

---

# Становление механики

---

## Кинематика

<b>Осно вные</b>	Понятие «кинематика»	А. Ампер
	Движение, непрерывность	<u>Зенон</u>
<b>поня тия</b>	Сложение перпендикулярных перемещений	<u>Аристотель (IV в. До н.э.)</u>
	Закон сложения перемещений	<u>Г. Галилей (1638)</u>
<b>кине мати ки</b>	Деление движений на поступательное и вращательное	А. Саксонский ( XIV в.)
	Деление движений на равномерное и переменное	А. Саксонский ( XIV в.)
	Разложение скорости брошенного тела на две составляющие (параллельную и перпендикулярную плоскости)	<u>Альхазен (XI в.)</u>
	Понятие мгновенной скорости	У. Гейтсбери (начало XIV в.)
	Графическое изображение движений с помощью двумерных координат	Н. Орем ( XIV в.) Дж. Ди Казалис (1346)
	Понятие о дополнительном ускорении, возникающем при сложном движении.	Г.Кориолис (1829)

<b>Равноускоренное движение</b>	Ускорение и путь, пройденный при равноускоренном движении	У. Гейтсбери (начало XIV в .)
	Закон равнопеременного движения (связь пути и времени)	Н. Орем ( XIV в.)
	Доказательство равноускоренности движения тела по наклонной плоскости	Г. Галилей (1604 - 09)
<b>Свободное падение</b>	Законы свободного падения	Г. Галилей (1638)
	Законы движения тела, брошенного под углом к горизонту	Г. Галилей (1604 - 09)
	Параболический характера траектории тел, движущихся под углом к горизонту	<u>Э. Торричелли (1641)</u>

## Динамика

Понятие количества материи	<u>Ж. Буридан (XIV в.)</u>
Природа инерции	<u>Леонардо да Винчи (XV в.)</u>
Принцип инерции	<u>Дж. Бенедетти (1585)</u>
Принцип относительности	Г. Галилей (1632)
Экспериментальное доказательство принципа относительности	П. Гассенди (1641)
Взаимосвязь действия и противодействия	<u>Леонардо да Винчи (XV в.)</u>
Закон сложения сил (параллелограмм сил)	С. Стевин (1586)
Разложение сил на две перпендикулярные составляющие	С. Стевин (1586)
Основные законы динамики.	И.Ньютон (1687)

## Силы в природе

<b>Тяготение</b>	Обратно пропорциональная зависимость силы тяготения и квадрата расстояния	И. Ньютон (1665 – 66)
	Экспериментальное определение величины силы тяжести (для Парижа)	Х.Гюйгенс (1678)
	Подтверждение закона всемирного тяготения.	Г.Кавендиш (1798)
	Вычисление плотности Земли	Г.Кавендиш (1798)
<b>Упругость</b>	Закон упругости	Р. Гук (1660)
	Введение понятия модуля упругости.	Т.Юнг(1807)
<b>Трение</b>	Законы внешнего трения	Г. Амонтон (1699)
	Определение коэффициентов трения	Леонардо да Винчи (XV в .)

## Статика

Правила равновесия рычага	Аристотель ( IV в . до н.э.)
Строгая теория рычага	Архимед ( III в . до н.э.)
Правило рычага для блока	Герон Александрийский ( I - II вв. до н.э.)
Понятие центра тяжести	Архимед ( III в . до н.э.)
Понятие момента сил относительно прямой	Архимед ( III в . до н.э.)
Доказательство условий равновесия тел на наклонной плоскости	С. Стевин (1586)
Понятие момента инерции	Х.Гюйгенс (1673)

