

# Лекция 3

Чиненова Вера Николаевна

[v.chinenova@yandex.ru](mailto:v.chinenova@yandex.ru)

## План лекции

1. Представление о движении земных и небесных тел в античности
2. Элементы кинематики в астрономических трудах Аристарха, К.Птолемея, Бируни и др.
3. Формирование некоторых понятий кинематики в Мертонской школе.  
Диаграмма Орема (Орезма).

# **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.)**

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

- **«...остается 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).

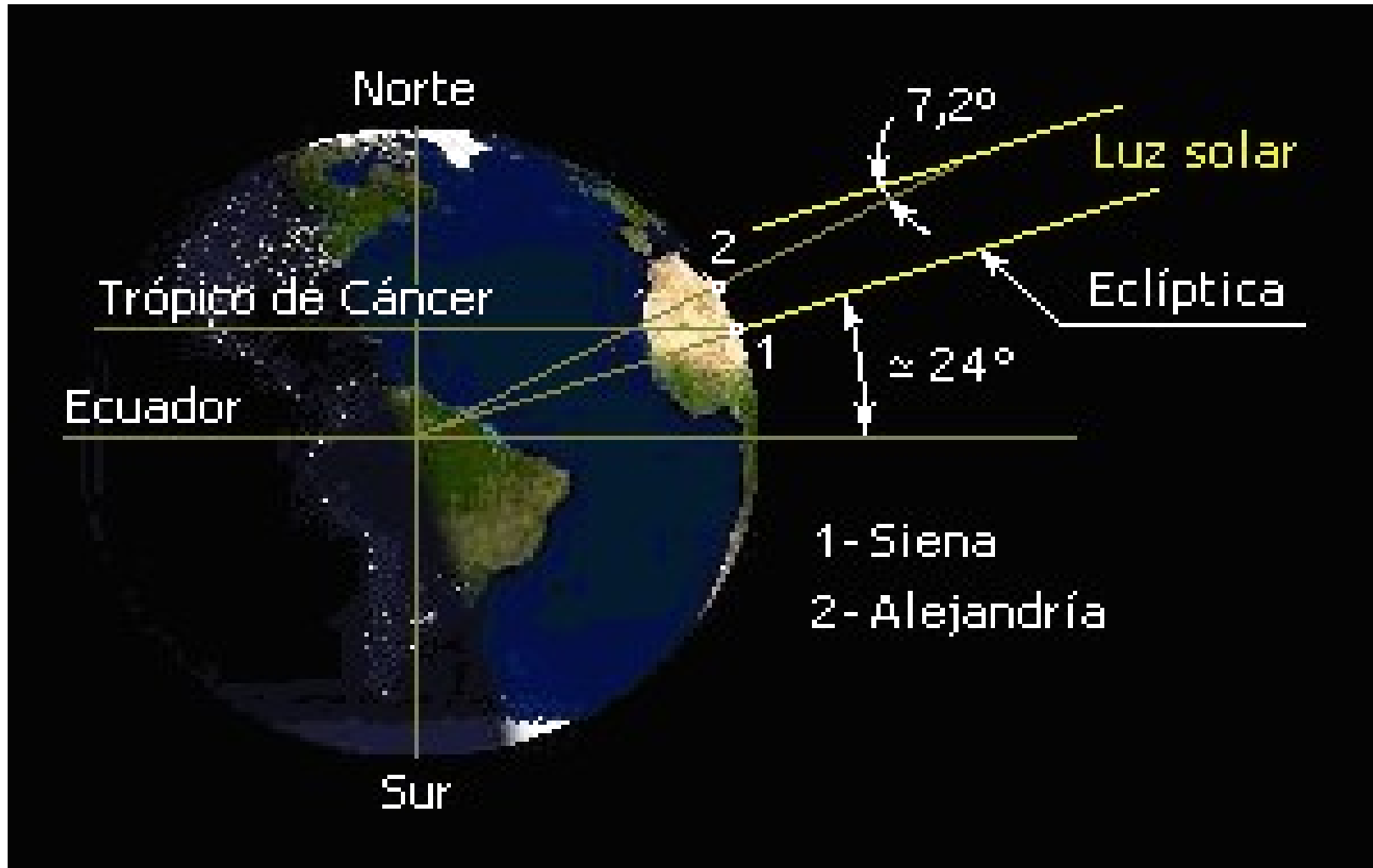
# Небесная механика Аристотеля

**Кругообразное движение светил  
НЕ ВЫВОДИТ ИХ ИЗ ЕСТЕСТВЕННОГО  
места *огня.***

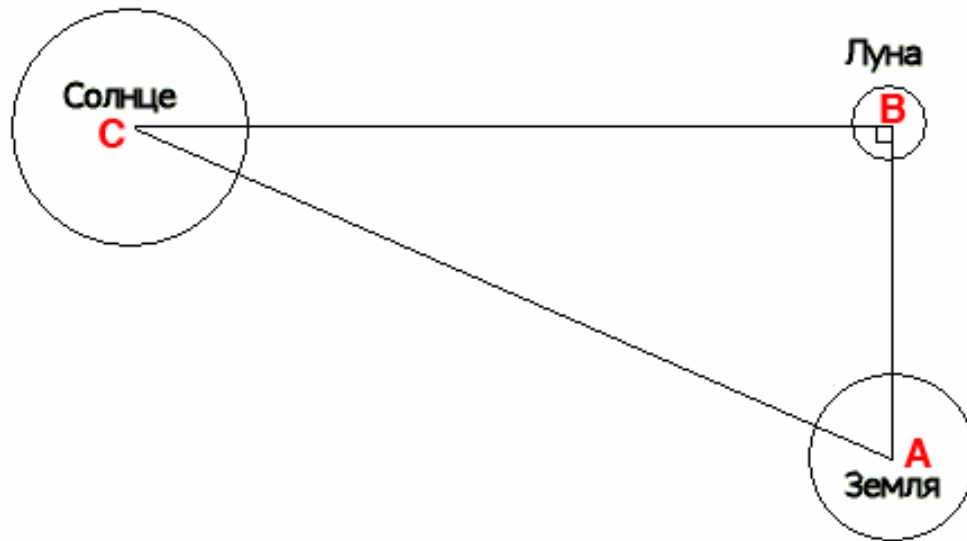
## Стратон (III в. до н.э.) - признает существование пустоты



Ἐρατοσφέν ΚιρένσκιЙ Ἐρατοσθένης ὁ Κυρηναῖος  
(III в. до н.э.)

