

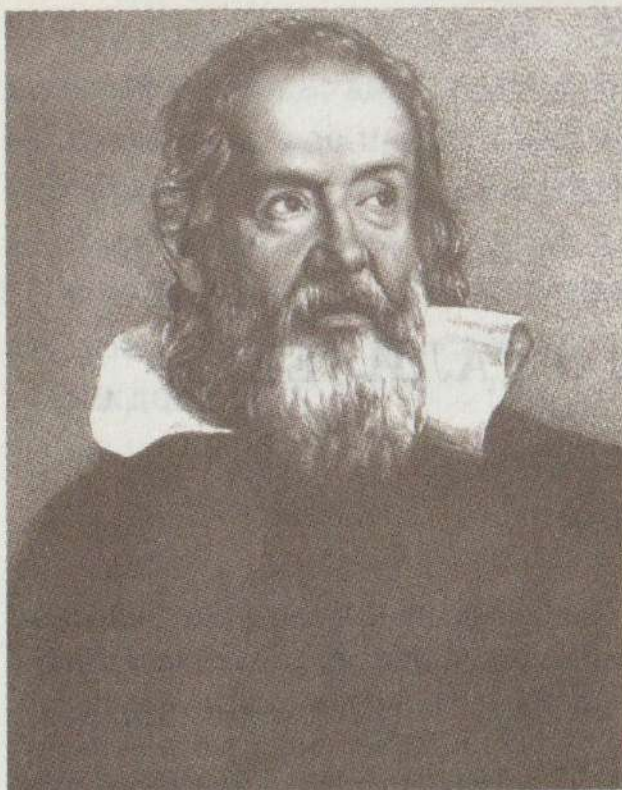
ДВА РАССКАЗА О ГАЛИЛЕЕ

1. Открытие законов движения

Первые основы динамики были заложены Галилеем. Действие сил до него рассматривали исключительно в случае их равновесия; и хотя ускоренное движение свободно падающих тел и криволинейное движение брошенных тел также приписывали постоянно действующей силе тяжести, но никому не удалось установить законов указанного обыденного явления, зависящего от столь простой причины. Галилей первый сделал этот шаг и открыл новую и безграничную область для развития механики. Это открытие (...) составляет теперь наиболее значительную и непререкаемую часть заслуг этого великого человека. В самом деле, чтобы открыть спутники Юпитера, фазы Венеры, солнечные пятна и т. д., требуется не только телескоп и наблюдательность, но нужен исключительный гений, чтобы установить законы природы на явлениях, которые всегда были у всех перед глазами и тем не менее ускользали от внимания философов.

Лагранж

Пролог. Винченцо Галилей, известный во Флоренции музыкант, долго размышлял над тем, какое поприще выбрать для своего старшего сына Галилео. Сын, безусловно, был способен к музыке, но отец предпочитал что-нибудь более надежное. В 1581 г., когда Галилео исполнилось семнадцать лет, чаша весов склонилась в сторону медицины. Винченцо понимал, что расходы по обучению будут велики, зато будущее сына будет обеспечено. Место обучения был выбран Пизанский университет, быть может, несколько провинциальный, но хорошо знакомый Винченцо. Он долго жил в Пизе, там же родился Галилео.



Галилео Галилей

Путь к профессии врача был нелегок. Перед тем как приступить к изучению медицины, надо было выучить, а точнее — вызубрить философию Аристотеля. В его учении говорится буквально обо всем. По мнению Галилея, «нет, кажется, ни одного достойного внимания явления, мимо которого он (Аристотель) прошел бы, не коснувшись его». Философия Аристотеля в то время преподавалась в чудовищной форме: в виде набора высказываний, считавшихся истинами в последней инстанции, лишенных мотивировок и до-

казательств. О несогласии с Аристотелем не могло быть и речи. Более всего интересует Галилея то, что пишет Аристотель о физике окружающего мира, но он не хочет слепо верить каждому слову великого философа; он усвоил это, изучая его логику: «Сам Аристотель научил меня удовлетворять свой разум только тем, в чем убеждают меня рассуждения, а не только авторитет учителя». Он читает и других авторов, среди которых наибольшее впечатление на него производят Архимед и Евклид.

Тайны движения. Из всего, что происходит в окружающем мире, наибольший интерес Галилея вызывали разнообразные движения. Он по крупицам собирает все, что написано о движении у древних, но с сожалением констатирует: «В природе нет ничего древнее движения, но именно относительно него написано весьма мало значительного». А вопросы возникают у пытливого юноши на каждом шагу...

«В 1583 г., имея около двадцати лет от роду, Галилей находился в Пизе, где, следуя совету отца, изучал философию и медицину.

