup>. С другой стороны, движение в собственном смысле не является состоянием: это процесс, становление, в котором и посредством которого сущее конституируется, актуализируется и завершается<sup>45</sup>. Конечно же, становление всегда имеет цель – оформление сущего; движение имеет цель – достижение покоя. Но незыблемый покой полностью заверченного сущего – это вовсе не то же самое, что тяжелая, немощная неподвижность тела, неспособного сдвинуться: первое является актом, второе – не что иное, как лишенность. Движение же как процесс, становление, изменение в онтологическом смысле располагается между этими двумя типами. Движение – это способ существования всего изменчивого, что *существует* лишь в постоянном изменении<sup>46</sup>. Знаменитое аристотелевское определение движения – действие сущего в потенции постольку, поскольку это сущее пребывает в потенции (определение, которое Декарт считал совершенно непонятным), – с совершенной ясностью выражает то, что движение – это действие<sup>47</sup> того, что не является Богом.

Итак, двигаться – значит изменяться, *aliud et aliud se habere*, постоянно вести себя (или существовать) изменчивым образом. Это подразумевает, с одной стороны, определенное отно-

<sup>43</sup> Движение может быть произведено не иначе как посредством другого движения, каждое происходящее движение подразумевает бесконечную последовательность предшествующих причин.

<sup>44</sup> Круговое движение является единственным единообразным движением, которое может длиться бесконечно в конечном мире и которое также (если мы приписываем его целой небесной сфере) ничего не изменяет, и, значит, оно является наиболее близким к естественному состоянию. Кроме того, последователи Аристотеля либо пытались доказать естественный характер кругового движения для всех тел вообще, не только для небесных тел, что в итоге привело к динамике Коперника, либо, как Галилей, превратно понимая Аристотеля, стремились доказать, что круговое движение «вокруг центра» не является ни насильственным, ни естественным, поскольку «в круговом движении тела ни отдаляются от центра, ни приближаются к нему» (ср. 91).

<sup>45</sup> Движение, таким образом, это нечто, что действует на движимый предмет и что протекает в нем. Таким образом, ясно, что для движущегося тела свойственно лишь одно естественное движение, и если тело претерпевает два различных движения – естественное и насильственное, то эти два движения производят друг друга.

<sup>46</sup> Распространено представление, что в аристотелевской физике ключевую роль играют биологические категории. Наверняка это справедливо: эту идею движения можно понимать как метафору той промежуточной стадии, которую занимает жизнь между неизменностью духа и неподвижностью смерти; такая интерпретация, на наш взгляд, упускает из виду тот факт, что различие между состоянием и процессом (бытием и становлением) является абсолютно общим и относится не только к животным сущностям.

<sup>47</sup> В средневековых диспутах (в высшей степени сложных) о природе движения оно понималось, как правило, как некая специфическая форма – *forma fluens* («изменчивая форма» – *lat.*). См. цитируемые здесь работы Дюэма, Дейкстерхойса, Борхерта, а также: Moser S. Grundbegriffe der Naturphilosophie bei Wilhelm von Occam («Philosophie und Grenzwissenschaften». Vol. IV. Facs. 2–3). Innsbruck, 1932.

шение, в котором движущееся тело все больше и больше изменяется<sup>48</sup>: т. е. если речь идет о перемещении, то это точка, по отношению к которой движется тело, абсолютный центр координат, центр Вселенной. С другой стороны, это подразумевает, что всякое изменение, всякий процесс нуждается в причине, которая бы его объясняла, т. е. что для всякого движения необходим двигатель, который причиняет это движение и который должен поддерживать его – если движение продолжает длиться. Ведь движение не продолжается само по себе, в отличие от покоя. Покой как состояние или лишенность не нуждается в причине, объясняющей его устойчивость. Движение же – это процесс, текущее событие, можно даже сказать, длящаяся актуализация, и оно не может обойтись без причины. Если упразднить причину – движение прекратится; *cessante causa cessat effectus*<sup>49</sup>.

Если мы говорим о «естественном» движении, то его причина, его двигатель – это сама природа тела, его форма, которая стремится вернуть тело к его месту, именно она и поддерживает движение. Неестественное движение, напротив, на всем своем протяжении требует непрерывного действия внешнего двигателя, взаимодействующего с движущимся телом. Отделите двигатель от движимого тела – движение также прекратится. Аристотель в действительности полагал, что тела не могут воздействовать друг на друга на расстоянии<sup>50</sup>: всякое сообщение движения предполагает соприкосновение; поэтому Аристотель выделял лишь два типа передачи движения: давление и тягу<sup>51</sup>. Совершенно ясно, что аристотелевская физика формирует замечательную, на удивление связную теорию, в которой, по правде говоря (за исключением того, что она неверна), есть только один-единственный изъян: она не согласуется с ежедневно наблюдаемым явлением – движением брошенного тела. Однако уважающий себя мыслитель не растеряется перед возражением здравого смысла. Когда он находит факт, который не согласуется с его теорией, он его отрицает. Когда он не может его отрицать, он его объясняет. И именно в объяснении этого факта – падения брошенного тела, при котором движение продолжается, несмотря на отсутствие двигателя, что, казалось бы, несовместно с его теорией, Аристотель показывает нам всю свою гениальность<sup>52</sup>. Его теория движения брошенного тела (представляющая собой систематическое развитие беглого замечания Платона<sup>53</sup>) заключается, по сути, в том, что движение снаряда – у которого нет видимого двигателя – объясняется реакцией прилегающей среды<sup>54</sup>.

Это объяснение гениально, однако с точки зрения здравого смысла совершенно неправдоподобно. А потому все нападки на теорию динамики Аристотеля всегда затрагивают этот спорный вопрос: чем движим снаряд? *A quo moveantur projecta?*<sup>55</sup>

<sup>48</sup> Таким образом, перемещение всегда является одновременно и относительным, и абсолютным: относительным по отношению к ничто, как абсолютное движение Ньютона; абсолютным – поскольку «места» между началом и концом движения формируют абсолютную систему принципиально неподвижных границ.

<sup>49</sup> Аристотель совершенно прав. Никакой процесс (становление) не длится по инерции. Но движение длится именно потому, что оно не является процессом.

<sup>50</sup> В физике Аристотеля нет силы притяжения.

<sup>51</sup> Строго говоря, с точки зрения механики других видов действительно нет. Ср. далее: *Meyerson E. Identité et Réalité*. P. 84 (рус. пер.: *Мейерсон Э. Тождественность и действительность: Опыт теории естествознания как введение в метафизику*. СПб., 1912).

<sup>52</sup> Теория Аристотеля настолько безупречна, что она будет воспроизводиться и использоваться вплоть до XVII века, в частности Декартом и Гюйгенсом.

<sup>53</sup> Ср.: Платон. Тимей. 79b.

<sup>54</sup> Теория Аристотеля объясняет длительность такого движения как вихревой процесс в среде, окружающей движущееся тело, которая воздействует на последнее, передвигая и проталкивая его. Теоретическая «уловка» заключается в том, что среде приписывается способность совершать движение; на современном языке это «плотная среда», воздух. Ср.: *Аристотель. Физика*. Книга IV. Гл. 8. 215a; Книга VIII. Гл. 10. 267a.

<sup>55</sup> История этого спорного вопроса описана у Дюэма. См.: *Duhem P. Etudes sur Léonard da Vinci*. Paris, 1909–1913.



\*\*\*

Вскоре мы вернемся к этому вопросу, но прежде нам следует остановиться на другой особенности аристотелевской динамики: отрицании пустоты и возможности движения в пустоте<sup>56</sup>. В этой концепции пустота не только не может способствовать движению, но и делает его невозможным, и в пользу этого приводятся очень весомые доводы.

В аристотелевской динамике все тела характеризуются стремлением оказаться в своем естественном месте и, следовательно, стремлением вернуться в это место, если они были удалены оттуда насильственным образом. Это стремление объясняет естественное движение тела – движение, которое приводит тело к его естественному месту наиболее коротким и скорым путем. Из этого следует, что всякое естественное движение происходит по прямой линии и что все тела продвигаются к своему естественному месту с наибольшей возможной для них скоростью, т. е. настолько быстро, насколько им позволяет примыкающая к ним среда. Если же, напротив, ничто их не останавливает, если среда, в которой они движутся, не оказывает им никакого сопротивления (как происходило бы в пустоте), они бы двигались с бесконечной скоростью. Однако мгновенное движение, по мнению Аристотеля (небезосновательному), совершенно невозможно<sup>57</sup>. Таким образом, естественное движение не может происходить в пустоте. Что касается насильственного движения, такого, какое, например, мы наблюдаем при движении снаряда, то движение в пустоте было бы равносильно движению без двигателя: действительно, пустота не является средой и не может получать, сообщать или поддерживать движение. Более того, в пустоте (т. е. в евклидовом геометрическом пространстве) нет ни привилегированных мест, ни направлений. В пустоте невозможно существование естественных мест: тело в пустоте не знало бы, куда ему двигаться, для него не было бы причины двигаться в одном, а не в другом направлении или двигаться куда бы то ни было вообще.

Опять же, Аристотель прав: пустота (евклидово пространство) несовместима с идеей космического порядка<sup>58</sup>. В самом деле, в пустоте не только нет естественных мест, но нет *мест* вообще. Кроме того, идея пустоты несовместима с представлением о движении как о процессе и, возможно, даже с представлением о движении реальных тел. Пустота – это ничто, и абсурдно было бы располагать нечто в ничто. В геометрическом же пространстве можно расположить лишь геометрические объекты, а не реальные. Кроме того, скажет нам Аристотель, не стоит смешивать геометрию и физику: физик размышляет о реальном (качественном), геометр же имеет дело лишь с абстракциями<sup>59</sup>.

<sup>56</sup> Как мы помним, невозможность пустоты является также положением картезианской физики. Декарт в этом пункте (впрочем, как и во многих других) оказывается на стороне Аристотеля, против Галилея.

<sup>57</sup> Идея движения с бесконечной скоростью, мгновенного перемещения тела из одной точки в другую действительно абсурдна.

<sup>58</sup> В однородном геометрическом пространстве все «места» являются одинаковыми и перемещение не производит ничего нового.

<sup>59</sup> Как известно, Аристотель очень враждебен ко всякого рода жанровым смешениям: геометру не должно думать как арифметику, так же как физику не должно думать как геометру. Это требование вполне справедливо: раз уж «жанры» существуют, нельзя их смешивать. Но можно их вовсе устранить.

## 2. Средневековые дискуссии: Бонамико

Противники аристотелевской динамики, как мы говорили ранее, постоянно противопоставляли ей тот факт, что тело, отделенное от двигателя, продолжает двигаться; классический пример этого явления представляет движение колеса (иногда вместо колеса приводят в пример сферу), брошенного камня или стрелы; мы находим эти примеры у критиков Аристотеля от Гиппарха и Иоанна Филопона<sup>60</sup> вплоть до Жана Буридана, Николая Орема и Альберта Саксонского, а позднее – у Леонардо да Винчи, Бенедетти и Галилея.

Мы не будем пересказывать историю этой проблемы<sup>61</sup>. Чтобы составить представление о ходе ее рассмотрения, нам будет достаточно обратиться к учителю Галилея – Бонамико<sup>62</sup>. Вот его позиция в вопросе о падении снаряда<sup>63</sup>.

<sup>60</sup> Об Иоанне Филопоне см.: Wohlwill E. Ein Vorgänger Galileis im VI Jahrhundert // *Physicalische Zeitschrift*. Vol. VII. 1906. S. 23–32.

<sup>61</sup> См. работы, цитируемые выше. Исследование проблемы движения, как и всякое исследование подобного рода непрых вопросов, играет первостепенную роль в том, чтобы мы смогли оценить и понять значение и важность революции, совершенной Галилеем.

<sup>62</sup> Работа Бонамико чрезвычайно показательна – ведь, с одной стороны, она показывает нам, в каком замешательстве находились средневековые мыслители перед феноменами движения снаряда и свободно падающего тела; с другой стороны, она раскрывает, до какой степени изучение физики импетуса было распространено в университетской среде – и практически не известно историкам (впрочем, существует очень мало копий этой работы: даже Британский музей не располагает ее экземпляром), посему мы сочли уместным привести из нее цитаты *in extenso* по экземпляру, принадлежащему Национальной библиотеке Франции.

<sup>63</sup> Bonamici F. De Motu. Liber V. Cap. XXXV. P. 503 sq.: «*De motibus praeter naturam et de projectis contra Platonem*. Quoniam vero oppositorum una est eademque methodus et scientia: motui vero: secundum naturam opponitur motus praeter naturam: postquam de motu naturali satis dictum est: postulat nunc instituta ratio de motu, ut aliqua dicamus de eo qui est praeter naturam, qui item nascitur ex violentia: hic vero duplex est, vel simpliciter, vel quodammodo: vi autem moveri illa dicuntur, quandocumque id quod movetur, non confert vim, hoc est, non habet illo propensionem, quo movetur, quia scilicet non perficiatur ex eo motu, locum illum adipiscens in quo conservetur: hic autem est, qui convenit suae formae; sed ab eo forma potius corrumpitur. Ideo quod unumquodque suae neci resistit, quantum potest; tantum abest, ut eo properet, ut nisi virtus moventis resistentiam mobilis superet, nunquam moveatur; et nisi praevaleat facilitas violans, in pristinum locum semper retrocedat; neque ullo modo conatum moventis adiuvat, sicut adjuvaret saxum, si magno impetu dejiceretur: nam virtus eiusmodi facultati accedens longe velociorem motum faceret. Itaque principium talis motus omnino externum alienumque est, solumque socium sui laboris habet medium, quod impetum a movente excipiens mobili impertit. Verum quod praeter naturam absolute movetur; omnino et simpliciter nullam vim confert: immo renititur; sed ita vincitur a movente, ut simpliciter eandem illam lineam metiatur quam permearet, si moveretur secundum naturam: ideoque movetur ocyus ab initio, quam ad extremum. Quod vero aliqua ex parte praeter naturam movetur, non omnino resistit; licet eo non propendeat, quo movetur, necque eandem lineam peragrat violatum, ac si secundum naturam moveretur; sed ad latera quodam pacto deflectitur. Quamobrem etiam medium illi motui magis inservit, ob id velocius et ad maius spatium idem lapis in latera projicitur, quam sursum directo et ad perpendiculum. Attamen neutrum illo simpliciter vergit, quo agitur; necque ibi manet secundum naturam, sed posteaquam vis movens contabuerit, ad suum motum locumque naturalem sese recipit describens[.] lineam secundum naturam quae est ad perpendiculum inter centrum mundi et extremum, et movetur aliquanto celerius in progressu. Principia vero quae violentia varia esse queunt, et contraria, quae materiam affligunt, ut apparet in fulmine, quod cum sit ignis, ab aqua circumstante expellitur, et propter vim agitati corporis, ut fit, ubi venti extollunt aliqua pondera, et raptu mobilis cujusdam, ut forte evenit in hyppecaumate, impetu item aquae, aut aëris in gyrum acti, ut accidit in vorticibus et generatim pulsu, tractu, vertigine et vectione quae plurimum fiunt ab animatis. Sed cum supra de caussa [et proprietatibus] violenti motus universe satis dictum sit, agamus nunc de ipso speciatim et in praesentia vestigemus caussam alterius illius motus quem soient nobis significare not[e] projectorum. Quae longe abstrusior est, et antiquitus etiam varias ostendit opiniones. Nam Plato quemadmodum eius verba sonant, asserebat caussam talis motus antiperistasim. Quamquam quo pacto caussa haec accipienda sit, nec multum declarat Aristoteles, neque satis e Platone colligitur. Etenim vox est ambigua. Siquidem sit proprie contrariorum ambitus; quando unum contrariorum ambit, et alterum velut in centrum adducit quemadmodum calor centrum versus aestate cogit frigus, unde multa poma oriuntur, quibus frigus insigniter dominetur; et contra frigus hyeme centrum versus calorem propellit, unde ventres hyeme calidiores: secundo etiam communius accipiatur in latione sola, cum ambiens efficit lationem in eo quod ambitur, ex eo ducens originem, ut Plato volebat; quia movens omne, dum moveret, una quoque moveretur; nec ullam vim, nisi qua corpus esset, mobili communicaret, aut in aliud a se transferret; quapropter eodem motu quo mobile ipsum ageretur, ut, si animus res esset corporea, idemque corpus ageretur, ipse quoque primutn pari ratione ferretur. Ita igitur in projectione partes circumstantes in locum posteriorum succedunt, ut, A. si moveat B. subit in ejus locum, et si B. propellat C. locum eius occupat. Et sic cetera deinceps. Hoc autem dubitatur, an sit per extensionem eius corporis quod ambitur; an potius sit per successionem quae fit propter vacuum: nanque huiusmodi sensum ex eius verbis colligebat Simplicius, et haec item sententia ab Aristotele sub hac ratione confutata deprehenditur: quoniam ex eo, quod a tergo rei mobilis coiret medium (hoc [nam] liquidum esse oportet, et facile coire posse) ne detur vacuum: facta autem illa coitione mobile procederet ulterius. Sed quocumque accipiatur a tergo medium convenire, sive impleat solum id spatii

