

# Астрономия

Или "как посмотреть на небо и что-то понять"

# Астрономия

Или "как посмотреть на небо и что-то понять"



# В начале было...

Не, не слово. В начале были всякие чуваки, которые смотрели на небо и понимали, что там есть какие-то закономерности.

# Потом пришёл Аристотель (384-322 д.н.э.)



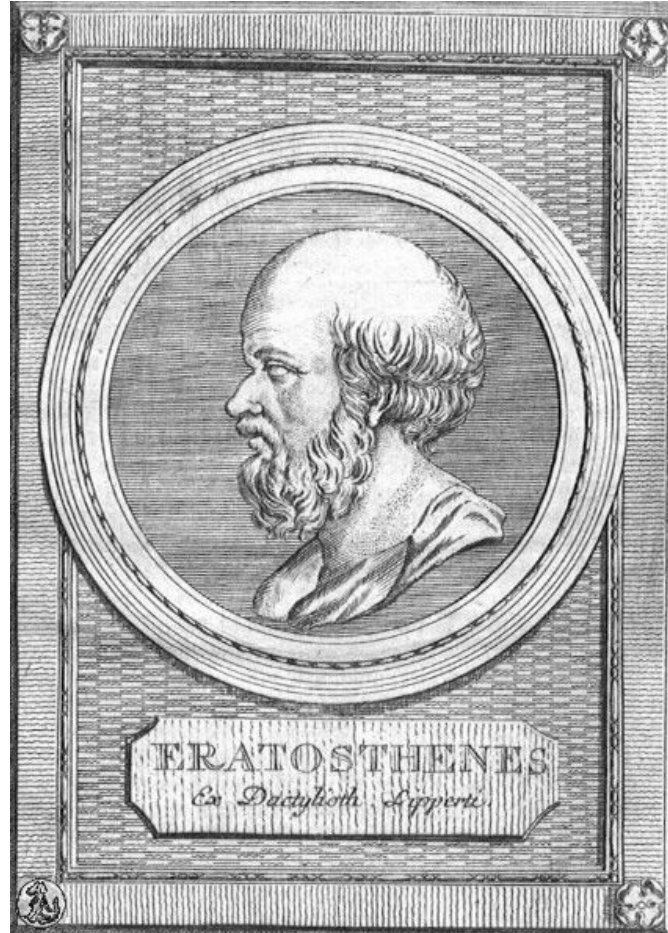
Аристотель посмотрел на лунные затмения.

# Зачем?



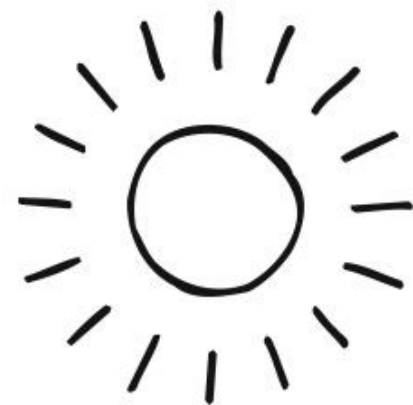
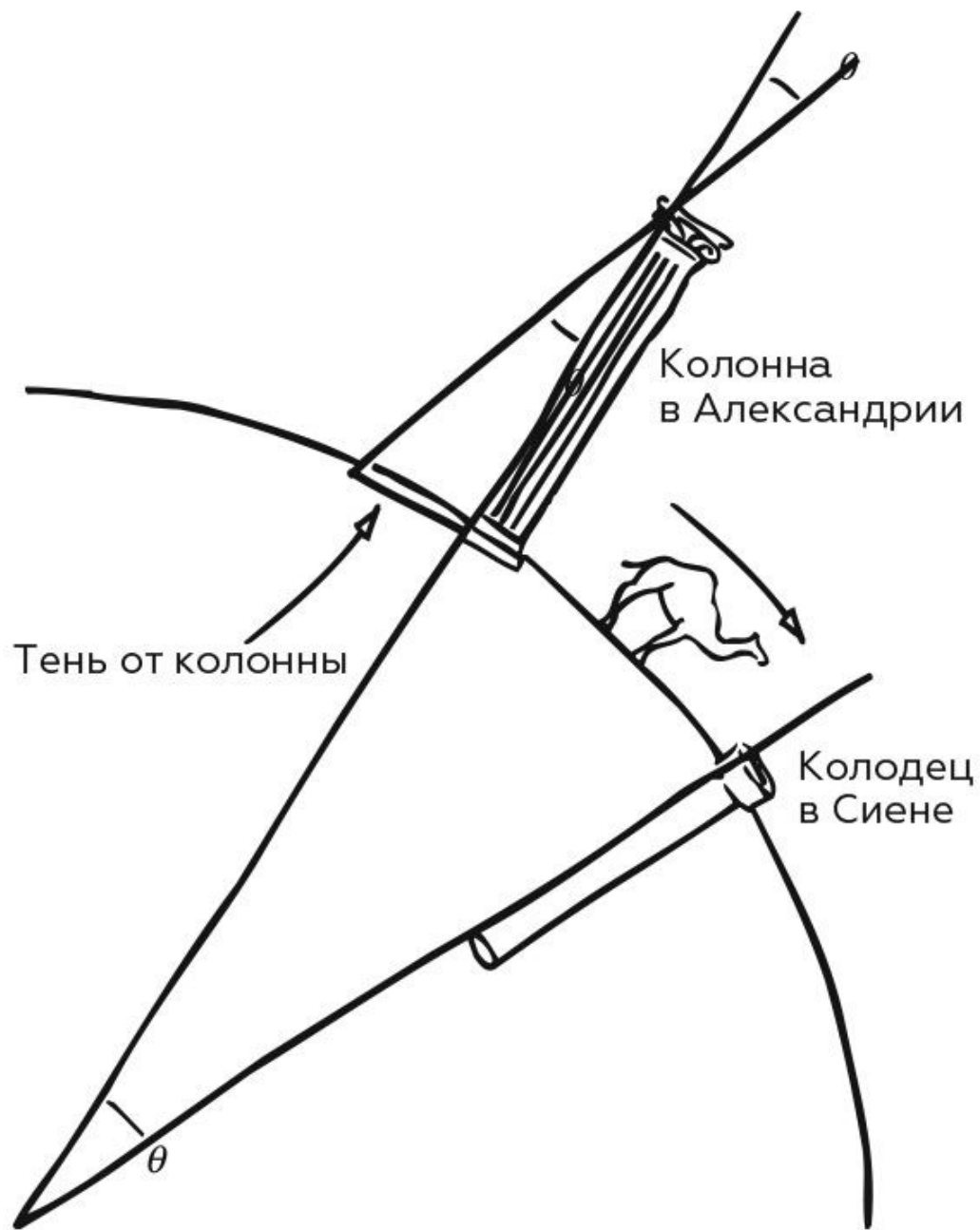
Тень от Земли на Луне всегда круглая, а значит  
Земля – шар!

