

История и методология механики

Лекция 10

Чиненова Вера Николаевна

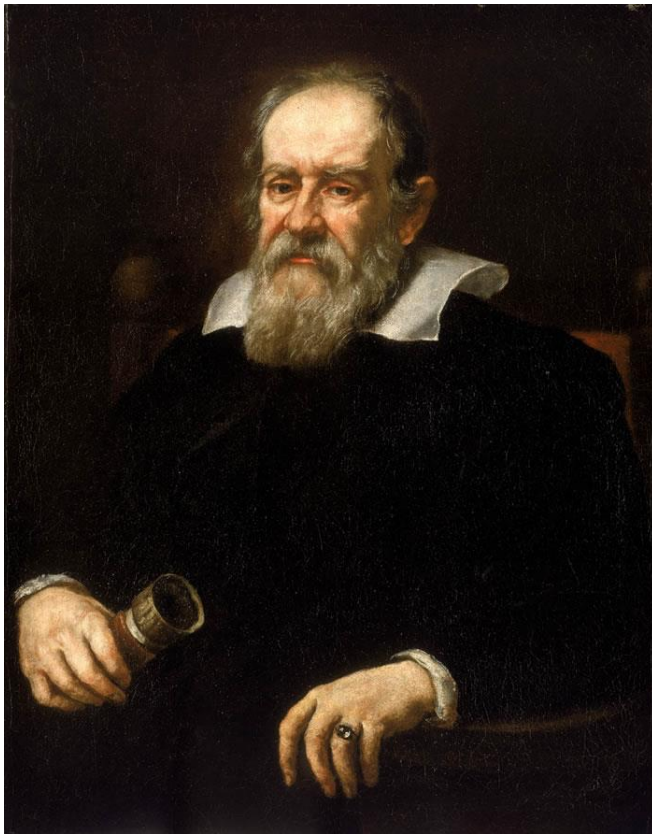
v.chinenova@yandex.ru

План лекции

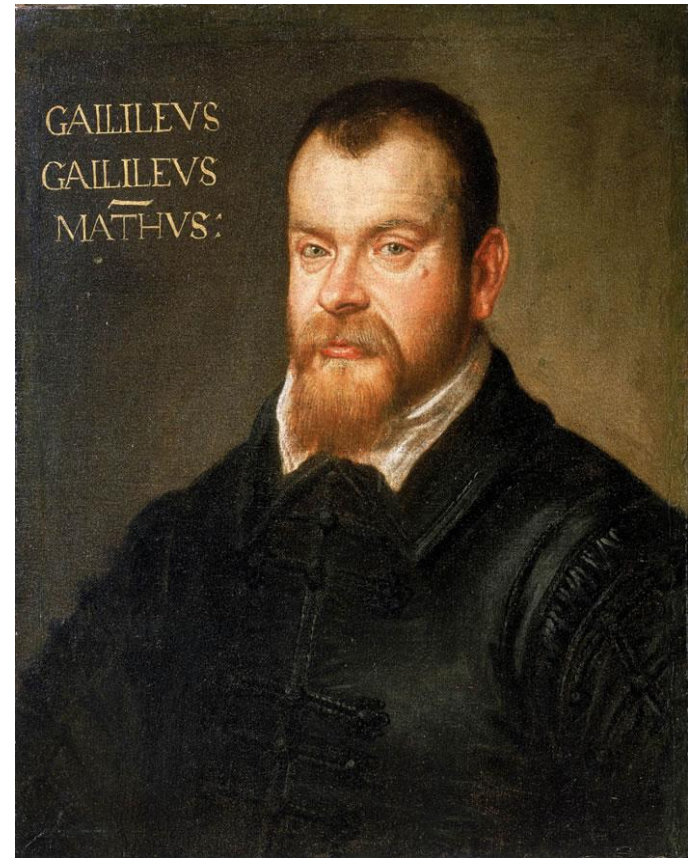
1. Научная деятельность Г. Галилея, его борьба за гелиоцентрическое воззрение.
2. Количественный эксперимент в исследованиях Галилея.
3. Трактат «Диалог о двух главнейших системах мира...».
Принцип относительности по-Галилею.

Галилео Галилей (1564-1642)

На портрете 1636 года работы
Ю.Сустерманса



Портрет работы Тинторетто
(1605-1607)



