

История и методология механики

Лекция № 10

Евгений Алексеевич Зайцев

e_zaitsev@mail.ru

План лекции

Тема 1

Академии наук в Европе (в т.ч. в Петербурге).

Тема 2

Учение о механическом движении в трактате «Начала философии» Р. Декарта.
Понятие об инерциальном движении.

Академии наук в Европе

«Академия тайн природы» (Accademia secretorum naturae) в Неаполе (1560)

«Академия рысьеглазых» (Accademia dei Lincei) в Риме (1603)

«Академия дель Чименто» или «Академия опыта» (Accademia del Cimento) во Флоренции (1657)

Эти итальянские академии были созданы с целью пропаганды и расширения научных знаний в области физики на основе регулярных встреч, обмена идеями и проведения экспериментов.

Лондонское королевское общество (1660-1662)

Парижская академия наук (1666)

Берлинская академия наук (1701)

Петербургская академия наук (1725)

Возникновение научной периодики

«Philosophical Transactions of the Royal Society» (1665)

“Journal des Sçavants” (1665)

“Acta eruditorum” (1682)

Тема 2

Учение о механическом движении в трактате "Начала философии" Р. Декарта.
Понятие об инерциальном движении.

Понятие инерциального движения. Постановка проблемы

Понятие инерциального движения – «визитная карточка» классической механики.

Свойства инерциального движения определены первым законом Ньютона. Этот закон говорит о том, что тело, на которое не действуют силы, сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Если первая часть – о сохранении покоя – интуитивно ясна и не вызывает возражений, то вторая – о сохранении равномерного прямолинейного движения – напротив, представляется проблематичной. Опыт повседневной жизни учит нас обратному: всякое движение в отсутствии поддерживающей силы обречено, сначала, на замедление, а затем – на остановку.

Неудивительно, поэтому, что античности и средневековью вторая часть принципа инерции не была знакома.

Основной вопрос истории (классической) механики

«Как и в силу каких исторических обстоятельств формируется понятие об инерциальном движении?»

Рождение понятия инерции. Механика Галилея

Парадокс:

Историческими предшественниками («предтечами») понятия инерции и закона инерции были два тезиса Галилея, которые с формальной точки зрения этому закону противоречат.

Первый тезис: причиной движения, продолжающегося неопределенно долго с постоянной скоростью, является действие некоторой силы.

По традиции, идущей от средних веков, Галилей называл ее «импетусом» (использовал также другие термины).

В классической механике (в современном понимании) инерциальное движение не требует силы.

Инерциальность есть внутреннее свойство движения, не связанное с действием сил.

Сила не может быть причиной равномерного движения, ибо – по второму закону Ньютона – она вызывает его изменение, ускорение или замедление.

Рождение понятия инерции. Постановка проблемы

Второй «неортодоксальный» тезис Галилея: движение по инерции возможно лишь в форме движения по окружности («круговая инерция»).

Ключевой – качение шарика по окружности, центр которой совпадает с центром Земли. Такое движение не является естественным (шарик не приближается к центру Земли) и поэтому происходит без ускорения. Оно также не является насильственным (шарик не удаляется от центра Земли) и поэтому происходит без замедления. Галилей называл его «нейтральным» (от лат. *neuter* – ни то, ни другое).

В классической механике инерциальное движение осуществляется по прямой линии. Круговое движение не является инерциальным, так как происходит под действием центростремительной силы.

Таким образом, «инерциальные» тезисы Галилея являются , с одной стороны, предпосылками («предтечами») закона инерции классической механики, а с другой, «снимаются» в его окончательной формулировке, принятой в современных учебниках.

Средневековый импетус как «предшественник» понятия инерции

Представление о том, что продолжающееся движение происходит под действием силы, переданной двигателем телу, – теория импетуса – впервые появляется у Иоанна Филопона (VI в. н.э.).

Критикуя Аристотеля, считавшего, что двигателем является среда (воздух или вода), Филопон одновременно расширил список «инерциальных» движений, включив в него вращение тяжелого тела вокруг оси.

Основной пример инерциального вращения – движение мельничного жернова. Аргумент «от вращающегося жернова» присутствует в работах теоретиков импетуса XIV века (Буридан, Альберт Саксонский, Марсилиус Ингенский). К нему прибегали также сторонники теории импетуса в XV–XVI вв.

Другие технологические примеры «круговой» инерции:

- вращение гончарного круга в горизонтальной плоскости
- точильного камня – в вертикальной.

Средневековый импетус как «предшественник» понятия инерции

Идея импетуса не была плодом умозрительных построений; она опиралась на прогрессивные для того времени технологии.