Метод и наука противоположностей единообразны, так как движению по природе противоположно движение вопреки природе; кроме того, сказав о движении по природе, правило, установленное нами, требует, чтобы мы сказали что-то и о движении против природы и о том, что порождается насильственным образом. Последнее является двояким, а именно: либо просто противоположным природе, либо противоположным лишь в определенном отношении. Ибо говорится, что нечто движимо насильственным образом, когда то, что движимо, не получает эту силу от себя самого, то есть не обладает (само по себе) естественной склонностью, благодаря которой оно движется, поскольку в этом движении предмет, достигнув места, в котором он упокоится, не будет самодостаточен, так как то место, где он находится, – это место, соответствующее его форме, тогда как в другом [движении] его форма, скорее, извращена. Однако все сущее по мере возможности сопротивляется смерти; таким образом, движущееся тело настолько удалено от стремления переместиться в место, которое не соответствует его природе, что, если сила двигателя не преодолевала бы этого сопротивления, оно [движущееся тело] никогда бы не пришло в движение. И если бы принуждающая сила не перевешивала, оно бы всегда отступало к прежнему месту; и также оно [движущееся тело] никак не способствует *усилию* (*conatus*) двигателя, подобно тому как собственная склонность камня, брошенного вниз с большой силой, помогая действию двигателя, производит гораздо более быстрое движение. Таким образом, принцип простого насильственного движения является целиком внешним и чуждым (по отношению к движущемуся телу), и [такое движение] имеет лишь одно вспомогательное средство для своего действия, а именно – среду, которая, получая *импетус* двигателя, передает его движущемуся телу. В действительности то, что движется совершенно против своей природы, не получает вовсе никакой силы <...> но оно подчинено двигателю таким образом, что (в своем движении) оно следует (в обратном направлении) по той же линии, вдоль которой бы оно проходило, если бы двигалось согласно своей природе; также оно движется в начале быстрее, чем в конце. Но то, что движется лишь отчасти против своей природы, не сопротивляется полностью, хотя оно не стремится к месту, куда оно направляется, оно, будучи претерпевающим, не следует по той линии,

quod a mobili relictum fuerat, sive etiam id quod congregatur, ipsum promoveat, multa sunt quae nos ab ejus opinione avertant. Ac quantum de secunda est, quam de verbis Platonis Simplicius ipse profitetur, satis haec illius fallaciam significant. Primum quia ratio reddi non potest, cur primo cessante, reliqua moverentur: ubi nam fiat motus per solum contactum, veluti fieret in hac hypothese, uno moto deinceps omnia moverentur, eoque manente quiescerent; quod omnia in alterius locum successione quadam subingrederentur. Quod si id non eveniret, omnia quoque manere opus [esset]: talis nam motus est antiperistaseos, si credere dignum est Aristoteles quod unum quidem primum movetur et movens in eius locum subit; ita ut una movens et mobile concitentur; neque velocitate maiore partes in progressu, qu[uam] ab initio moverentur: oppositum tamen apparet. Quod si de experientia dubites, vide item id evenire, si segnius in progressu concitetur quod in parte quadam motus illius negari non potest: nanque idem tenor a natura servabitur, dum vacuum propulsare contendit, hoc studet, ut arceatur inane, id semper eodem instanti praestat quo motus efficitur; nec potest effici motus, nisi movens succedat. Itaque idem est successionis instans et motus, atqui vacui pulsio perpetuo sui similis est et motus igitur. Praeterea natura solam intenderet coitionem, utputa, ut exploderet vacuum: ubi igitur aëre in saxi locum subingressio, adepta illam fuisset; non esset certe, quod amplius laboraret; si ergo post primam saxi motionem coivit aër, cur motus procedit ulterius? Quantum vero pertinet ad primum illius modum antiperistaseos qui affert extrusionem: habet et hic contra se multas experientias. In primis [nam] ecquid erit caussa, quod vetet lapidem ad celum usque concitari? Nam, si aër in eius locum succedet, et lapidem idcirco propellit, quanto continue sit ea successio, continue quoque lapidis propulsio fiet, quousque suppetat aër, aut corpus aëri quod propter coeundi facultatem valeat idem atque aër. Tum item facilius palea, quam saxum proici posset, tum quod palea levior est, et sursum magis propendit quam saxum: tum etiam, quia maior est aëris impellentis ad paieam proportio, quam ad saxum: ex maiore autem proportionem velocior motus procedeat necesse est. Rursus, si filum saxo appendatur, ob eandem caussam a fronte saxi ponderet: cum videamus igitur ipsum a tergo porrigi in longitudinem, et quasi trahi a saxo potius, quam ab aëre propelli; dicamus oportet extrusionem non esse caussam tali motus. Sic undique Platonis opinionem lubricam esse comperimus».

по которой оно бы устремилось, если бы двигалось в согласии со своей природой, но отклоняется в сторону. Именно поэтому среда также помогает его движению и больше ему способствует в его движении; по этой причине сам камень летит дальше и быстрее в сторону, прямо перпендикулярную высоте. Однако никакое тело (движимое таким образом) не стремится просто к месту, в которое его бросили; оно не остается там, подчиняясь своей природе, но после того, как иссякла движущая сила, оно возвращается к своему месту и к своему естественному движению, описывая линию сообразно своей природе – линию, представляющую собой перпендикуляр, опущенный из вершины, где находилось тело, в центр мира; и в этом движении оно понемногу увеличивает скорость, продвигаясь вперед. Но принципы, управляющие насильственным движением, могут быть совершенно разного рода, и те, которые действуют на материю, как правило, противоположны. Это видно на примере молнии, которая, будучи огненной, выбрасывается из водной среды; тяжелых тел, когда их поднимает ветер; в порыве некоторых движущихся тел, как это происходит в верхних слоях воздуха; в импетусе воды или в потоке воздуха, движущемся концентрически, подобно вихрю; и в общем, при толчке, тяге, круговом движении, вращении, которые совершаются главным образом одушевленными существами.

Сказав достаточно о причинах и качествах насильственного движения вообще, рассмотрим же теперь их в частности и прежде всего изучим причину этого иного движения, которое обычно носит название *броска*. Последнее раскрыть гораздо более сложно, и по этому поводу с древних времен существуют весьма различные мнения. Так, Платон, используя тот же термин, приписывал причину этого движения *антиперистазу*. Однако Платон не объяснил нам достаточно ясно, как это следует понимать, и Аристотель не прибавил к этому ясности. Таким образом, это понятие неоднозначно, притом что в собственном смысле оно означает круговращение или смену противоположностей; когда одна из противоположностей окружает другую и некоторым образом приводит ее в центр. Так, летняя жара преодолевает холод, и от этого появляются плоды, которые по своей природе холодны; и напротив, зимой холод загоняет тепло в центр, поэтому зимой нутро теплее всего. Во-вторых, более обыкновенно этот термин применяется единственно к движению, а именно в случае, когда близлежащая среда производит движение в теле, которое она толкает, а также в случае, когда движение берет из нее свое начало, как считал Платон, поскольку всякое движущее тело, совершая движение, в то же время является движимым. Никакая сила не сообщается телу [двигателем] и не передается им ничему иному кроме себя; поэтому он движим тем же движением, что и движимое тело. Так, если бы дух был телесным предметом, он бы двигал тело и двигался бы сам, совершая при этом одно и то же движение.

Таким образом, во время броска части близлежащей среды занимают место частей, которые тело уже прошло. Так А, сдвинув В, оказывается на его месте, а В, толкнув С, занимает его место. И так далее. Вопрос в том, происходит ли это посредством продвижения тела, которое причиняет это обращение [частей близлежащей среды], или скорее посредством этой смены, которая происходит благодаря пустоте; ведь именно таким образом это объясняет Симпликий. Аристотель отвергал эту теорию, приводя следующие аргументы: согласно этой теории, среда примыкает к поверхности тела и

соединяется с ним (следовательно, среда должна быть текучей, чтобы с легкостью передвигаться) так, чтобы [между ними] не было пустоты; коль скоро это соединение совершено, тело продолжает свое движение. Однако согласись мы с тем, что среда, которая следует за движущимся телом, заполняет только то пространство, которое тело покинуло, или с тем, что оно [тело] проталкивает вперед то, что ему предлежит, мы бы не избавились от множества трудностей, которые отвращают нас от этого мнения.

Что касается второй гипотезы, которую сам Симпликий вывел из слов Платона, ее ошибочность достаточным образом доказывают следующие причины. Во-первых, невозможно объяснить, почему, когда одно тело прекращает (свое движение), другие тела продолжают двигаться, ведь если движение происходит лишь за счет соприкосновения, – как предполагается в этой гипотезе – все тела совершают единое движение, и если оно прекратится, то все тела должны остановиться, поскольку одни тела должны будут занять места других, вытесняя их. В противном случае все оставалось бы неподвижным. Таковым, собственно, является, если верить Аристотелю, антиперистатическое движение: всякое тело движется только в случае, если движущий его предмет пробирается на его место таким образом, что движущее тело и движимое тело движутся вместе, и части [этой системы] не будут перемещаться в продолжение движения быстрее, чем в начале. Однако верно обратное. Напротив, если мы усомнимся в опыте, нам пришлось бы согласиться с тем, что замедление движения тела – которое представляет собой несомненный факт – было бы совершенно невозможно...

Ведь движение не может осуществиться, пока отсутствует двигатель. Таким образом, момент смещения (движимого движущим) совпадает с моментом движения. Кроме того, толчок пустоты всегда подобен ей самой, а следовательно, и движению.

Из этого следует, что все перемещения должны происходить с одинаковой скоростью.

К тому же природа стремится только лишь к соединению, то есть единственно к избавлению от пустоты. В таком случае почему, когда воздух соприкасается с камнем после начала движения, движение продолжается дальше? Но в том, что касается первого модуса антиперистазиса, который включает затухание [движения], это также противоречит множественным свидетельствам опыта. Во-первых, причины, совершающей бросок, было бы достаточно, чтобы отправить камень до самого неба. Действительно, если воздух перемещается на место камня и толкает его таким образом, чтобы это перемещение могло продолжаться, из этого следует, что продвижение камня будет продолжаться настолько, насколько простирается воздух или воздушные тела, которые в способности соединяться сравнимы с воздухом. В таком случае солому было бы проще метнуть, чем камень, так как солома более легкая и легче стремится вверх, нежели камень. Аналогичным образом, если бы нить была привязана к камню, она должна была бы его опережать, однако же мы видим, что она тянется вслед, и скорее ее влечет за собой камень, нежели проталкивает воздух.

Таким образом, мнение Платона кажется нам совершенно нелепым.

Отбросив мнение Платона, Аристотель решил, что сила передается движущимся телом воздуху или среде, которые благодаря своей двойственной природе не являются ни легкими, ни тяжелыми, вследствие чего воздух может

получить импульс в любом направлении. Так как, впрочем, импульс никогда не сообразуется с его природой (несмотря на то, что, как было сказано в другом месте, горизонтальное движение в меньшей степени противоположно природе, чем движение, направленное просто вверх или вниз, поскольку воздух является не только легким, но и тяжелым), он [воздух] сопротивляется [импульсу], и там, где воздух сколько-либо отделяется от тела, начавшего движение, он понемногу теряет силу, которую тело ему сообщило. Эта сила рассеивается и, наконец, иссякает, и, таким образом, снаряд, не претерпевая более насильственного действия, возвращается к своему предшествующему состоянию. И, сообразуясь с последним, спешит вернуться в то место, откуда сила заставила его удалиться, подобно тому как отстраненному от огня железу возвращается свойственная ему холодность. Ранее Филопон и другие римляне сильно критиковали Аристотеля, вплоть до того, что вовсе отвергали его авторитет.

Прежде всего, все они говорили, что его позиция никоим образом не избегает проблемы, в которой мы ранее обвинили Платона, а именно: если камень перемещается благодаря потокам воздуха, то его движение никогда не прекратится, так как нет никаких причин, почему воздух, которому сообщается импульс, должен вернуться к покою. Этот импульс согласуется с его природой, и его движение, следовательно, не отлично от движения падающего камня, происходящего сообразно природе. По этой причине камень не только бы двигался через толщу воздуха, но кроме того, если бы воздух простирался бесконечно, то и его движение длилось бы бесконечно. Ведь кажется отнюдь не правдоподобным, чтобы воздух двигался сам по себе, произвольно приводясь в движение и останавливаясь – это свойство одушевленных существ. Недостаточно также сказать вслед за Аверроэсом, что среда движима своей естественной формой и что тем не менее движение происходит под действием чего-то внешнего. Ведь даже если согласиться с этим, как объяснить, что в среде устанавливается покой? Возможно, самопроизводящееся движение существует и среда движется по своей природе. Следовательно, если это движение происходит от импульса, выпущенного и сообщенного перводвигателем, импульс брошенного камня будет тем больше, чем ближе располагается движимое тело в отношении к движущему телу; и настолько же быстрым будет его движение. Однако это неверно, поскольку движение (скорость) снарядов сперва увеличивается на определенном промежутке. Это показывает нам опыт: например, праща или баллиста, так же как и пушка, производят наиболее сильное действие при наибольшей тяге, нежели наоборот. Добавим также, что, если бы камень был движим воздухом, он не мог бы двигаться против ветра, поскольку <...> импульс ветра больше, чем у метателя. Кроме того, можно добавить, что камень был бы брошен на равное расстояние и двигателем, который его касается, и двигателем удаленным, так как и тот и другой могут сообщить воздуху одинаковый импульс. Наконец, и длинное, и короткое копьё были бы брошены с одинаковой скоростью, так как бросок может передать им равные импульсы. Поэтому Филопон, а после него Альберт Саксонский, святой Фома и многие другие полагали, что сила сообщается перводвигателем не воздуху, а движимому телу, то есть снаряду. И в зависимости от того, большая или меньшая сила была ему передана, тело перемещается дальше и быстрее; однако эта сила иногда передается легче и быстрее, а иногда труднее и

медленней, в зависимости от факторов, благоприятствующих движению, таких как форма (геометрическая), величина, количество материи и т. д. – факторов, которые ранее мы называли сопутствующими причинами движения. Так, копье уносится дальше, чем квадратное тело; и натянутый жгут, так как он получает больший импульс, удерживает его дольше, чем расслабленный: дрожит дольше и бьет сильнее. Если же спросить их теперь, почему воздух во время броска не движется бесконечным образом, они ответят, что это камень передает это движение наиболее близким частям [воздуха], а последние [передают движение] прочим, смежным [частям]; и что это движение, как говорил сам Аристотель, не едино, поскольку движущееся тело не остается лишь одним, кроме того, это движение не является естественным ни для камня, ни для воздуха, но передается им извне и распространяется по окружности. Подобное мы видим, когда камень брошен в воду: он вызывает вначале круги поменьше, но более частые, это объясняется большей пропорцией, существующей между движением и движущимся телом; действительно, чем меньше пространство, тем быстрее его можно пересечь; поэтому камень производит круги большего размера с меньшей скоростью, поскольку пространство увеличивается, а соотношение движущего и движимого уменьшается.

То же можно сказать про камень, подброшенный в воздух: движение также замедляется и, наконец, иссякает. Так, после промежуточного покоя камень начинает естественное движение, потому что движения являются либо противодействующими, либо отвечающими на противодействие; поэтому, когда препятствие устранено, тело движется сообразно своей природе. Таким же образом можно объяснить и то, почему мяч отскакивает легче, чем камень. На самом деле при движении перед отскоком мяч сильно сжимается; после отскока он расширяется, достигая, таким образом, своего исходного размера (подобно тому как стихия находит свое родное место, когда препятствие устраняется), и при отскоке он получает больший импульс.

Отсюда можно заключить, что данная теория обладает всеми качествами хорошего истолкования вопроса, то есть она согласуется с разумом и не противоречит чувству: она дает разрешение всем исследуемым проблемам и указывает причины всех сопутствующих феноменов. Недаром римские авторы так решительно отстаивают ее супротив самого Аристотеля.

