

Лекция 4

Чиненова Вера Николаевна

v.chinenova@yandex.ru

**Попытки синтеза
кинематического и
геометрического методов
статики**

Принцип Торричелли и задача о гидравлическом прессе Паскаля

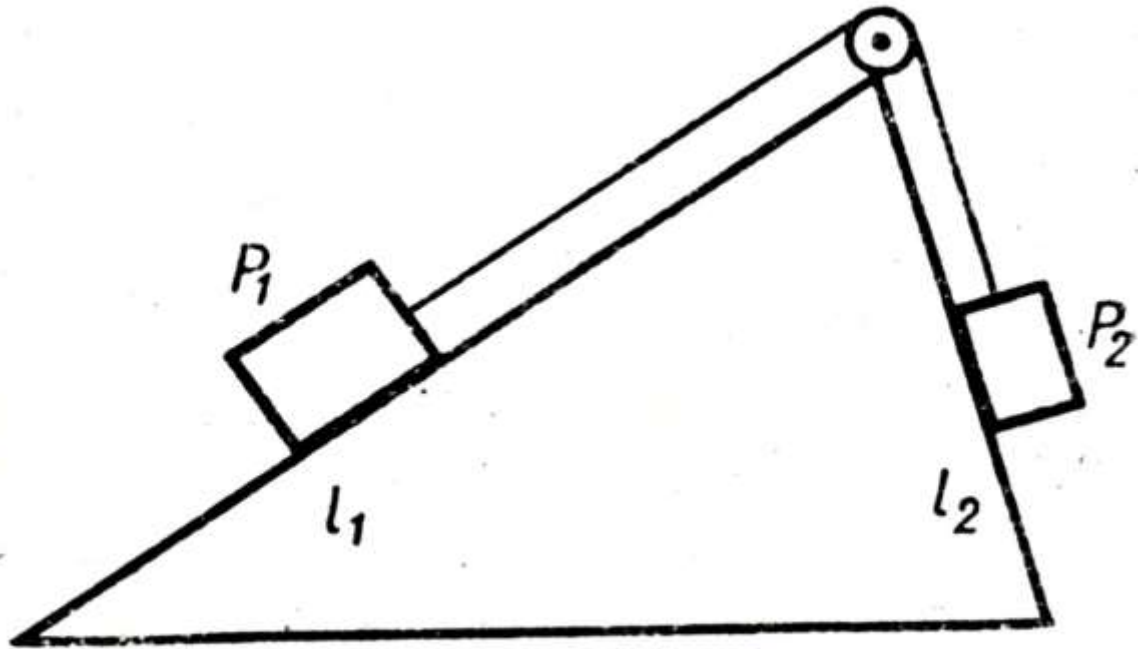
Э.Торричелли 1608-1647



- В трудах Э.Торричелли (1608-1647) и Б.Паскаля (1623-1662) в середине XVIIв. наблюдаются первые попытки увязки методики перемещений с барицентрической теорией геометрической статики.

Э.Торричелли 1608-1647

- Трактат Торричелли «О движении тяжелых тел, нисходящих естественным движением, и тел брошенных» явился развитием идей Галилея; в частности, Торричелли переработал и дополнил таблицы стрельбы, составленные Галилеем.
- В этом же сочинении можно найти материал, относящийся к теории равновесия системы тяжелых тел, например, двух грузов, связанных нитью и помещенных на двух сомкнутых равновысоких наклонных плоскостях.
- *Основой этой теории служит следующее предложение*



Принцип Торричелли

«Когда тяжелое тело составлено так, что его центр тяжести не может никоим образом опускаться, то оно, заведомо, пребудет в покое в занимаемом им положении»

(«О движении тяжелых тел, нисходящих естественным движением, и тел брошенных»)

- Синтез методов кинематической статики и геометрического учения о равновесии наблюдается в XVIIв., позже это стало развиваться более эффективно.
- Уже в XVIIIв. стали трактовать принцип Торричелли - Паскаля, как требования минимальной высоты центра тяжести системы при равновесии, однако, математическая запись была более широкой.