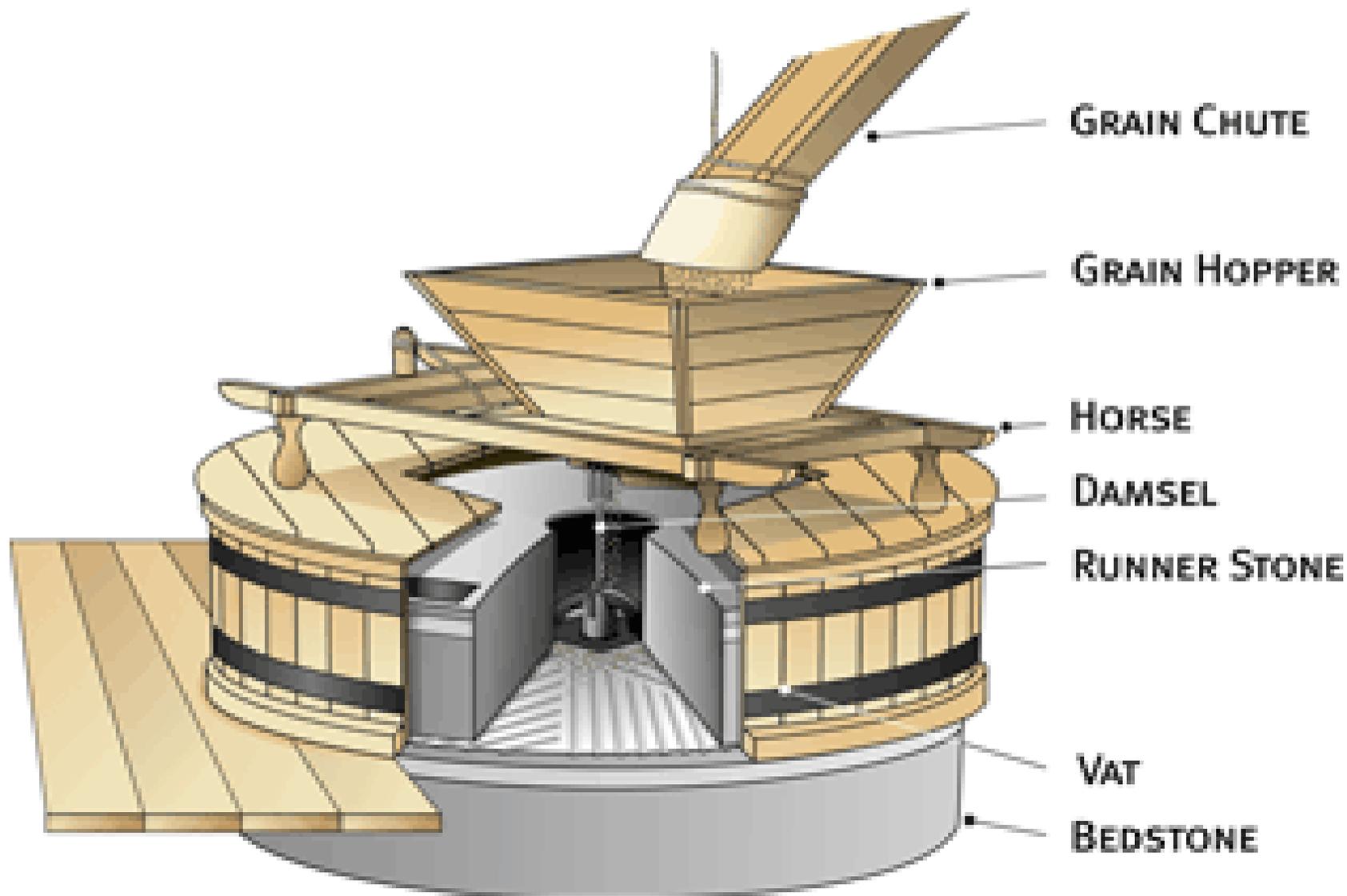
В античности при обмолоте зерна и заточке оружия использовалось в основном возвратно-поступательное движение – перемещение верхнего камня относительно нижнего, лезвия относительно бруска.

Главное в теории импетуса:

Инерциальное поступательное и вращательное движения не противопоставляются, но изучаются параллельно.

Инерциальное вращение мельничного жернова (Runner Stone)

CROSS SECTION OF THE MILLSTONES



Гончарный круг. Kasper Luiken, «Зерцало человеческих ремесел»
Spiegel van het menselyk bedryf, Amsterdam (1694)



Точильный брусок и точильный круг

Eadwine Psalter, XII в.

Изображение восходит к Утрехтской Псалтири IX в.



Джамбаттиста Бенедетти (1530 – 1590) – предшественник Галилея

Различение прямолинейного и кругового инерциальных движений

В работах Бенедетти есть два разных, взаимодополняющих подхода к трактовке движения по инерции.

В первом фрагменте он указывает, что всякое тяжелое тело (и даже каждая его часть) имеет от природы склонность к *прямолинейному движению*.

Она проявляется как при естественном (падение под действием тяжести), так и при насильственном движении.

Камень, выпущенный из вращающейся пращи, стремится продолжить движение по прямой линии.

Это – первая формулировка идеи прямолинейной инерции.

Джамбаттиста Бенедетти (1530 – 1590) – предшественник Галилея Различение прямолинейного и кругового инерциальных движений

Второй фрагмент посвящен вращению колеса и мельничного жернова в горизонтальной плоскости.

При вращении на тело действуют два импетуса.

Первый – *круговой* импетус действует на тело, как целое, вынуждая его продолжать вращение вокруг оси.

Второй – *прямолинейный* импетус, действует на каждую часть колеса в отдельности. Он направлен по касательной к соответствующей окружности.

Конфликт импетусов

Колесо, как целое, стремится продолжать вращение вокруг оси; но при этом каждая его часть стремится к движению по прямой.

Этот конфликт объясняет, согласно Бенедетти, замедление вращения колеса с последующей его остановкой.

И. Ньютон. Инерциальное движение по прямой и по кругу

Классическая формулировка закона инерции (прямолинейная версия)

И. Ньютон, «Математических началах натуральной философии» (1687) :

«Закон 1»:

Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного *прямолинейного* движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние».

Комментарий Р. Котса (редактор 2-го издания «Начал»):

«Всеми философами признается как общий закон природы, что всякое тело удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока оно не будет вынуждено приложенными к нему силами изменить это состояние».

И. Ньютон. Инерциальное движение по прямой и по кругу

Добавление Ньютона (круговая инерция):

«Волчок, коего части, вследствие взаимного сцепления, отвлекают друг друга от прямолинейного движения, не перестает вращаться (равномерно), поскольку это вращение не замедляется сопротивлением воздуха.