И коль скоро в науке о природе опыт весом настолько, что нам необходимо брать его в расчет, отодвигая все прочие ухищрения рассудка и ума, обратимся к следующему опыту <...> Возьмем отполированный диск, в котором мы вырежем круг с помощью токарного станка или острого циркуля таким образом, чтобы круг мог вращаться в углублении без взаимного трения, и диск, зафиксированный так, чтобы к кругу была прикреплена рукоятка, которая поддерживалась бы маленькими дужками или желобками. Тогда стало бы ясно, что круг, вращающийся внутри диска, движется под действием двигателя и воздух его не толкает. Ведь хотя между диском и кругом был бы воздух, его было бы так мало, что ему не хватило бы мощности для того, чтобы производить это движение. В частности, это объясняется еще и тем, что очень гладкая поверхность данного круга не получила бы никакого толчка от прилегающего воздуха, так как чем более гладкая вещь, тем меньше сцепление.

Нет необходимости расписывать, какой интерес представляет данный фрагмент, прекрасно демонстрирующий нам существенные черты средневековой науки: соединение фина-

листской метафизики и «опыта» здравого смысла. Именно эти две черты (от которых избавится галилеевская наука) мы также находим в анализе проблемы свободного падения.

\*\*\*

Проблема движения снаряда была не единственным затруднением для античных и средневековых комментаторов аристотелевской физики. Движение падающего тела, или, точнее, *ускоряющегося* падения, едва ли была менее устрашающей.

Для самого Аристотеля проблема на самом деле была едва ли не мнимой. Движение свободного падения тяжелых тел (или, соответственно, движение легких тел вверх) происходит благодаря естественному стремлению предмета оказаться на своем «естественном» месте – что может быть более «естественным», чем наблюдать, как это движение ускоряется по мере приближения к своей цели?

Но для комментаторов, главным образом для комментаторов средневековых, в этом заключалась проблема, причем весьма сложная. Не различая аристотелевские понятия «стремления» и «силы», они задавались вполне резонным вопросом: как постоянная причина (тяжесть), действующая естественным образом, может производить изменяющийся эффект? Откуда берется ускорение?

Ответы, предложенные комментаторами, можно условно поделить на две группы<sup>64</sup>. Последователи Аристотеля искали разрешение проблемы либо в изменении (уменьшении) сопротивления среды (воздуха), либо, применив к движению свободного падения теорию, разработанную для объяснения движения снаряда, в реакции среды, вызванной самим движением – реакции, действие которой прибавляется к действию тяжести в собственном смысле<sup>65</sup>.

Что касается сторонников физики импетуса, то они искали решение в изменении движущей силы, т. е. импетуса, приводящего тело в движение посредством прибавления импульса к движению. Притом что понятие инерции было неизвестно, данное решение, по правде сказать, основывалось на словесной путанице между *impetus* и *impétuosité*<sup>66</sup>, движущей силой и стремительностью, качеством и свойством движения. Так, они полагали, что увеличение скорости можно объяснить тем, что тело в падении получает некоторую стремительность и эта стремительность его движения прибавляется к естественному импетусу тяжести.

Но обратимся еще раз к Бонамико<sup>67</sup>:

<sup>64</sup> Об этих дискуссиях нам также известно благодаря работам П. Дюэма.

<sup>65</sup> Мы уже отметили ранее, что такое же решение было предложено Декартом.

<sup>66</sup> Стремительность, безудержное движение (*фр.*).

<sup>67</sup> Bonamici F. De motu. Liber IV. Cap. XXXVII. P. 410 sq.: «Aggredimur questionem qua de cremento naturalis motus in fine disseritur... facile reddi potest caussa quaestionis illius; cur ea quae moventur secundum naturam ocyus in fine moveantur, quam in principio motus. De qua sane quaestione multa dicta fuerunt tum Arist. ipsius temporibus, tum etiam usque ad haec nostra, caussaeque complures allatae, cum per se, vel natura, vel locus, tum per accidens, ut impedimenti sublatio, calor rarefaciens, adventitia quaedam gravitas, atque haec vel seorsum vel coniunctum, eademque admodum verisimiles, ut nisi Argi oculos adhibeamus, facile decipi possimus. Idcirco praestat, ut singulas causas curiosius requiramus... Nam antiquitas (etenim nos Graecorum sententias primum recitabimus). Timeus, Strato Lampsacenus et Epicurus existimaverunt, omnia quidem esse gravia, nihil per se leve: duos autem esse tenninos motus, alterum supremum, atque alterum oppositum illi infimum, sed unum nempe deorsum et infimum esse locum in quem omnia properent secundum naturam; alterum vero ad quem vi ferantur: etenim cum omnia gravia sint, deorsum suapte natura feruntur, quod si quis ex his inferius est, aut superius, hoc non aliunde proficisci quam, quod corpora graviora minus gravia premunt, et ideo subeunt illa, non quidem quia leve aliquid sit; propterea suoapte nixu sursum feratur, sed utraque corpora sunt in genere gravium; alterum vero ex illis leve apparet, quoniam hoc gravissimum est, illud minus grave, et quoniam hoc gravissimum est, ideo premens illud quod est minus grave, subit ipsi, quod autem minus grave est, sic supereminet: quasi vero motus hic fit per extrusionein, quare, quo gravius est, magis extrudit, magisque opprimens id quod est minus grave, eo etiam velocius fertur. Ob id velocitas huius motus non quidem ab interna caussa derivabitur, voeum ab externa, et erit violenta, non autem naturalis. Ceterum in hos invectus est Arist. ab his quae monstrat sensus in aliquo genere motuum, atque conclusit nonnullum esse quoque motum naturalem in omni corpore et sursum etiam, tum quod ubi movetur aliquid vi, citius fertur, si minus sit, quam si fuerit maius, tum praeterea quia quicquid vi movetur in sui motus initio velocius est; evanescente vero illo moventis impetu, etiam deficit eius motus, ac naturalis illi succedit, qui quidem in principio senior



Почему предметы, движущиеся сообразно природе, к концу движутся быстрее, чем в начале? На этот счет многое было сказано как во времена самого Аристотеля, так и после, вплоть до наших дней. Тому приводилось огромное множество причин: с одной стороны, причин *per se*, таких как природа или место, и, с другой стороны, причин *per accidens*, таких как устранение препятствий, разрезающая жара, некая сопутствующая тяжесть, – которые могут действовать по отдельности или же связно. Все эти объяснения достаточно правдоподобны; потому, если только мы не обладаем зрением Аргоса, мы легко можем здесь ошибиться, и нам следует изучить с большим вниманием отдельные причины.

В древности (коль скоро мы начнем с рассмотрения мнений и учений греков) Тимей, Стратон из Лампсака и Эпикур считали, что на самом деле всем телам свойственна тяжесть и ничто само по себе не является легким. Следовательно, существует два предела движения: одно – наиболее высокое, и другое – противоположное первому – наиболее низкое. Однако одно из них, а именно низ, – это место, к которому все тела стремятся по своей природе; а к другому, наоборот, они движимы насильственно. Таким образом, так как все тела тяжелы, они устремляются вниз сообразно своей природе, и если одно из них ниже или выше, это объясняется не чем иным, как тем, что наиболее тяжелые тела выталкивают менее тяжелые тела и оттого располагаются ниже последних; неверно, что какое-то тело само по себе в действительности является легким и поднимается вверх благодаря произвольному стремлению,

---

est, vegetior vero fit in progressu, ac postremum prope finem velocissime fertur: nam id quod aliquo fertur vi, movetur inde secundum naturam. At nos in elementorum motu, verbi gratia, quando terra descendit, cernimus quo maius est illius moles, etiam ferri velocius. Praeterea conspicimus ipsam initio segnius agitari, quam in progressu et tum velocissime concitari cum fuerit prope finem motus, atque ubidem pervenerit ad medium, ab ipso non moveri, nisi cogatur, idem quoque iudicandum de nonnullis quae sursum ferunt. Ergo non oppresse. aut extrusione, aut ulla denique vi moveri dicemus haec corpora, sed natura. Veruntamen dicet quispiam. Esto motus hic naturalis, idemque in fine velocissimus, idque ab Aristotele contra philosophos illos optime sit conclusum. At non ob id huius eventus causam tenemus, haec ergo superest inquirenda in qua etiam multum est laboratum, atque adeo, ut septem opiniones circumferantur, et causa quedam ab Aristotele allata, tanquam parum idonea repudiata fuerit. Nanque Hipparchus ita referente Simplicio, in opusculo quodam, quo sigillatim disquiruntur hoc ipsum problema, censuit motum naturalem esse velociorem in fine, quia mobile prohibeatur aliena vi ab initio motus: ex quo efficiatur, ut vint suam nativam exercera non possit, ideoque pigerrime citetur: ceterum evanescente paulatim aliena illa, et extrinseca vi reficitur naturale robur, et quasi liberum impedimento efficacius operatur. Ita fieri ut gradum accelerent in progressu, non secus atque ubi conferbuerit aqua et amoveatur ab igne: namque ab initio paulatim tepescit, et vix [i]llum progressum facere videtur fatisciente vero calore, pristinam facultatem recuperat, celerius refrigeratur et eo usque demum procedit, ut etiam longe frigidior evadat, quam ipsa foret ante calefactionem. A qua item sententia non abhorre censeas Arist. ipsum qui tali hypothesi nixus causas grandinis indagavit et experientia piscatorum ipsas approbavit. Nota res est. Contra Hipparchum haec dixit Alexander. Cum. n. duae sunt causae propter quas elementa feruntur in propria loca; prima quidem, quando generantur; nanque eo tempore quantum contrahunt de forma tantundem etiam assequuntur de ipso ubi: altera vero, quando iam genita extra locum proprium ab aliquo detineantur, quemadmodum ignis apud nos, et amoveatur impedimentum. Esto igitur quod cum gignuntur, quia tum perfecta non sunt, non possunt exercere facultatem illam suam nativam: at postquam a genitis arceatur impediens, quid illa vetat, quominus secundum summum suae naturae concitentur? Fortasse poterat hoc adversus Hipparchum, quia non urget id positionem nostram: eo, quod adest semper impedimentum, quousque fuerint in loco proprio, atque ubi remotum fuerit universum, iam non moventur sed in proprio loco quiescunt. Idcirco existimarunt alii nescio quod, multos autem in eam venisse sententiam. Simplicius ipse testatur: eorum velocitatem ex illo amplificari, quod resistentia medii minor esset in fine motus, quam ab initio: quandoquidem minor medii portio relinqueretur a mobili superanda motu ad finem tendente, eaque minus resisteret. Talis [enim] est conditio virtutum, quae in materia consistent, quod celeris paribus in maiore corpore sunt robustiores: medium vero motui resistere, immo vero causam esse, cur tempus in loco mutando consumatur, ante docuimus quam ob rem ubi medium rarius est maior solet esse celeritas, atque adeo ut in vacuo non futurus sit motus. Attamen causa talis non est quant reddidit Arist. inquiens augeri velocitatem in fine motus ex additione gravitatis, non autem ex eo, quod minor portio medii supersit. Sed quoniam revocatur hic locus in controversiam, ne forte petitionem principii committamus, etiam sic urgeamus illos. Quia majori corpori ceteris par[t]ibus, utputa figura, et insigni parvitate molis, excepta[e] plus aeris obsistit quam minori. Nanque omnia haec motus evariare possunt, seu naturales sint, sive animales, sive etiam violenti... Plus igitur aer obsistit majori corpori, quam minori, et tamen corpus maius citius delabitur quam minus. Non ergo medii resistentia potuit esse causa cur motus ab initio pigrior sit. Deinde quoniam causa eadem intercedit, medii nimirum imminutio ubi motus violentas sit, sicut etiam ubi naturalis, quare item effectus idem contingere plane deberet. Cum igitur hoc ipsa experientia non confirmet; sed oppositum potius [potest] doceat, credibile item non est eam esse causam, cur intendat motus naturalis in fine».

но оба тела принадлежат роду тяжестей. Если бы одно из них оказалось легким, это означает, что другое более тяжелое, а это менее. Таким образом, коль скоро одно из них очень тяжелое, оно давит на то, что менее тяжелое, и движется вниз, а менее тяжелое движется вверх. Таким образом, движение вверх совершается через своего рода выдавливание, так как чем более тяжелым является тело, тем сильнее оно теснит и гонит вперед другое тело – тем быстрее, чем легче последнее. Таким образом, скорость движения вверх в действительности обусловлена не внутренней причиной, а внешней и является насильственной, а не естественной.

Впрочем, Аристотель критиковал эти учения исходя из того, что направленность усматривается для всякого рода движения. Он заключал, что естественное движение присуще всем телам, даже [тем, что движутся] вверх, поскольку там, где тело движется насильно, оно движется быстрее, когда оно меньше, чем когда оно большое; кроме того, все движимое насильно [перемещается] быстрее в начале своего движения, нежели в конце. Но когда иссякает импетус, который приводит предмет в движение, производимое им движение также прекращается, и за ним следует естественное движение, которое, напротив, более медленное вначале, но все более возрастает и именно в конце становится наиболее быстрым, ибо то, что некоторым образом переносится силой, движется с того момента сообразно своей природе. Так, мы видим, что в движении элементов, например когда Земля стремится вниз, движение тем быстрее, чем больше масса. Также мы видим, что Земля движется в начале медленней, чем впоследствии, и что она движется быстрее, когда достигает конца движения, и что, наконец, когда она достигает середины, она больше не двигается, если только ее не принуждают к тому. То же касается и вещей, движущихся вверх. Таким образом, мы говорим, что эти тела двигаются не из-за давления, или вытеснения, или из-за какой-то другой силы, но по природе.

Можно было бы, однако, сказать: Аристотель, опровергая древних философов, прекрасным образом доказывает, что это движение является естественным и более быстрым к концу. Но это [доказательство] никоим образом не дает нам причины рассматриваемого явления, так что нам остается ее исследовать. Этим вопросом также много занимались, и о том существует семь различных теорий. Что до причины, приведенной Аристотелем, то она была отброшена как неубедительная.

Гиппарх (основываясь на том, что нам об этом говорит Симпликий в одном маленьком трактате, где он главным образом изучает эту проблему) считал, что естественное движение более быстрое в конце, поскольку в начале его движения телу препятствует сторонняя сила и, как следствие, оно не может воспроизвести присущую ему по природе движущую силу, по этой причине оно движется вяло. Но позже, когда мало-помалу эта сторонняя и внешняя сила иссякает, природная движущая сила восстанавливается, и в некотором смысле высвобождается из пут, и действует более эффективно. Таким образом, тела последовательно увеличивают свою скорость; этот процесс очень напоминает остывание сильно нагретой воды, удаленной от огня. Действительно, вначале она остывает незначительно, и кажется, что нет практически никаких изменений, но когда тепло иссякает, она раскрывает свою давешнюю способность, остывает все быстрее и продолжает до тех пор, пока, наконец, не становится гораздо более холодной, чем она была

до своего нагревания. Похоже, что сам Аристотель не отрицал это учение; действительно, разыскивая причины [выпадения] града, он опирался именно на такие гипотезы, подтверждая их опытом рыбаков.

Александр приводит следующее возражение в адрес Гиппарха: существуют две причины, по которым элементы стремятся к своему месту: во-первых, тот факт, что место присваивается им одновременно с формой, т. е. место принадлежит их конституции; далее, тот факт, что их нет или что-то удерживает их вне положенного им места (как, например, огонь вблизи земли); упразднение пут, удерживающих их вне их места, таким образом, составляет вторую причину движения. Ускорение объясняется тем, что, коль скоро они порождаются в месте, не являющемся их собственным, они не могут воспроизводить свою природную способность, поскольку они несовершенны; но после того как *препятствие* устранено, что мешает им туда устремиться, сообразно *пределу* [*summit*] их природы?

Возможно, этот аргумент против Гиппарха хорош, однако он никоим образом не затрагивает нашу позицию: поскольку препятствие всегда присутствует вплоть до момента, когда элементы оказываются на своем месте, и, когда препятствие окончательно устранено, они не движутся, но покоятся на своем месте.

Мне неизвестны другие мнения на этот счет; однако велико число тех, кто склонен принимать это учение.

