### Лекция 3

Чиненова Вера Николаевна

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

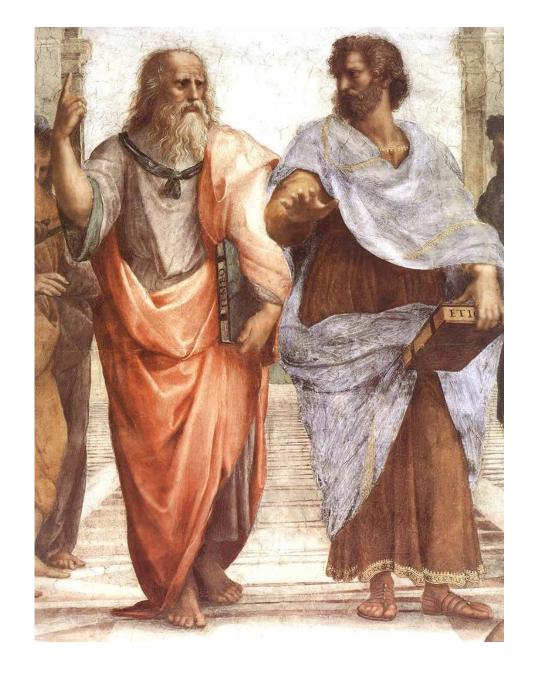
• Эмпедокл, Демокрит (V в. до н.э.),

• Эпикур (IV в. до н.э.)

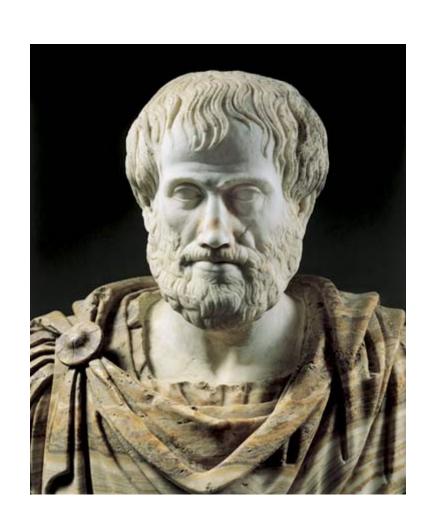
Лукреций Кар (I в. до н.э.)

# 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.

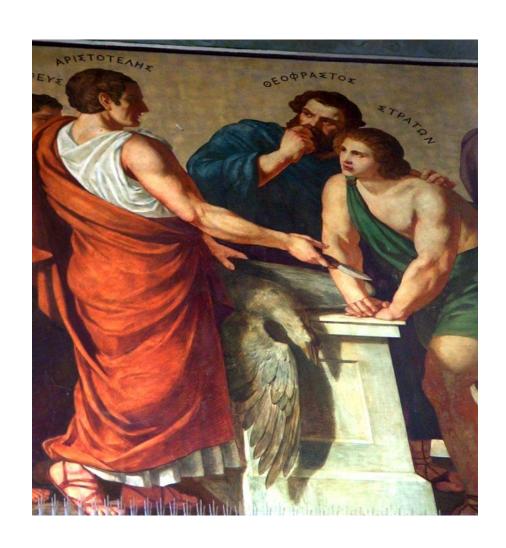
### Движение брошенного под углом к горизонту тела по - Аристотелю