Большие же массы планет и комет, встречая меньшее сопротивление в свободном пространстве, *сохраняют свое как поступательное, так и вращательное движение* в продолжение гораздо большего времени».

Ньютон воспроизводит традиционное, уходящее своими корнями в «осень средневековья», представление об инерциальном вращении тяжелого тела вокруг оси.

Новая деталь теории Ньютона – ссылка на вращение небесных тел вокруг оси (суточное вращение).

Рене Декарт (1596-1650)
Портрет кисти Ф. Хальса (1648)



Декарт. Основные произведения

Философские произведения

- «Правила для руководства ума» (1701).
- «Разыскание истины посредством естественного света» (1701).
- «Мир, или Трактат о свете» (1664).
- «Рассуждение о методе, чтобы верно направлять свой разум и отыскивать истину в науках» (1637).
- «Первоначала философии» (1644).
- «Описание человеческого тела. Об образовании животного» (1664).
- «Размышления о первой философии, в коих доказывается существование Бога и различие между человеческой душой и телом» (1641).
- Переписка.

Естественнонаучные произведения

- «Диоптрика» (1637)
- «Метеоры» (1637)
- «Геометрия» (1637)

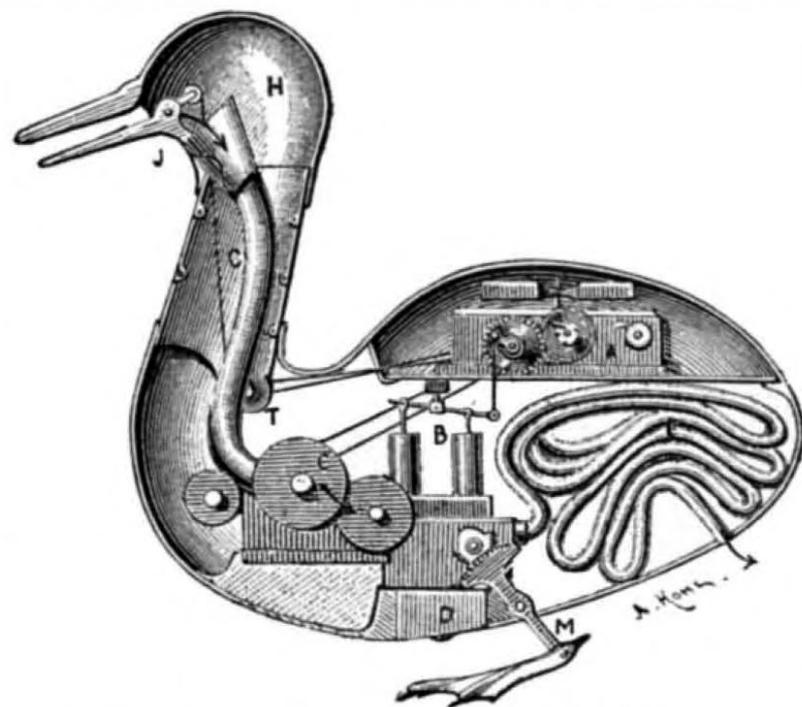
Декарт – ученый и философ

Очень редкое сочетание в одном лице выдающегося ученого, прежде всего, математика, и выдающегося философа.

Как математик Декарт известен, прежде всего, созданием аналитической геометрии, перекинувшей «мостик» между геометрией и алгеброй.

Как философ он известен тем, что наиболее последовательно стремился свести все многообразие форм движения в природе к механическому движению.

Парадокс Декарта состоит в том, что, будучи последовательным механицистом в философии, он – в отличие от Галилея, Гюйгенса, Ньютона и др. – не создал математической теории движения. Его механика, базировавшаяся на так называемой «теории вихрей», осталась чисто качественной.



INTERIOR OF VAUCANSON'S AUTOMATIC DUCK.

A, clockwork; *B*, pump; *C*, mill for grinding grain; *F*, intestinal tube; *J*, bill; *H*, head; *M*, feet.

Механика и физика в XVI в. (предыстория)

В XVI в. между механикой и физикой лежала «пропасть» (водораздел).

Водораздел между двумя дисциплинами определялся принципиальным различием природного и технического.

Физика – в духе аристотелевской натурфилософии – считалась наукой о причинах движения и покоя в природе, как таковой, т.е. в том сегменте окружающего мира, который существует вне человека и не затрагивается его практической деятельностью.

Механика, напротив, была наукой о техническом, искусственно созданном движении и покое, причем в очень узком значении этого слова.

Строго говоря, механика XVI в. (как и механика античности) была наукой о действии так называемых простых машин – рычага, блока, ворота, полиспаста, наклонной плоскости, винта.

Другой важный раздел механики, появившийся в XVI в., – внешняя баллистика, трактующая о полете артиллерийских снарядов.

Механика и физика в XVI в. (предыстория)

Иерархическое отношение между физикой и механикой. Приоритет принадлежал физике. Она была базисной дисциплиной.

Проблемы механики были достаточно узкими. Они сводились, в основном, к вопросу о преодолении действия тяжести при помощи «простых машин» или силы порохового взрыва.

Сосредотачиваясь на решении этих вопросов, механика отвлекалась от проблем, касающихся сущности явлений (что такое тяжесть, в чем причина падения тяжелых тел вниз и т.д.).

Эти общие вопросы считались прерогативой физики. В ней формировались ответы на них, которые затем в качестве оснований использовались в механике.

Физика в XVI в. оставалась аристотелевской.