Сам Симпликий признает, что скорость возрастает оттого, что сопротивление среды уменьшается к концу движения по сравнению с началом, поскольку телу, чье движение приближается к своему концу, остается пройти лишь через малую часть среды, которая, стало быть, сопротивляется меньше. Действительно, силы, находящиеся в материи, таковы, что при прочих равных условиях в больших телах они более действенны; среда же сопротивляется движению – и в этом и причина того, что для перемены места требуется время; ранее мы узнали, почему там, где среда более разрежена, скорость больше и почему в пустоте не будет движения. Тем не менее причина, которую приводит Симпликий, не совпадает с объяснением Аристотеля, который говорит, что скорость возрастает в конце движения вследствие прибавления тяжести, а не оттого, что [телу] остается пройти лишь через малую часть среды. Но так как этот фрагмент противоречив, мы не станем его использовать, что было бы предвосхищением основания [*pétition de principe*], и кроме того, мы противопоставляем им следующий аргумент: большие тела, при прочих равных, встречают большее сопротивление воздуха, чем меньшие.

Воздух в первую очередь сопротивляется большим телам, нежели меньшим, и все же большие тела падают быстрее, чем малые. Таким образом, сопротивление среды не может быть причиной, по которой движение слабее в начале. Следовательно, так как это та же причина, которая действует во время насильственного движения, так же как и во время естественного, – а именно сокращение среды, которую остается пересечь, – то она должна была бы произвести тот же эффект. Итак, коль скоро опыт этого не подтверждает, но скорее учит нас обратному, неправдоподобно то, что таковой могла бы быть причина, по которой естественное движение возрастает к своему завершению.

У латинских комментаторов<sup>68</sup> мы находим, что некоторые полагали, что движение нагревает воздух; нагреваясь, он становится более разреженным

<sup>68</sup> Bonamici F. De Motu. Liber IV. Cap. XXXVIII. P. 412 sq.: «*Latinorum sententia de cremento naturalis motus in fine ex ordine recitantur*. Apud Latinos interpretes legimus opinatos fuisse nonnullos aerem a motu calefieri; calefactum vero fieri rariorem: ob id cedere facilius iis quae per ipsum moventur, inde consequi, [ut] quo longius aliquid moveatur, quia magis calefiat medium, e[os] quoque rarefiat magis, atque magis subinde afficiatur ad rarefactionem. Quare per ipsum promptius, expeditius et denique velocius obiri possit motus. Ceterum etiam multo velocius in processu sagitta movebitur: praesertim si ex motu concalefacta fuerit, quam, si plumbea sit; ita excalefieri testatur Arist. ut eliquescat: nihilo secius eo segnius assidue movetur. Praeterquam quod his mihi videntur ordinem naturae prorsus pervertere. Nam prius est motus quam calefactio medii; ipsi tamen priorem faciunt rarefactionem quam motum, et idcirco ponunt effectum qui suae causae natura praecedat, quo certe nihil ineptius. Tribuunt complures huiusmodi eventum causam viribus ipsius loci quas tamen interpretes non eodem modo omnes accipiunt, sed duobus modis ipsos de viribus loci differere comperimus. Aliqui, quemadmodum supra nos constituimus quia locus habeat vim conservandi mobile: omnia vero appetitu naturali suam ipsorum conservationem quaerant; ex hoc efflci, ut plantae et animalia magis hoc quam illo coelo fruantur; is autem esse debet huiusmodi, ut partim similis sit, ut ab eo locati materia conservetur partim contrarius ut emendetur exuperantia. Sic unumquodque elementum cum illo cui contiguum est, in altera qualitate convenit, in altera vero differt, quod sane ab Averroë videtur, exceptum quod oculus appeti dicebat a mobili, tanquam finem motus et quod in ipso sit eius quies. Alii dicunt in loco vim inesse trahendi mobile, quemadmodum [in]est in magnete vis attrahendi ferrum. At ut aliqua contra posteriores dicamus. Nonne quo maius est corpus, eo quoque magis viribus attrahentis resistit? Utique. Ergo maiora descenderent tardius quam minora. Neque item ex quocunque distantia moveretur gleba terrae, sicuti nec ex quacunque distantia ferrum moveri potest a magnete cuiusque enim facultatis naturalis robur finitum est. Quare nec ullum esset robur Aristotelicarum rationum quibus acceptum est, e centro alterius mundi, quantumvis distaret ad centrum nostri ferri posse terram. Neque [enim] moveretur huc nisi trahendi facultas, quae inest in medio nostri, posset eo pervenire. In caeteris vero, nisi per certum spatium procedere non apparet; in quibuscumque eveniat id nisi ratio varietatis afferri possit, idem omnino iudicium faciendum sit. Et quamvis antea docuerimus quantum sit illi rationi tribuendum; tamen valeat apud eos, qui vim loco undecunque trahendi concedunt. Quod si propensionem adieceris; iam tecum ipse confliges. Contra Averroem invehuntur nonnulli, quamquam argumento fallaci, dicentes, quo magis caret res, eo quoque magis appetere. Sed tum caret magis, ubi longius absit, quam ubi prope. Ubi igitur aberit longius ipsa res a suo loco, suaeque forma, tanto quoque citius eo properabit, atque perveniet. Sed certe non vident isti, appetitum, qui causa motus est, esse maiorem in ea materia, quae propinquior est, quam in illa, quae longius a fine abest. Nam sicuti planta non appetit visum, neque talpa desiderat lumen, homo autem si fuerit caecus, appetit maxime, quia prope est, ut videat: sic materia, nisi bonum experiatur quod ipsi per affectiones preavias offert efficiens, illud non appetit. Tum magis appetit, quo magis ipsi obicitur, tum vero obicitur; magis, quo magis affecta, et propecta est in potentias propinquiores. Nec secus accidit, ut mea fert opinio, ac in amatoribus qui puellam expectantes, quo vicinior est hora, magis anguntur, et hora una pro longissimo tempore habetur. Nec ab huiusmodi sensu abhorret iudicium Arist. quod item in iis qui usu comparantur, profectum in forma docet habilis reddere subiectum ad motum; tanto magis in natura; quanto etiam subiectum habet in seipso propensionem. Semper [enim] bene mobilior, inquit, ad virtutem fit etiam quodeunque incrementum sumpserit a principio. Nec video quemadmodum auctores huius rationis evitare possint, quin ab initio cum maior adsit potestas; velocius etiam concitentur, sed imprudentes in eo lapsi sunt, quod parem gradum privationis, et potentiae fecerint, tametsi una existunt. Et illud plane verum ab initio plus privationis inesse, sed minus potestatis; in progressu amplificari potentiam, quia privatio minuatur, et ut alibi ostenditur commutant latitudinem potestatis cum gradu: maius est [enim] ab initio motus spatium potestatis, ut in summe calido ad frigidum ut octo, in processu maior gradus: nam facilius summe frigidum fiet quod frigidum est, ut quinque, quam summe calidum, amplificatur ergo potestas atque propensio non propter latitudinem, sed propter gradum. Ideo tantum huic tribuatur argumento, quantum quisque patitur. Quam ob rem veniamus ad alia. Quam vero nonnulli putant, efficacitatem universam esse tribuendam gradui formae, non autem multitudini materiae (quamquam nos ita non credimus) quia par gradus appetitus est in maiore, et minore gleba; necesse item fuerit, utraque pari gradu concitari, parem vero gradum appetitus in utraque ponere licet, ut si fingantur utraque in eodem esse gradu perfectionis, aut potestatis. Sed illud apud nos plurimum valet. Quoniam imperfecta est haec opinio, quamvis causam ab eius auctoribus allatam veram esse concedamus. Neque enim administratur ille motus ab ea causa solum, sed aliae multae concurrunt praeter finem: efficiens [scilicet] et alia principia per accidens, ut removens impedimentum et ipsa mobilis rei natura quae cuncta motus in actu causa sunt. Divus Thomas et post ipsum Albertus Saxon, arbitrati sunt, geminam esse gravitatem, ac levitatem in elementis: alteram sane, quam inquit esse per se et naturalem atque alteram quam adventitiam reputant, illam inquit, sequi vim generantis et in proprio loco servari, hanc in processu motus acquiri ex *eoque* fieri, ut maiore impetu moveantur in processu corpora naturalia. Rem vero sic esse persuadent experientiis illis, quae supra a nobis allatae sunt, [d]um doceremus etiam in absentia moventis adhuc in mobili conservari vim quandam a qua mobile concitetur, ac si primum movens adesset. Igitur intermisso primi moventis impulsu fit adhuc motus, non ob aliud, nisi *quod* etiam superest in ea vis quaedam, propter quam eodem motu cietur quo pridem movebatur. Verum *quoque* aliena est illa vis et ad sciticia, remittitur assidue, sed in iis, quae secundum naturam moventur, amplificatur: idcirco velocius agitantur. Ita quando nos cursum maiore quodam nixu arripimus, etiam in eius fine vix continere nos possumus. Quod *si quis* interroget auctores huius opinionis: undenam proficiscatur, et quid impetus iste sit. Ad hoc respondent, ipsum esse qualitatem quandam, atque illam quidem potestatem quippe potestatem ad motum, ad illud vero dicunt; eam a forma comparari per motum. Attamen in exponenda quaestione huiusce causae videntur ipsam iterum cum effectu commutare: quaeritur [enim] causa velocitatis in motu; eam vero dicunt ipsi facultatem esse, atque habilitatem, si rursus eos interroges, undenam habilitas ista proficiscatur; aiunt a motu, hic autem, aut accipitur, quatenus velox, aut simpliciter, *quod* si simpliciter accipitur: ergo motus ipsemet erit sibi causa suae velocitatis, quod si quia velox. Erit igitur causa, quam tamen ipsi quaestioni pro effectu supponunt. Inter iuniores Lud. Buccaf. statuit mobile agitare et quasi impellere medium ea ratione quia primam medii partem commoveret, atque propelleret. Haec vero postea contiguus suum motum communicaret. Ab his autem ita commotis mobile ipsum ferri. Quoniam vero mobili prevenerit, reddere motum eius faciliorem. Sed cum in fine motus impetus maior a mobili comparatus sit, aer etiam magis affectus ad excipiendum motum: hinc fieri ut velocior ille motus in fine reddatur. Addunt alii praeter

и за счет этого легче уступает место вещам, которые через него проходят. Отсюда следует, что чем дольше тело движется, тем больше оно нагревает среду и тем больше оно ее разрежает и, кроме того, делает ее более способной к разрежению. Тем самым движение может осуществляться все легче и, следовательно, быстрее. Так, стрела будет двигаться все быстрее по мере движения прежде всего, если из-за движения она нагревается; но, по мнению Аристотеля, она нагревается настолько, что, если бы она была свинцовой, она бы расплавилась, и тем не менее стрела движется, постепенно замедляясь.

Все это, как мне кажется, совершенно искажает природный порядок, поскольку движение *предшествует* нагреванию среды. Однако те, кто придерживается указанного мнения, устанавливают разрежение *перед* движением и таким образом полагают эффект тем, что по природе предшествует своей причине; а это, конечно же, совершенно абсурдно.

Некоторые комментаторы приписывают причину эффектов такого рода силам самого места. Однако не все они представляют их одинаково, но мы видим, что они истолковывают силы места двумя различными способами. Одни, как мы указали выше, считают, что место обладает силой сохранять тело. Так, по естественной склонности все тела стремятся к сохранности, и именно поэтому тела стремятся к своему естественному месту – как наиболее соответствующему их бытию...

Другие говорят, что в месте находится сила, притягивающая тело, подобно тому как в магните наличествует сила, способная притягивать железо. Но, возражая против последних, не будет ли верным то, что чем больше тело, тем больше оно сопротивляется притягивающим силам? По-видимому, это так. Как следствие, бóльшие тела падали бы медленнее, чем меньшие. Не любое расстояние могло бы быть пройдено твердым телом, так же как не на любом расстоянии железо может быть сдвинуто магнитом, потому что сила естественной способности конечна. Это мнение, кроме того, разрушило бы силу аристотелевских аргументов, благодаря которым мы признаем, что от центра другого мира, каким бы отдаленным он ни был, Земля устремлялась бы к центру нашего [мира], поскольку здесь она не движется, если только притягивающая способность, существующая в центре нашего [мира], могла бы туда простирались... Итак, хотя ценность этого аргумента не слишком велика, тем не менее он применим против тех, кто приписывает месту притягивающую силу.

Если ты прибавляешь естественную склонность, ты противоречишь сам себе.

---

haec aëris illius impulsus qui iugiter mobili succedens ipsum magis expellit, ideoque effici, ut eius motus sit velocior, corrogant hic more consueto loca multa ex Arist. cum ex 8 Phys, tum etiam ex 4 de Coelo, quibus de hoc impulsu mentio facta est, ut opinionem suam confirment. Quoniam vero contra faciunt verba contextus Aristotelici quibus significatur ex additione gravitatis fieri motum velociorem in fine; respondent hanc non esse veram mentem Aristotelis, sed eum ita pro hominum vulgique opinione fuisse locutum, neque ullo modo recipiunt auctoritatem Aristotelis in eo loco. Caeterum de loci illius veritate mox: interea monstremus eam esse falsam quam ipsi profitentur. Primum [enim] in idem absurdum videntur incidere, atque D. Thomas et Albertus, qui impetum ilium adventitium causam esse velocitatis asseverant, nam cum effectu causam commutant: siquidem velint impulsus aëris huiusce rei causam esse, qui quidem fit a mobili. At quearere licet, undenam mobile vim habeat impellendi aërem et magis impellendi, quo longius fertur. Et cum maior impulsus sit ex maiore velocitate, causa igitur eius eventus non erit impulsus, ut aiunt, sed velocitas Et quomodocumque erit gravitas quam ipsi repudiant, nam quod velocius agitur, est gravius quod item medium magis opprimatur est ex gravitate, quae item magis operabitur in eo subiecto quod est grave aut leve simpliciter, quam in eo quod est tale quodammodo. Verum sit haec adscititia quaedam velocitas, seu gravitas, cur in processu non minuitur? Accedit eodem *quod* pari pacto pellunt partes medii quo pelluntur, et minus in progressu quod magis distant a virtute movente: naturale [enim] movens in progressu debilitatur, nisi afficiat ad formam, quod sane huic adscititiae virtuti non conceditur».

Против Аверроэса некоторые возражают (хотя и приводя при этом ошибочный аргумент), что то, чего более всего недостает, то и является наиболее желаемым. Но места недостает более всего, когда от него находишься дальше, чем когда находишься ближе. Действительно, чем больше тело удалено от своего места и от своей формы, тем быстрее оно туда продвигается и располагает себя там. Однако, несомненно, те, кто так рассуждает, не видят, что влечение, которое является причиной движения, более велико в материи, которая ближе, чем в той, которая дальше от цели. Таким образом, растение не желает зрения, крот – света, тогда как человек, будучи слепым, желал бы этих вещей превыше всего, поскольку он очень близок к зрению. Таким же образом материя не желает блага, которого она не может испытывать, и среди тех, что она может испытывать, она желает те, что к ней наиболее близки. Это происходит, на мой взгляд, подобно тому, как любовник, ожидающий свою подругу, с приближением назначенного часа желает ее все больше, так что час кажется ему очень долгим временем.

Я не вижу, как авторы этой теории могли бы избежать вывода о том, что коль скоро [движущая] сила больше [в начале] движения, [тела] должны двигаться быстрее [в начале]; в самом деле, они совершили неосмотрительную ошибку, перепутав степень лишенности со степенью силы, как если бы они были связаны. Поскольку совершенно верно то, что в начале больше лишенности, [напротив], и меньше [активной] силы, и как следствие, сила увеличивается, а лишенность уменьшается. Стало быть, как будет показано в другом месте, они путают протяженность [*latitude*] силы с ее степенью; действительно, протяженность силы больше в начале движения (как и расстояние между наиболее теплым и наиболее холодным в восемь степеней), но степень силы увеличивается впоследствии, поскольку холодное в пятой степени легче становится наиболее холодным, чем наиболее горячее; таким образом, сила и естественная склонность увеличиваются не по протяженности, а по степени.

Обратимся теперь к другим аргументам.

Некоторые думают, что действенность вообще должна приписываться степени формы, а не количеству материи (*мы* с этим не согласны), поскольку степень влечения одинакова и в большей, и в меньшей части материи; из этого следовало бы с необходимостью, что обе должны были бы двигаться с одинаковой степенью [скорости]; так как можно установить в каждой из них одинаковую степень влечения, как если бы они были в одной и той же степени силы или совершенства. Итак, именно это существенно. Эта теория, однако, несовершенна, хотя причина, которую приводят эти авторы, кажется нам верной. Действительно, скорость не определяется единственно этой причиной, но многие другие причины, помимо конца, также приносят свой вклад, а именно действующая причина, и еще другие принципы; также и устранение препятствия, и природа самого движущегося тела – все эти причины становятся по совпадению причинами движения.