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

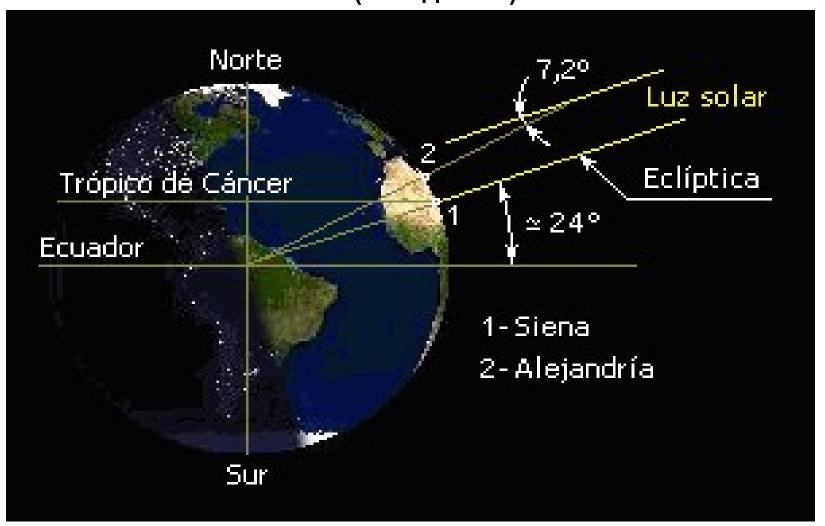
### Небесная механика Аристотеля

**Кругообразное** движение светил не выводит их из **естественного** места *огня*.

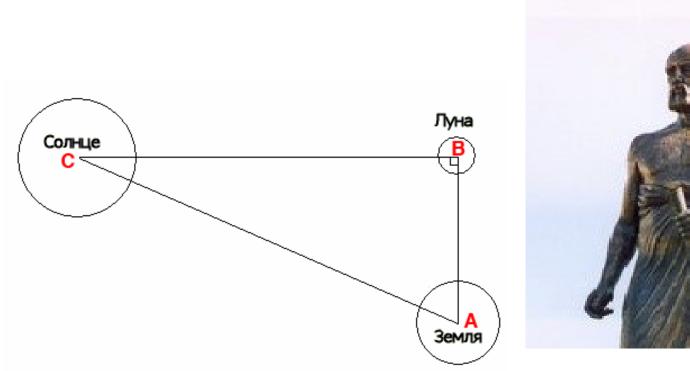
### Стратон (III в.до н.э.) - признает существование пустоты



## Эратосфен Киренский Ἐρατοσθένης ὁ Κυρηναῖος (III в. до н.э.)



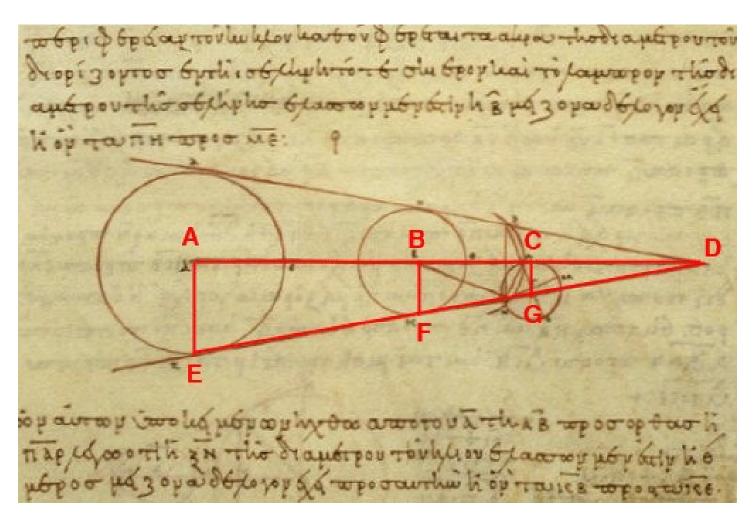
## **Аристарх (320-250 г. до н.э.)** расстояние от Земли до Луны и до Солнца





### Схема, поясняющая определение радиуса Луны по методу Аристарха.

#### Византийская копия Х века.



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





results done or records of the records of the color of the species at parties the fit special of g. special respect that developed resignations on one time & if he do present question on factories against the of their books libraries a less to it would global threatmenter have an take her medice with his it good a printing present to come of personal agreem defended frames of your distributions to be centure has strong over its in Labourer and obdingering prompts your the present the on of property francoular arrange was on to publish There the strangering the galaxies have it has no dispersion. the or entiremy form play become up to the more line was there the of whi evident before the court allegations bereity of a is productive that the a gram conduction managing is a flown agreement the the state of the property of the second of the en questa prove stanti takali mitra di ten daptan presentati ince tribus area has a distance and high regions in \$1.50. Congressions to grandent with the of a religious marriage bout it is the demonstrate box in front passe have done in the past and the passes have Fire her impares taked to be seen an appear on the and in a day or appropriate the probability tight shows a post-mon tempor approbaof a skinning franches himse prop language income branch stress rape times better design days of the sent beautiful that market in there is the of my in he can get in grander women have all first a quarter have not describe your about a go in market imposition of partners one in \$7 is grant glaritation & &

was referenced for an area on believe is a me palougueleur the main production years rather horses the residence where the services STREET PROPERTY AND ADDRESS OF LAND ASSESSED. gan on fresher to replicate replications the of the same of the same that the in his ponder for the follow Printers per or manufactures described by the at the party person of the court Charle of the Streets was respect the street outside the party revisional today species arranged by the C posts welesandered quelous on horizon brook 28 Parkinski billiotisti (S. In he produced him remarks to