Пиза



Флоренция



Vallombrosa Italy Reggello Tuscany Foresta di Vallombrosa

Монастырь Валломброза



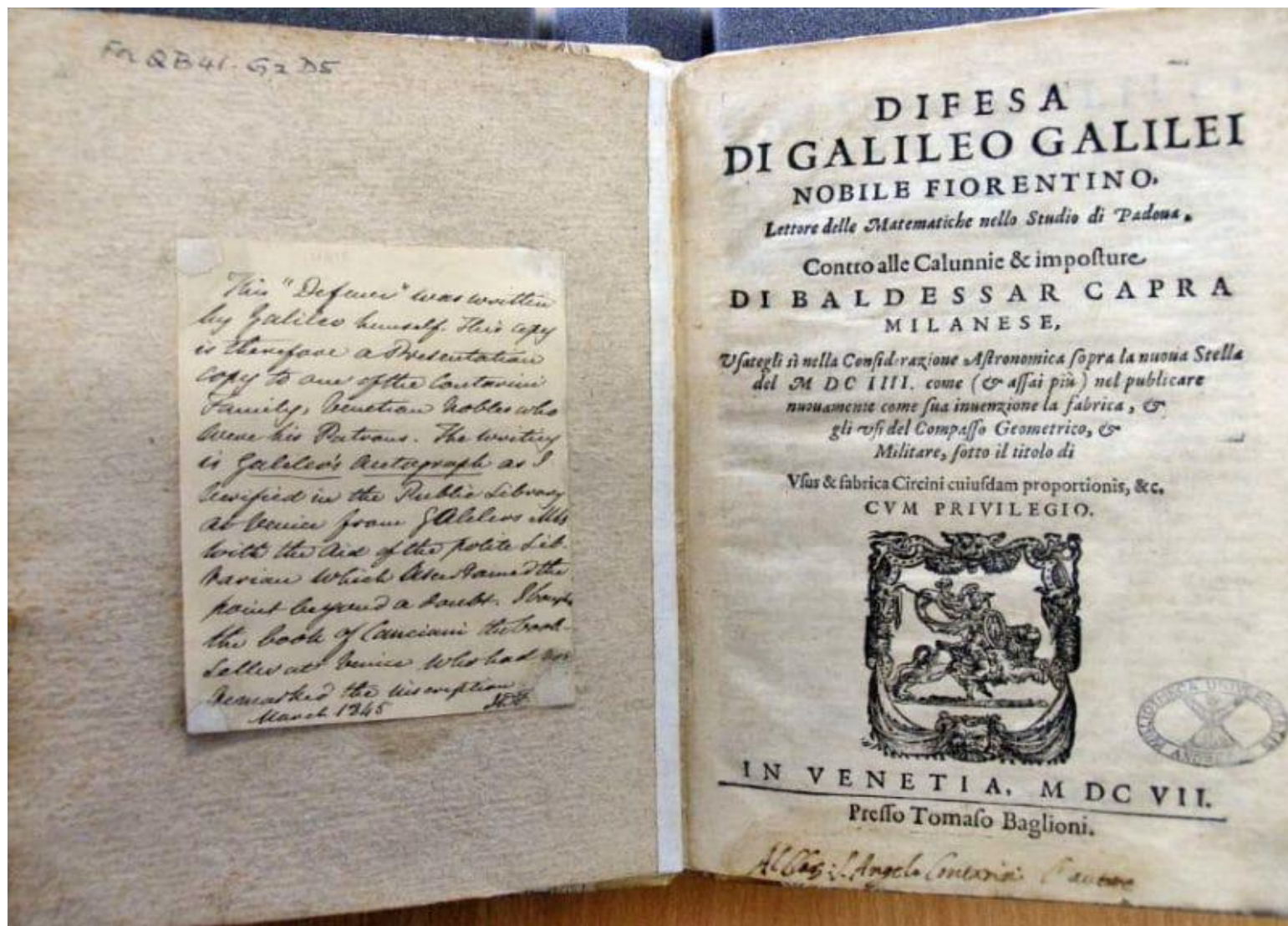
Галилео Галилей (1564-1642)

Из-за стесненного материального положения юноше пришлось бросить Пизанский университет и вернуться во Флоренцию. Дома Галилей самостоятельно занялся углубленным изучением математики и физики, которые его очень заинтересовали. В **1586** году он написал свою первую научную работу **«Маленькие гидростатические весы»**, которая принесла ему некоторую известность и позволила познакомиться с несколькими учеными. По протекции одного из них — автора *«Учебника механики»* *Гвидо Убальдо дель Монте* Галилей в **1589** году получил **кафедру математики в Пизанском университете**. В двадцать пять лет он стал профессором там, где учился, но не завершил свое образование.



Галилео Галилей «Механика»

(«О движении», - это ранняя письменная работа Галилея о движении. В основном она была написана между 1589 и 1592 годами)



Галилео Галилей «De Motu (де Моту) - О движении»

- На протяжении всего трактата Галилей отвергает взгляды Аристотеля на физику движения, часто в насмешливых тонах, с помощью различных доводящих до абсурда аргументов, которые демонстрируют, как предположения Аристотеля о движении логически приводят к абсурдным выводам, которые противоречили наблюдениям или его первоначальным предположениям, тем самым доказывая, что предположения должны быть ложными.
- Однако, несмотря на частую язвительную критику, Галилей все еще использует классические элементы физики Аристотеля, как за основополагающую причину движения, при котором вся материя движется к своему соответствующему естественному месту во вселенной.
- Критика Галилеем физических представлений Аристотеля восстановила против него многочисленных сторонников древнегреческого ученого. Молодому профессору стало очень неуютно в Пизе, и он принял приглашение занять **кафедру математики в известном Падуанском университете.**

Падуанский университет



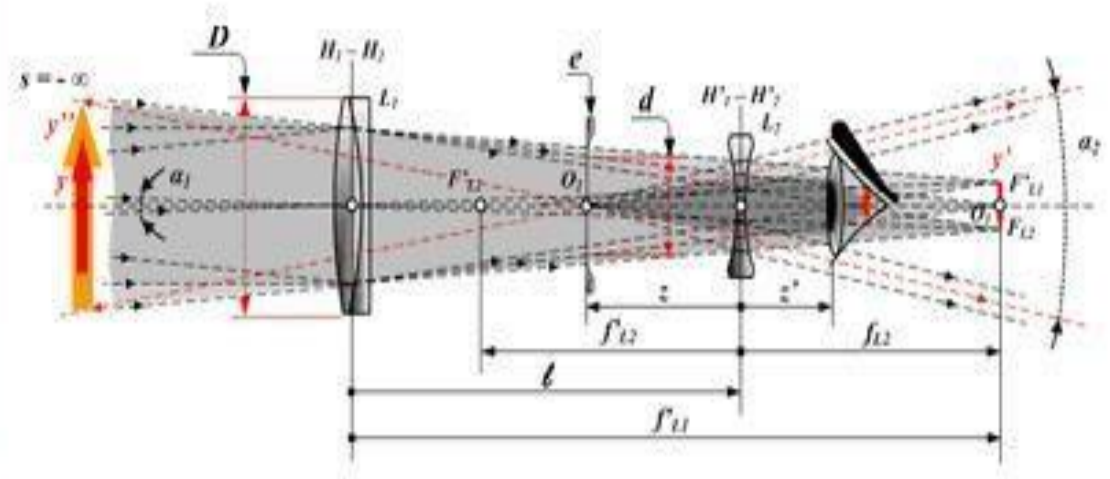
Галилео Галилей (1564-1642)

- В **1589** г. Галилей стал профессором Пизанского университета
- **1592-1610** Падуанский университет
- В январе 1610 г. Галилей открыл четыре спутника Юпитера, которые он назвал Медицейскими звездами, строение Млечного пути из множества звезд, **темные пятна на поверхности Солнца**, по которым Галилей впервые обнаружил суточное вращение Солнца (его «сутки» в 27 раз длиннее земных).
Все это было опубликовано в «**Звездном вестнике**» в **1610** г.
Возвращение в Тоскану.
- По решению **суда инквизиции** в марте **1616**г. Галилей обвинялся в отступлении от догм церкви: запрещалось публично выступать и печататься в поддержку коперниканских идей.
- **1632** г. Галилей опубликовал «**Диалог о двух главнейших системах мира – Птолемеевой и Коперниковой**» и второй раз был привлечен к суду инквизиции

Галилео Галилей (1564-1642)

- С 1606 года Галилей занимается астрономией. В марте 1610 года увидел свет его труд под названием «Звездный вестник». Вряд ли когда-либо в одном произведении сообщалось столько сенсационных астрономических сведений, сделанных к тому же буквально в течение нескольких ночных наблюдений в январе — феврале того же 1610 года.