## Законы сохранения

Понятие импетуса (импульса)	Ж. Буридан, Н. Орем, А. Саксонский ( XIV в .)
Идея о невозможности вечного двигателя	Леонардо да Винчи (XV в)
Закон сохранения количества движения (импульса)	Р. Декарт (1639 – 44)
Понятие работы как произведение силы на пройденный путь.	Ж.Понселе , Г.Кориолис (1826)
Теория центрального удара	Х.Гюйгенс (1669)
Законы сохранения количества движения и живых сил	Х.Гюйгенс (1669)
Закон сохранения живых сил	Г.Лейбниц (1686)
Единица мощности – лошадиная сила.	Дж .Уатт (1770)
Связь симметрии с законами сохранения	Э. Нётер (1918)

## Гидростатика и гидродинамика

Закон Архимеда	Архимед ( III в . до н.э.)
Условия плавания тел	Архимед ( III в . до н.э.)
Гидростатический парадокс	Дж. Бенедетти (1585)
Обратная пропорциональность скорости течения жидкости в трубах и площади сечения трубы	Б. Кастелли (1628)
Формула для скорости истечения жидкости из отверстия в открытом сосуде	Э. Торричелли (1641)
Уравнение стационарного движения идеальной жидкости.	Д.Бернулли (1738)
Реактивная гидравлическая турбина (Сегнерово колесо)	Я.Сегнер (1750)



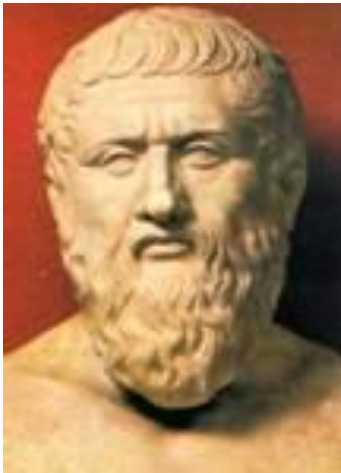
## Колебания и волны

<b>Колебания</b>	Механические часы	Пацификус из Вероны (IX в .)
	Изохронность колебаний маятника	Г. Галилей (1583)
	Маятниковые часы	Х. Гюйгенс (1657)
	Теория физического маятника	Х.Гюйгенс (1673)
	Доказательство вращения земли при помощи маятника.	Л.Фуко (1851)
	Оптический метод наблюдения сложения колебаний.	Ж.Лиссажу (1855)
<b>Волны</b>	Принцип суперпозиции волн.	Т.Юнг (1800)
	Продольные колебания струн и стержней.	Э.Хладни (1787)
	Представление о стоячих волнах.	Ж.Савёр (1701)
	Понятие групповой скорости	У.Гамильтон (1839)

<b>Звук</b>	Принцип независимости распространения звука от различных источников	Леонардо да Винчи (XV в.)
	Измерение относительной скорости звука в твердых телах.	Э.Хладни (1796)
	Измерение скорости звука в твердых телах.	Ж. Био (1809)
	Формула для скорости звука в воздухе.	П. Лаплас (1816)
	Определение скорости звука в воде.	Ж. Колладон, Я. Штурм (1827)
	Установление пределов слышимости нормального уха человека.	Ф.Савар (1830-1831)
	Связь между высотой тона и длиной струны (трубы)	Пифагор (VI в до н.э.)
	Обнаружение связи тембра звука с относительной интенсивностью обертонов.	Ч.Уитстон (1837)
	Открытие интерференции звука.	Т.Юнг (1800)
	Влияние относительного движения на высоту звука (эффект Доплера )	Х.Допплер (1842)
Экспериментальное обнаружение эффекта Доплера для акустических волн	Х.Бейс-Баллот (1845)	

---

<b>Автоколебания</b>	Введение термина и определение понятия «автоколебание»	А.А. Андронов (1928)
	Теория автоколебаний	А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин (1930-е)



# ЗЕНОН Элейский

(ок. 490 - ок. 430 до н.э.)