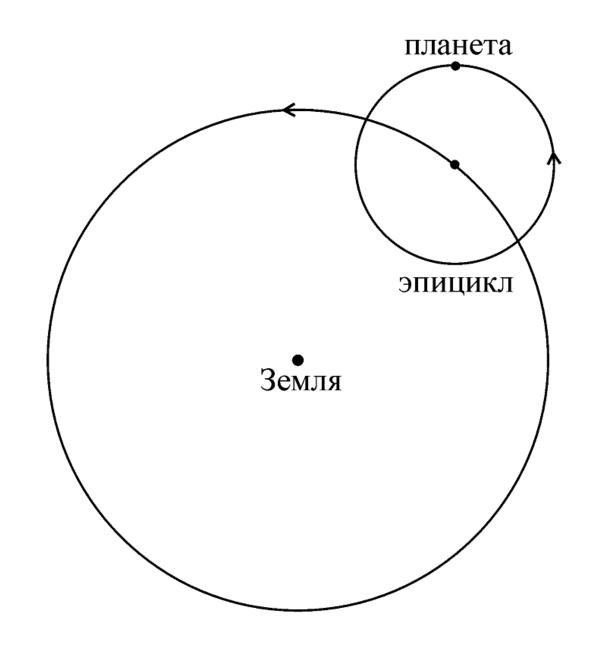
the law or quarte thready rapple becomes a property of meridi

Agricultura approximate Milipatia interpreta visual part to intercentario of the control of the proximate of

or dispersion of a territory republish the first state of the state of

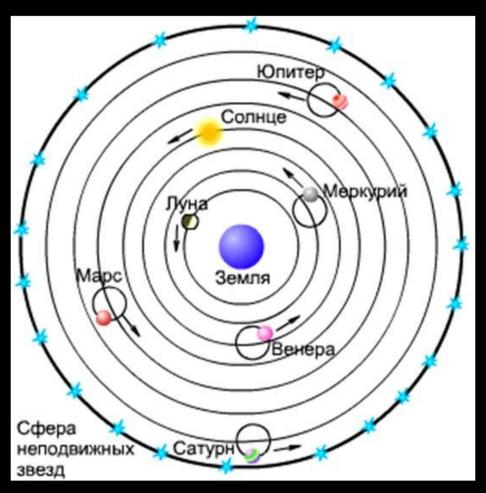
necessary with the first languagement of the surfaces about of safest programmer, update public safety error took man a y man a proposition has an or chargest delicer male portrop. agent haven with an absolute to have graphical transport at the factor for absolute with allular the content of the late of the content of the state of the sta secretor lamped seam dearways streets on the patter street for of the production was that he is a discount from the foreign in the start of or more than a few time quality productions record to the or to de transporter. while are had not in it in all december probangularisms over quarter have made brilling a morphist to be stood on the profession all to describe proper there is grateria trained or risk of the page and increasing the observations of product an extension production belongs the poorly makes matter in classes the professors surprise many year. harvest there appearance have been autility to still recover commerces, sparper Street Per Divining may him of the street had a fine part to bride the Experiment Property on the 26 th American Property at the is of larger large of it mountains land assess their mountains. as Books I recombine of days of course in the frequency way has