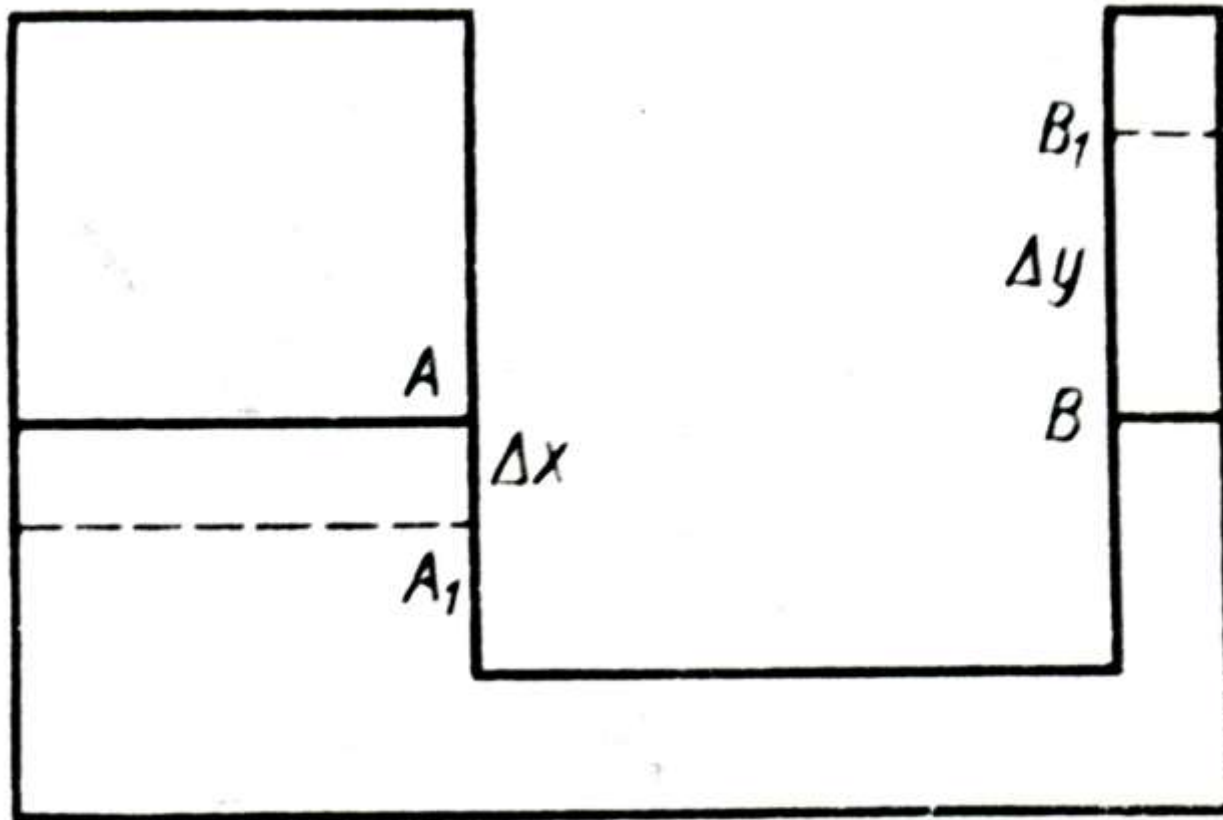
Блез Паскаль 1623-1662



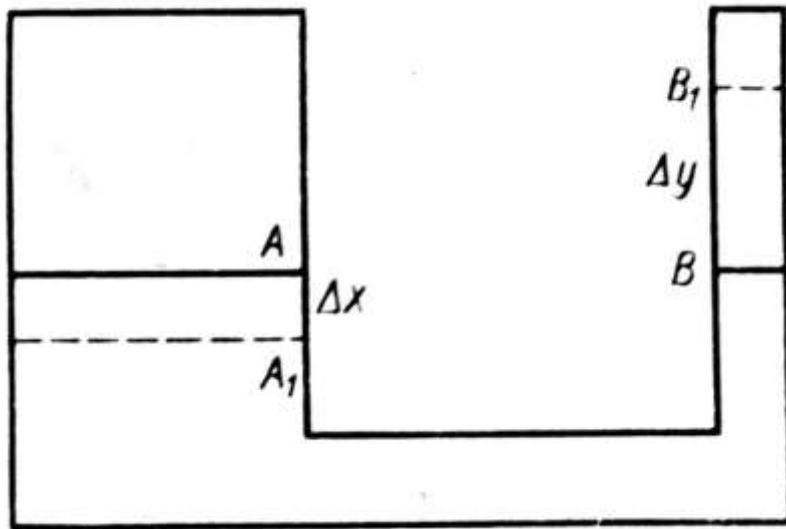
Блез Паскаль 1623-1662

- Б.Паскаль использует принцип возможных перемещений и барицентрический критерий равновесия для получения важных результатов гидростатики. Приведем пример его рассуждений о действии гидравлического пресса, где рассматриваются мысленные перемещения поршней для выявления поведения центра тяжести системы поршней.

Задача о гидравлическом прессе Паскаля



Задача о гидравлическом прессе Паскаля



- Представим себе сообщающийся сосуд с широкой и узкой трубками, закрытыми поршнями А и В соответственно. Каково соотношение весов поршней при равновесии несжимаемой жидкости в сосуде?

Для ответа на поставленный вопрос Паскаль придает мысленное перемещение Δx левому поршню А, отчего правый поршень В переместился бы на высоту Δy .

Б.Паскаль «О равновесии жидкостей и о тяжести массы воздуха» 1663г.

- Из условия несжимаемости жидкости

$$S_A \Delta x = S_B \Delta y$$

$P_A \Delta x - P_B \Delta y = (P_A - P_B) \Delta_{ц.т.} = 0$ – принцип возможных перемещений;

$\Delta_{ц.т.}$ – центр тяжести обоих грузов (тяжелых поршней) не перемещается: это служит условием сохранения равновесия жидкости

Следовательно, $P_A \Delta x = P_B \Delta y$ и

$$\Delta y / \Delta x = S_A / S_B = P_A / P_B ,$$

т.е. силы тяжести поршней пропорциональны их площадям

- Так теоретически обоснован принцип действия гидравлического пресса, когда весьма малой силой P_B можно поднимать весьма тяжелый груз P_A .