Декарт. Размышление границы между физикой и механикой «Первоначала философии» (1644)

О мельчайших частицах, из которых состоят тела:

«Еще, быть может, спросят, откуда мне известны фигуры, размеры и движения мельчайших частиц всякого тела,— некоторые из них я определил так, словно я их видел, хотя я, несомненно, не мог их воспринять посредством чувств

На это я отвечаю: сначала я исследовал все ясные и отчетливые понятия, могущие быть в нашем разуме и касающиеся материальных вещей, и, не найдя иных, кроме понятий о фигурах, размерах и движениях и правил ... (правила же эти суть основоположения геометрии и механики), я заключил, что все знание, какое человек может иметь относительно природы, необходимо должно выводиться только отсюда ...»

Декарт. Размыивание границ между физикой и механикой.

«В этом отношении мне многое дал пример некоторых тел, созданных человеком: между машинами, сделанными руками мастеров, и различными телами, созданными одной природой, я нашел только ту разницу, что действия механизмов зависят исключительно от устройства различных трубок, пружин или иного рода инструментов, которые, будучи соразмерны руке мастера, всегда настолько велики, что их форму и движения легко увидеть, тогда как, напротив, трубки или пружины, вызывающие действия природных вещей, обычно бывают столь малы, что ускользают от наших чувств».

«Первоначала философии» IV, 203

«Вся моя физика есть ни что иное, как механика»

Из переписки Декарта (1639).

«Причины всех движений материальных тел те же, что и в искусственных машинах».

Из переписки Декарта (1642)

Механика и физика у Декарта. Размывание границ

«И ведь несомненно, что в механике нет правил, которые не принадлежали бы физике; поэтому все искусственные предметы вместе с тем и предметы естественные.

Так, например, часам не менее естественно показывать время с помощью тех или иных колесиков, из которых они состоят, чем дереву приносить плоды.

Вот почему, подобно часовщику, который, рассматривая не им сделанные часы, обычно в состоянии по некоторым видимым их частям судить о том, каковы остальные, невидимые для него, так и я, рассматривая действия и ощутимые частицы естественных тел, пытался узнать, каковы причины этих явлений и каковы невидимые частицы».

«Первоначала философии» IV, 203, французская версия)

Механика и физика у Декарта. Размывание границ

В латинской версии Декарт пишет не о часовщике, а вообще о «людях, у которых есть опыт работы с механизмами: зная принцип работы, они могут, рассматривая видимые части той или иной машины, сделать предположение относительно строения других ее частей, которые остаются невидимыми».

Проблема:

С одной стороны, для Декарта характерно последовательное отождествление естественного и искусственного, природы и механизма.

С другой стороны, в физике Декарта отсутствуют примеры *конкретных* машин и механизмов, которые могли бы стать моделями для природных процессов. Его физика чисто качественная.

Типичный пример: объяснение гравитации через «вихри»...

Принцип инерции. Трактат «О мире»

Декарт – как «предтеча» Ньютона в вопросе об инерции.

В трактатах «О мире» (1630-34) и «Первоначалах философии» (1644) он, характеризуя инерциальное движение, прибегает к тем же выражениям, которые впоследствии будут использованы Ньютоном:

Первое правило Декарта – сохранение состояния покоя или движения

«Первое правило заключается в следующем: каждая частица материи в отдельности продолжает находиться в одном и том же состоянии до тех пор, пока столкновение с другими частицами не вынуждает ее изменить это состояние.

Иными словами, если частица имеет некоторую величину, она никогда не станет меньшей, пока ее не разделят другие частицы; если эта частица круглая или четырехугольная, она никогда не изменит этой фигуры, не будучи вынуждена к тому другими;

если она остановилась на каком-нибудь месте, она никогда не двинется отсюда, пока другие ее не вытолкнут;

и раз уж она начала двигаться, то будет продолжать это движение постоянно с равной силой до тех пор, пока другие ее не остановят или не замедлят ее движения».

«О мире». Гл. 7 «О законах природы этого нового мира»

Принцип инерции. Трактат «О мире»

Третье правило Декарта – прямолинейность инерциального движения

«В качестве третьего правила я прибавлю, что, хотя при движении тела его путь чаще всего представляется в виде кривой линии и хотя невозможно произвести, как уже было сказано, ни одного движения, которое не было бы так или иначе круговым, тем не менее каждая из частиц тела в отдельности всегда стремится продолжать его *по прямой линии*. И таким образом, их действие, т. е. то, как они *склонны* двигаться, отличается от их движения.

Например, если заставить колесо вращаться вокруг своей оси, то, хотя все его части будут двигаться по кругу, так как, будучи соединены друг с другом, они не могут перемещаться иначе, склонны они передвигаться не по кругу, а *по прямой*. Это ясно видно, если какая-нибудь из частей случайно отрывается от других. Как только она окажется на свободе, она прекращает свое круговое движение и движется по прямой линии».

«О мире», гл. 7

Принцип инерции. Прямолинейность (продолжение)

«То же самое происходит и при вращении камня в праще.

Выскочив из пращи, камень летит совершенно прямо, но и, находясь в ней, он все время давит на середину пращи и натягивает веревку.

Это со всей ясностью доказывает, что камень постоянно имеет склонность двигаться по *прямой линии* и что по кругу он идет только по принуждению.

Это правило ... обусловлено лишь тем что Бог сохраняет каждую вещь посредством непрерывного действия* и, следовательно, сохраняет ее не такой, какой она, возможно, была некоторое время назад, а точно такой, какова она в тот самый момент, когда он ее сохраняет».

* - идея «продолжающегося творения» (creatio continua)

Принцип инерции. Прямолинейность (продолжение)

«Из всех движений одно только движение по прямой совершенно просто, и для понимания его природы достаточно рассмотреть один момент.