Св. Фома и вслед за ним Альберт Саксонский считали, что в стихиях присутствует двойная тяжесть и легкость: одна – та, которую называют *per se* и естественной, и другая – та, которую считают привходящей: последняя, говорят они, происходит из порождающей силы и сохраняет предмет в его собственном месте; она приобретает в процессе движения и именно благодаря этому природные тела движутся с последовательно возрастающим

импетусом. Так и быть, в самом деле, они доказывают это опытом, на который мы ссылались выше; в частности, когда мы узнали, что даже в отсутствие двигателя в теле сохраняется некоторая сила, которая заставляет его двигаться вперед, равно как если бы присутствовал первый двигатель. Именно потому в отсутствие воздействия первого двигателя движение осуществляется исключительно потому, что в теле остается некоторая сила, благодаря которой оно следует тому же движению, что и прежде. Верно, однако, то, что эта сила – внешняя и привходящая и что она постепенно иссякает, но в предметах, которые движутся естественно, она возрастает, именно поэтому они перемещаются быстрее.

Если мы спросим других авторов этой теории, откуда происходит и чем является этот *импетус*, они ответят – на последний вопрос, – что это некая тяжесть, и подлинная сила, и просто сила движения. На первый вопрос они отвечают, что эта сила происходит из формы движения. Кажется, однако, что в изучении этого вопроса сторонники такого мнения снова путают причину со следствием. Действительно, причину скорости ищут в движении, а они говорят, что эта причина является способностью или склонностью. Но если, напротив, ты спросишь их, откуда происходит эта склонность, они скажут, что она происходит из движения. Итак, последнее рассматривается либо как стремление [*rapide*], либо просто как движение; говоря попросту, само движение будет, таким образом, причиной своей собственной скорости; и им же оно является, если предположить, что оно есть стремление. И вновь, стало быть, в качестве причины полагается то, что в данном вопросе ими самими предполагается как следствие.

Среди современников Лодовико Буккафига считает, что движущееся тело колеблет и некоторым образом сжимает всю среду, равно как оно колеблет ближайшую часть среды и толкает ее. Последняя после этого сообщает свое движение другим смежным частям, и тело движимо последними, также колеблемыми. И так как они располагаются впереди тела, его движение происходит легче. Но поскольку к концу движения движущий тело *импетус* увеличивается, воздух также с большей легкостью воспринимает движение. Отсюда получается, что движение становится быстрее к своему завершению.

Другие добавляют еще подталкивающее действие воздуха, который, непрерывно следуя за телом, двигает его вперед – оттого его движение и становится быстрее. Это обычно подкрепляют ссылками на многочисленные цитаты из Аристотеля, выдернутые как из восьмой книги «Физики», так и из четвертой книги трактата «О небе», в которых упоминается об этом подталкивании. Контекст Аристотеля, однако, противоположен этой интерпретации. Ведь он говорит, что движение становится быстрее к концу по причине прибавления тяжести. На это они отвечают, что на самом деле идея Аристотеля заключается не в этом, но что он говорил так для простоты и что они в этом пункте не принимают авторитета текстов Аристотеля. Впрочем, мы будем отстаивать истинность этих утверждений вместо него. Вместе с тем мы собираемся показать, что доктрина, которой они учат, ложна. Поскольку, прежде всего, кажется, что они впадают в то же заблуждение, что и святой Фома и Альберт, которые допускали побочный *импетус* в качестве причины скорости. То есть они путали следствие и причину; действительно, они считают подталкивающее действие воздуха причиной скорости, хотя это подталкивание происходит от тела. Кроме того, можно задаться вопросом,

откуда тела извлекают силу для того, чтобы толкать воздух, и толкать его тем сильнее, чем дольше они движутся. Так как более сильные толчки происходят от большей скорости, причиной этого явления будут, таким образом, не толчки, как они говорят, а скорость. И наконец, этой причиной будет тяжесть, от которой они отказываются: так как то, что движется быстрее всего, является наиболее тяжелым, и если среда сперва стеснена, то причиной тому является тяжесть; последняя прежде будет действовать в предмете, который тяжел или легок *сам по себе* [*simpliciter*], чем в том, который является таким лишь случайным образом. В действительности если эта тяжесть или скорость являются лишь приводящими, почему они постепенно не уменьшаются? Сюда добавляется также то, что части среды толкают по мере того, как толкают их самих, и тем меньше, чем дальше они находятся от источника движения. Действительно, естественный двигатель постепенно ослабевает, если только он не приводит предмет к его форме, что, конечно же, нельзя сказать об этом источнике движения.

Бонамико далее объясняет, почему феномен ветра не противоречит этому предположению<sup>69</sup>: ветер – это нечто очень сложное и состоящее из движения воздуха и паров, которые являются для него истинной причиной скорости ветра. Также он считает, что, вообще говоря, побочный *импетус* не может объяснять ускорение, поскольку он возникает из него, и что следует, напротив, допускать, что в движущемся теле еще до движения есть импетус.

Кроме того, не отвергает ли Аристотель утверждения тех, кто полагает, что движение ускоряется именно за счет толчков, поскольку в этом случае оно бы замедлялось к концу, а вовсе не увеличивало бы скорость, и поскольку меньшее тело легче приводилось бы в движение, чем большее. Таким образом, кажется, что тяжесть есть причина скорости, коль скоро то, что тяжелее, падает быстрее. И если во многих местах [в своих текстах] Аристотель помещает эту отталкивающую силу в воздухе, так это потому, что именно ее природа использует при движении снарядов; но мы говорим здесь о естественном движении. Я заключаю, таким образом, что, пытаясь доказать, что движение свойственно стихии *по определению*, они приписывают движению причину, которая движется по совпадению: на самом деле они хотят считать, что тело движимо средой. Однако такое движение является передаваемым – т. е. движением по совпадению. Потому, желая отойти от Аристотеля, они впадают в заблуждение.

В замечательном изложении Бонамико нам предлагается содержательный обзор затруднений и критики, с которыми сталкивается аристотелевская физика. Тем не менее он не всегда

<sup>69</sup> Ibid. P. 413 sq.: «Obiicies hic ventos qui vires acquirunt eundo, et velociore vehementioresque fiunt. An eius eventus causa non habet locum in elemento; siquidem eius motionis quam vulgus ventum vocat, duae sunt partes, prima quae vero ventus est exhalatio videlicet, quae propter diversa principia motus agitur in latum et quodammodo praeter naturam. Altera est aer contiguus et movetur quidem aer ea velocitate qua cietur exhalatio et in principio vehementius; eius signum quod apud nos prima die boreae sunt vehementiores: at vero propter continuitatem aeris in progressu multae partes eius concitantur; itaque maior est motus, neutiquam tamen velocior nisi forte in angustum contrahantur, cumque contineri nequeant magno impetu erumpant, aut quod cum in angusto parva materiae copia consistat, ab eadem vi vehementius agatur. Non igitur aer commotus agit velocius exhalationem, sed ab ea semper agitur. Ergo etiam et in motu elementi non magis agent elementum, quam ab ipso agatur. Quam ob rem impetus in mobili praecedat oportet. Praeterea nonne reicit Aristoteles illorum dicta qui putant impulsus facere motum velociorem, quod in fine langueret, non autem augeretur et quia facilius impelleretur mobile minus, quam maius? Videtur etiam gravitas esse causa velocitatis, quoniam id quod gravius est, fertur velocius. Quod sicubi impulsus ilium in aere collocavit Arist. ille est quo natura utitur in motu projectorum: at nos de motu naturali nunc agimus. Mitto quod dum student defendere motum ilium in elemento per se inesse, causam faciunt quae moveat per accidens: volunt enim mobile a medio ferri: atqui haec est vectio; ea vero est motus per accidens. Ita fit ut cum ab Aristotele discedere cupiunt, turpissime quoque labantur».



очень точен<sup>70</sup> и не очень полон<sup>71</sup> – ни в отношении средневековых авторов, ни даже в том, что касается современников. Так, если он упоминает Буккафигу, пересказывает Скалигера<sup>72</sup>, он ни слова не говорит ни о Тарталье, ни о Кардано, ни даже о Бенедетти. И если можно допустить, что по крайней мере Кардано (который принимает в разных произведениях две противоположные точки зрения) и даже Тарталья не привнесли чего-либо существенного в физику импетуса, то это отнюдь не будет верно в отношении Бенедетти; потому нам следует уделить ему внимание.

---

<sup>70</sup> Так, он приписывает св. Фоме, аристотелику наиболее строгого пошива, доктрины Альберта Саксонского.

<sup>71</sup> Средневековые дискуссии о природе движения и ускорения обладали куда большим изобилием и сложностью, чем о том оставляет предполагать Бонамико. См. работы, цитируемые выше.

<sup>72</sup> Этот фрагмент о маленьком колесе, вращающемся в кругообразной впадине, был дословно заимствован из работы Скалигера (*Scaligeri I. C. Exotericarum exercitationum. Liber XV. De subtilitate* (Париж, 1557). Exercitatio XXVIII: De motu projectorum). Ср.: *Duhem P. Études sur Léonard de Vinci. Vol. III. P. 200.*

### 3. Физика импетуса: Бенедетти

Джованни Баттиста Бенедетти<sup>73</sup> – решительный сторонник «парижской» физики. Он, как и его непосредственные предшественники, считает, что объяснение движения снаряда, предложенное Аристотелем, никуда не годится. Потому он говорит нам<sup>74</sup>:

Аристотель в конце восьмой книги «Физики» выдвигает предположение, что тела, движимые насильно, отделившись от источника движения, движутся или движимы в течение некоторого времени воздухом или водой, которые следуют за ними. А этого не может происходить, поскольку воздух, который, дабы избежать пустоты, проникает в место, оставленное телом, не только не толкает тело, но скорее задерживает его. Действительно, [при таком движении] воздух насильно выталкивается телом и отделяется им от его предстоящей части; потому он ему сопротивляется. Кроме того, насколько воздух уплотнен в предстоящей части, настолько же он разрежается в пройденной части. Таким образом, насильственно разрежаясь, воздух не позволяет телу продвигаться с той же скоростью, с которой оно было брошено, ибо все действующее, действуя, претерпевает. Именно поэтому, коль скоро воздух движим телом, само тело задерживается воздухом. Ведь это разрежение воздуха является не естественным, а насильственным; и по этой причине он ему сопротивляется, он тащит тело к себе, поскольку природа не допускает, чтобы между этими двумя вещами [т. е. между снарядом и воздухом] была пустота; потому они всегда смежны, и так как тело не может отделиться от воздуха, тем самым его скорость находит препятствие.

Таким образом, убывающая скорость снаряда объясняется вовсе не реакцией среды; совсем напротив, эта реакция может лишь препятствовать ему. Что касается самого движения, будь оно насильственным или естественным, оно всегда объясняется движущей силой, имманентной телу<sup>75</sup>.

<sup>73</sup> Дж. Б. Бенедетти известен несколько лучше, чем его современники и предшественники, см.: *Lasswitz K. Geschichte der Atomistik*. Vol. II. S. 14 sq.; *Vailati G. Le speculazione di Giovanni Benedetti sul moto de gravi* // *Rendiconti dell'Accademia Reale delle scienze de Torino*, 1897–1898, перепечатано в: *Vailati G. Scritti*. Leipzig; Firenze, 1911; *Wohllwill E. Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes* // *Zeitschrift für Völkerpsychologie*. Vol. XV. P. 394 sq.; *Galilei und sein Kampf für die Kopernikanische Lehre*. Vol. I. S. 111; *Duhem P. De l'accélération produite par une force constant*. P. 885 sq.; *Études sur Léonard de Vinci*, Vol. III. P. 214 sq.; *Bordiga G. G. B. Benedetti* // *Atti de Reale Istituto Veneto*, 1925–1926. Vol. 85. P. 585–737. Тем не менее, хотя более известный, все же он недостаточно известен. Потому мы считаем необходимым посвятить ему несколько страниц.

<sup>74</sup> *Benedetti G. B. Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber* (Турин, 1585). P. 184: «*Disputationes de quibusdam placitis Aristotelis*. Cap. XXIV. *Idem vir gravissimus an bene senserit de motibus corporum violentis et naturalibus*. Aristoteles in fine. 8. physicorum sentit corpus per vim motum et separatum a primo movente, moveri aut motum esse per aliquod tempus ab aere, aut ab aqua, quae ipsum sequuntur. Quod fieri non potest, quia imo aer, qui in locum desertum a corpore subintrat ad fugandum vacuum, non solum hoc corpus non impellit, sed *potius* id cohibet à motu, quia aer per vim a corpore ducitur retro, et divisus a parte anteriori a dicto corpore, resistit similiter et quantum dictus aer in dicta parte condensatur, tantum in posteriori rarefit, unde per vim sese rarefaciens non permittit, ut dictum corpus cum ea velocitate fugiat, cum qua aufugeret, quia omne agens in agendo patitur. Quam ob rem cum aer a dicto corpore rapiatur, corpus quoque ipsum ab aere rapitur. Huiusmodi autem rarefactio aeris naturalis non est, sed violenta; et hanc ob causam resistit, et ad se trahit, sed non sufferente natura, ut inter unum et aliud ex dictis corporibus reperiatur vacuum; idcirco sunt haec semper contigua et mobile corpus aerem deserere cum nequeat, eius velocitas impeditur. Huiusmodi igitur corporis separatim a primo movente velocitas oritur quadam naturali impressione ex impetuositate recepta à dicto mobili, quae impressio et impetuositas, in motibus rectis naturalibus continuo crescit, cum perpetuo in se causam moventem, id est propensionem eundi ad locum ei à natura assignatum habeat».

<sup>75</sup> *Ibid.* P. 286: «*Epistola*, Illustr. Joanni Paulo Capra Novarensi Sabaudiae Ducis..., *De revolutione rotae putealis et aliis problematibus*. Omne corpus grave, aut sui natura, aut vi motum, in se recipit impressionem et impetum motus, ita ut separatum a virtute movente per aliquod temporis spatium ex seipso moveatur; nam si secundum naturam motu cieatur, suam velocitatem semper augebit, cum in eo impetus et impressio semper augeantur, quia coniunctam habet perpetuo virtutem moventem. Unde manu movendo rotam ab eaque; eam removendo, rota statim non quiescit, sed per aliquod temporis spatium circunvertetur»; см. текст, цитирован-

Всякое тяжелое тело, движущееся как естественным, так и насильственным образом, принимает само в себя импетус – некоторое давление [*impression*] движения такого рода, что, будучи отделенным от источника движения, оно продолжает двигаться само по себе в течение некоторого промежутка времени. Коль скоро, стало быть, тело движется естественным образом, импетус и *оттиск* [*impressio*], которые существуют в нем, непрерывно возрастают, поскольку оно постоянно соединено с источником движения. Этим также объясняется то, что, когда колесо приводится в движение рукой, а затем руку отнимают, колесо не останавливается сразу же, но продолжает вращаться в течение некоторого времени<sup>76</sup>.

Что же такое *импетус*, эта движущая сила, причина движения, имманентная телу? Сложно сказать. Это род свойства, силы или способности, которая сообщается телу или, точнее, пропитывает, насыщает его вследствие и благодаря его связи с двигателем (который обладает этой силой), вследствие и благодаря своей связи с движением. Это также род формы [*habitus*], которую воспринимает движущееся тело, и тем более, чем *дальше* оно подчиняется воздействию двигателя. Таким образом, например, если праща бросает камень дальше, чем его кидает рука, то это потому, что в праше он совершает *большое число* вращений – что как раз и «надавливает» [*impressionne*] на него более длительное время<sup>77</sup>.

Истинная причина, по которой тяжелое тело забрасывается дальше пращой, нежели рукой, состоит в следующем<sup>78</sup>: коль скоро оно вращается в

ный выше в конце cap. XXIV, p. 184: «Huiusmodi igitur corporis sepatatim a primo movente velocitar oritur a quadam naturali impressione, ex impetuositate recepta a dicto mobili».

<sup>76</sup> Ibid. P. 160.

<sup>77</sup> Ibid.