Задача о гидравлическом прессе Паскаля

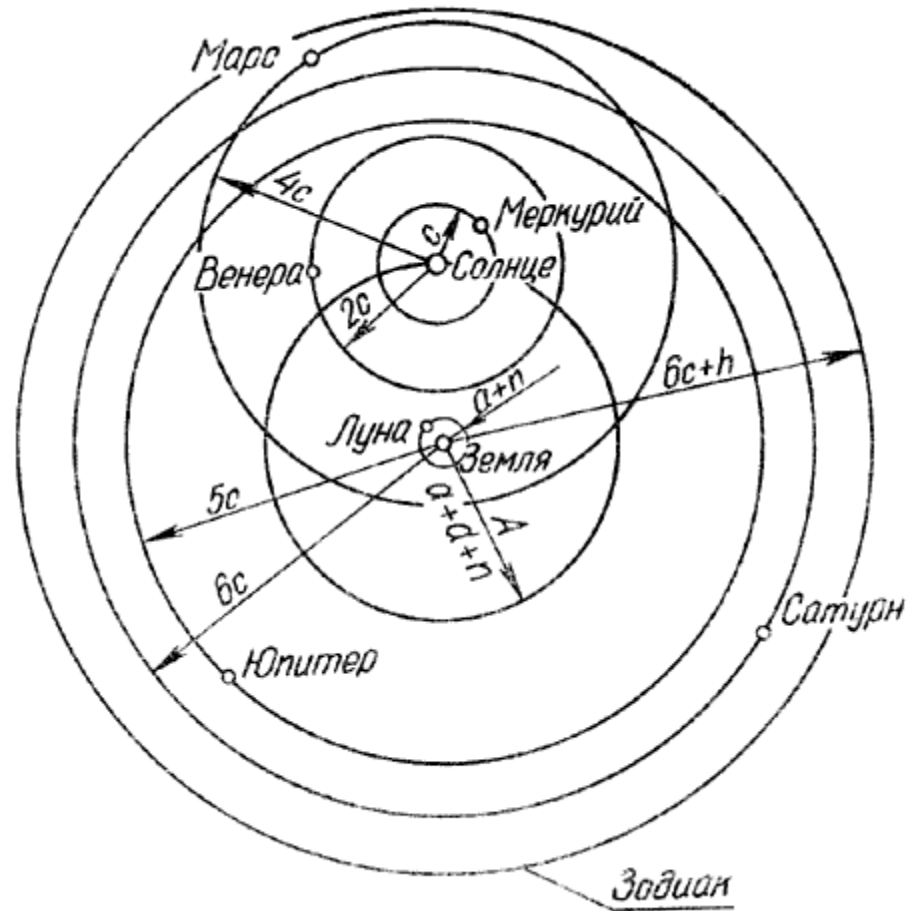
- Паскаль сформулировал для всей статики следующий принцип:

«Я принимаю за принцип, что никогда тело не движется под действием своего веса без того, чтобы центр тяжести его не понижался»,

т.е. необходимым условием равновесия системы тяжелых тел является **минимальность высоты ее центра тяжести.**

- **Это утверждение равносильно ранней формулировке принципа Торричелли, когда критерием истинного равновесия системы наблюдаемого в природе, признается такое состояние ее покоя, из которого любое ``пробное'' перемещение грузика или части системы приводит к элементарному повышению центра тяжести грузов либо к сохранению его высоты; если же на ``пробном'' перемещении какой-либо части центр тяжести системы стал понижаться, то система и далее будет продолжать движение (неинерционное, как сказали бы после XVIIIв.).**

<https://youtu.be/d8dO4VjkKD>

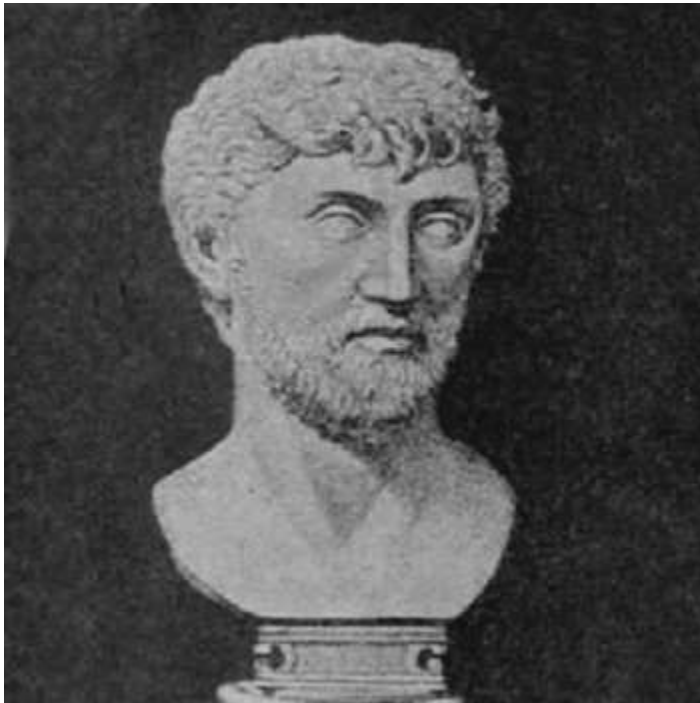


Возникновение учения о движении тел

Представление о движении земных и небесных тел в античности

- **Эмпедокл, Демокрит (V в. до н.э.),**
- **Эпикур (IV в. до н.э.)**
- **Лукреций Кар (I в. до н.э.)**

Представление о движении земных и небесных тел в античности



T. LVCRETII CARI DE RERVM NATVRA LI- BRI SEX,

Mendis innumerabilibus liberati; & in pristinum p̄nè veterum potissimè librorum ope ac fide, Ab OBERTO GIFANIO BVRANO Iuris studioso, restituti.

Quae praeterea ab eodem in hoc opere sunt praefita, inuersa pagina indicabit.



ANTVERPIÆ,
Ex officina Christophori Plantini.

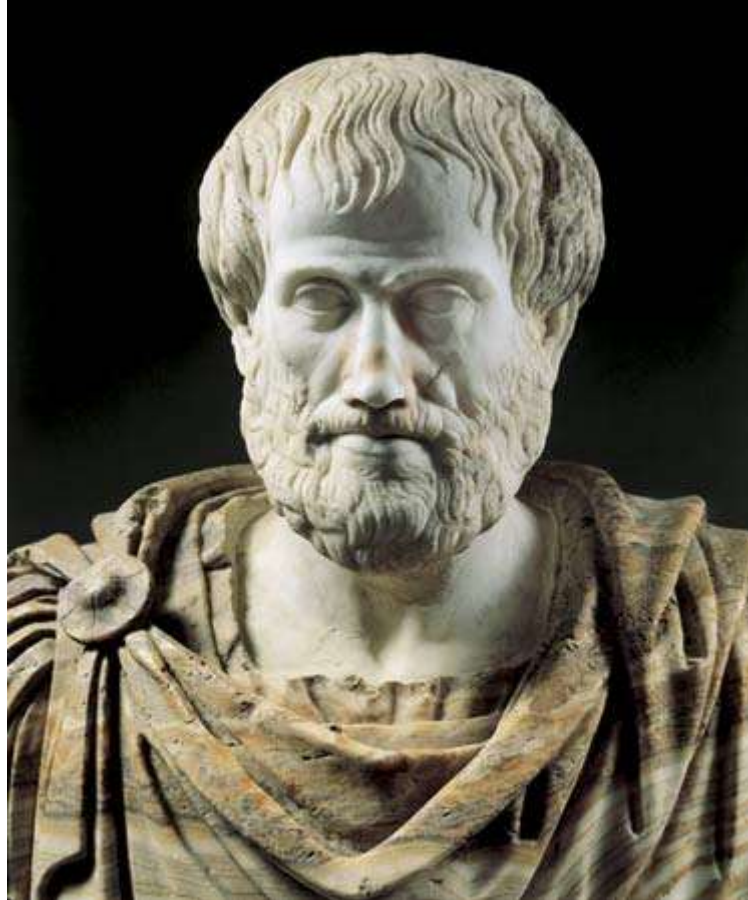
MD. LXXVI.
PRIVILEGIO.