Однажды, находясь в соборе этого города, он, со свойственной ему любознательностью и смекалкой, решил наблюдать за движением люстры, подвешенной к самому верху, — не окажется ли продолжительность ее размахов, как вдоль больших дуг, так и вдоль средних и малых, одинаковой; ибо ему казалось, что продолжительность прохождения большой дуги может сократиться за счет большей скорости, с которой, как он видел, движется люстра на более высоких и наклонных участках. И пока люстра размеренно двигалась, он сделал грубую прикидку — его обычное выражение — того, как происходит движение взад и вперед, с помощью биения собственного пульса, а также темпа музыки, в которой он тогда уже был искушен с немалою от того для себя пользой. И ему на основании таких подсчетов показалось, что он не заблуждается, подсчитав, что времена одинаковы, но не удовлетворенный этим, вернувшись домой, он, чтобы надежнее в этом удостовериться, решил сделать следующее. Он привязал два свинцовых шара на нитях совершенно одинаковой длины так, чтобы они могли свободно раскачиваться (...) и, отклоняя их от вертикали на разное число градусов, например один шар на 30, другой на 10, он отпускал их в одно и то же мгновение. С помощью товарища он наблюдал, что, пока один маятник делал какое-то число колебаний по большим дугам, другой делал в точности столько же по малым.

Сверх того он сделал два сходных маятника, только достаточно разной длины. Он наблюдал, что, пока малый маятник делал какое-то число колебаний, например 300, по большим дугам, большой за то же время делал всегда одно и то же число колебаний, скажем 40, как по своим большим дугам, так и по совсем маленьким, и повторив это несколько раз (...), он заключил отсюда, что вполне одинакова продолжительность размахов одного и того же маятника, будут ли они весьма велики или весьма малы, и что почти нет при этом заметных различий, каковые надо приписать помехе со стороны воздуха, который больше противится быстрее движущемуся тяжелому телу, чем медленнее движущемуся.

Он видел также, что ни различие в абсолютном весе, ни разный удельный вес шаров не вызывали заметного изменения —

все шары, лишь бы они были на нитях равной длины от их центров до точек подвеса, сохраняли достаточно постоянно равенство (времени) прохождения по всяким дугам; лишь бы не был взят легчайший материал, движению которого в воздухе легче препятствовать, так что оно быстрее сводится к покою».

Приведенный рассказ принадлежит ученику Галилея Винченцо Вивиани (1622 – 1703), который в 1639 г. в семнадцатилетнем возрасте прибыл на виллу Арчетри близ Флоренции, где находился Галилей после приговора инквизиции. Через два года там появился Эванджелеста Торричелли (1608 – 1647). Оба они помогали ослепшему ученому завершать его замыслы; ряд результатов они получили под влиянием Галилея (знаменитые барометрические опыты, исследование циклоиды). По-видимому, Вивиани был особенно близок Галилею, который охотно беседовал с ним на разные темы, часто вспоминая о далеком прошлом. Потом Вивиани по разным поводам пересказывал услышанное им в те дни. Эти рассказы не считаются достаточно достоверными, причем не всегда ясно, кто явился источником неточностей: рассказчик или слушатель. Увековечение памяти учителя было главной целью жизни Вивиани.

Вернемся к рассказу Вивиани. В нем речь идет об открытии изохронного свойства маятника: при фиксированной длине период колебаний маятника не зависит от их амплитуды. Поучительно, как Галилей следил за временем: при помощи музыки и пульса (кажется, на этот способ первым указал Кардано). Нам, людям XX века, привыкшим к ручным часам, не следует забывать об этих трудностях. Достаточно точные часы были сконструированы как раз на основе открытого Галилеем свойства маятника (мы еще будем иметь возможность говорить о маятниковых часах). Кстати, в своих лабораторных экспериментах, о которых пойдет речь ниже, Галилей пользовался для измерения времени медленно вытекающей струей воды (вариантом водяных часов).

Галилей обнаруживает связь между длиной маятника и частотой его колебаний: квадраты периодов колебаний относятся как их длины. Вивиани пишет, что Галилей получил этот результат, «руководствуясь геометрией и своей новой наукой о движении»,

но никто не знает, каким мог быть такой теоретический вывод. Быть может, все же Галилей подметил закономерность экспериментально. Галилей, по-видимому, не знал, что колебания маятника изохронны лишь для малых углов отклонения. При больших углах период начинает зависеть от угла отклонения, и для 60° , например, период заметно отличается от периода для малых углов. Галилей мог бы заметить это в серии опытов, описанных Вивiani. Неточность утверждения Галилея об изохронности математического маятника обнаружил Гюйгенс.

Занятия медициной шли не очень успешно, хотя Галилео стремился оправдать надежды и затраты отца. Все же в 1585 г. он возвращается во Флоренцию, не получив диплома доктора. Во Флоренции Галилей продолжает заниматься математикой и физикой, вначале втайне от отца, а потом при его согласии. У Галилео появляются контакты с учеными, в том числе с маркизом Гвидо Убальдо дель Монте. Благодаря поддержке последнего тосканский герцог Фердинандо Медичи в 1589 г. назначил Галилея профессором математики Пизанского университета. В Пизе Галилей находился до переезда в 1592 г. в Падую. Восемнадцать лет, прожитых в Падуе, Галилей считал самым счастливым периодом в своей жизни. С 1610 г. и до конца жизни он — «философ и первый математик светлейшего великого герцога тосканского». И в Пизе, и в Падуе изучение движений — главное дело Галилея.