- Представитель элейской школы (6-5 вв. до н.э., г. Элея, Южная Италия). Согласно сведениям Диогена Лаэртия, был учеником и приемным сыном Парменида. Аристотель считал З. создателем диалектики как искусства истолкования противоречий.
- Истина сущего, по мнению З., обнаруживается только посредством мышления, чувственный же опыт ведет к обнаружению множественности вещей, их разнообразия и изменчивости, и, следовательно, к недоверности.
- Факт противоречия между данными опыта, с одной стороны, и их мыслительным анализом, с другой, был выражен З. в форме апорий (греч. *aporía* - затруднение, недоумение).

# Апории Зенона

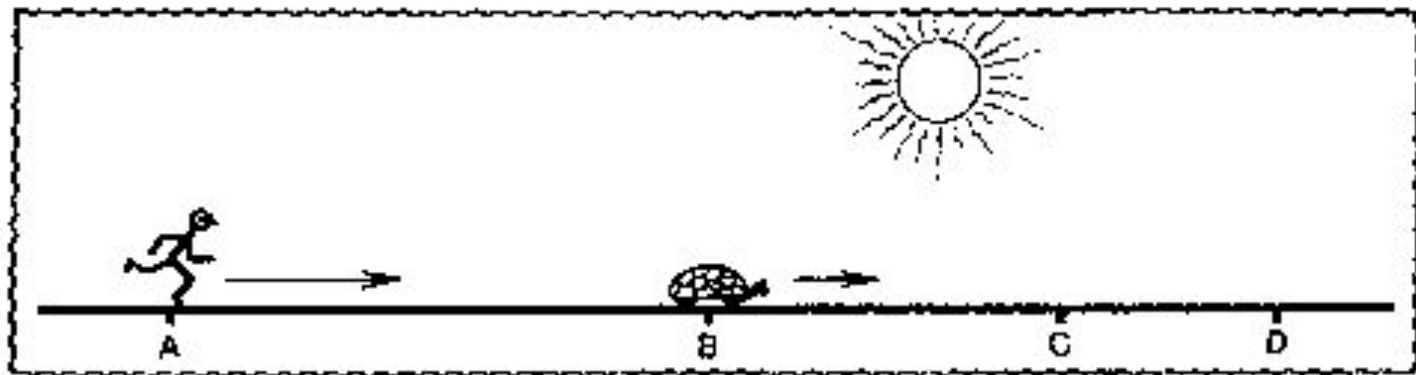
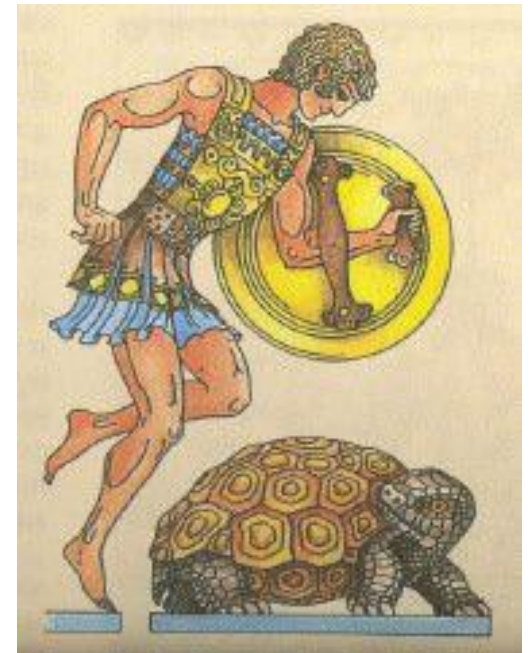
- Все апории З. сводятся к доказательству того, что 1) логически невозможно мыслить множественность вещей; 2) допущение движения ведет к противоречиям.
- Наиболее известны его апории, направленные против возможности движения: "Дихотомия", "Ахиллес", "Стрела", "Стадий".

# Апория «Стрела»

- Стрела движется либо там, где она находится, либо там, где она не находится, - третьего не надо. Второе отпадает, так как стрела не может двигаться там, где её нет. Значит, ей остаётся двигаться только там, где она находится. Но как тело может двигаться в пространстве, которое оно само заполняет (ведь ему просто некуда там деваться)?