**Лукреций Кар (I в. до н.э.)
«О природе вещей»**

- **«...остаётся признать неизбежно,
что во вселенной еще и другие
имеются земли,
да и людей племена; и также
различные звери...»**



Аристотель 384-322 до н.э.



Аристотель «Физика»

- **1. Движение в отношении сущности - возникновение и уничтожение.**
- **2. Движение в отношении количества - рост и убывание.**
- **3. Движение в отношении качества - изменение качественных характеристик.**
- **4. Движение в отношении места - перемещение в пространстве или механическое движение.**

Аристотель «О небе»

- центральное место Вселенной - земной шар, далее - слой воды, слой воздуха, слой огня.

Наружная сферическая граница естественного места огня представляет собой небо. Оно ограничивает всю Вселенную.

Далее идет уже не материальный, а божественный ``первый двигатель'',

Аристотель

- **Закон насильственных движений**
- **Аристотель формулирует количественно:
произведение величины
«двигателя» на время движения
равно произведению величины
«движимого» на путь,
пройденный им.**

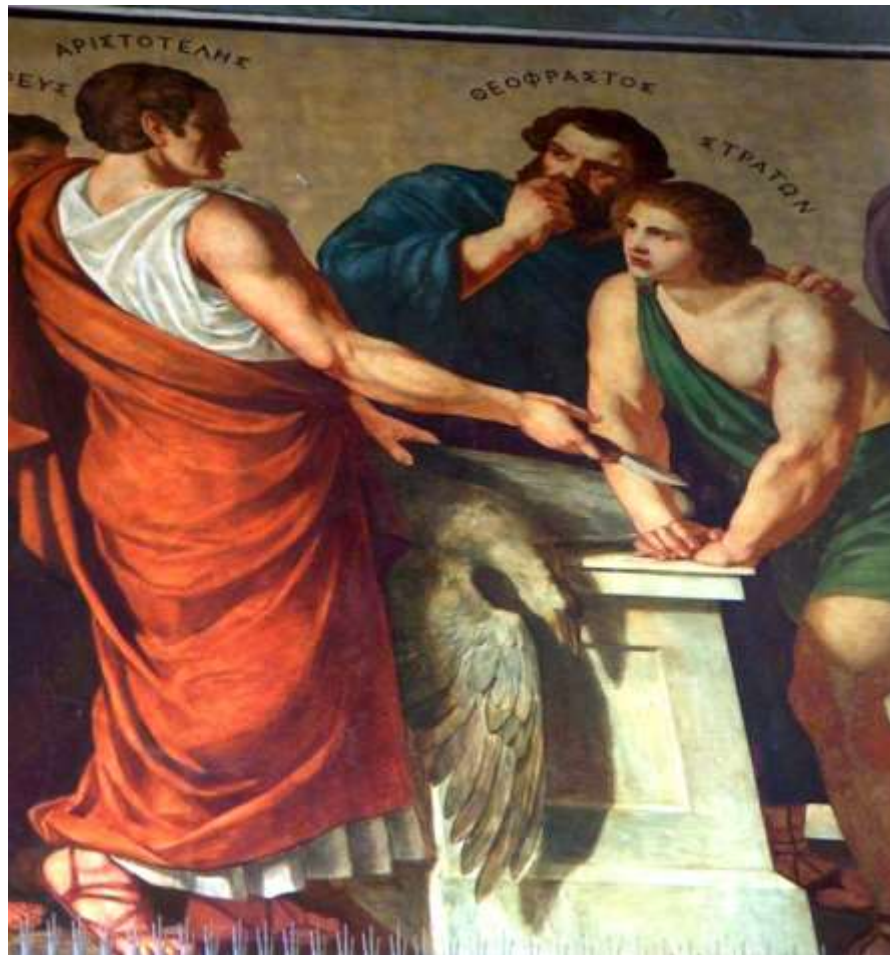
Движение брошенного под углом к горизонту тела по - Аристотелю

Антиперистазис или возвратное давление состоит, в том, что за летящим брошенным камнем создается пустота, которую стремительно заполняет воздух, толкая при этом камень (насильственное движение).