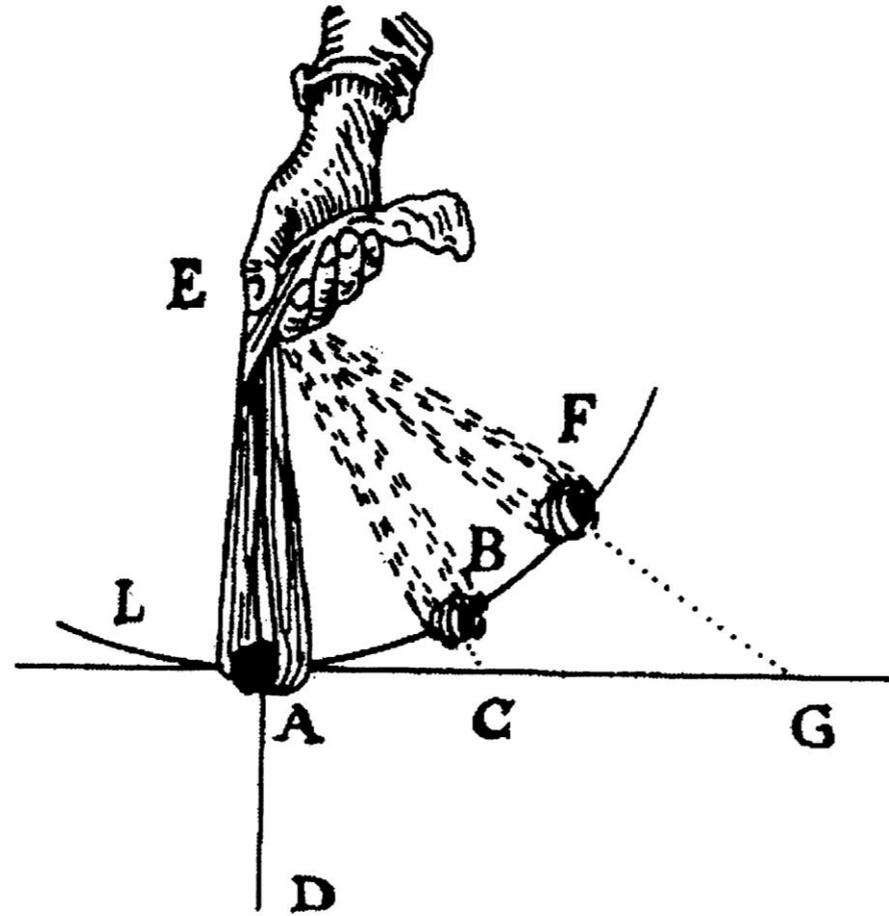
Ибо для того, чтобы представить его, достаточно помыслить, что некоторое тело совершает действие движения в определенную сторону, что бывает в каждый из моментов, которые могут быть определены в течение того времени, когда оно движется.

Напротив, для того чтобы представить круговое или какое-нибудь другое возможное движение, необходимо рассмотреть по крайней мере два таких момента, или, лучше, две его части, и существующее между ними отношение».

«О мире», гл. 7.

Прямолинейная инерция. Вращение камня в праще.

«Так, например, если камень движется в праще, следуя по кругу, обозначенному AB , и вы рассматриваете его в тот момент, когда он достигает точки A , то вы легко найдете, что он находится в состоянии движения (ибо он здесь не останавливается), а именно в состоянии движения к точке C (ибо как раз туда направлено это движение в настоящий момент)».

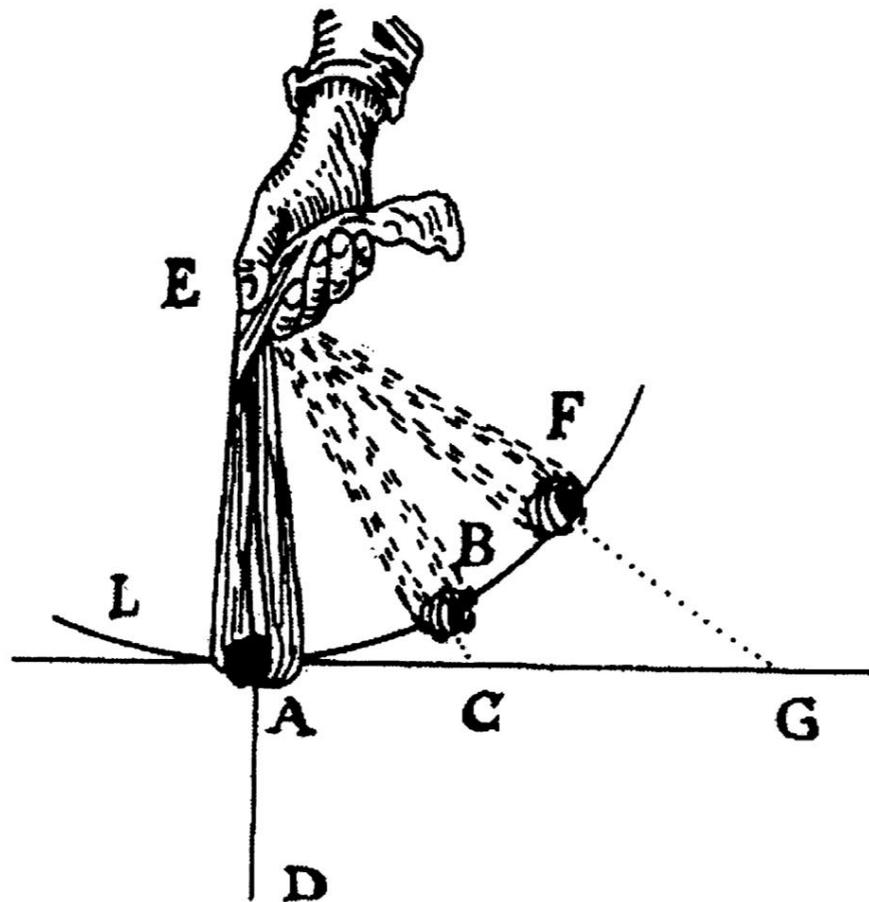


Прямолинейная инерция. Вращение камня в праще.