# Апория "Ахиллес"

- Быстроногий Ахиллес не может догнать черепаху, т.к. пока он пробежит разделяющее их расстояние, она все же успеет проползти некоторый отрезок, когда же он будет пробегать этот отрезок, она еще немного отползет и т.д.



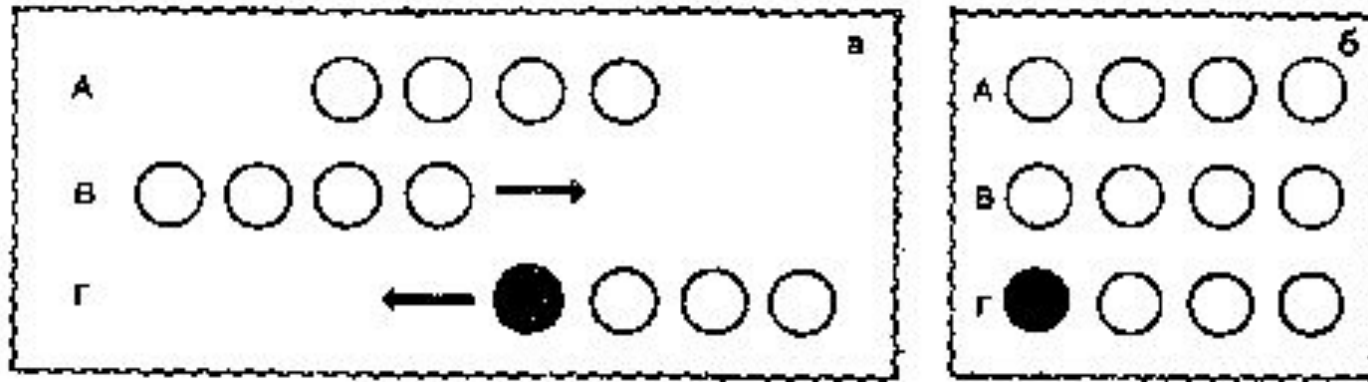
# Апория "Дихотомия"

- Для того, чтобы преодолеть некоторое расстояние АВ, человек сначала должен пройти половину этого расстояния АС. А чтобы пройти половину расстояния АС, ему нужно пройти половину половины АВ - и так до бесконечности. В итоге мы придём к выводу, что человек вообще не в состоянии сдвинуться с места, так как всегда можно поставить перед ним условие пройти половину сколь угодно малого пути.



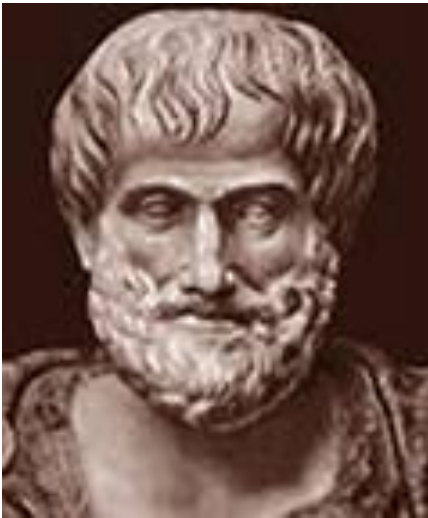


# Апория «Стадии»



- Ряды В и Г одновременно начинают двигаться в противоположные стороны. Первая точка ряда Г одновременно проходит всю длину ряда В и половину длины ряда А. Таким образом целое равно его половине.

# АРИСТОТЕЛЬ (384-322 до н. э.)



- Р. в Стагире. В 367 — 347 до н. э. учился в академии Платона в Афинах, в 343 — 335 у царя Македонии Филиппа был воспитателем его сына Александра (будущего полководца). В 335 возвратился в Афины, где основал свою философскую школу — перипатетиков.