Небесная механика Аристотеля

**Кругообразное движение светил
НЕ ВЫВОДИТ ИХ ИЗ ЕСТЕСТВЕННОГО
МЕСТА *ОГНЯ.***

Стратон III в.до н.э.- признает существование пустоты



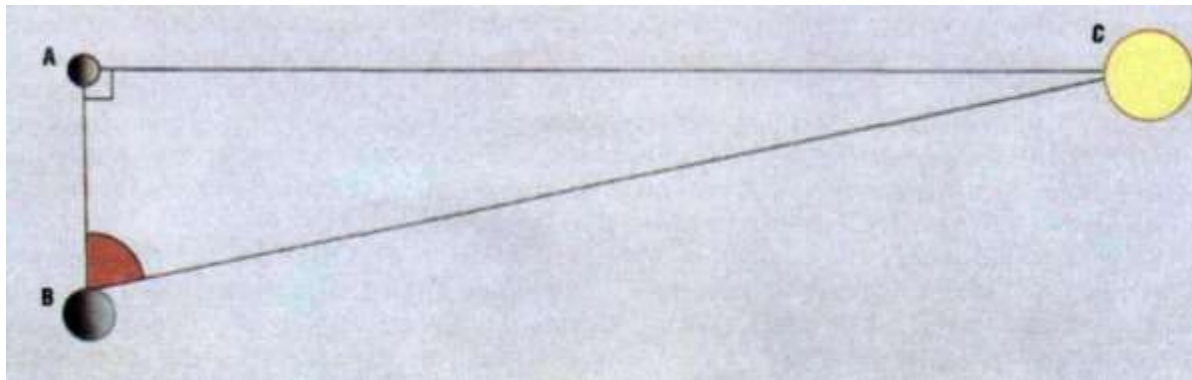
Ἐρατοσφέν Κιρένσκι'Ερατοσθένης ὁ Κιρηναῖος (III β. до н.э.)



Аристарх Самосский

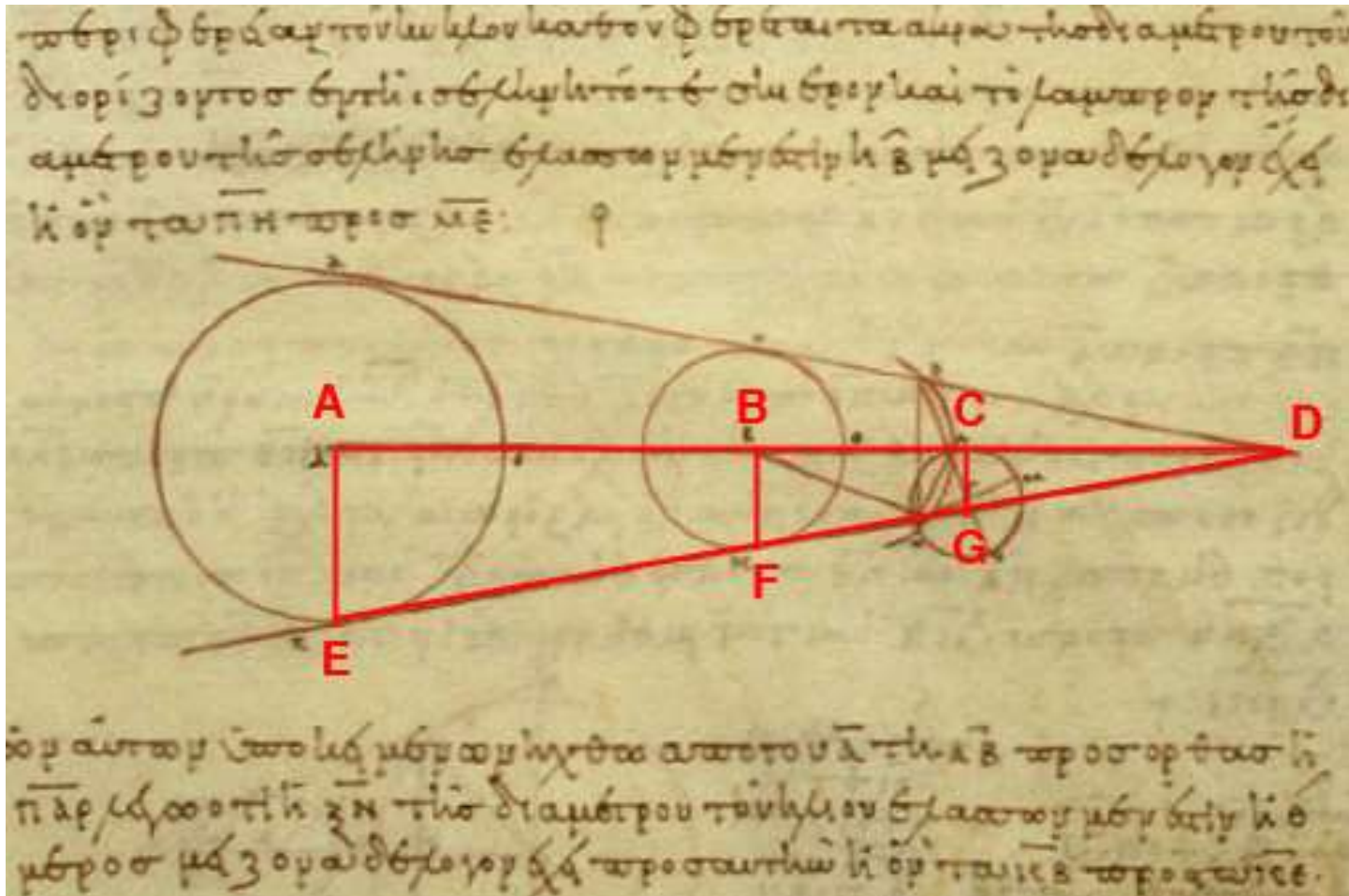


Аристарх (320-250 г. до н.э.) расстояние от Земли до Луны и до Солнца



Схема, поясняющая определение радиуса Луны по методу Аристарха.