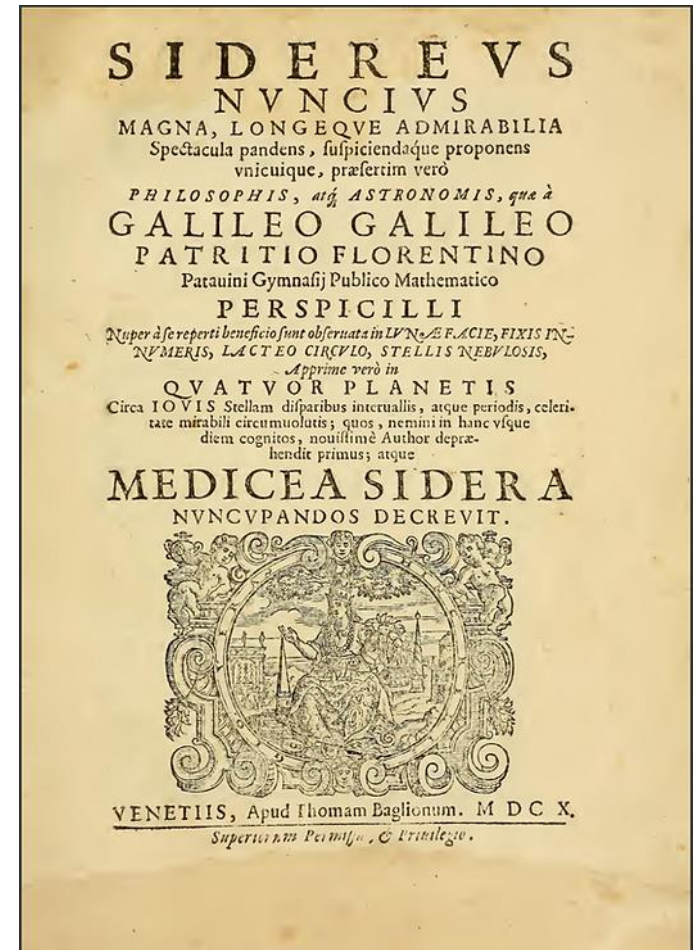
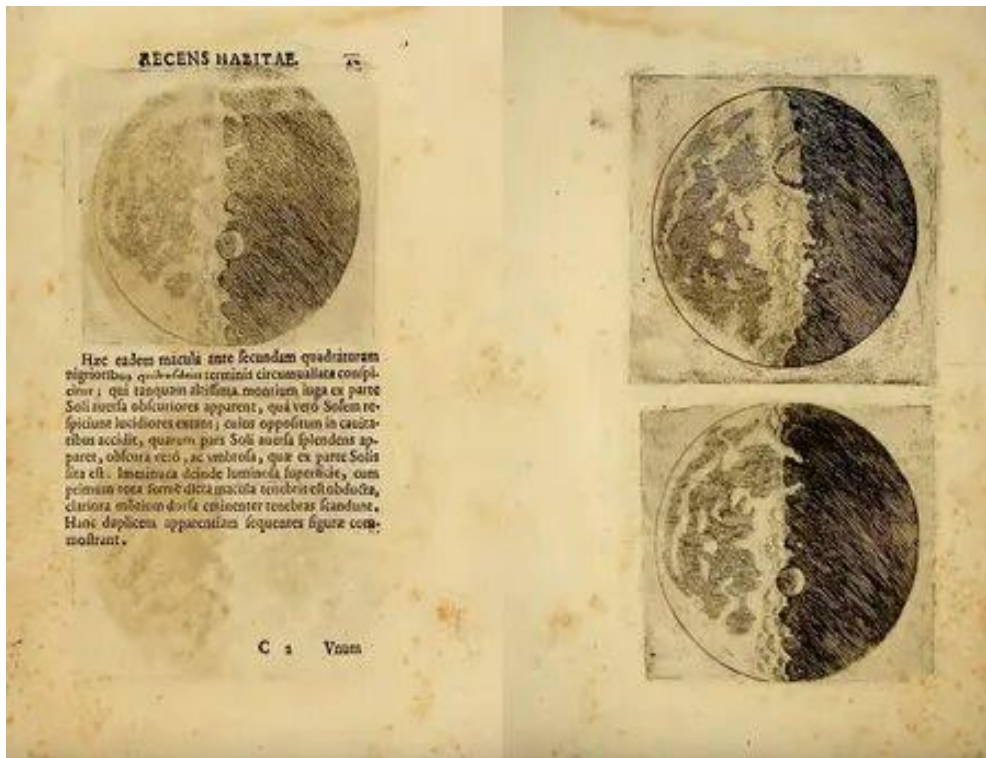
Телескоп рефрактор Галилея (1609)



Галилео Галилей (1564-1642)

- Наблюдая, как **солнечные пятна** перемещаются по солнечной поверхности, он установил, что Солнце тоже вращается вокруг своей оси. На основании наблюдений Галилей сделал вывод, что **вращение вокруг оси свойственно всем небесным телам**. Галилей измерил период собственного вращения Солнца (наблюдая пятна)—27 дней.
- Наблюдая звездное небо, он убедился, что число звезд гораздо больше, чем можно увидеть простым глазом. Так Галилей подтвердил мысль Джордано Бруно о том, что **просторы Вселенной бесконечны и неисчерпаемы**. После этого Галилей сделал вывод о том, что гелиоцентрическая система мира, предложенная Коперником, является единственно верной.