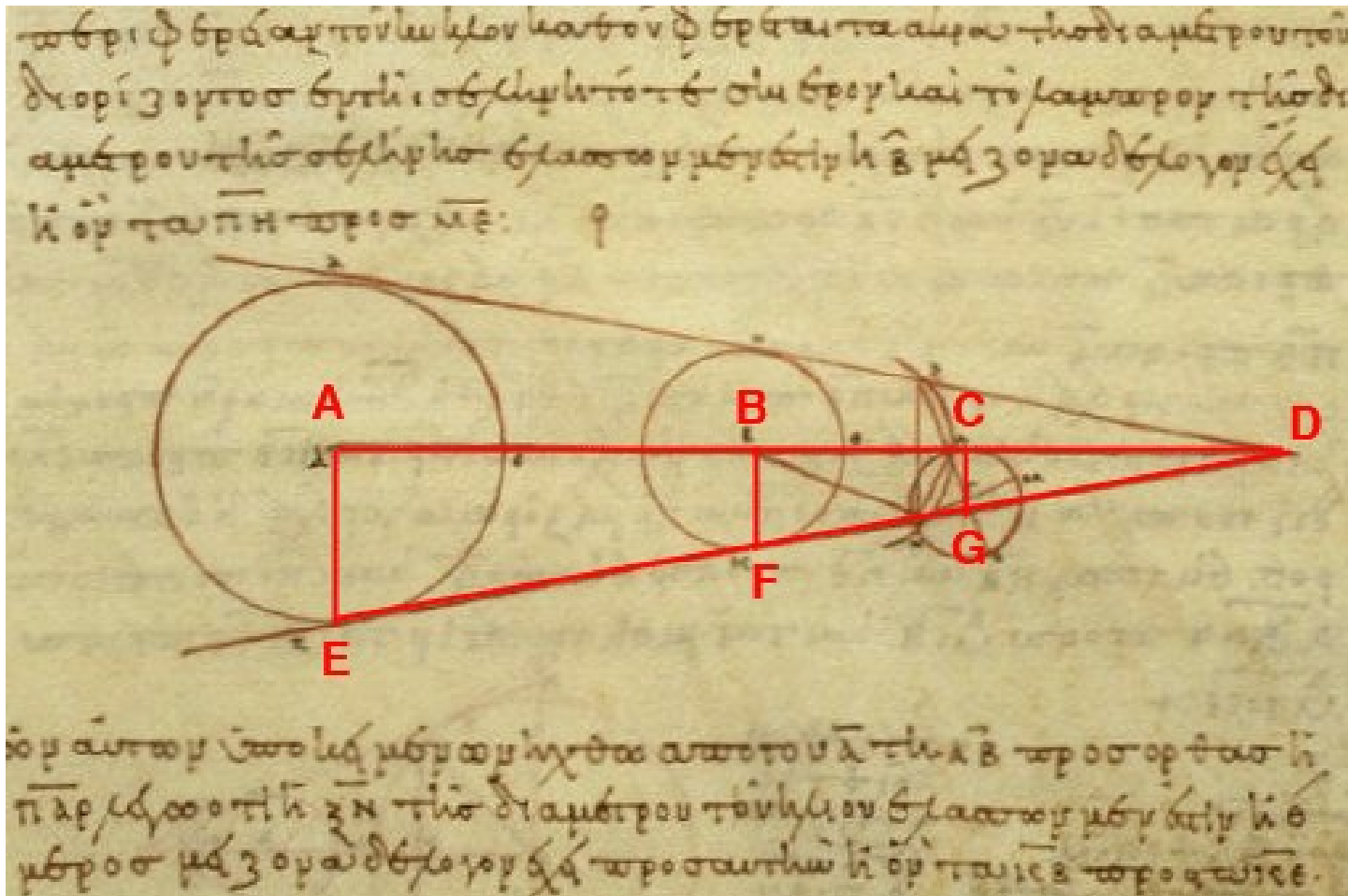


# Аристарх (320-250 г. до н.э.) расстояние от Земли до Луны и до Солнца



# Схема, поясняющая определение радиуса Луны по методу Аристарха.

Византийская копия X века.