<sup>78</sup> Ibid.: «De Mechanicis. Cap. XVII. De vera causa. 12. questionis mechanica. Vero ratio cur multo longius corpus aliquod grave impellatur funda, quam manu, inde oritur, quod circumvolvendo fundam, maior impressio impetus motus fit in corpore gravi, quam fieret manu, quod corpus liberatum deinde cum fuerit a funda, natura duce, iter suum a puncto, a quo prosiliit, per lineam contiguam giro, quem postremo faciebat, suscipit. Dubitandumque non est, quin dicta funda maior impetus motus dicto corpori imprimi possit, cum ex multis circumactibus, maior semper impetus dicto corpori accedat. Manus autem eiusdem corporis motus, dum illud ipsum circumvolvitur (pace Aristotelis dixerim) centrum non est, neque funis est seinidiameter. Immo manus quam maxime fieri potest in orbem cietur; qui quidem motus in orbem, ut circumagatur etiam ipsum corpus, cogit, quod quidem corpus, naturali quadam inclinatione, exiguo quodam impetu jam incepto vellet recta iter peragere, ut in subscripta figura patet, in qua e significat manum, a corpus, ab lineam rectam tangentem girum *aaaa* quando corpus liberum remanet. Verum quidem est, impressum ilium impetum, continuo paulatim decrescere unde statim inclinatio gravitatis eiusdem corporis subingreditur, quae sese miscens cum impressione facta per vim, non permittit ut linea *ab* longo tempore recta permaneat, sed cito fiat curva, cum dictum corpus a duabus virtutibus moveatur quarum una est, violentia impressa, et alia natura, contra opinionem Tartaleae qui negat corpus aliquod motibus violento et naturali simul et semel moveri posse. Neque est silentio praetereundus hac in re quidam notatu dignus effectus qui eiusmodi est quod quanto magis crescit impetus in corpore *a* causatus ab augmente velocitatis giri ipsius e tanto magis oportet, ut sentiat se trahi manus a dicto corpore *a*. mediante fune, quia quanto maior impetus motus ipsi *a* est impressus, tanto magis dictum corpus *a*, ad rectum iter peragendum inclinatur, unde ut recta incedat tanto majore quoque vi trahit».

праще, движение производит в теле большее давление [*impression*] импетуса, нежели это сделала бы рука, таким образом, что тело, высвобожденное из прачи, движимое естественно, следует своему пути по линии, смежной повороту, который оно совершило в последний момент. И не следует ставить под сомнение, что прача может сообщать телу больший импетус, поскольку вследствие множественных вращений тело получает все больший импетус. Что касается руки, поскольку она заставляет тело вращаться, она не является центром его движения (что бы ни говорил об этом Аристотель), и хорда не равна половине диаметра.

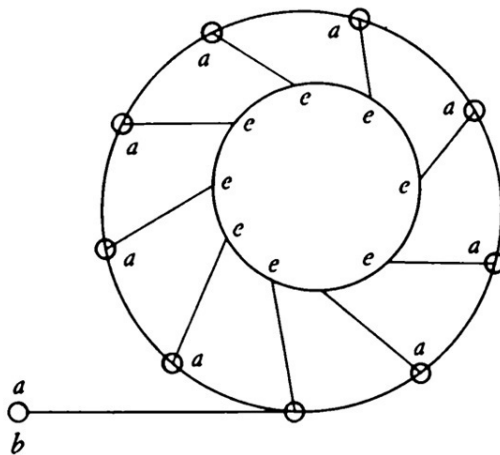
Это значит, что кругообразность движения, о которой говорит Аристотель, не играет здесь никакой роли. Кроме того, круговое движение производит в теле импетус, который заставляет его двигаться *по прямой*.

Итак, этот запечатленный [*impressus*] импетус непрерывно убывает, и постепенно вкрадывается стремление тяжести, которая, соединяясь (смешиваясь) с давлением [*impression*], совершаемым силой, не позволяет, чтобы линия *ab* долгое время оставалась прямой; довольно скоро она становится изогнутой, потому что рассматриваемое тело движимо двумя причинами, одна из которых – воздействующая сила, а другая – природа. Это противоречит точке зрения Тарталья, который отрицает, что какое-либо тело может быть движимо одновременно двумя движениями – естественным и насильственным.

Объяснение, которое приводит Бенедетти, может вполне справедливо показаться довольно запутанным. Что, по правде сказать, не должно было бы нас чрезмерно удивить: с понятием импетуса действительно связано много путаницы.

По сути, оно лишь переводит на «научный» язык представление, основанное на обыденном опыте, на свидетельство здравого смысла.

Что же, в самом деле, такое импетус, *la forza*, *virtus motiva*, если не конденсация, если можно так выразиться, мышечного усилия или рывка? Это понятие также прекрасно согласуется с «фактами» (реальными или воображаемыми), которые составляют эмпирическое основание средневековой динамики, в особенности с «фактом» начального ускорения снаряда: этот факт объясняется тем, что импетусу требуется какое-то время, чтобы захватить тело. Кроме того, все мы знаем, что, чтобы перепрыгнуть через препятствие, нужно разбежаться и что телега, которую толкают или которую тянут, трогается с места медленно, постепенно увеличивая скорость – ей также нужно разогнаться. Также ни для кого не секрет – это знают даже дети,



играющие в мяч: чтобы как следует ударить в цель, нужно отойти на некоторое расстояние, не становиться слишком близко от этой цели, чтобы дать мячу разогнаться<sup>79</sup>.

Импетус, давление [*impression*], качество или способность движения – все это нечто, что передается от движущего тела к движимому и что, войдя в движимое тело, или впитавшись в него, или запечатлевшись [*impressionné*] в нем, воздействует на это тело; оно также противостоит другим качествам или способностям – даже естественным, ведь импетусы взаимно стесняют друг друга и с трудом могут сосуществовать в движимом теле. Таким образом, импетус насильственного движения, как нам объясняет Бенедетти в одном очень любопытном тексте, делает тот предмет, в котором он находится, более легким<sup>80</sup>:

Из отклонения частей округлых тел к оси движения следует, что волчок, который поворачивается вокруг своей оси с большой силой, продолжает стоять в течение некоторого промежутка времени практически прямо на своем кончике, не наклоняясь ни в одну из сторон более, чем в другую, по отношению к центру мира, поскольку в таком движении каждая из его частей стремится не единственно и не абсолютно к центру мира, но гораздо более [стремится двигаться] перпендикулярно линии направления так, что такое тело необходимым образом должно продолжать стоять прямо. И если я говорю, что его части не склоняются абсолютным образом к центру мира, я говорю это потому, что, несмотря ни на что, они никогда не лишены абсолютно такого рода склонности, благодаря которой тела сами стремятся к этой точке. Верно, однако, и то, что, чем быстрее движется тело, тем менее оно стремится к ней;

<sup>79</sup> Баллистики и артиллеристы Ренессанса, придерживаясь идеи, вполне устоявшейся, что два движения не могут сосуществовать в одном теле без взаимной борьбы, верили, что пушечное ядро (как и всякий снаряд) начинает с движения *по прямой линии*, потом, когда его движение или его движущая сила иссякают, оно падает *вертикально* на землю, при этом две перпендикулярные части траектории соединены сегментом круга. Тарталья, который занимался баллистикой и даже опубликовал таблицу подъемов для стрельбы из пушек, излагал в своей *Nuova Scienza* (1537) традиционную теорию, при этом заявляя, с другой стороны, что траектория *всегда изогнутая*. Действительно, именно Галилей, а не Тарталья, как часто утверждается, и даже не Бенедетти кто впервые ясно осознал, что траектория движения снаряда искривляется с самого начала.

<sup>80</sup> *Benedetti G. B. Op. cit. P. 285: «Epistola, Illustr. Joanni Paulo Capra Novarensi Sabaudiae Ducis... De motu molae et trochi, de ampullis aquae, de claritate aeris et Lunae noctu fulgentis, de aeternitate temporis et in finito spacio extra coelum, coelique figura... Quaeris a me litteris tuis, an motus circularis alicuius molae molendinarie, si super aliquod punctum quasi mathematicum, quiesceret, posset esse perpetuus, cum aliquando esset mota, supponendo etiam eandem esse perfecte rotundam et levigatam. Respondeo huiusmodi motum nullo modo futurum perpetuum, nec etiam multum duraturum, quia praeterquam quod ab aere qui ei circumcirca aliquam resistantiam facit stringitur, est etiam resistantia partium illius corporis moti, quae cum motae sunt, natura, impetum habent efficiendi iter directum, unde cum simul iunctae sint, et earum una continuata cum alia. Dum circulariter moventur patiuntur violentiam, et in huiusmodi motu per vim unitae manent, quia quanto magis moventur, tanto magis in iis crescit naturalis inclinatio recta eundi, unde tanto magis contra suammet naturam voluntur, ita ut secundum naturam quiescant, quia cum eis proprium sit, quando sunt motae, eundi recta, quanto violentius voluntur, tanto magis una resistit alteri, et quasi retro revocat eam, quam antea reperitur habere. Ab eiusmodi inclinatione rectitudinis motus partium alicuius corporis rotundi fit, ut per aliquod temporis spacium, trochus cum magna violentia seipsum circumagens, omnino rectus quiescat super illam cuspidem ferri quam habet, non inclinans se versus mundi centrum, magis ad unam partem, quam ad aliam, cum quaelibet suarum partium in huiusmodi motu non inclinet omnino versus mundi centrum, sed multo magis per transversum ad angulos rectos cum linea directionis, aut verticali, aut orizontis axe, ita ut necessario huiusmodi corpus rectum stare debeat. Et quod dico ipsas partes non omnino inclinare versus mundi centrum, id ea ratione dico, quia non absolute sunt unquam privatae huiusmodi inclinatione, quae efficit ut ipsum corpus eo puncto nitatur. Verum tamen est, quod quanto magis est velox, tanto minus premit ipsum punctum, imo ipsum corpus tanto magis leve remanet. Id quod aperte patet sumendo exemplum pilae alicuius arcus, aut alicuius alterius instrumenti, seu machinae missilis, quae pila quanto est velocior, in motu violento, tanto maiorem propensionem habet rectius eundi, unde versus mundi centrum tanto minus inclinat, et hanc ob causam levior redditur. Sed si clarius hanc veritatem videre cupis, cogita illud corpus, trochum scilicet, dum velocissime circumducitur secari, seu dividi in multas partes, unde videbis illas omnes, non illico versus mundi centrum descendere sed recta horizontaliter, ut ita dicam, moveri. Id quod a nemine adhuc (quod sciam) in trocho est observatum. Ab huiusmodi motu trochi, aut huius generis corporis, clare perspicitur, quam errent peripatetici circa motum violentum alicuius corporis, qui existimant aerem qui subintrat ad occupandum locum a corpore relictum, ipsum corpus impellere, cum ab hoc, magis effectus contrarius nascatur. ... Illud, nihil, Aristotelis extra Coelum nullo modo nobis inservit prò eiusdem Coeli spherica rotunditate, cum cuiusque alterius ex infinitis figuris Coelum ipsum esse possit, secundum suam superficiem convexam. Nam Coelum ea ratione sphericum non est, quod magis sit capax, quia ei innumerabiles alias figuras adeo magnas poterat concedere causa divina: sed sphaericum est effectum, ne partem aliquam haberet sui termini superfluum, quia nullum corpus a breviori termino quam a spherico terminari potest».*

иными словами, что рассматриваемое тело становится все более легким. Это хорошо показывает пример стрелы, выпущенной из лука, или любой другой машины, которая чем стремительнее в своем насильственном движении, тем больше имеет склонность двигаться прямо, т. е. тем менее стремится к центру мира – иными словами, она становится более легкой. Но если ты хочешь увидеть эту истину более ясным образом, представь себе, что пока это тело, т. е. волчок, очень быстро вращается, его разрезают или делят на большое множество частей; тогда ты увидишь, что они не опустятся в тот же миг к центру мира, но будут двигаться, если можно так выразиться, к горизонту. Это (насколько мне известно) никогда еще не наблюдалось на примере волчков. И пример такого волчка или другого тела подобного рода хорошо показывает, в каком пункте перипатетики ошибаются, говоря о насильственном движении – движении, которое, как они считали, вызвано реакцией воздуха... в то время как в действительности среда играет совершенно иную роль.

\*\*\*

Среда в аристотелевской физике играет двойную роль; она одновременно является и сопротивлением, и двигателем: физика импетуса отрицает движущее действие среды. Бенедетти добавляет, что даже замедляющее действие среды было истолковано неверно, прежде всего – Аристотелем. О чем неверно рассудил Аристотель или, точнее, о чем он вовсе не рассуждал, так это о роли математики в естествознании. Потому он практически везде заблуждается. Лишь основываясь на «несокрушимом фундаменте» математической философии (что, по сути, значит основываясь на Архимеде), мы можем заменить теорию Аристотеля более совершенной теорией.

Таким образом, Бенедетти всецело осознает важность своего предприятия. Он даже встает в героическую позу<sup>81</sup>:

<sup>81</sup> Ibid. P. 168 sq.: «*Disputationes de quibusdam placitis Aristotelis: Tanta est certe Aristotelis amplitudo atque autoritas, ut difficillimum ac periculosum sit quidpiam scribere contra quam ipse docuerit, et mihi praesertim, cui semper visa est viri illius sapientia admirabilis. Veruntamen studio veritatis impulsus, cuius ipse amore in seipsum si viveret excitaretur, in medium quaedam proferre non dubitavi, in quibus me inconcussa mathematicae philosophiae basis, cui semper insisto ab eo dissentire coegit. Cap. II: Quaedam supponenda ut constet cur circa velocitatem motuum naturalium localium ab Aristotelis placitis recedamus.* Cum suscepimus provinciam probandi quod Aristoteles circa motus locales naturales deceptus fuerit, sunt quaedam primo verissima et objecta intellectus per se cognita praesupponenda, ac primum quaelibet duo corpora, gravia aut levia, aequali similique figura sed ex materia diversa constantia, eodemque modo situm habentia, eandem proportionem velocitatis inter suos motus locales naturales, ut inter suam et pondera aut levitates uno in eodemque medio, servatura. Quod quidem natura sua notissimum est si considerabimus non aliunde maiorem tarditatem, aut velocitatem gigni, quam a. 4. causis (dummodo medium uniforme sit et quietum) idest a maiori aut minori pendere aut levitate; a diversa figura, a situ eiusdem figurae diversae respectu lineae directionis, quae recta inter mundi centrum et circumferentiam extenditur; et ab inaequali magnitudine. Unde patebit, quod figuram non variando, nec in qualitate nec in quantitate, neque eiusdem figurae situm, motum fore proportionatum virtuti moventi, quae erit pondus aut levitas. Quod autem de qualitate, de quantitate et situ eiusdem figurae dico, respectu resistentiae ipsius medii dico: Quia dissimilitudo aut inequalitas figurarum, aut situs diversus non parum alterat dictorum corporum motus, cum figura parva facilius dividat continuitatem medii, quam magna; ut edam celerius idem facit acuta, quam obtusa; et illa quae cum angulo, qui antecedit movebitur velocius quam illa quae secus. Quotiescunque igitur duo corpora unam eandemque resistentiam ipsorum superficiebus, aut habebunt aut recipient, eodem motus inter seipsos eorum plane modo proportionati consurgent quo erunt ipsorum virtutes moventes; et e converso, quotiescunque duo corpora unam eandemque gravitatem aut levitatem et diversas resistentias habebunt, eorum motus inter seipsos eandem proportionem sortientur, quam habebunt eorum resistentiae converso modo; quae quidem resistentiae inter seipsas eandem proportionem quam ipsarum superficies habebunt, aut in qualitate sola figurae, aut in quantitate sola, aut in situ, aut in aliquibus ex dictis rebus, eo tamen modo qui superius positus fuit, ut scilicet corpus illud quod alteri comparatum, aequalis erat ponderis, aut levitatis sed minoris resistentiae, existet velocius altero, in eadem proportionem cuius superficies resistentiam suscipit minorem ea quae alterius est corporis, ratione facilioris divisionis continuitatis aeris, aut aquae. Ut exempli gratia, si proportio superficie corporis maioris superficie minoris sesquitertia esset, proportio velocitas dicti corporis maioris, velocitati corporis minoris, esset subsesquitertia, unde velocitas minoris corporis maior esset velocitate corporis maioris quemadmodum quaternarius numerus ternario maior existit».

Именно в том и состоит, – говорит он нам, – величие и авторитет Аристотеля, что сложно и опасно писать что-то против того, чему он учил; в особенности для меня, кого всегда восхищала мудрость этого человека. Тем не менее подгоняемый заботой об истине, любовью к которой, если он бы он был жив, он сам был бы воспламенен <...> я не колеблюсь сказать, ради общего блага, каким образом несокрушимые основания математической философии заставляют меня отделиться от него.