Галилео Галилея «Звездный вестник» - Sidereus Nuncius (1610), Galileo Galilei (1564-1642)



**Галилео Галилея «Звездный вестник» - Sidereus Nuncius,
Galileo Galilei (1564-1642)**

Великие и в высочайшей степени прекрасные виды, представленные к вниманию каждого, но в особенности для философов и астрономов, о тех наблюдениях, которые были сделаны Галилео Галилеем Патрицием Флоренции Публичным математиком университета Падуя при помощи телескопа, который он недавно разработал для наблюдения за поверхностью Луны, а также неисчислимыми неподвижными звездами, Млечным Путем, облакообразными звездами, и особенно для наблюдения за Четырьмя планетами вращающимися вокруг звезды Юпитер, с неравными интервалами и периодами, с потрясающей быстротой, которую никому до этого дня, кроме самого автора не удалось открыть впервые и дать им название Медицейские звезды

Издано в Венеции, на месте Томаса Баглиони, 1610

С позволения высшей власти.

**Наиболее благостному Cosimo de Medici второму,
Четвертому великому герцогу Тосканы**

Галилео Галилея «Звездный вестник» - Sidereus Nuncius (1610)

Первые астрономические открытия Галилея, опубликованные им в **Sidereus nuncius** в **1610** г. и касавшиеся **неровности поверхности Луны, четырех спутников Юпитера и неисчислимости звезд Млечного Пути**, принесли ему громкую славу и возбудили величайший интерес среди ученых различных стран.

Во второй половине того же года Галилей обнаружил **«тройственность» Сатурна, фазы Венеры** и, по его уверению, **солнечные пятна**. Все эти наблюдения с неопровержимой ясностью доказывали правильность учения Коперника. Так, конечно, расценивал их и Галилей, указавший в отношении первых своих открытий, что Землю не следует исключать из числа светил из-за отсутствия у нее движения и света.

Галилео Галилея «Звездный вестник» - Sidereus Nuncius (1610)

Во второй половине марта **1611** г. Галилей, занявший в сентябре **1610** г. должность «**первого философа и математика великого герцога Тосканского**», отправился в **Рим**, снабженный рекомендательными письмами к влиятельным особам этого города. Здесь Галилей встретил весьма радушный прием: он многократно имел случай производить наблюдения в обществе ученых, в частности астрономов Римской коллегии, являвшейся авторитетным научным центром иезуитского ордена, а также различных именитых лиц, и вести с ними оживленные диспуты, в которых, несомненно, затрагивался и вопрос об учении Коперника.

Галилео Галилей (1564-1642)

- 19 апреля 1610 г. **Кеплер** поспешил отправить ответ на послание Галилею. Это письмо-отзыв о «Звездном вестнике» написано Кеплером в взволнованном тоне: удивление, преклонение перед авторитетом Галилея, размышление о победоносном развитии идей Коперника. Письмо было опубликовано и неоднократно переиздавалось под названием «**Разговор с звездным вестником**».
- Кеплер пишет Галилею, что наличие четырех Лун около Юпитера означает, что такие же могут быть и у других планет. Он предполагает, что у Марса должно быть два спутника, шесть или восемь у Сатурна и по одному или двум у Венеры и Меркурия. В XIX в. были открыты два спутника Марса, к тому же времени — девять спутников Сатурна.
- Дружеская переписка двух великих современников, борцов за коперниканство — Галилея и Кеплера — продолжалась, к сожалению, недолго. Если Кеплер безоговорочно верил Галилею, то Галилей не принял законов Кеплера, оставшись верным идее круговой инерции, т. е. тезису о круговом, равномерном движении планет.

Галилео Галилей (1564-1642)

- В **1612 г.** Галилей опубликовал «**Рассуждения о телах, плавающих в воде**», где формулируется принцип виртуальных скоростей в применении к явлениям гидростатики.
- В **1613 г.** вышли его «**Сообщение и рассуждения, относящиеся к солнечным пятнам**», где Галилей вступил в спор с неким Шейнером, объяснявшим солнечные пятна присутствием вблизи Солнца темных тел.
- Вскоре ученик Галилея, Кастелли, написал ему о том, что перипатетики поднимают вопрос о несовместимости открытий Галилея со священным писанием.

Галилео Галилей (1564-1642)

«Звездный вестник» принес ученому европейскую славу. Тосканский герцог Козимо II Медичи предложил Галилею занять **должность придворного математика**. Она сулила безбедное существование, свободное время для занятий наукой, и ученый принял предложение. Кроме того, это позволяло Галилею вернуться на родину, во Флоренцию.

Теперь, имея могущественного покровителя в лице великого герцога Тосканского, Галилей все смелее и смелее начинает пропагандировать учение Коперника. Клерикальные круги встревожены. Авторитет Галилея как ученого высок, к его мнению прислушиваются. Значит, решат многие, учение о движении Земли — не просто **одна из гипотез устройства мира, которая упрощает астрономические расчеты**.

Галилео Галилей (1564-1642)

В конце апреля Галилей был принят в число членов «**Академии рысьеглазых**», в переносном смысле — зорких (Accademia dei Lincei), основанной за восемь лет до этого князем Чези; к нему весьма доброжелательно отнесся кардинал **Барберини (будущий папа Урбан VIII)**; наконец, он имел аудиенцию у главы инквизиции кардинала Беллармина и удостоился официального **приема у папы Павла V.**

Вступив в полемику с противниками Коперника, Галилей высказывался в том смысле, что священное писание не может быть главным доводом в естественнонаучных вопросах, в которых решают опыт и рассуждения, имеющие силу необходимости и доказательности.

Галилео Галилей (1564-1642)

Критерием истины является сама природа, которая,- говорит Галилей,- **«непреклонна и неизменна и совершенно не заботится о том, будут или не будут ее скрытые основы и образ действия доступны пониманию людей, так что она никогда не преступает пределы законов, на нее наложенных. Поэтому, мне кажется, что, поскольку речь идет о явлениях природы, которые непосредственно воспринимаются нашими чувствами или о которых мы умозаключаем при помощи неопровержимых доказательств, нас нисколько не должны повергать в сомнение тексты писания, слова которых имеют видимость иного смысла, ибо ни одно изречение писания не имеет такой принудительной силы, какую имеет любое явление природы»**.

Галилео Галилей (1564-1642)

- Эти соображения Галилей изложил 21 декабря **1613 г.** в письме к своему ближайшему ученику **Бенедетто Кастелли** в ответ на сообщение о том, какие споры последнему придется вести в присутствии членов семьи великого герцога Тосканского, находившегося в то время в Пизе. Письмо это получило в копиях широкое распространение, о чем, между прочим, позаботился и сам Галилей.
- В Рим посыпались доносы на Галилея. **В 1616 году** по просьбе Конгрегации святого индекса (церковного учреждения, ведающего вопросами разрешений и запрещений) одиннадцать видных богословов рассмотрели учение Коперника и пришли к выводу о его ложности. На основе этого заключения **гелиоцентрическое учение было объявлено еретическим, а книга Коперника «Об обращении небесных сфер» внесена в индекс запрещенных книг.** Одновременно запрещались все книги, поддерживавшие эту теорию, — существовавшие и те, которые будут написаны в будущем.