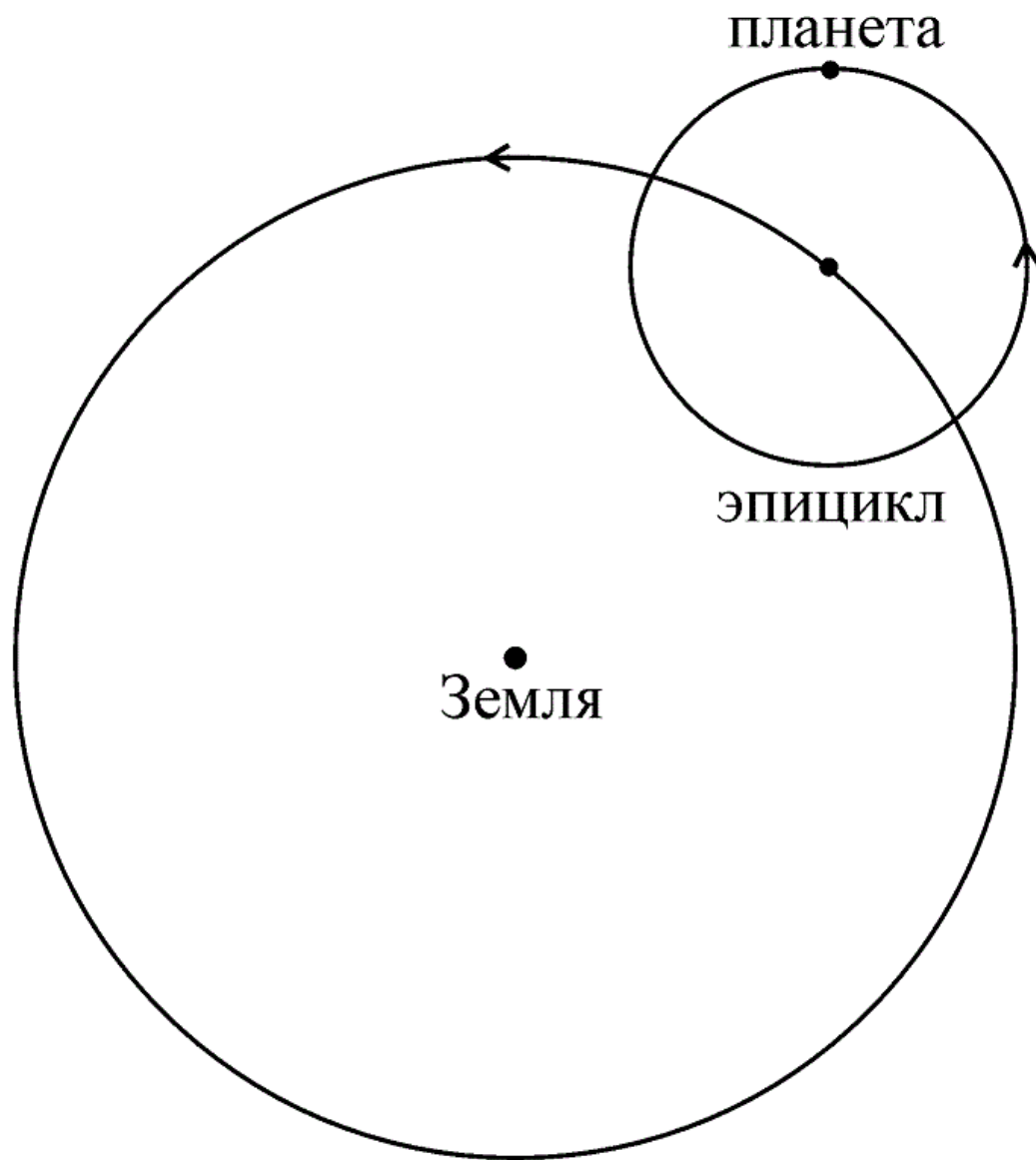


**Клавдий Птолемей (середина II в. н.э.)**  
**«Альмагест»**



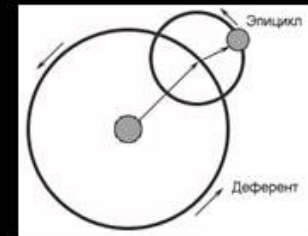


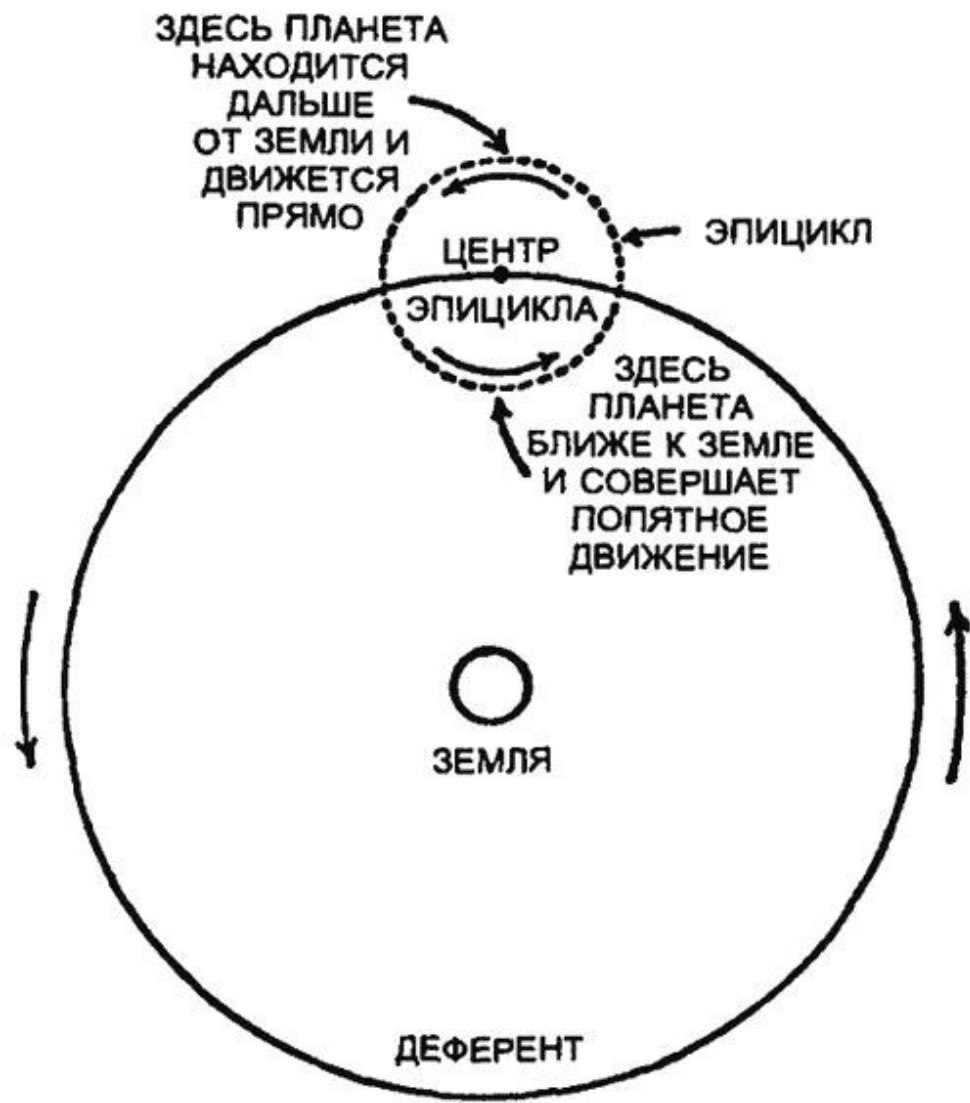




## Геоцентрическая система Птолемея.

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





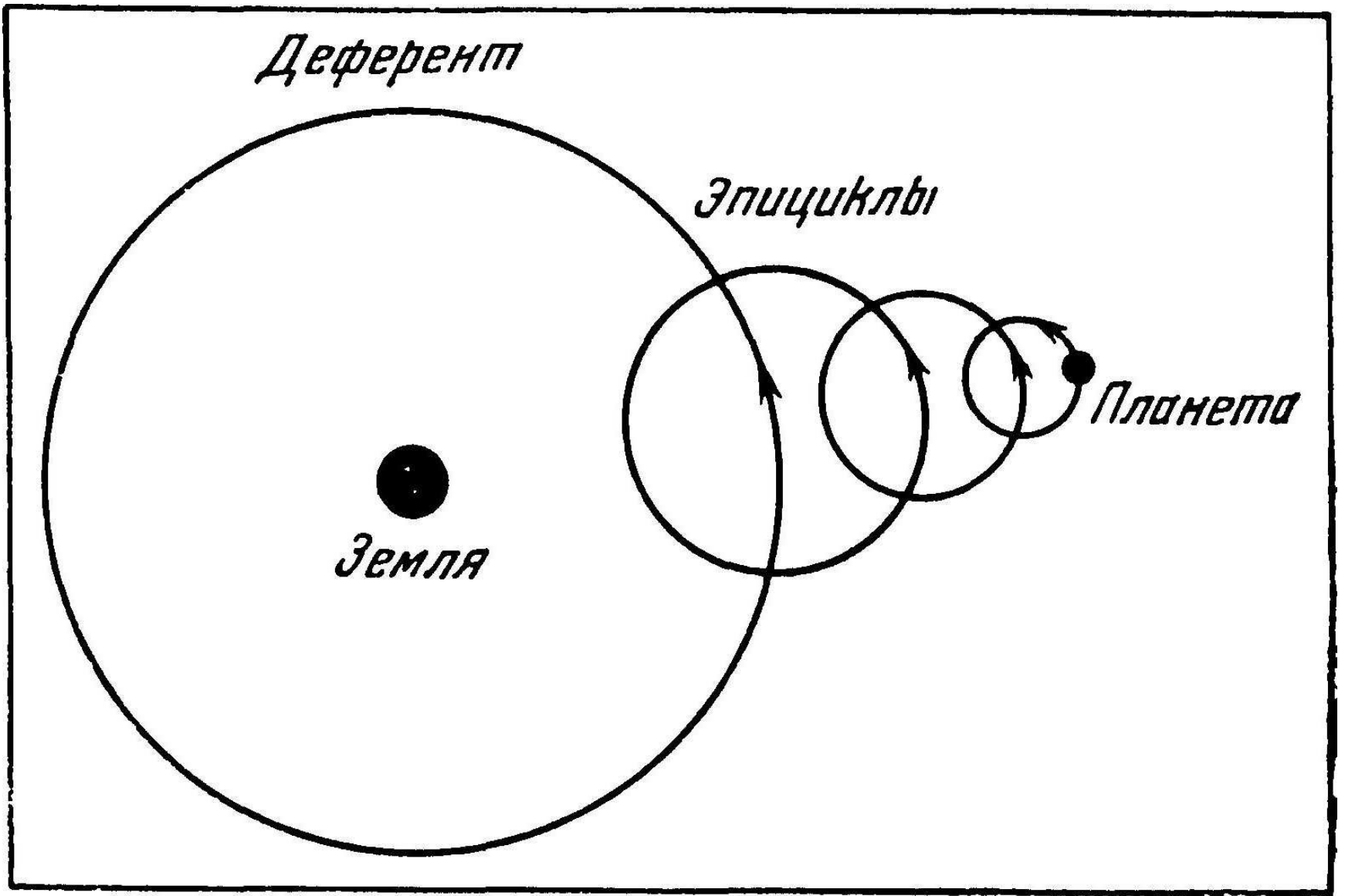
Эпициклы и деференты