«Однако вы не сможете найти здесь ничего указывающего на то, что движение камня круговое.

Если же предположить, что как раз здесь начался полет камня, выскочившего из пращи, и что Бог сохраняет его таким, каков он есть в этот момент, то совершенно ясно, что Бог сохранит в нем не склонность двигаться по кругу, следуя по линии AB , а склонность двигаться совершенно прямо к точке C .

Следовательно, исходя из этого правила, надо сказать, что Бог — единственный творец всех существующих в мире движений, поскольку они вообще существуют и поскольку они прямолинейны».



«Первоначала философии». Понятие «закон природы» Принцип инерции.

«Первый закон природы: всякая вещь пребывает в том состоянии, в каком она находится, пока ее что-либо не изменит.

Из того, что Бог не подвержен изменениям и постоянно действует одинаковым образом, мы можем также вывести некоторые правила, которые я называю *законами природы ...*

Первое из этих правил таково: всякая вещь в частности продолжает по возможности пребывать в одном и том же состоянии и изменяет его не иначе как от встречи с другими. ...

У нас нет никаких оснований полагать, что, начав двигаться, она когда-либо прекратит это движение, если только не встретится что-либо замедляющее или останавливающее его».

Принцип инерции. «Первоначала философии»

«Отсюда должно заключить, что тело, раз начав двигаться, продолжает это движение и никогда само собою не останавливается.

Но так как мы обитаем на Земле, устройство которой таково, что все движения, происходящие вблизи нас, быстро прекращаются, притом часто по причинам, скрытым от наших чувств, то мы с юных лет судим, будто эти движения, прекращающиеся по неизвестным нам причинам, прекращаются сами собой; мы и впоследствии весьма склонны полагать то же обо всех движениях в мире, а именно что движения естественно прекращаются сами собой, т. е. **стремятся к покою**

Однако это только ложное представление, явно противоречащее законам природы, ибо покой противоположен движению, а ничто по влечению собственной природы не может стремиться к своей противоположности, т. е. к разрушению самого себя».

«Первоначала философии» II, 37.

Принцип инерции у Декарта («О продолжении движения»)

«Почему тело, которое мы подтолкнули рукой, продолжает двигаться и после того, как мы убираем руку.

Мы изо дня в день видим подтверждение этого первого правила на вещах, которым был дан толчок.

Ибо нет другой причины того, чтобы, раз отделившись от подтолкнувшей их руки, они продолжали движение, кроме той, что, согласно *законам природы*, все однажды пришедшие в движение тела продолжают двигаться, пока это движение не будет остановлено какими-либо встречными телами.

Очевидно, что воздух или иные текучие тела, среди которых вещи движутся, мало-помалу уменьшают скорость их движения.

Что воздух оказывает сопротивление, можно ощущать даже рукой, если достаточно быстро махать раскрытым веером; нет на Земле жидкого тела, которое еще более явно, чем воздух, не сопротивлялось бы движению других тел».

«Первоначала философии» II, 38.

Принцип инерции у Декарта («О прямолинейности движения»)

«Второй закон природы: всякое движущееся тело стремится продолжать свое движение по прямой.»

Второй закон, замечаемый мною в природе, таков: каждая частица материи в отдельности стремится продолжать дальнейшее движение не по кривой, а исключительно *по прямой*, хотя некоторые из этих частиц нередко бывают вынуждены от нее отклоняться, встречаясь на своем пути с другими частицами, а также потому, что при всяком движении образуется круг. или кольцо, из всей одновременно движущейся материи.

Причина этого закона та же, что и предыдущего. Она заключается в том, что Бог неизменен и что он простейшим действием сохраняет движение в материи; он сохраняет его точно таким, каково оно в данный момент, безотносительно к тому, каким оно могло быть несколько ранее».

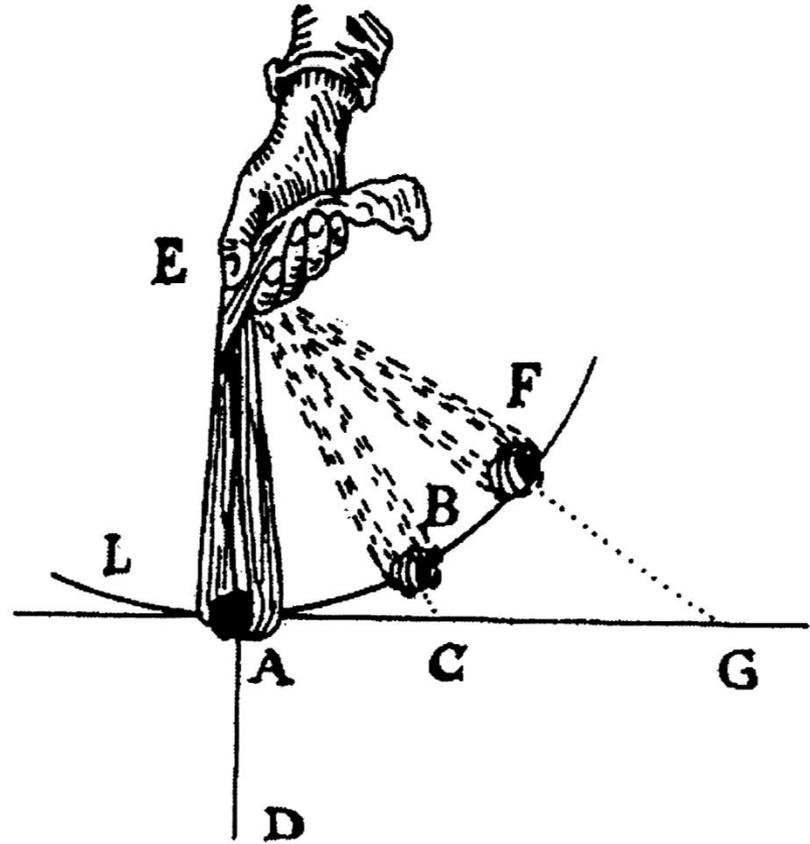
Принцип инерции у Декарта. «О прямолинейности движения». (Продолжение)