Галилео Галилей (1564-1642)

Конгрегация инквизиции дала поручение Беллармину вызвать к себе Галилея и предложить ему **отказаться от мнения, что Солнце неподвижно, Земля же вращается вокруг Солнца и, кроме того, имеет и суточное движение;** если он не откажется, то в *присутствии нотариуса* и свидетелей сообщить ему предписание, чтобы он совершенно **воздержался от преподавания, защиты или трактования этого мнения;** если же он и тут не согласится, то **подвергнуть его заключению.**

В акте, датированном 26 февраля **1616** г., сообщается, что Беллармин вызвал Галилея и предложил ему совершенно оставить и в дальнейшем каким бы то ни было образом указанного мнения не придерживаться, не преподавать и не защищать ни устно, ни письменно. В протоколе конгрегации от 3 марта кратко отмечено сообщение Беллармина, что он **увещевал Галилея отказаться от указанного мнения, с чем тот и согласился.**

Галилео Галилей «Диалог о двух главнейших системах мира-
Птолемеевой и Коперниковой» (Титульный лист) -1632



DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STUDIO DI PISA.
E Filosofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR.DVCA DI TOSCANA.

Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre
fopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;

*Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali
tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.*

CON PRI



VILEGI.

IN FIORENZA, Per Gio:Batista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Галилео Галилей (1564-1642)

- Форма, которую Галилей вынужден был придать своему «Диалогу» сближала его по стилю изложения с известными диалогами Платона. Сходство это распространяется, однако, только на форму; содержание «Диалога», конечно, совершенно иное: в нем нет идеализма Платона, и его можно рассматривать до некоторой степени как возвращение к обновленному древнегреческому материализму.
- Защищать реальность системы Коперника декретом было категорически воспрещено; однако, трактовать ее как **гипотезу**, удобную для математиков и астрономов, не возбранялось.

Галилео Галилей (1564-1642)

Сочинение, излагающее учение Коперника в гипотетической форме, могло рассчитывать на опубликование. Но для такого изложения наиболее удобной являлась форма свободной беседы, участники которой имеют право, как на диспуте, выдвигать и опровергать любые доводы и соображения; лицо автора является до некоторой степени завуалированным; мысли свои он может вкладывать в уста не единственного из собеседников, истинные же свои намерения высказать особо во вступлении или посвящении.

Именно эту форму Галилей и избрал, выведя собеседниками двух своих уже умерших друзей — **Сальвиати (1583—1614)** и **Сагрето (1571—1620)** — и перипатетика **Симпличио**; под последним нельзя подразумевать кого-либо из современников Галилея — это художественно обрисованный тип исследователя и глубокого знатока сочинений Аристотеля и его комментаторов.

Галилео Галилей «Диалог о двух главнейших системах мира»

По завершении в **марте 1630** года книга была представлена на рассмотрение папскому цензору Риккарти . Тщетно прождав решения в течение целого года, Галилей вычеркнул из трактата наиболее смелые пассажи, предпослал ему вступительное слово о своём намерении развенчать «заблуждения коперниканцев» и переслал рукопись во Флоренцию цензору великого герцога Тосканского.

В таком виде рукопись прошла цензуру инквизиции (летом 1631 года). Один из первых экземпляров книги Галилей преподнёс 22 февраля **1632** года своему **покровителю Фердинандо II Медичи**.

Ещё тридцать экземпляров он разослал видным прелатам , которые восприняли такой подарок с недоумением. В отличие от большинства научных трактатов XVII века, книга была написана не на учёной латыни, а **на общедоступном итальянском языке**, что усиливало её «подрывной» эффект: с крамольными взглядами Коперника отныне могли ознакомиться все желающие.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- «Диалог о двух главнейших системах мира...» посвящен критике птолемеевой системы мира и схоластического учения вообще.
- Весь трактат разбит на 4 «Дня», на протяжении которых **Сальвиати** (персонаж, выражающий мнение автора), **Сагрето** и **Симпличио** обсуждают важнейшие проблемы механики и физики.
- Ознакомившись с трактатом, папа Урбан VIII узнал себя в Симпличио (хотя в реальности прототипом этого персонажа, по-видимому, служил Чезаре Кремонини, отказывавшийся взглянуть на небо в Галилеев телескоп) и инициировал преследование Галилея инквизицией.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- Первый «День» отводится Галилеем критике учения перипатетиков о совершенно различной природе небесных тел и Земли и доказательствам их большого сходства.
- В первом «Дне» он излагает результаты своих астрономических наблюдений и на их основе опровергает аристотелианское учение об особой «неземной» природе небесных тел, не подчиняющихся тел законам движения, которым подчиняется движение тел земных.
- При этом Галилей утверждает, что небесным телам по их существу более свойственны КРУГОВЫЕ движения.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- Второй «День» посвящается доказательству совместимости движений тел, находящихся на Земле, с суточным обращением последней вокруг своей оси.
- В нем приводится опровержение тех аргументов, которые антикоперниканцы выдвигали против гипотезы о подвижности Земли.
- При разборе «парадоксов» антикоперниканцев Галилей использует теорию инерционности движения (сохранения телом импульса, полученного им при его бросании) и теорию сложения относительного и переносного движений.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- Развивая свою аргументацию в пользу подвижности Земли, Галилей описывает некий воображаемый «опыт», заключающийся в наблюдении относительного движения различных предметов и живых существ, заключенных в каюте корабля. Который стоит, либо находится в прямолинейном равномерном движении.

Галилео Галилей 1564-1642 «Диалог...»

«Если наблюдать в закрытом трюме корабля, плывущего равномерно, прямолинейно и без качки (мы бы сказали: поступательно) за полетом бабочек, других насекомых, за поведением рыб в аквариуме, за падением капель воды из сосуда и т. д., то ни по одному из этих явлений нельзя установить - движется корабль или покоится. Мухи, бабочки не собьются у кормовой части трюма, аналогичным будет поведение рыб, капли будут продолжать падать отвесно...