*Деферент*

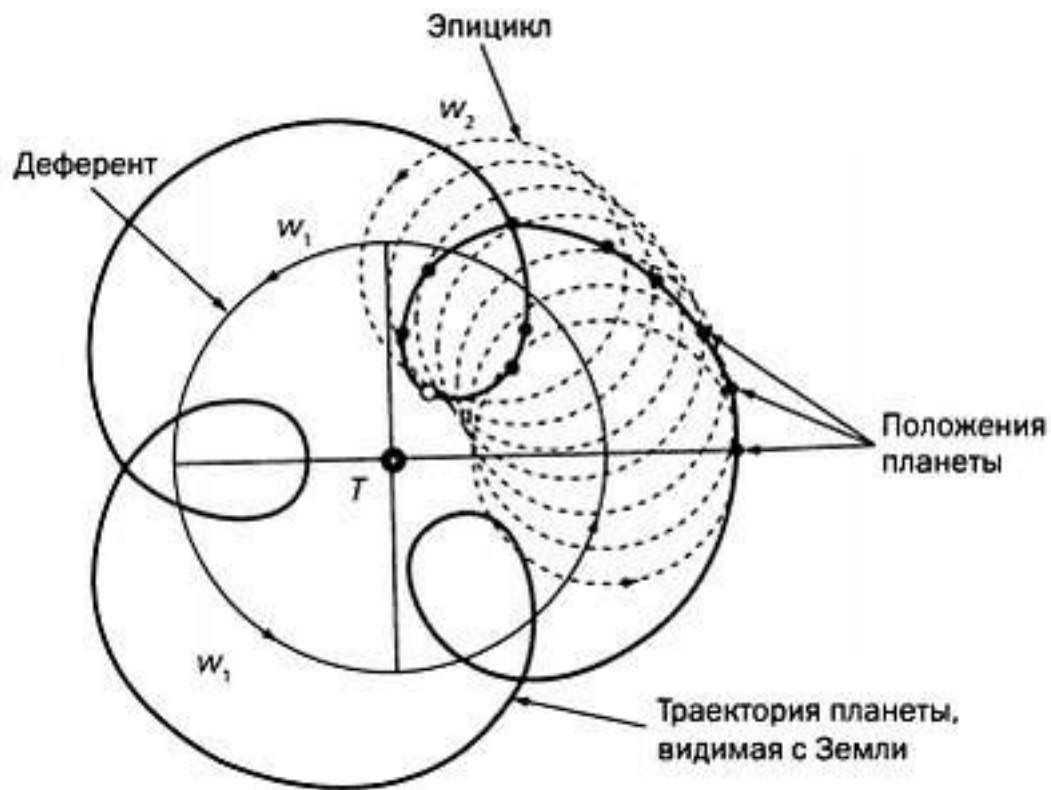
*Эпициклы*

*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)

***Понятие «импетуса» и  
диаграмма Орезма.***

## *Понятие «импетуса» и диаграмма Орезма.*

Попытки критики отдельных положений физики Аристотеля начались еще в VI в., но после XIII в. это стало преследоваться церковью.

Критика тезиса Аристотеля о том, что **тяжелые тела падают быстрее легких**. Начало критики этого тезиса положил в **Иоанн Грамматик Филопон** (ок.490-570). Понятие **импетуса**: Рука сообщает брошенному телу некоторую вложенную силу (импетус), которая и движет тело после прекращения контакта. Постепенно сила исчерпывается и тело останавливается.

## *Понятие «импетуса»*

- **Жан Буридан**, французский схоластик-номиналист середины XIV в. считал **импетус** **причиной непрерывного ускорения естественного падения тяжелых тел**. Он считал также, что тело содержащее больше вещества (телесности) может принять **большой импетус**.
- Импетус в естественно падающем теле накапливается, от этого движение его непрерывно ускоряется.