«И хотя справедливо, что движение не совершается в единое мгновение, тем не менее очевидно, что всякое движущееся тело определено к тому, чтобы направлять свое движение по прямой линии, но отнюдь не по кривой.

Так, например, камень А, вращаемый в праще ЕА по кругу АВF, в момент прохождения через точку А, конечно, вынужден двигаться в некотором направлении, а именно в направлении к С по прямой АС, если предположить, что прямая АС будет касательной круга.

Отсюда с очевидностью следует, что всякое тело, движущееся по кругу, постоянно стремится удалиться от центра описываемого им круга. Это мы сами чувствуем по своей руке, когда вращаем камень в праще».

«Первоначала философии» II, 39.



Круговая инерция у Декарта

Круговая инерция. «О мире»

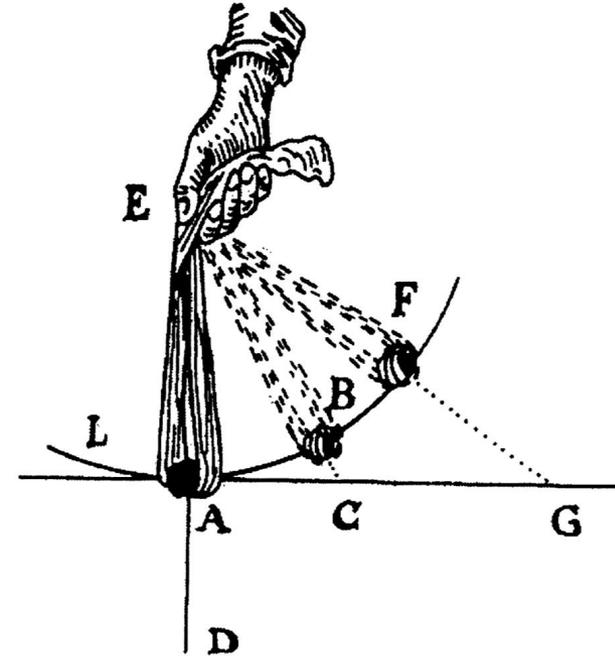
Основная мысль Декарта:

Тело, совершающее вращение вокруг точки E, имеет не одно, а два «стремления» к движению: (1) по окружности по направлению к точке B и (2) от центра по линии радиуса EAD.

«Чтобы яснее понять последний пункт, представьте себе, что стремление к движению от A к C, которым обладает этот камень, *состоит как бы из двух других*: одного вращающего его по кругу AB, и другого, влекущего его совершенно прямо по линии EAD... .

Затем, имея в виду, что в той части своего стремления, которая направляет его по кругу AB, он не задерживается этой пращей, вы увидите, что противодействие камень встретит только в другой части своего стремления, а именно в той, которая заставила бы его двигаться по линии EAD.»

«О мире», гл. 13 «О свете».



Круговая инерция. «Первоначала философии»

Та же мысль в «Первоначалах философии»:

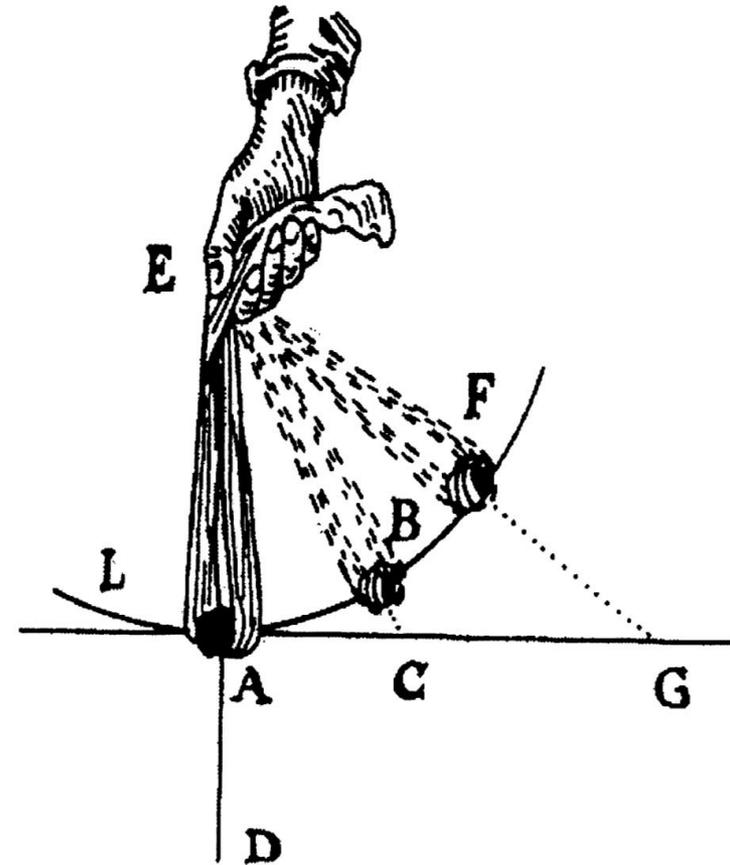
«Этот камень, когда он, находясь в праще, вращается вокруг центра E, очевидно стремится от A к B...