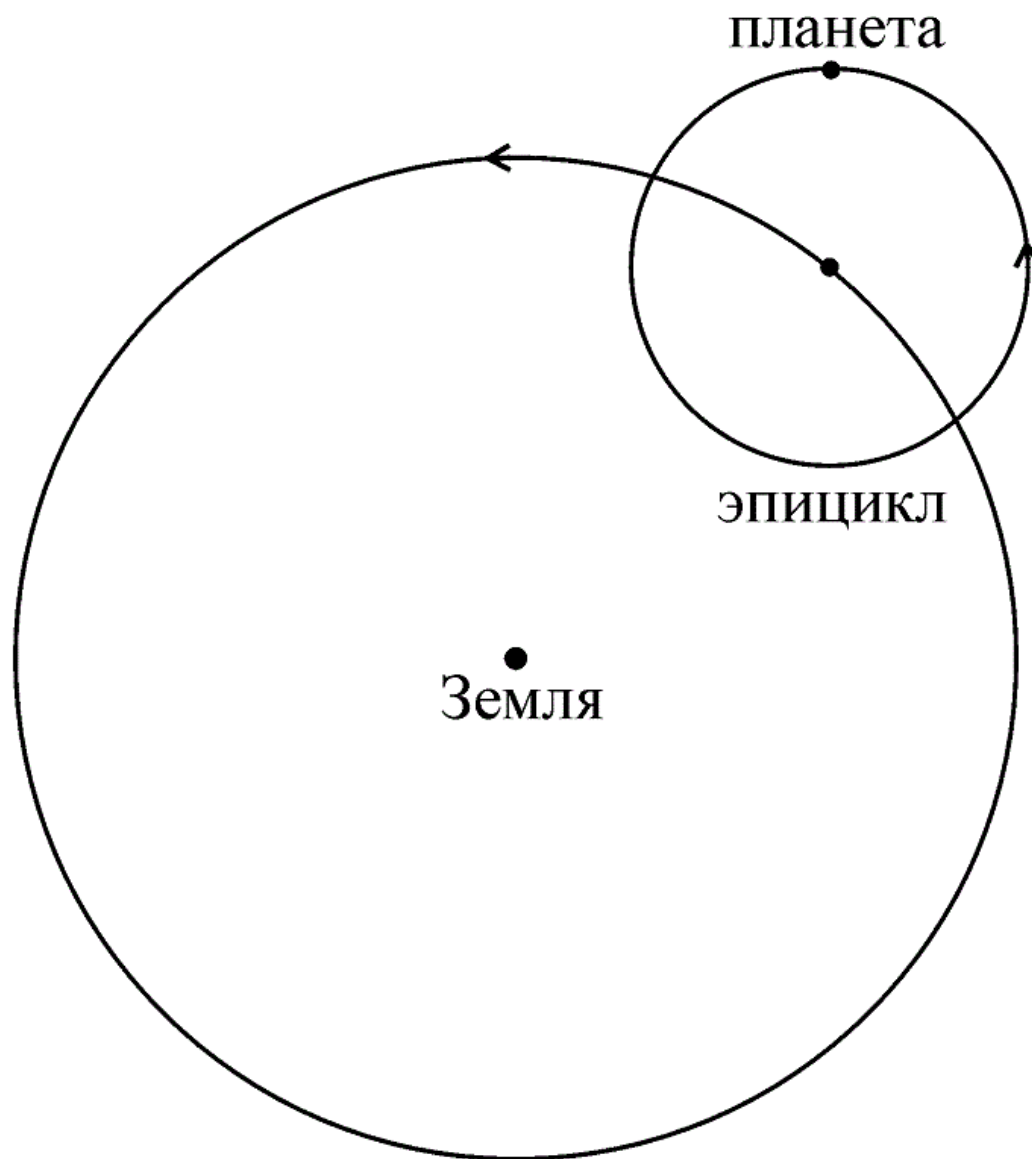
Византийская копия X века.



Клавдий Птолемей (середина II в. н.э.)
«Альмагест»

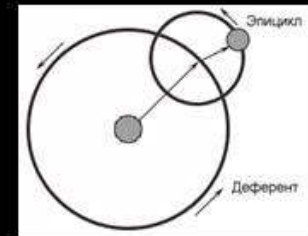
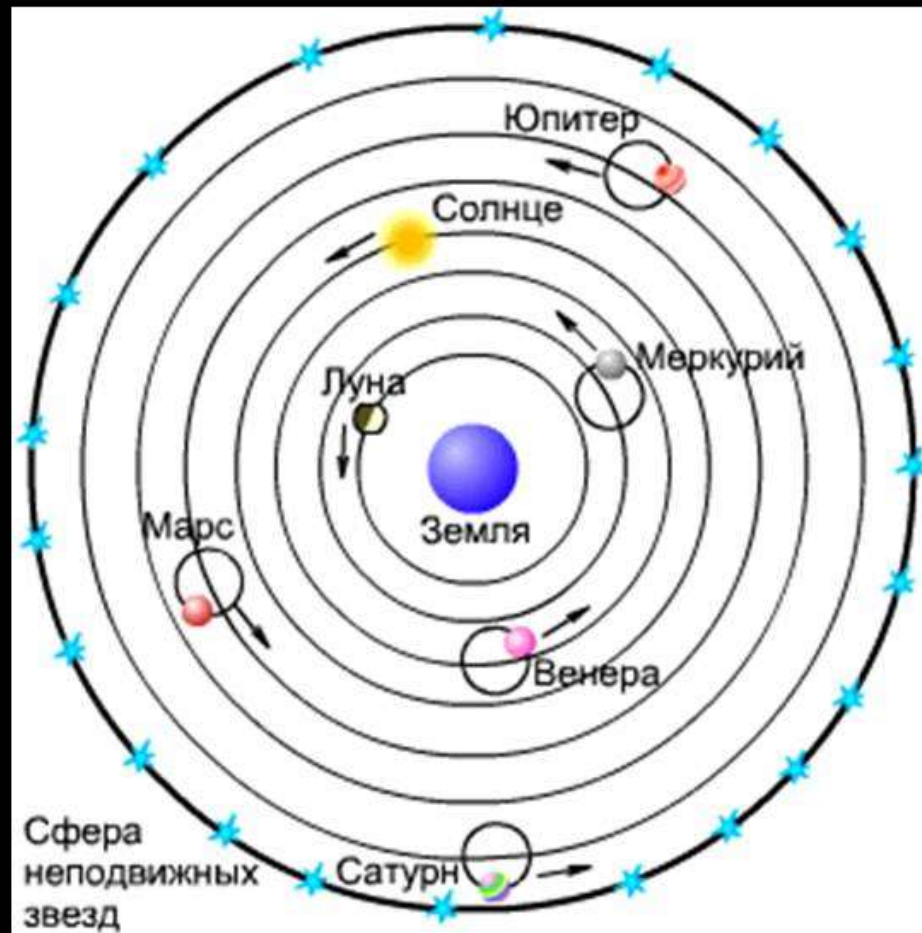