И причина согласованности всех этих явлений заключается в том, что движение корабля вообще всем находящимся на нем предметам, так же как и воздуху».

«Для предметов, захваченных равномерным движением, это последнее как бы не существует и проявляет своё действие только на вещах, не принимающих в нём участия».

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- Такова галилеева формулировка той закономерности, которая в последующем послужила зерном для установления **«галилеева принципа относительности»**.
- Сам Галилей распространял эту закономерность на случай равномерных круговых движений системы отсчета (Земли), не замечая необоснованности такого распространения.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- В течение третьего «Дня» в основном разбирается вопрос об обращении Земли вокруг Солнца, причем к этому же дню отнесено доказательство большого удаления от Земли новой звезды, появившейся в 1572 г. в созвездии Кассиопеи, хотя этот вопрос, как затрагивающий изменяемость неба, скорее касается темы первого дня.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- В четвертом «Дне» Галилей излагает свою чисто кинематическую теорию морских приливов (как следствие суточного и годичного движения Земли), игнорируя правильную теорию приливов Кеплера.
- В стремлениях Кеплера объяснить движения небесных тел и приливы силовым воздействием небесных тел друг на друга Галилей видел проявление ненавистного ему аристотелианско-схоластических «скрытых качеств» тел.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- В целом трактат «Диалог о двух главнейших системах мира...» Галилея сыграл важную роль в борьбе новой коперниканской системы мировоззрения против средневековой космологической системы, канонизировавшей картину мира Аристотеля, Птолемея.
- Однако в развитии механики (учения о движении материальных тел) этот трактат Галилея имел довольно ограниченное значение.

Галилео Галилей (1564-1642) «Диалог...»

- Ознакомившись с трактатом, папа Урбан VIII узнал себя в Симпличио и инициировал преследование Галилея инквизицией.
- В 1633 году вышел запрет на публикацию в католических странах новых сочинений Галилея, а «Диалог» был помещён в Индекс запрещенных книг, в котором оставался на протяжении 200 лет (до 1835 года).
- Большую известность в дальнейшем получил впервые сформулированный в «Диалоге» принцип относительности:
«Для предметов, захваченных равномерным движением, это последнее как бы не существует и проявляет своё действие только на вещах, не принимающих в нём участия».

Суд инквизиции «Errur si muove!»



Галилео Галилей (1564-1642)

- По решению **суда инквизиции** в марте **1616г.** Галилей обвинялся в отступлении от догм церкви: запрещалось публично выступать и печататься в поддержку коперниканских идей.
- **1632 г.** Галилей опубликовал «**Диалог о двух главнейших системах мира – Птолемеевой и Коперниковой**» и второй раз был привлечен к суду инквизиции

1633г. – Второй суд инквизиции, осуждение на пожизненный домашний арест с запрещением печатать свои труды.

8.01. 1642 – смерть Галилея

-

Галилео Галилей (1564-1642)

- Галилей не сдался, хотя в последние годы жизни ему пришлось работать в тяжелейших условиях. На своей вилле в Арчетри он находился под **домашним арестом** (под постоянным надзором инквизиции). Вот что он пишет, например, своему другу в Париж: **«В Арчетри я живу под строжайшим запретом не выезжать в город и не принимать ни много друзей одновременно, ни с теми, кого я принимаю, не общаться иначе как крайне сдержанно... И мнится мне, что... теперешняя моя тюрьма заменена будет лишь на ту долгую и тесную, которая всех нас ожидает».**

Галилео Галилей (1564-1642)

- В мае 1636 года ученый ведет переговоры об издании своего труда в Голландии, а затем тайно переправляет туда рукопись. «Беседы» выходят в свет в Лейдене в июле 1638 года, а в Арчетри книга попадает почти через год — в июне 1639 года. К тому времени ослепший Галилей (сказались годы упорной работы, возраст и то, что ученый часто смотрел на Солнце без хороших светофильтров) мог лишь ощупать свое детище руками.
- Галилей умер 8 января 1642 года.
- Только в **ноябре 1979** года папа римский Иоанн-Павел II официально признал, что **инквизиция в 1633 году совершила ошибку, силой вынудив отречься ученого от теории Коперника.**
- Это был первый и единственный в истории католической церкви случай публичного признания несправедливости осуждения еретика, совершенный спустя 337 лет после его смерти.

78-15
89

LE OPERE
DI
GALILEO GALILEI

NUOVA RISTAMPA DELLA EDIZIONE NAZIONALE
SOTTO L'ALTO PATRONATO
DEL
PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA ITALIANA
GIUSEPPE SARAGAT

•VOLUME VIII.



FIRENZE
G. BARBERA - EDITORE
1968

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,

intorno a due nuove scienze

Attenenti alla
MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI

del Signor
GALILEO GALILEI LINCEO,
Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con una Appendice del centro di gravità di alcuni Solidi.



IN LEIDA,
Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIIII.

The title page of Galileo's book "Two New Sciences."

Рис. 11. Титульная страница книги Галилея о двух новых науках.

Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы...»

В 1638 г. «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки» вышли в Лейдене (Нидерланды).

Трактат **«Беседы»** состоит из шести частей («Дней»), на протяжении которых **Сальвиати** (персонаж, выражающий мнение автора), **Сагрето** и **Симпличио** обсуждают важнейшие проблемы механики и физики.

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы...»

- Именно это сочинение Галилея явилось главным его трудом по механике, в котором предшествующее развитие учения о насильственных и естественных движениях земных тел было блестяще завершено.

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы...»

- Для всего трактата характерно настойчивое внимание Галилея к эксперименту, как основному средству познания объективных законов природы.
- Сочетание разработки количественной теории с проверкой ее экспериментом представляет главный залог успеха познавательной деятельности Галилея.