Свободное падение. Галилея интересует прежде всего свободное падение — одно из самых распространенных естественных движений. Как и полагалось в то время, начать нужно с того, что по этому поводу говорил Аристотель. «Тела, имеющие большую силу тяжести или легкости, если в остальном они имеют одинаковую фигуру, скорее проходят равное пространство в том пропорциональном отношении, в каком указанные величины относятся друг к другу». Значит, по Аристотелю скорости падающих тел пропорциональны их весу. Второе утверждение состоит в том, что скорости обратно пропорциональны «густоте среды». С этим утверждением возникли сложности, поскольку в пустоте, «густота» которой равна нулю, скорость

должна была бы быть бесконечной. На это Аристотель заявил, что в природе пустоты не бывает («природа боится пустоты»).

Первое утверждение Аристотеля оспаривалось иногда уже в Средние века. Но особенно убедительной была критика Бенедетти, ученика Тартальи и современника Галилея, с трактатом которого Галилей познакомился в 1585 г. Вот как выглядит основное опровержение. Пусть имеются два тела — тяжелое и легкое: первое должно падать быстрее. Теперь соединим их. Естественно предположить, что легкое тело притормозит тяжелое и скорость падения должна стать промежуточной между скоростями падения составляющих тел. Но по Аристотелю скорость должна стать больше, чем скорость каждого тела! Бенедетти решает, что скорость падения зависит от удельного веса и даже прикидывает, что для свинца она в 11 раз больше, чем для дерева. В существование зависимости скорости от удельного веса долго верил и Галилей.

Он приступил к изучению свободного падения еще в Пизе. Вот что пишет Вивиани: «Галилей целиком отдался размышлениям, и к великому смущению всех философов им была показана, посредством опытов, солидных доказательств и рассуждений, ложность множества заключений Аристотеля, касающихся движения, считавшихся до этого совершенно очевидными и несомненными. Сюда относится положение, что движущиеся тела, состоящие из одного и того же вещества, но имеющие разный вес, находясь в одной и той же среде, не обладают скоростями, пропорциональными их весу, как полагал Аристотель, но все движутся с одинаковой скоростью. Это он доказывал неоднократно экспериментами, производившимися с высоты Пизанской башни, в присутствии других лекторов и философов и всей ученой братии». Галилея до сих пор часто рисуют кидающим шары с Пизанской башни. Эта легенда обросла многими пикантными подробностями (например, о кабатчике, распускаявшем слухи, что профессор Галилей будет прыгать с башни). Заметьте, что пока речь идет только о телах из одного и того же вещества.

Галилея занимает наблюдение Бенедетти, что скорость свободного падения увеличивается по мере движения тела. И Галилей решает найти математически точное описание этого изменения скорости. Здесь следует сказать, что первоначально Галилей видел свою задачу в том, чтобы математизировать физику Аристотеля: «Философия написана в величайшей книге, которая постоянно открыта нашим глазам (я говорю о Вселенной); но нельзя ее понять, не научившись сперва понимать язык и различать знаки, которыми она написана. Написана же она языком математическим, и знаки ее суть треугольники, круги и другие математические фигуры». Однако скоро стало ясно, что математизация требует систематического пересмотра всех фактов.

Как же найти закон изменения скорости свободного падения? Эксперимент только начинал входить в практику научного исследования. Для Аристотеля и его последователей он считался лишним и недостойным занятием как при установлении истины, так и при ее проверке. Галилей мог бы попытаться проделать серию экспериментов со свободно падающими телами, провести тщательные измерения и искать закономерность, которая их объясняет. Так современник Галилея Кеплер, обрабатывая многочисленные наблюдения Тихо Браге, обнаружил, что планеты движутся по эллипсам. Но Галилей выбирает другой путь. Он решает вначале угадать закон из общих соображений, а уже затем проверить его экспериментально. Раньше никто так не поступал, но постепенно такой план исследований станет одним из ведущих при установлении научных истин.

Теперь о том, как Галилей попытался угадать закон. Он решает, что природа «стремится применять во всех своих приспособлениях самые простые и легкие средства», а значит, и закон нарастания скорости должен происходить «в самой простой и легкой для всякого форме». Но раз скорость растет с ростом пройденного пути, то что может быть проще предположения о том, что скорость пропорциональна пути: $v = cs$, c — постоянное число. Это предположение испугало его поначалу: ведь получается, что падение начинается с нулевой скоростью, а кажется, что скорость с самого начала велика. Но вот какое рассуждение убедило

Конец ознакомительного фрагмента

Уважаемый читатель!

Размещение полного текста данного произведения
невозможно в связи с ограничениями по IV части ГК РФ

Эту книгу вы можете прочитать
в Оренбургской областной универсальной
научной библиотеке им. Н. К. Крупской
по адресу: г. Оренбург, ул. Советская, 20
тел. для справок: (3532) 77-08-50