**Буридан Жан** (фр. *Jean Buridan*, лат. *Joannes Buridanus*) (около 1300) (около 1300, — около 1358)

- Французский философ, представитель номинализма. С 1328 преподавал в Парижском университете. Содействовал распространению во Франции философии Оккама и ряда естественнонаучных идей (объяснение движения брошенных тел, возможность беспредельного неподвижного пространства и др.). Проблему свободы воли считал неразрешимой логически. Вошедшее в поговорку выражение «буриданов осёл» Буридану не принадлежит.



# Леонардо да Винчи

## (15 апреля 1452 - 2 мая 1519)



- Рассматривал свои заметки и рисунки как наброски к гигантской натурфилософской энциклопедии.
- Естествознание должно быть основано на эксперименте
- Механика - «рай математических наук», ключ к тайнам мироздания;
- попытался определить коэффициенты трения скольжения, изучал сопротивление материалов, увлеченно занимался гидравликой.
- Проекты каналов и ирригационных систем.
- наброски проектов металлургических печей и прокатных станов, ткацких станков, печатных, деревообрабатывающих и прочих машин, подводной лодки и танка, а также разработанные после тщательного изучения полёта птиц конструкции летальных аппаратов и парашюта.

# Леонардо да Винчи

- Не будучи подготовлен к серьезному изучению динамики процессов, он блестящ в наблюдении их кинематики.
- «Пусть не читает меня тот, кто не является математиком».
- «Механика есть рай математических наук, посредством нее достигают математического плода».
- При этом Леонардо почти не владел математикой: он складывал дроби, но едва владел начатками алгебры, не умел решать даже простейшие линейные уравнения и пользовался только пропорциями.
- Леонардо формулировал все законы только в виде простых пропорциональностей. Иногда они могли совпадать с действительностью, иногда - нет. Трудно судить, когда он приходит к правильному заключению сознательно, а когда случайно.
- Рассматривая некоторые геометрические задачи, которые он не мог решить аналитически, Леонардо придумывал механические приборы, которые давали решения.
- Леонардо постоянно говорит об экспериментах, но мы не знаем, сколь часто он их на самом деле выполнял. Единственным замечанием Леонардо, бесспорно опирающимся на эксперимент, является утверждение о том, что сила трения пропорциональна нагрузке, причем коэффициент трения составляет одну четверть.

# АЛЬХАЗЕН (латинизированное имя Абу Али Хайсама) (965 —1039)



- Арабский ученый, известный физик средневековья. Р. в Басре Жил и работал в Каире (Египет).
- Работы посвящены физике, астрономии, математике, медицине и философии
- С помощью опытов доказал несостоятельность представлений древнегреческих ученых о свете, как о лучах, которые выходят из глаза и «ощупывают» предметы.
- Выдвинул свою теорию зрения. По Альхазену, «естественный свет и цветные лучи влияют на глаз» и «зрительный образ получается при помощи лучей, которые испускаются видимыми телами и попадают в глаз».
- Считал, что каждой точке наблюдаемого предмета соответствует некоторая воспринимающая точка глаза. Дал правильное представление видения двумя глазами. Провел ряд опытов с камерой-обскурой, исследовал преломление света, рассмотрел виды зеркал (плоские, сферические и др.), высказал предположение о том, что свет распространяется с конечной скоростью.



# БЕНЕДЕТТИ Джовани (Benedetti Giovanni)

## Баттиста (14.VIII.1530 — 20.I.1590)

- Р. в Венеции. Ученик Я. Тарталья. В 1567 стал инженером у герцога Савойского в Турине.
- Работы в области механики и гидростатики. Один из основоположников современной механики. Непосредственный предшественник Г. Галилея в области динамики.
- Выдвинул (1580) концепцию момента силы относительно точки, повторив результат Архимеда, и рассчитал равновесие вращательных моментов. Исследовал принцип наклонной плоскости. Установил существование центробежной силы, открыл в 1585 принцип инерции, установил, что тела в пустоте падают с одинаковой скоростью. Был последователем Н. Коперника и привел некоторые доказательства в пользу его гипотезы.
- В гидравлике разработал теорию сообщающихся сосудов. Разработал теорию равновесия жидкости в сообщающихся сосудах, вывел гидростатический парадокс, предвосхитил гидравлический пресс Паскаля.
- Применил алгебраические методы к решению геометрических задач.