Если мы будем рассматривать не всю силу движения, а учтем только ту ее часть, действию которой препятствует праща....; мы скажем, что камень, находясь в точке A, стремится только к D, или что он стремится отойти от центра E по прямой линии EAD».

«Первоначала философии», III, 57

Вывод: стремление к прямолинейному инерциальному движению по линии ACG – есть следствие двух других стремлений: стремления к продолжению движения по окружности ABF и центробежного стремления по линии EAD.

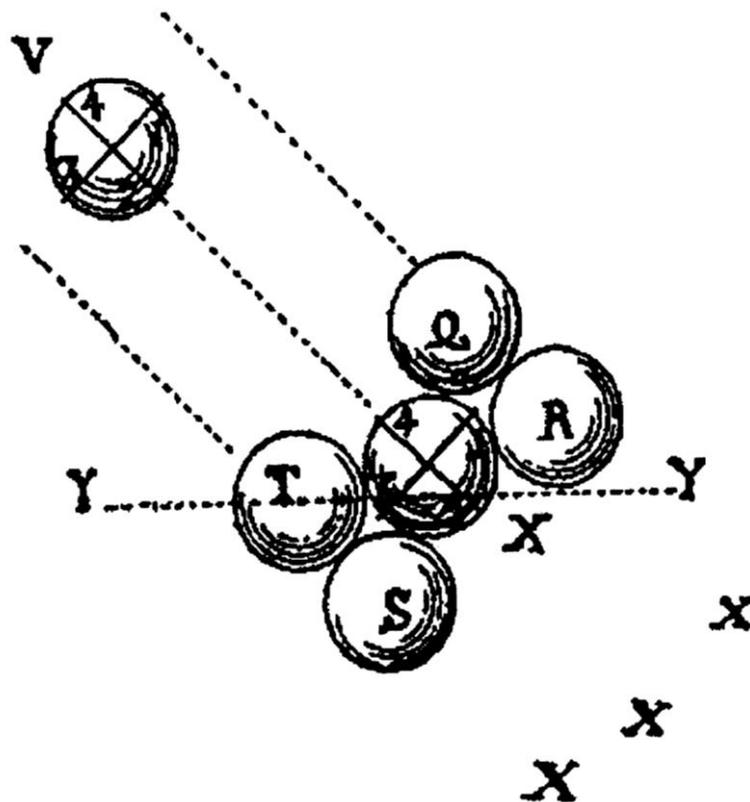
Значит, стремление к продолжению кругового движения также присуще камню в праще.



Круговая инерция («Метеоры» гл. 8 «О радуге»)

Подтверждение наличия круговой инерции у Декарта в «Метеорах».

Согласно Декарту, свет переносится сферическими частичками (корпускулами) воздуха, которые движутся по прямой и одновременно вращаются вокруг своих центров; при этом вращения с разной скоростью определяют характер цветового спектра. Из контекста следует, что оба эти движения – прямолинейное перемещение и вращение – понимаются Декартом, как инерциальные. Инерциальность прямолинейного перемещения он использует для объяснения постоянства освещенности вне зависимости от расстояния до Солнца. Инерциальность вращения – для обоснования сохранения цветовой гаммы при отсутствии препятствий, вызывающих дифракцию.



Принцип круговой инерции (письмо к Я. Цирмансу, 1638)

Ян Цирманс (Jan Ciermans) – ученый иезуит (1602 – 1648).

В письме к Декарту высказал сомнение относительно сохранения постоянства вращения корпускул в пространстве.

Ответ Декарта:

«Я, однако же, не понимаю, почему Вам кажется, что маленькие частички небесной материи не могут сохранять расположенность к вращениям, из которых рождается цвет, подобно тому, как они [сохраняют расположенность] к движению по прямой, из которого состоит свет.

Ведь и то, и другое мы можем в равной степени помыслить».

Из письма Декарта Цирмансу

Роль принципа инерции в учении Декарта.

Галилей и Ньютон положили принцип инерции в основу созданных ими теорий движения. Этот принцип позволил придать теории движения математическую форму.

В отличие от них Декарт проигнорировал возможности квантификации движения, которые открывал им же сформулированный принцип. Теория движения Декарта осталась чисто качественной.

Принцип инерции (в прямолинейной форме) Декарт использовал только раз, а именно, при объяснении происхождения кругового движения планет из первоначального вихря.

Соответствующая теория изложена в «О мире» и «Первоначалах философии».

Эта космогоническая гипотеза не сыграли сколько-нибудь заметной роли в развитии новой науки XVII в.

В других работах Декарта по физике представление об инерциальном прямолинейном движении практически не используется.

Критика Декартом принципа инерции Галилея и параболической траектории полета брошенного тела

«Он (Галилей) добавляет еще одну гипотезу к предыдущим, которая ничуть не более истинна, чем они, а именно, что тела, подброшенные в воздух, также быстро перемещаются в горизонтальном направлении; но по мере того, как они опускаются, их скорость увеличивается в двойной пропорции по отношению к пространству.

С учетом сказанного, очень легко сделать вывод, что движение брошенных тел должно следовать параболической линии; но поскольку его предположения ложны, вывод также может быть весьма далек от истины».

Из письма Декарта Мерсенну(1638)