## *Понятие «импетуса»*

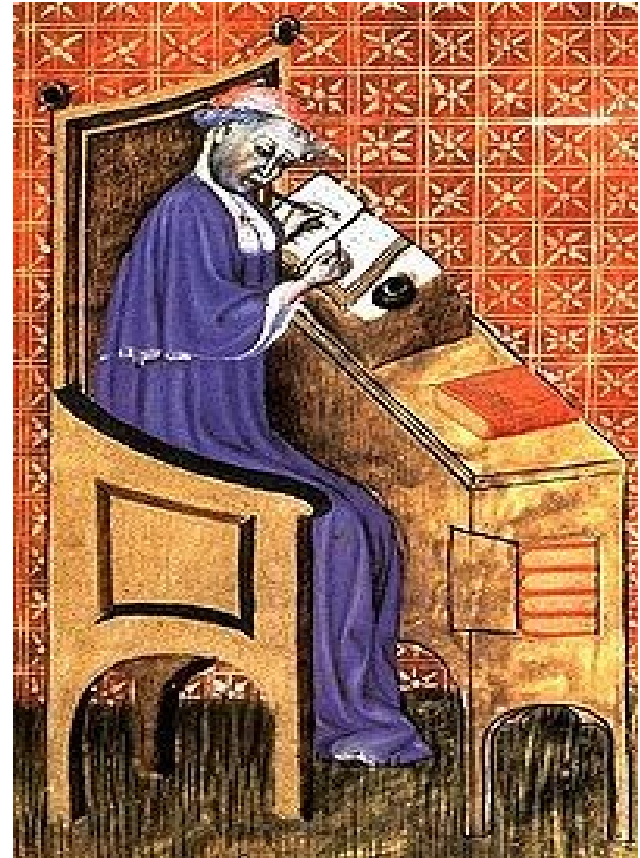
- **Альберт Саксонский (XIV в.)** продолжает развивать теорию Буридана об импетусе.
- Скорость при падении должна расти пропорционально пройденному пути  
 $V \sim S$  (попытка количественного закона)  
*V – скорость подающего тела*

## ***Понятие «импетуса»***

- Англия (Оксфорд) XIII в. Мертон -колледже. Здесь возникло учение о равномерном (равномерном) и дифформном (неравномерном) движении.
- **У.Хейтесбери:** равномерно-дифформное движение - когда **в равные промежутки времени скорость имеет равные приращения.**
- **Мгновенная скорость** в неравномерном движении тела определялась здесь как скорость, с которой двигалось бы далее тело равномерно по траектории, начиная с данного момента времени.

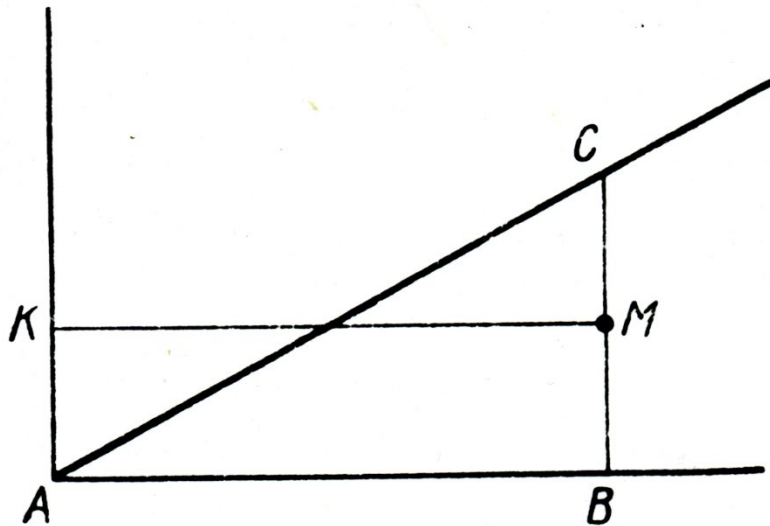
# *Понятие «импетуса» и диаграмма Орезма*

- **Николь Орезм**  
(номиналист XIVв.) в  
«Трактате о протяжении  
форм» разрабатывает  
**диаграмму,**  
изображающую  
геометрическую  
**зависимость скорости**  
**от факторов**  
**движения.**