Коль скоро взялись доказывать, что Аристотель ошибался в вопросе местных естественных движений<sup>82</sup>, мы должны начать с рассмотрения некоторых вполне истинных вещей, которые разум знает из самого себя: во-первых, что любые два тела, тяжелые или легкие, равного объема и похожие по форме, но составленные из различной материи и расположенные одинаковым образом, при естественных местных движениях будут обнаруживать пропорциональность своих тяжестей или легкостей в различных средах. Это совершенно очевидно по природе, если принимать во внимание, что бо́льшая скорость или медленность (если среда остается однородной и покоящейся) проистекает не из чего иного, как из четырех следующих причин, а именно а) из большей или меньшей тяжести или легкости; б) из различия форм; в) из расположения формы по отношению к линии направления, по которому она простирается, – прямой между центром мира и окружностью; и, наконец, г) из неравной величины [движимых тел]. Из чего ясно, что если не меняется ни форма (ни в качестве, ни в количестве), ни положение этой формы, то движение будет пропорционально движущей способности, которая есть тяжесть или легкость. Итак, то, что я сказал о качестве, о количестве и о расположении одинаковых фигур, я говорю и в отношении сопротивления одинаковых сред. Ведь несходство или неравенство фигур или различное расположение рассматриваемых тел заметным образом изменяет движение рассматриваемых тел, поскольку малая форма легче делит непрерывность среды, нежели большая, так же как заостренная делает это быстрее, чем затупленная. Подобным образом тело, которое движется острием вперед, сперва будет двигаться быстрее, чем то, которое так не движется. Стало быть, каждый раз, когда два тела сталкиваются с одинаковым сопротивлением, их движения будут пропорциональны их движущей способности; и наоборот, каждый раз, когда два тела будут иметь одну и ту же тяжесть или легкость при различных сопротивлениях, их движения будут иметь между собой отношение, обратное отношению сопротивлений <...> и если одно тело, сравнимое с другим, т. е. такой же тяжести или легкости, но с меньшим сопротивлением, оно будет быстрее, чем другое, в том же соотношении, в каком его поверхность производит меньшее сопротивление, чем поверхность другого тела <...> Таким образом, например, если соотношение поверхности большего тела к поверхности меньшего тела было бы 4 : 3, скорость меньшего тела была бы больше скорости большего тела настолько, насколько четверное число больше тройного.

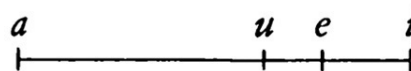
Последователь Аристотеля мог бы и даже должен был бы согласиться со всем этим. Однако, говорит Бенедетти, нужно допустить еще кое-что, а именно<sup>83</sup>

<sup>82</sup> Речь идет о перемещении как одном из видов движения, которые выделял Аристотель.

<sup>83</sup> Ibid. P. 169: «*Disputationes de quibusdam placitis Aristotelis*. Cap. II. ...Aliud quoque supponendum est, velocitatem scilicet motus naturalis alicuius corporis gravis, in diversis mediis, proportionatam esse ponderi ejusdem corporis in iisdem mediis; ut exempli

что естественное движение тяжелого тела в различных средах пропорционально тяжести этого тела в этих же средах. Таким образом, к примеру, пусть общая тяжесть некоторого тяжелого тела будет представлена отрезком  $ai$  и пусть это тело расположено в любой среде, плотность которой меньше, чем его собственная (поскольку, будь оно расположено в среде более плотной [чем оно само], оно было бы не тяжелым, а легким, как это показывает Архимед); эта среда отнимает от нее часть  $ei$  таким образом, что действует только часть  $ae$  данного веса; и если бы это тело было расположено в какой-то другой, более плотной среде, но все же менее плотной, чем само тело, эта среда вычитала бы часть  $ui$  вышеупомянутого веса и оставляла бы свободной часть  $ai$ .

Я утверждаю, что скорость тела в менее плотной среде будет относиться к скорости того же тела в более плотной среде как  $ui$  к  $ei$ , поскольку скорости соразмерны только движущим силам; это согласуется с причиной, по которой мы утверждаем, что эти скорости будут соотноситься как  $ui$  к  $ei$ , так как скорости пропорциональны только движущим силам (если фигуры одинаковы в качественном и количественном отношении, а также по своему расположению).



Сказанное теперь, очевидно, согласуется с тем, что мы написали выше, поскольку говорить, что соотношение скоростей двух разнородных, но сходных по форме, величине и т. д. тел, в одинаковой среде равно соотношению тяжестей самих этих тел – это то же самое, что говорить, что скорости одного и того же тела в различных средах пропорциональны весу упомянутого тела в этих же самых средах.

Конечно же, Бенедетти по-своему прав. Если скорости пропорциональны движущим силам и если часть движущей силы (тяжести) нейтрализована действием среды, решающее значение приобретает не что иное, как остающаяся часть, и во все более плотных средах скорость тяжелого тела уменьшается по арифметической прогрессии, а не по геометрической, как хотелось думать Аристотелю. Но рассуждение Бенедетти, основанное на гидростатике Архимеда, разделяет совсем не те основания, что рассуждения Аристотеля: для Аристотеля тяжесть тела является одним из его постоянных и абсолютных свойств, а не относительным свойством, как для Бенедетти и «древних»<sup>84</sup>. Именно поэтому тяжесть, по Аристотелю, скажем так, в различных сопротивляющихся ей средах действует вся целиком<sup>85</sup>. Поэтому Бенедетти считает, что физика Аристотеля показывает, что ему

gratia, si pondus totale alicuius corporis gravis significatum erit ab  $ai$  quo corpore posito in aliquo medio minus denso, quam ipsum sit (quia in medio se densiore si poneretur, non grave esset, sed leve, quemadmodum Archimedes ostendit), illud medium subtrahat partem  $ei$  unde pars  $ae$  eiusdem ponderis libera maneat; et posito deinde eodem corpore in aliquo alio medio densiore, minus tamen denso quam ipsum sit corpus, hoc medium subtrahat partem  $ui$  dicti ponderis, unde pars  $au$  eiusdem ponderis remanebit. Dico proportionem velocitatis eiusdem corporis per medium minus densum, ad velocitatem eiusdem per medium magis densum futuram ut  $ae$  ad  $au$  ut est etiam rationi consonum, magis quam si dicamus huiusmodi velocitates esse, ut  $ui$  ad  $ei$  cum velocitates a virtutibus moventibus solum (cum figura una, eademque in qualitate, quantitate situque erit) proportionentur. Quae nunc diximus, plane similia sunt iis, quae supra scripsimus, quia idem est dicere proportionem velocitatum duorum corporum heterogeneorum, sed similitum figura, et magnitudine aequalium, in uno solo medio, æqualem esse proportioni ponderum ipsorum, ut si dicamus proportionem velocitatum unius solum corporis per diversa media eandem esse cum ea quae est ponderum dicti corporis in iisdem mediis».

<sup>84</sup> См. выше.

<sup>85</sup> Именно поэтому полученная в результате скорость – это доля веса по сопротивлению.



неизвестна была причина тяжести или легкости тел, которая заключается в плотности тяжелых и разреженности легких тел, а также в большей или меньшей плотности или разреженности сред<sup>86</sup>.

Плотность или разреженность – вот абсолютные свойства тел. Вес, т. е. тяжесть, и легкость являются не чем иным, как следствиями. И Бенедетти, чтобы помочь нам избежать заблуждения, в которое мы могли бы легко впасть, предупреждает<sup>87</sup>, что

соотношение тяжестей одного и того же тела в различных средах не выводится из соотношения их плотностей. Отсюда необходимым образом возникают неравные соотношения скоростей; в частности, скорости тяжелых или легких тел одной и той же формы или материи, но различной величины составляют в своих естественных движениях в одинаковой среде соотношение совершенно отличное от того, о котором говорил Аристотель;

среди прочего,

при равном весе меньшее тело будет более быстрым,

потому что сопротивление среды будет меньшим...<sup>88</sup>

По мнению Бенедетти, Аристотель совершенно неправильно понимал движение. Аристотель ошибался как в том, что касается естественных движений (ведь не сумел понять и того, что

прямолинейное движение природных тел, направленное вверх или вниз, не является естественным по преимуществу и само по себе<sup>89</sup>),

так и в том, что касается насильственных движений, так как он не усмотрел ни то, что прямолинейное движение – движение туда и обратно – непрерывно и совершается без остановки<sup>90</sup>, ни то, что движение по прямой может быть бесконечным во времени, хотя и конечным в пространстве: для этого достаточно, чтобы оно постепенно замедлялось<sup>91</sup>.

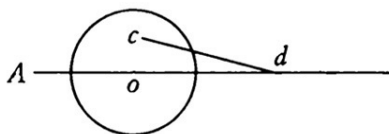
<sup>86</sup> Benedetti G. B. Op. cit. P. 185: «Disputationes. Cap. XXVI. ...manifeste indicat [Aristoteles] se causam nec gravitas, nec levitatis corporum naturalium nosce, quae est densitas aut raritas corporis gravis, aut levis, maior densitate aut raritate medii permeabilis, in quo reperitur».

<sup>87</sup> Ibid. P. 172: Cap. VI. *Quod proportionales ponderum eiusdem corporis in diversis mediis proportionales eorum mediorum densitatum non servant. Unde necessario inaequales proportionales velocitatum producuntur*, Cap. VII. *Corpora gravia aut levia eiusdem figurae et materiae sed inaequalis magnitudinis, in suis motibus naturalibus velocitatis in eodem medio proportionem longe diversam servatura esse quam Aristotelivisum fuerit*. А именно соотношение будет арифметическим, а не геометрическим.

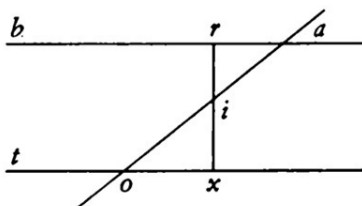
<sup>88</sup> Ibid. Cap. VIII. ср.: Cap. XVIII.

<sup>89</sup> Ibid. P. 184: «Cap. XXV. ...Motus rectus corporum naturalium sursum aut deorsum non est naturalis primo et per se».

<sup>90</sup> Ibid. P. 183. Cap. XXIII. *Motum rectum esse continuum vel dissentiente Aristotele*. Достаточно рассмотреть прямолинейное движение, производимое вращением круга: движение туда и обратно точки *d*, скользящей вдоль линии *A*, не предполагает остановки.



<sup>91</sup> Ibid. P. 186. Cap. XXIX. *Dari continuum infinitum motum super rectam atque finitam lineam*. Достаточно представить себе движение точки *i* вдоль линии *xr*, если линия *ao* вращается вокруг точки *a*. Точка *o* скользит в направлении *t*, а точка *i* никогда не достигнет *r*.



Совершенно ясно, что главная ошибка Аристотеля – в том, что он пренебрег несокрушимыми основаниями математической философии или даже исключил их из физики.

\*\*\*

Тем не менее список ошибок, присутствующих в аристотелевской физике, еще не окончен<sup>92</sup>. Мы подошли теперь к самой серьезной ошибке – отрицанию пустоты. Действительно, Бенедетти недвусмысленно указывает нам на это: доказательство несуществования пустоты, приведенное Аристотелем, ошибочно.

Как известно, невозможность пустоты доказывается Аристотелем от противного: в пустоте (т. е. в отсутствии всякого сопротивления) движение осуществлялось бы с бесконечной скоростью<sup>93</sup>. Однако это абсолютно неверно, считает Бенедетти. Если верно, что скорость пропорциональна относительной тяжести тела (т. е. его абсолютной тяжести, из которой вычли – но не разделили на – сопротивление среды), то из этого непосредственно вытекает, что скорость не увеличивается бесконечным образом, и если устранить сопротивление, то скорость вовсе не становится бесконечной<sup>94</sup>.

Но для того, чтобы представить это еще проще, вообразим себе бесконечное множество телесных сред, одна из которых более разреженная, чем другая – в том соотношении, которое нам угодно, начиная с единицы, и представим также тело  $Q$ , более плотное, чем первая среда.

Скорость этого тела в первой среде, очевидно, будет конечной. Ведь если мы расположим его в различных средах, которые мы себе представили, его скорость, по-видимому, будет возрастать, но никогда не сможет перейти некоторый предел. Таким образом, движение в пустоте вполне возможно.

Но каким должно быть это движение? Т. е. какова будет его скорость? Аристотель считал, что если движение в пустоте было бы возможно, тогда соотношение скорости различных тел в пустоте было бы таким же, как в заполненном пространстве. И здесь он также ошибался. Это утверждение<sup>95</sup>

абсолютно неверно. Ведь в заполненном пространстве соотношение внешних сопротивлений отнималось бы от соотношений тяжестей, а оставшееся определяет соотношение скоростей, которое было бы нулевым, если бы соотношение сопротивлений было равно соотношению тяжестей; по этой причине в пустоте они будут иметь иные соотношения скоростей, нежели в заполненном пространстве, а именно: скорости различных тел (т. е. тел, составленных из различной материи) будут пропорциональны конкретным значениям их абсолютных тяжестей, т. е. их плотностям. Что касается тел,

---

<sup>92</sup> Ibid. P. 195. Cap. XXXVI. *Minus sufficienter explosam fuisse ab Aristotele opinionem credentium plures mundos existere.*

<sup>93</sup> См. выше.

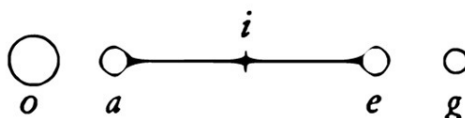
<sup>94</sup> Benedetti G. B. Op. cit. P. 179: «Cap. XIX. *Quam sit inanis ab Aristotele suscepta demonstratio quod vacuum non detur. ... Ut igitur idem facilius ostendamus, comprahendamus imaginatione infinita media corporea, quorum unum altero rarius sit, in qua placuerit nobis ex proportionibus, incipiendo ab uno, imaginemur etiam corpus  $Q$  densius primo medio, cujus corporis totalis gravitas sit  $ab$  et positum in ipso medio...*» Отсюда следует, что скорость тяжелых тел в пустоте будет не бесконечной, но конечной.

<sup>95</sup> Ibid. P. 174: «Cap. IX. *An recte Aristoteles diseruerit de proportionibus motuum in vacuo.* Cum vero Aristoteles circa finem cap. 8 lib. 4 physicorum subiungit quod eadem proportionibus dicta corpora moverentur in vacuo, ut in pleno, id pace eius dictum sit plane erroneum est. Quia in pleno dictis corporibus subtrahitur proportio resistentiarum extrinsecarum a proportionibus ponderum, ut velocitatum proportio remaneat, quae nulla esset, si dictarum resistentiarum proportio, ponderum proportioni aequalis esset, et hanc ob causam diversam velocitatum proportionem in vacuo haberent ab ea, quae est in pleno».

составленных из одинаковой материи, в пустоте у них будет одна и та же естественная скорость<sup>96</sup>;

это доказывается следующими доводами<sup>97</sup>:

Пусть даны два однородных тела – *o* и *g*, и пусть *g* равно половине *o*. Пусть даны также два других тела, гомогенных двум первым, *a* и *e*, каждое из которых равно *g*; представим, что оба тела расположены на концах одного отрезка, серединой которого является *i*; ясно, что точка *i* будет иметь такую же тяжесть, как центр *o*; следовательно, благодаря телам *a* и *e*, *i* будет двигаться в пустоте с той же скоростью, что и центр *o*. Но если данные тела *a* и *e* были бы разъединены указанной линией, то их скорость бы от этого не изменялась и каждое из них, следовательно, двигалось бы так же быстро, как и *g*. Таким образом, *g* двигалось бы так же быстро, как *o*.



Движение в пустоте<sup>98</sup>, одновременное падение гомогенных тел – мы уже достаточно далеко отошли от аристотелевской физики. Однако несокрушимые основания математической физики, модель архимедовой науки, всегда присутствующая в мысли Бенедетти, – все это не позволяет ему на этом остановиться<sup>99</sup>. Ошибка Аристотеля была не только в том, что он не допускал возможность пустоты в мире; он был неправ и в том, что выдумал ложный образ мира и подстроил под него свою физику. Именно его ложная космология (с точки зрения Бенедетти, это именно так, ведь он был коперниканцем<sup>100</sup>), основанная на идее завершенности, составляет фундамент его теории «естественного места». На самом деле<sup>101</sup>

не существует ни единого тела, будь оно внутри мира или вне его (что бы там ни говорил Аристотель), которое не имело бы своего места.

Что мешает нам утверждать существование мест за пределами мира?

Что мешает нам предположить, что за пределами неба находится бесконечное тело<sup>102</sup>? Конечно же, Аристотель это отрицает; однако его доводы нисколько не убедительны.

<sup>96</sup> Из одинаковой материи: тела из различной материи падают с различными скоростями.