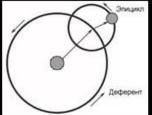


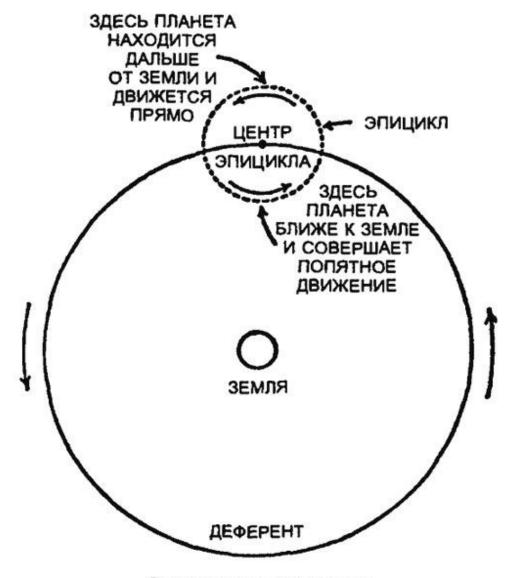


#### Геоцентрическая система Птолемея.

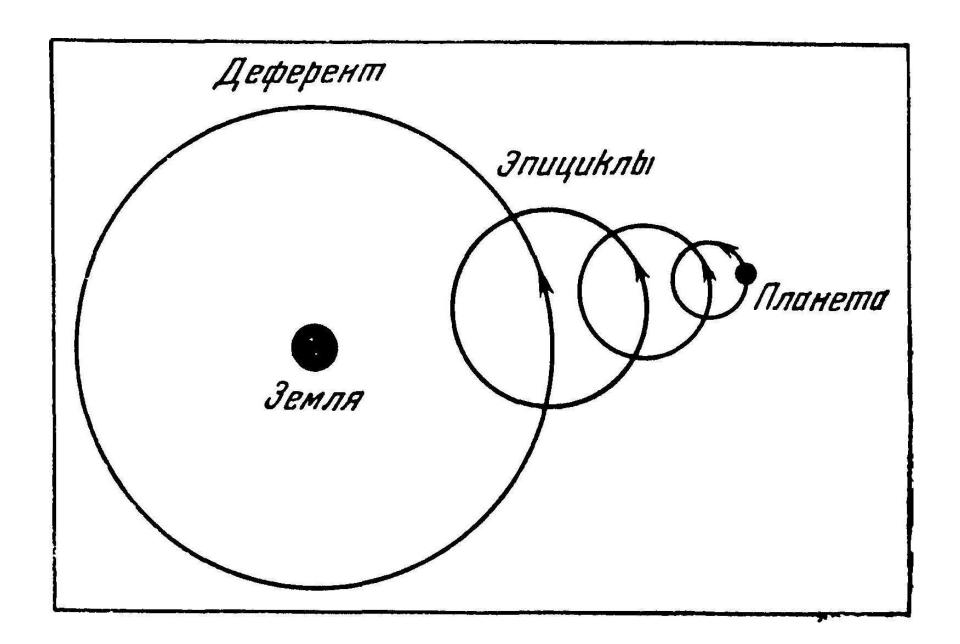
Планеты обращаются вокруг неподвижной Земли. Их неравномерное видимое перемещение относительно звезд объясняется при помощи дополнительных круговых движений по эпициклам.

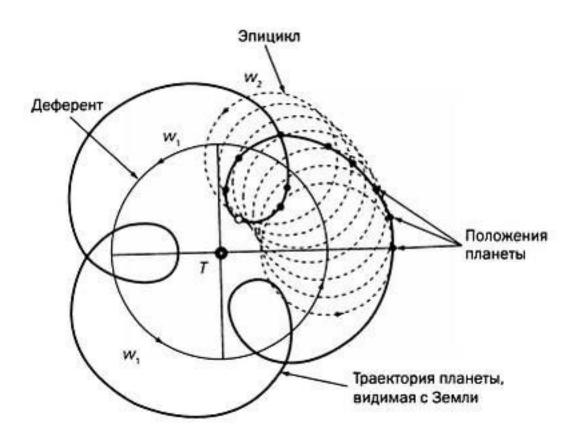






Эпициклы и деференты





### 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)

Попытки критики отдельных положений физики Аристотеля начались еще в VIв., 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 схоластикноминалист середины XIVв. считал импетус причиной непрерывного ускорения естественного падения тяжелых тел. Он считал также, что тело содержащее больше вещества (телесности) может принять больший 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)

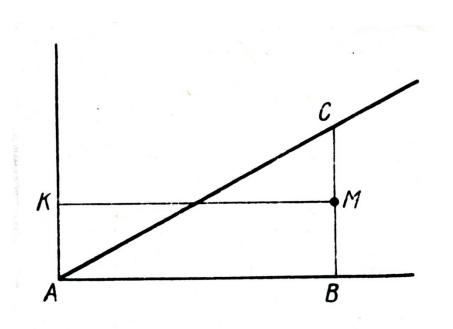
V – скорость подающего тела

#### Понятие «импетуса»

- Англия (Оксфорд) XIII в. Мертон -колледже. Здесь возникло учение о униформном (равномерном) и дифформном (неравномерном) движении.
- У.Хейтесбери: униформно-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.

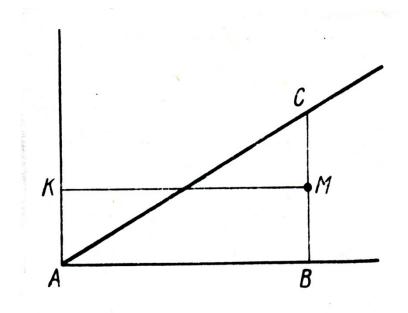
Николь Орезм (номиналист XIVв.)в «Трактате о протяжении форм» разрабатывает диаграмму, изображающую геометрическую зависимость скорости от факторов движения.





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.

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



• 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

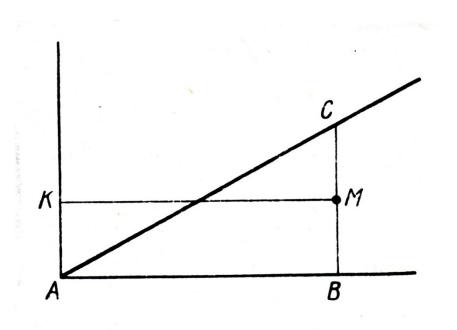


Диаграмма Леонардо да Винчи:

«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