# ГАЛИЛЕЙ Галилео (Galilei Galileo)

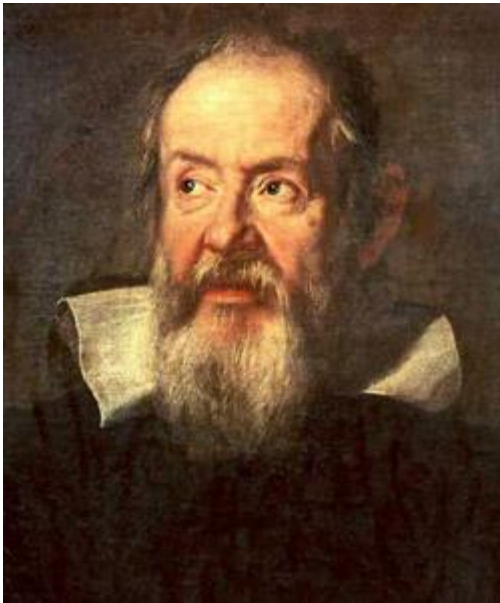
## (15.II.1564 - 8.I.1642)



- Р. в Пизе.
- В 1581 поступил в Пизанский ун-т, где изучал медицину. Но, увлекшись геометрией и механикой, в частности сочинениями Архимеда и Евклида, оставил ун-т и вернулся во Флоренцию, где четыре года самостоятельно изучал математику.
- С 1589 — профессор Пизанского ун-та, в 1592 — 1610 — Падуанского, в дальнейшем — придворный философ герцога Козимо II Медичи.



# ГАЛИЛЕЙ Галилео



- Галилей установил закон инерции (1609), законы свободного падения, движения тела по наклонной плоскости (1604 — 09) и тела, брошенного под углом к горизонту, открыл закон сложения движений и закон постоянства периода колебаний маятника (явление изохронизма колебаний, 1583). От Галилея ведет свое начало динамика.

# Желоб Галилея

- Московский Музей образования



# ТОРРИЧЕЛЛИ, ЭВАНДЖЕЛИСТА (Torricelli, Evangelista) (15.10.1608 – 25.09.1647)



- Итальянский физик и математик. Родился в Фазэнце. В 1627 приехал в Рим, где изучал математику под руководством Б.Кастелли, друга и ученика Галилео Галилея. Под впечатлением трудов Галилея о движении написал собственное сочинение на ту же тему под названием *Трактат о движении* (*Trattato del moto*, 1640). В 1641 переехал в Арчетри, где стал учеником и секретарем Галилея, а позже его преемником на кафедре математики и философии Флорентийского университета.

# ТОРРИЧЕЛЛИ, ЭВАНДЖЕЛИСТА



- В трактате "О движении свободно падающих и брошенных тел" (1641). Торричелли доказал постулат о равенстве скоростей тяжелых тел, падающих по наклонным плоскостям одинаковой высоты (не зная, что это уже сделал **Галилей**), установил параболический характер траектории движения тел, брошенных под произвольным углом к горизонту, другие хорошо известные теперь теоремы баллистики.

# ТОРРИЧЕЛЛИ, ЭВАНДЖЕЛИСТА

- В 1643 показал, что воздух имеет вес и что насос не может вытянуть воду на высоту более 10 м.
- Построил первый ртутный барометр.
- В 1641 Торричелли сформулировал закон вытекания жидкости из отверстий в стенке открытого сосуда и вывел формулу для определения скорости вытекания (формула Торричелли).