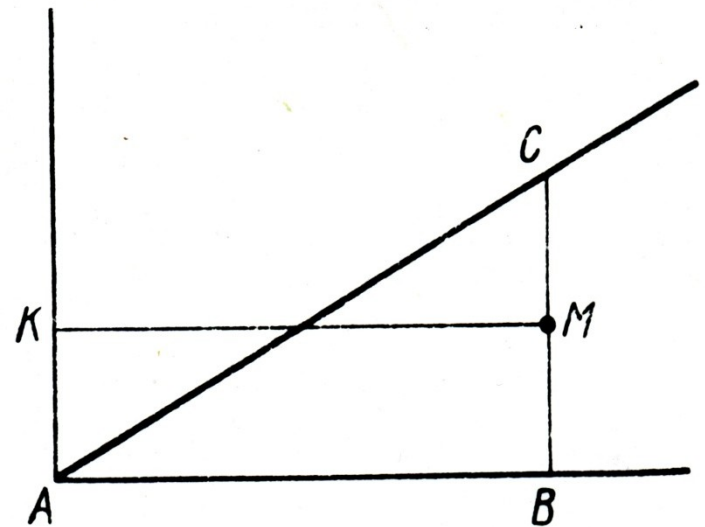
# Понятие «импетуса» и диаграмма Орезма



- Орезм предлагает откладывать вдоль основной прямой **количества времени или пути**, считая их в этом вопросе равноправными, а на перпендикулярах к ней – **«ИТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ»**. Треугольник, по Орезму, изображает равномерно переменное качество.

# Понятие «импетуса» и диаграмма Орезма

«Всякое качество, если оно равномерно-дифформно, по своей величине таково, каким было бы равномерное качество того же или равного ему предмета, соответствующее градусу средней точки того же предмета».



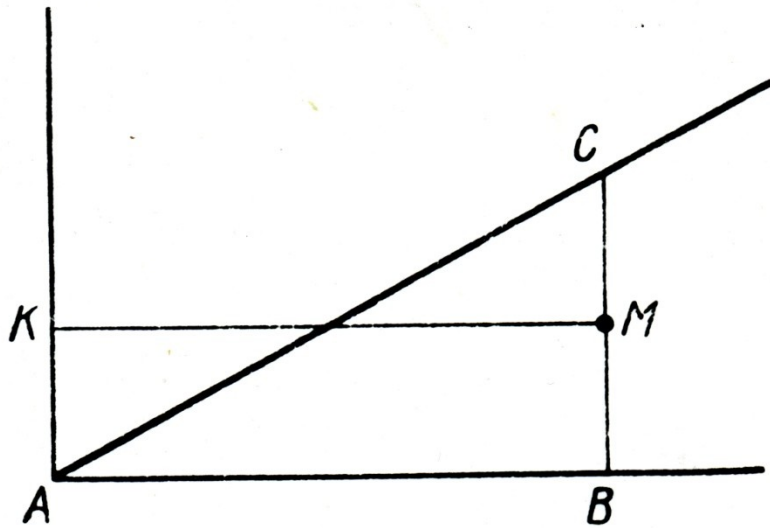
## ***Понятие «импетуса» и диаграмма Орезма***

- Если бы в диаграмме Орезма по прямой количества откладывались бы **интервалы времени**, а по перпендикулярным прямым соответствующие **скорости**, пройденные в течение данного времени, то диаграмма выражала бы зависимость скорости от времени падающего в пустоте тяжелого тела.  
(у Г. Галилея в «Беседах...»)

# Леонардо да Винчи о природе тяжести

Диаграмма Леонардо да Винчи:

«ординаты» скорости изображают их линейную зависимость от аргумента **времени** (а не расстояния).



## Баллистическая задача в средние века

- **Н.Тарталья** из Бреши (XVIв.) – теория составных баллистических траекторий; наибольшая дальность полета (эмпирически).
- **Дж. Кардано** (1501-1576) – пр-п геометрического сложения гориз.перемещения снаряда с отвесным естественно ускоренным - полупарабола (обоснования нет)
- **Ю.Ц. Скалигер** возражал против идеи иссякания импетуса в воздухе. В пустоте импетус, сообщенный телу при бросании, должен сохраняться. Сопротивление воздуха незначительно.
- **Д. Сото** (XVIв.)- скорость падения тяжелого тела должна расти пропорционально времени (а не расстоянию).
- **Галилей** пришел к правильной зависимости пути от времени