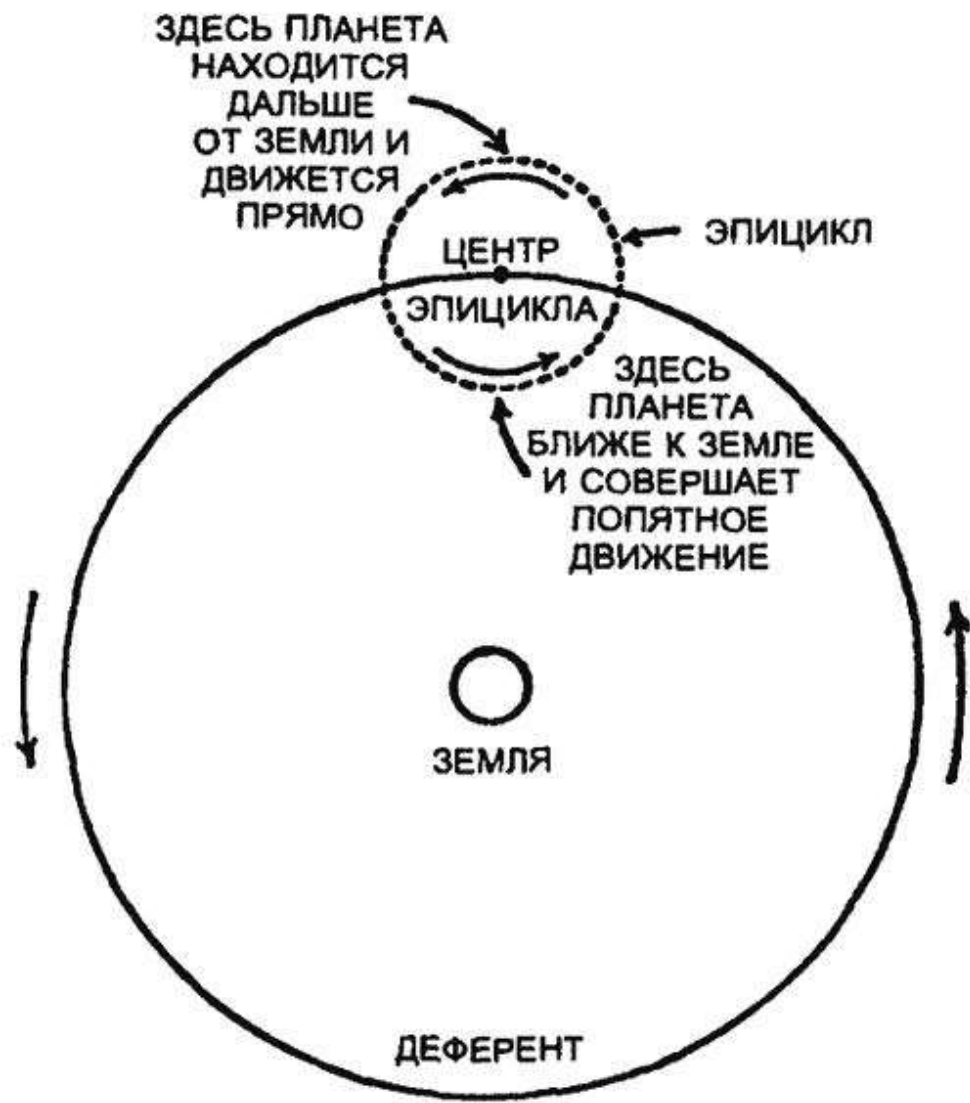




Геоцентрическая система Птолемея.

Планеты обращаются вокруг неподвижной Земли.
Их неравномерное видимое перемещение относительно звезд объясняется при помощи дополнительных круговых движений по **эпициклам**.