Труды Галилео Галилея

- **Le Opere di Galileo Galilei.** — Firenze: G. Barbero Editore, 1929—1939. Это классическое комментированное издание трудов Галилея на языке оригинала в 20 томах (переиздание более раннего сборника 1890—1909 гг.), получившее название «Национального издания» ([итал. Edizione Nazionale](#)). Основные труды Галилея содержатся в первых 8 томах издания^[155].
 - Том 1. [О движении](#) (*De Motu*), около 1590.
 - Том 2. [Механика](#) (*Le Meccaniche*), около 1593.
 - Том 3. [Звёздный вестник](#) (*Sidereus Nuncius*), 1610.
 - Том 4. [Рассуждение о телах, погружённых в воду](#) (*Discorso intorno alle cose, che stanno in su l'aqua*), 1612.
 - Том 5. [Письма о солнечных пятнах](#) (*Historia e dimostrazioni intorno alle Macchie Solarì*), 1613.
 - Том 6. [Пробирных дел мастер](#) (*Il Saggiatore*), 1623.
 - Том 7. [Диалог о двух системах мира](#) (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*), 1632.
 - Том 8. [Беседы и математические доказательства двух новых наук](#) (*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*), 1638.
- [Lettera al Padre Benedetto Castelli](#) (переписка с [Кастелли](#)), 1613.

- [Бертольт Брехт](#). Жизнь Галилея. Пьеса. — В книге: Бертольт Брехт. Театр. Пьесы. Статьи. Высказывания. В пяти томах. — М.: Искусство, 1963. — Т. 2.
- [Лилиана Кавани](#) (режиссёр). [«Галилей» кинофильм](#) (англ.) (1968).
- [Джозеф Лоузи](#) (режиссёр). [«Галилей» \(кинофильм, экранизация пьесы Брехта\)](#) (англ.) (1975).
- [Филип Гласс](#) (композитор), [опера](#) «Галилей».
- [Errir Si Muove](#) — концептуальный альбом [симфоник-метал](#)-группы [Haggard](#), посвящённый истории жизни Галилея, его работам и непростым отношениям с церковью
- [Александр Городницкий](#), песня [Галилей](#), 1967 год

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы...»

- Трактат начинается с рассуждения участников «Бесед» по поводу большого значения для науки венецианского арсенала и его опытных мастеров.
- В первом «Дне» - развернутая полемика против схоластического учения о механических движениях материальных тел.
- Здесь Галилей занимается вопросом о скорости свободного падения тяжелых тел.

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы...»

- Второй «День» посвящен вопросам геометрической теории равновесия и основам теории сопротивления материалов.
- Пятый «День» излагает вспомогательные теоремы из области метрической геометрии.
- Вопросам теории движения посвящены Первый, Третий и Четвертый «дни» (движение падающих и брошенных тел), а также Шестой «день» (теория удара).

Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы...»

- Галилей перечисляет результаты реальных **опытов с маятниками** одинаковой длины и с одинаковыми по форме шариками различного веса (из пробки, из свинца и т.п.), совершающими **синхронные колебания при одинаковых начальных условиях.**

Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы...»

- **«Если бы совершенно устранить сопротивление среды, то все тела падали бы с одинаковой скоростью».**
- **Галилей начал построение абстрактной теории падения тяжелого тела при отсутствии сопротивления воздуха с введения четкого понятия *равноускоренного движения*: это - движение тела, при котором в равные промежутки времени его скорость получает равные приращения.**

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

- ***Первая теорема:***

Расстояние, пройденное телом из состояния покоя в равноускоренном движении за некоторое время, равно расстоянию, пройденному телом за то же время в равномерном движении со скоростью, равной половине конечной скорости первого типа движения.

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

Вторая теорема:

- **«Если тело, выйдя из состояния покоя, падает равномерно ускоренно, то расстояния, проходимые им за определенные промежутки времени, относятся между собой как квадраты времени»**

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

- Создав полную теорию равноускоренного движения точки, Галилей задает себе вопрос:
действительно ли таково ускорение, которым природа пользуется при движении падающих тел?

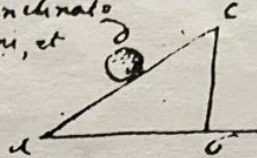
Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

- Галилей проводил многочисленные опыты с бронзовыми шариками, опускавшимися по наклонным желобкам, обтянутым гладким пергаментом, причем наклоны желобков к вертикали менялись. В качестве измерителя времени использовались clepsidras.
- Галилей показывает, что **типы равноускоренных движений точки** могут быть **различны**: в одних случаях скорость нарастает по времени быстрее, в других - медленнее.

caput p. Ab. ad tempus casus. sc. qd erat probandum.

Momenta gravitatis eiusdem mobilis sup. plano inclinato
et in perpendiculari similitate respondent longitudini, et
elevationi eiusdem plani

Sit ad oriente ab. planum inclina-



tū ca. cuius in quo sumat quod-

cūq. fuerit c. et demissa perpendicularis ad oriente cb. sic plani ca.

altitudo seu elevatio; dico momentū gravitatis mobilis d. sup. plano

ca. ad totale suum momentū in perpendiculari cb. esse ut altitudo cb.

ad eiusdem plani longitudinē ca. Patet mechanicis probari est.

Momenta gravitatis eiusdem mobilis sup. diversis

planis inclinationes sunt inter se similitate

eandem ratione quā eorum planorum longitudines

dū eisdem elevationi respondeant

Sint diversae planorum inclinationes ab. ac. quae eide

elevationi ad. respondeant. Dico momentū

gravitatis eiusdem mobilis sup. ab. ad momē-

tū gravitatis sup. ac. eandem esse rationem

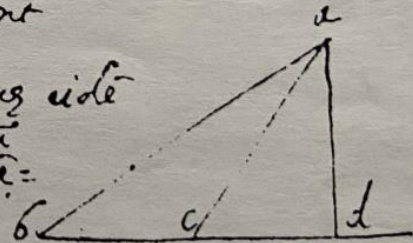
quam longitudo ac. habet ad longitudinē

ab. ea incedentem. momentū gravitatis sup. ab. ad totale momentū

in perpendiculari ad. est ut ad. ad ab. totale u. momentū p. ad. ad

momentū p. ac. est ut ca. ad ad. g.º ex equali in analogia tribus

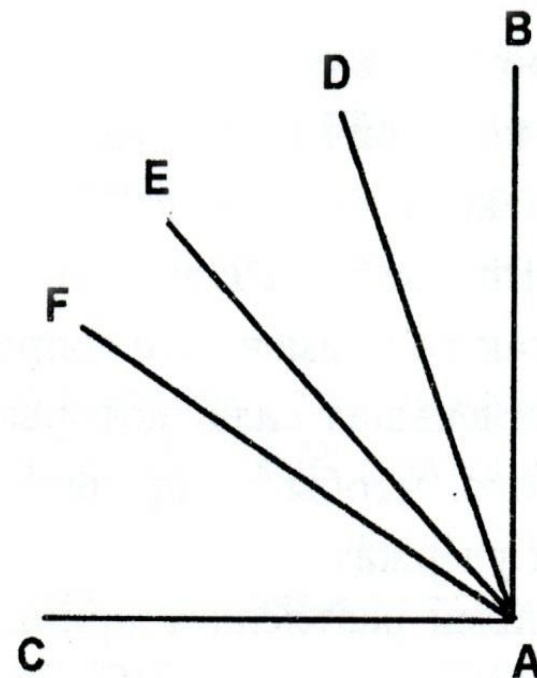
momentū p. ab. ad momentū p. ac. erit ut longitudo ca. ad longitudinem



Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы...»