<sup>97</sup> Benedetti G. B. Op. cit. P. 174: «Cap. X. Quod in vacuo corpora eiusdem materiae aequali velocitate moverentur. Quod supradicta corpora in vacuo naturaliter pari velocitate moverentur hac ratione assero. Sint enim duo corpora *o* et *g* omogenea, et *g* sit dimidia pars ipsius *o*. Sint alia quoque duo corpora *a* et *e* omogenea primis, quorum quolibet aequale sit ipsi *g* et imaginatione comprahendamus ambo posita in extremitatibus alicuius lineae, cuius medium sit *i* clarum erit, tantum pondus habiturum, punctum *i* quantum centrum ipsius *o* quod *i* virtute corporis *a* et *e* in vacuo eadem velocitate moveretur, qua centrum ipsius *o*: cum autem disiuncta essent dicta corpora *a* et *e* a dicta linea, non ideo aliquo modo suam velocitatem mutarent, quorum quodlibet esset quoque tam velox quam est *g*: igitur *g* tam velox esset quam *o*». См.: Ibid. Cap. XVIII. P. 179.

<sup>98</sup> См.: Ibid. P. 196. «Cap. XXXVII. An recte loquutus sit Philosophas de extensione luminis per vacuum». Очевидно, что Бенедетти считает, что пустота никоим образом не останавливает распространение света.

<sup>99</sup> См.: Ibid. P. 197. «Cap. XXXIX. Examinatur quant valida sit ratio Aristoteles de inalterabilitate Coeli. ...similiter de terra dici posset quando ipsa ita minus prospiceretur».

<sup>100</sup> См. ниже.

<sup>101</sup> Benedetti G. B. Op. cit. P. 181: «Cap. XX. ...hoc modo nullum est corpus, quod in mundo aut extra mundum (dicat autem Aristoteles quidquid voluerit) locum suum non habeat». Кроме того, пространство это не обволакивающая поверхность, это *промежутки*. Бруно говорит то же самое.

<sup>102</sup> Benedetti G. B. Op. cit. P. 181.: «Cap. XXI. Utrum bene Aristoteles senserit de infinito. ...nullum inconueniens sequeretur, quod extra coelum reperiri possit corpus aliquod infinitum, quamvis, id ipse nulla evidenti ratione inductus perneget. Sensit quoque,

В самом деле, он рассуждает, не приводя доказательств, и даже не указывает никакой причины того, что бесконечные части некоторой непрерывности не существуют актуально, но только потенциально; и в этом с ним не следует соглашаться, потому что если весь действительно существующий континуум актуален, то все его части будут актуальны, так как глупо считать, что вещи, существующие актуально, состоят из вещей, которые существуют лишь потенциально. И не следует также говорить, что непрерывность частей делает их существующими в потенции и лишенными всякой актуальности. Пусть, к примеру, дан непрерывный отрезок *ai*, разделим его на равные части точкой *e*; несомненно, что до деления половина *ae* (хотя она соединена с другой половиной, *ei*) настолько же актуально существующая, как и весь отрезок *ai*, хотя она и неотделима от нее в уме. И я утверждаю то же самое о половине *ae*, то есть о четвертой части всего отрезка *ai*, и то же самое – о восьмой части, и о тысячной, и о какой угодно.

Таким образом, бесконечное множество не менее реально, чем конечное; бесконечность в природе существует актуально, а не только лишь в качестве потенции; и актуальную бесконечность можно помыслить совершенно так же, как и потенциальную<sup>103</sup>.

---

absque eo, quod aliquam rationem proponat... infinitas partes alicuius continui esse solum in potentia, non item in actu, hoc non est illico concedendum, quia si omne totum continuum et re ipsa existens, in actu est, omnis quoque eius pars erit in actu, quia stultum esset credere, ea quae actu sunt, ex iis quae potentia existunt, componi. Neque etiam dicendum est continuationem earundem partium efficere, ut potentia sint ipsae partes, et omni actu privatae. Sit, exempli gratia, linea recta *ai* continua quae deinde dividatur in puncto *e* per aequalia, dubium non est, quin ante divisionem, medietas *ae* tam in actu (licet coniuncta cum alia *ei*) reperiretur, quain totum *ai* licet a sensu distincta non esset. Idem affirmo de medietate *ae* id est de quarta parte totius *ai* et pariter de octava, de millesima, et de quavis, ita ut essentia actualis infiniti hoc modo tota concedi possit, cum ita sit in natura...

<sup>103</sup> Ibid.: «multitudo non minus infinita quam finita intelligi potest».

## 4. Галилей

Обратимся теперь к Галилею.

В трактатах и сочинениях о движении, которые он составил в Пизе<sup>104</sup> и которые, как мы знаем, остались незавершенными, Галилей пытался последовательным и полным образом развить динамику «запечатленной силы» [*forse impressa*] – импетуса, о которой мы довольно долго говорили ранее, время от времени он также предпринимал попытки достроить математическую или, вернее, «архимедову» модель физики, начало которой, как мы только что видели, было положено в работах Дж. Б. Бенедетти. Поэтому мы обнаруживаем у него уже знакомые нам, только уже более систематизированные, сжатые и более ясно изложенные традиционные аргументы его предшественников из Парижской школы.

В тексте, написанном в Пизе, Галилей показывает себя решительным и даже ярким противником Аристотеля<sup>105</sup>.

Аристотель, говорит он нам, ничего не смыслил в естествознании<sup>106</sup>, в частности в том, что касается перемещения, он почти всегда был далек от истины. В самом деле, он не мог доказать, что двигатель должен непременно быть соединен с движущимся телом, не утверждая при этом, что брошенные тела движимы прилегающим воздухом<sup>107</sup>.

И Галилей приводит другие примеры явлений, которые аристотелевская теория не может объяснить. Может ли она, в самом деле, объяснить, почему тяжелое тело, например кусок свинца, при броске полетит дальше, чем легкое тело такого же размера? Или что продолговатые тела, такие как копье, летят лучше, чем короткие, причем тяжелым концом вперед? Разве можно согласиться с тем, что стрела, пущенная против ветра, движется за счет реакции воздуха? Разве можно объяснить реакцией среды сохраняющееся движение колеса, волчка и отполированной, покрытой чехлом мраморной сферы<sup>108</sup>?

Кроме того, аристотелевская концепция в самой себе содержит противоречие: действительно, если бы перемещение воздуха могло вызывать другое перемещение, тогда это явление воспроизводилось бы в свою очередь, и движение, начавшееся однажды, продолжалось бы неопределенно длительное время, и, более того, оно бы ускорялось. Однако одним из фундаментальных принципов аристотелевской динамики является то, что всякое движение ограничено и конечно. Наконец, Галилей приводит формальный аргумент: приписывая воздуху роль двигателя, Аристотель лишь смещает вопрос. И что более важно, он противоречит сам себе, ведь он самим своим молчанием в этом вопросе подтверждает, что *движущая способность запечатлена* [*impressa*] в воздухе: откуда такая привилегия и почему, раз уж нельзя обойтись без *движущей способности*, просто не признать, что она присутствует в движущемся теле во всех рассматриваемых случаях<sup>109</sup>?

<sup>104</sup> Опубликовано Антонио Фаваро в первом томе национального собрания сочинений Галилея: *De Motu // Le opere di Galileo Galilei*. Edizione nazionale. Vol. 1. Firenze, 1890. P. 251–419.

<sup>105</sup> Можно сказать, что записки *De Motu* («О движении») задуманы как критика аристотелевской динамики с точки зрения динамики «запечатленной силы» [*forse impressa*]. Критика зачастую жесткая и не всегда справедливая; Галилей в действительности отделяет динамику Аристотеля от его метафизики; движение для него является исключительно перемещением. Он также не всегда понимает мысль Аристотеля. Но можно сказать, что его манера понимать (или недопонимать) сама по себе является проявлением и следствием нового интеллектуального подхода.

<sup>106</sup> Ср.: *Galileo G. De Motu*. P. 265, 276, 285, 302 и в других местах.

<sup>107</sup> Ibid. P. 307: «*A quo moveantur projecta? Aristoteles, sicut fere in omnibus quae de motu locali scripsit, in hac etiam quaestione vero contrarium scripsit... Non poterat Aristoteles tueri, motorem debere esse coniunctum mobili, nisi diceret projecta ab aere moveri*».

<sup>108</sup> Ibid. P. 307 sq. *La sphaera marmorea* – излюбленный пример Тарталья.

<sup>109</sup> Ibid. P. 307. Это возражение, как нам известно, несправедливо: воздух – весьма благоприятствующая движению среда. См.: Ibid. P. 314: «*Concludamus igitur tandem, projecta nullo modo moveri a medio, sed a virtute motiva impressa a proiciente*».

Рассмотрим, к примеру, случай с камнем, подброшенным в воздух: камень поднимается, воспринимая таким образом определенное качество или способность, которая заставляет его подниматься. И поскольку способность подниматься – это свойство легких тел, то камень воспринимает не что иное, как род легкости. Именно эта легкость (неестественная) объясняет восходящее движение тела: это *запечатленная в нем способность* [*virtus impressa*] – способность движения [*virtus motiva*].

Однако эта движущая способность, иными словами, легкость, сохраняется в камне, отделенном от источника движения, двигателя, так же как жар сохраняется в железе, когда его отнимают от огня. Эта способность (запечатленная при броске) постепенно ослабевает в брошенном предмете, когда он отделился от метателя, подобно тому как тепло ослабевает в железе, удаленном от огня. Таким образом, камень возвращается в состояние покоя, подобно тому как железо возвращается к естественной для него холодности; и подобно тому, как существует способность (естественная и специфичная) тел, связанная с теплом, существует такая способность тел – связанная с движением. Одна и та же сила сообщается сперва тому телу, которое проявляет большее сопротивление, то есть наиболее тяжелому, нежели тому, которое менее сопротивляется (как тепло передается железу быстрее, нежели воздуху, и потому в первом сохраняется дольше); значит, железу движение передается быстрее, нежели свинцу<sup>110</sup>.

Для нас совершенно ясно, что, верный заветам своих предшественников<sup>111</sup>, Галилей развивает физику «запечатленной силы» [*force impressa*]. Эта сила, проявляющаяся в движении предметов, мыслится им исходя из прежней модели сил-качеств аристотелевской физики – качеств теплоты и холодности. Эти качества являются субстанциальными, по крайней мере в том смысле, что они могут отделяться от своего источника и могут передаваться другим телам. Они являются «естественными», поскольку присутствуют естественным образом и, стало быть, устойчивы; или же, напротив, это неестественные качества – они запечатлены [*imprimeés*] насильственным образом и, стало быть, преходящи. Таким образом, чтобы дать нам более ясное представление об этом понятии, Галилей предлагает нам очень удачный пример<sup>112</sup>, в котором говорится про колокол, который толкнули, тем самым заставив его качаться, благодаря чему он воспринял «качество звучания» и стал звенеть. Иными словами, колокол издает звон благодаря этой запечатленной [*imprimeé*] в нем способности, что объясняет, почему под действием единичного толчка колокол может издавать звон определенной длины. «Качество звучания», запечатленное [*imprimeé*] или переданное колоколу при толчке, не является естественным для колокола. Не более естественным является качество движения, переданное камню при броске. Но однажды запечатленное [*imprimeé*] или переданное, оно продолжает там пребывать; это качество принадлежит колоколу, камню, а не молотку или руке. Следовательно, это качество отныне обладает независимым существованием и не нуждается более в том, чтобы быть непрерывно связанным со своим источником: движение тела является действием силы (качество подвижности), которая в нем заключена. Нет вовсе никакой необходимости во внешнем двигателе для того, чтобы поддерживать это движение.

Из этой аналогии, очевидно, выводятся далекоидущие следствия, возможно, чересчур радикальные. По правде сказать, они куда более радикальны, чем хотелось бы думать некоторым историкам науки. Способность или качество движения не более естественно для камня

<sup>110</sup> Ibid. P. 310: «...virtus motiva, nempe levitas conservatur in lapide, non tangente qui movit; calor conservatur in ferro ab igne remote: virtus impressa successive remittitur in proiecto a proiciente absente; calor remittitur in ferro, igne absente: lapis tandem reducitur ad quietem; ferrum, similiter, ad naturalem frigiditatem redit: motus ab eadem vi magis imprimatur in mobili mugis resistenti quam in eo quod minus resistit, ut in lapide magis quam in pumice levi».

<sup>111</sup> Представление импетуса как качества, в частности его сравнение с теплотой, – это классический прием, применяемый со времен Фемистия. См.: Wohlwill E. Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes // Zeitschrift für Völkerpsychologie... Vol. XIV. 1883. S. 379. и выше.

<sup>112</sup> Galileo Galilei. De Motu. P. 310.

(для тела естественно находиться в покое), чем издавание звона – для колокола. Способность движения, как и «качество звучания», есть нечто, что «запечатлется» [*imprimé*] в предмете. Это еще и нечто, сущность чего заключается в действии<sup>113</sup>. «Качество звучания» является причиной звона, подобно тому как качество подвижности является причиной движения. И то и другое иссякает, производя соответствующий эффект – звон или движение. Потому колокол не звонит бесконечно, но в конечном итоге прекращает звонить и затихает. По той же причине и брошенный камень не летит бесконечно, но его движущая сила иссякает, и он останавливается, возвращаясь к покою<sup>114</sup>.

Галилей отстаивает очень твердую позицию в этом пункте: понятие качества или движущей силы, которую двигатель тем или иным образом запечатляет [*imprime*] в теле, позволяет дать исчерпывающее объяснение феномену броска. Нет никакой надобности обременять себя несуразными допущениями о реакции среды, придуманными Аристотелем.

Но разве понятие движущей силы, запечатленной [*imprime*] в теле, не подразумевает бесконечное продолжение движения? Иными словами, разве оно не позволяет сформулировать принцип инерции? Как известно, такого мнения придерживался не один известный историк науки. Во всяком случае, мнение Галилея не было таковым<sup>115</sup>. В отличие от многих своих предшественников (Кардано, Пикколомини, Скалигера), которые утверждали, что при определенных условиях (а именно когда движение происходит на горизонтальной поверхности) сообщенный импульс не иссякает<sup>116</sup>, Галилей решительно настаивает на принципиально преходящем характере импульса. Вечное движение остается невозможным и абсурдным просто потому, что движение – это результат действия движущей силы, которая иссякает по мере того, как ею производится движение<sup>117</sup>. Поэтому движение происходит, постоянно замедляясь, и невозможно было бы обозначить две точки, в которых скорость тела оказалась одинаковой. Галилей, который читал работы Бенедетти и знал, что движение может бесконечно замедляться<sup>118</sup>, считает, что этого более чем достаточно, чтобы доказать, что движение всегда с необходимостью должно прекращаться. Эта ошибка, по-видимому, объясняется тем, что Галилей невольно замещает расстояние временем и делает вывод об ограниченной длительности движения исходя из представления об ограниченности пройденного расстояния. Как бы то ни было, урок, который нам преподавал Галилей, не становится менее ценным, напротив, он чрезвычайно ценен для истории науки: физика импульса *несовместима с принципом инерции*.

<sup>113</sup> Ibid. P. 310: «...privatur lapis quiete: introducitur in campanam qualitas sonora contraria eius naturali silentio; introducitur in lapidem qualitas motiva contraria illius quieti».

<sup>114</sup> Ibid. P. 314: «Nunc... prosequamur ostendere, hanc virtutem successive diminui». Бенедетти также настаивает, что сообщенный импульс мало-помалу иссякает. Но как и его предшественники, он не выводит из этого все следствия, так как он, как и все, считает, что у насильственного движения есть начальное ускорение.

<sup>115</sup> Ibid. P. 314 sq.: «Caput... in quo virtutem motivam successive in mobili debilitari ostenditur». Главная причина, которую приводит Галилей, заключается в невозможности инерциального движения: «Quare, eadem argumentatione repetita, demonstrabitur, motum violentum nunquam remitti, sed eadem velocitate semper et in infinitum ferri, eadem semper manente virtute motiva; quod certe absurdissimum est: non ergo verum est, in motu violento posse duo puncta assignari, in quibus eadem maneat virtus impellens. Quod demonstrandum fuit».

<sup>116</sup> Duhem P. De l'accélération produite par une force constant. P. 887. И ниже, II с. 123.

<sup>117</sup> Galileo G. De Motu. P. 314: «Nec posse dari in eo motu duo puncta temporis, in quibus eadem sit virtus motiva».

<sup>118</sup> Ibid. P. 328: «Caput... in quo contra Aristotelem probatur, si motus naturalis in infinitum extendi posset, cum non in infinitum fieri velociorem... Velocitas augetur vel minuitur asymptotice», см. выше.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.