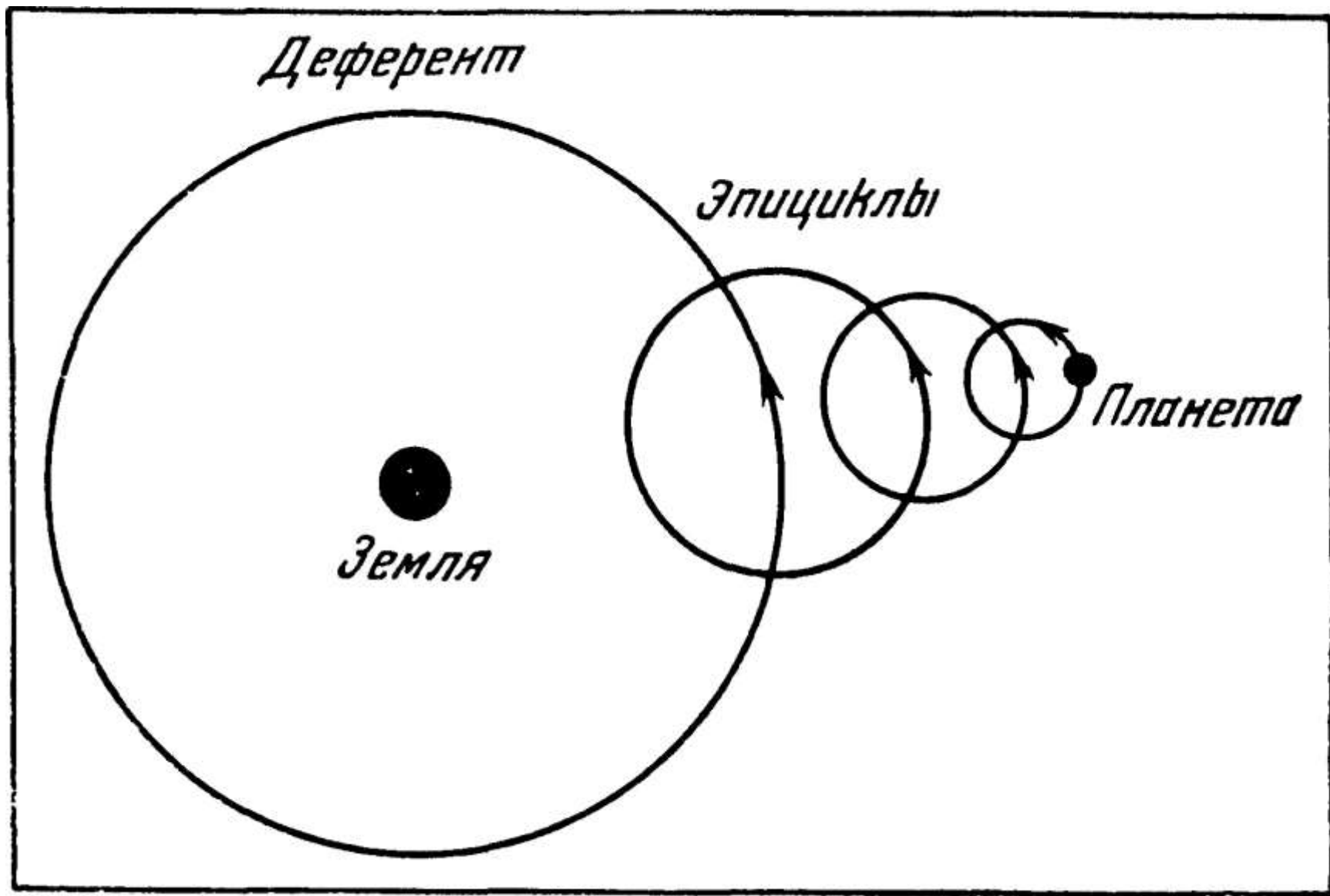
Эпициклы и деференты

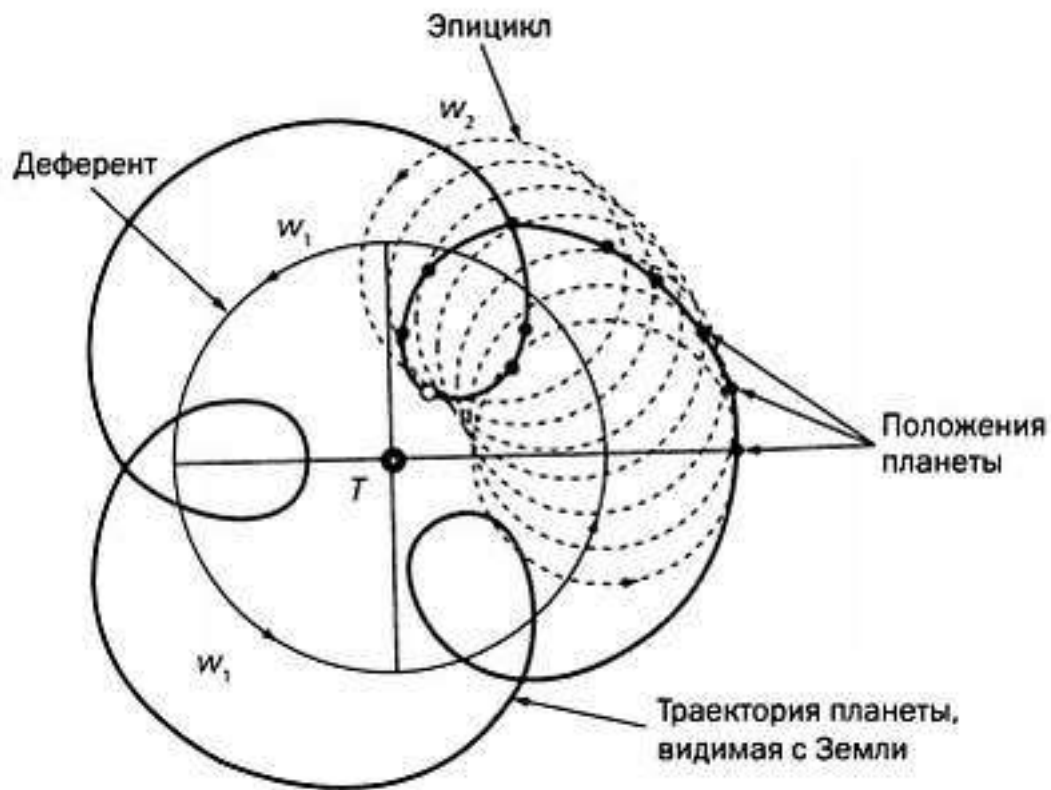
Деферент

Эпициклы

Планета

Земля





ВКЛАДЫ АРАБСКИХ УЧЕНЫХ РАННЕГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ В РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ

- **Ал Хорезми** (первая пол IX в.)-астроном и математик (алгебра)
- **Ал Кархи** (ум. около 1025 г.)
- **Омар Ал Хайам** (1048-1122) (Механика и астрономия)
- **Абу Али ибн Сина** (Авицена)-980-1037
- **Ал Бируни** (973-1048)
- **Аверроэс (ибн Рошт)**- (1126-1198)
- **Ал Казини**- «**Книга весов мудрости**» (1121)
1) гидростатическое взвешивание; 2) опред.удельного веса минер.;
3) Понятие скорости движения тела (отношение пути ко времени)