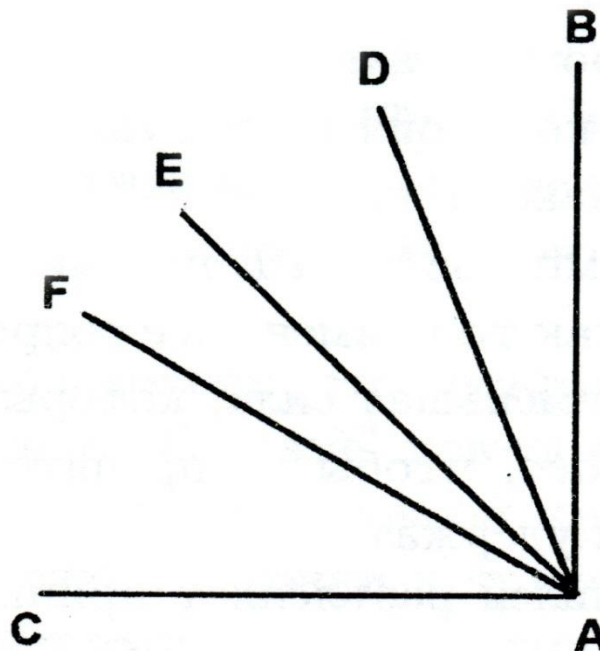
**Моменты или скорости
одного и того же
движущегося тела различны
при различном наклоне
плоскости**

**Можно пересчитывать
ускорения движения тел
вдоль данной наклонной
плоскости в ускорение вдоль
другой плоскости, имеющей
иной наклон, а так же и в
ускорение движения вдоль
отвесной линии.**



Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы...»

- «Утверждаю, что тело обладает наибольшим импульсом к падению вдоль вертикали BA , меньшим - вдоль линии DA , еще меньшим - вдоль EA и т.д.; импульс постепенно уменьшается по мере приближения к наименее наклонной линии FA и совершенно исчезает при достижении горизонтали CA : здесь тело оказывается индифферентным к движению и покою, не имея само по себе никакой склонности к перемещению в какую-либо сторону и не проявляя никакого сопротивления передвижению».



Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

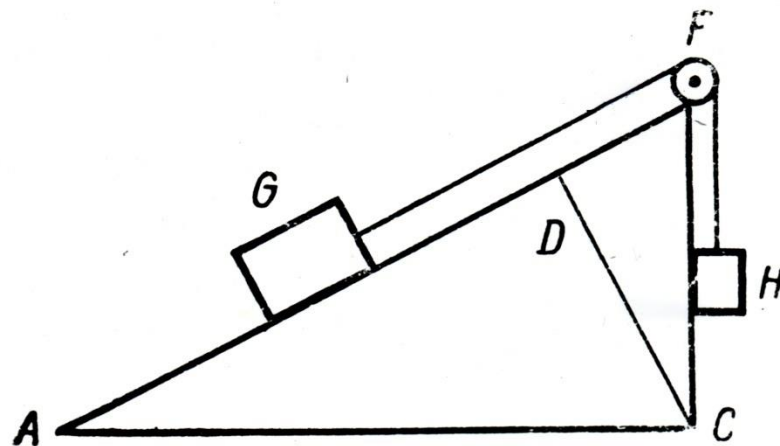
- **Основной тезис Галилея о равновысоких наклонных плоскостях:**
- **«...степени скорости, приобретаемые одним и тем же телом при движении по наклонным плоскостям, равны между собой, если высоты этих наклонных плоскостей одинаковы».**

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

- **«Степень скорости, обнаруживаемая телом, ненарушимо лежит в самой природе, в то время как причины ускорения или замедления являются внешними; ибо при движении по наклонной плоскости вниз наблюдается ускорение, а при движении вверх --- замедление. Отсюда следует, что движение по горизонтали является вечным»**
- (закон инерции!)

Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы...»

**«Совершенно ясно,
что импульс тела к
падению столь же
велик, как то
наименьшее
сопротивление или
та наименьшая сила,
которые достаточны
для того, чтобы
воспрепятствовать
падению и удержать
тело».**



Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

Галилей: «необходимо найти меру скорости такую, которая была бы для всех понятной, приемлемой и одинаковой в различных случаях».

Речь идет не о самой скорости, ибо она не может быть одинаковой для всех тел, а о величине, характеризующей возрастание скорости падающего тела (ускорении), так как именно эта искомая величина остается неизменной для ``естественно падающих тяжелых тел, у коих *возрастание* скорости во всех частях света происходит в одинаковой степени,... которая приобретается, для примера, свинцовым шаром, весом в один фунт, вышедшим из состояния покоя и падающим вертикально с определенной высоты, сохраняется подходящею для выражения величины импульса, который получается при естественном падении»

Галилео Галилей 1564-1642 «Беседы»

Искомой мерой «импульса тела к падению» (земного ускорения) будет конечная скорость падения тяжелого тела (единичной массы) к концу **определенного** промежутка времени. Эта величина равна удвоенной высоте падения грузика из состояния покоя к концу означенного промежутка времени (лучше всего, если этот промежуток времени принят за единицу).

Галилео Галилей (1564-1642) «Беседы»

- Обозначим через H высоту падения грузика из состояния покоя за первую секунду времени, v - скорость, приобретенная грузиком за это время, g – ускорение силы тяжести или «момент» («импульс») скорости; формула Галилея принимает вид:

$$g = 2H, \quad t = 1.$$

- Такой способ определения численной величины ускорения силы тяжести продержался до XIX в.