# Потом пришёл Эратосфен (276-194 в.д.н.э.)



Пришёл и посчитал размеры Земли.  
Получилось что-то где-то от шести до девяти  
тысяч км.

# Как?



# А ещё был Аристарх Самосский (ок. 310-230 д.н.э.)



Он такой взял и решил посчитать размеры Солнца и Луны. Вроде как он не считал ещё и расстояния, но мог бы.

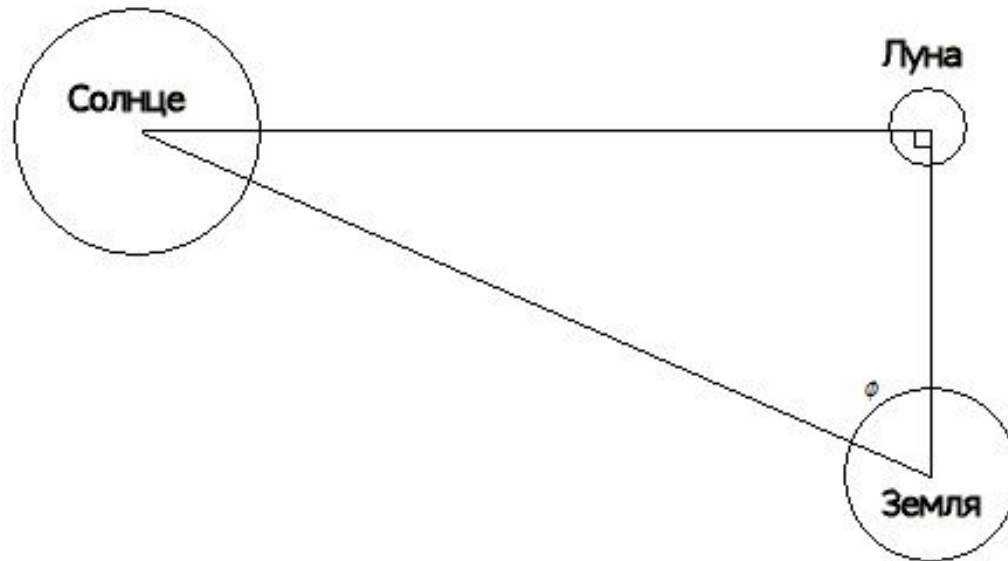


# Как?



Сначала он (опять) посмотрел на лунные затмения и понял, как соотносятся размер Луны и (уже известный) размер Земли. Получилось примерно 1 к 3, что не так уж и далеко от истины

...



Потом он посмотрел на Луну, наполовину освещённую Солнцем, и применил немного тригонометрии. Тригонометрию к тому моменту ещё не изобрели, потому ему пришлось ещё и ЭТИМ заниматься.

# Получилось?

Ну, как посмотреть. С одной стороны, Аристарх понял, что Солнце большое. С другой стороны, способа точно определить момент квадратуры и точно измерять углы у него не было, так что он недооценил, насколько Солнце большое. У него получилось, что отношение радиусов Солнца и Земли составляет больше чем 19 к 3, но меньше, чем 43 к 6

# Первая гелиоцентрическая система

Получив, что Солнце больше Земли, Аристарх предположил, что именно вокруг него всё и вращается. Заодно он предположил, что звёзды очень-очень далеко, ведь иначе наблюдался бы их годичный параллакс. Но дальше всё это особо не пошло, а вместо этого...

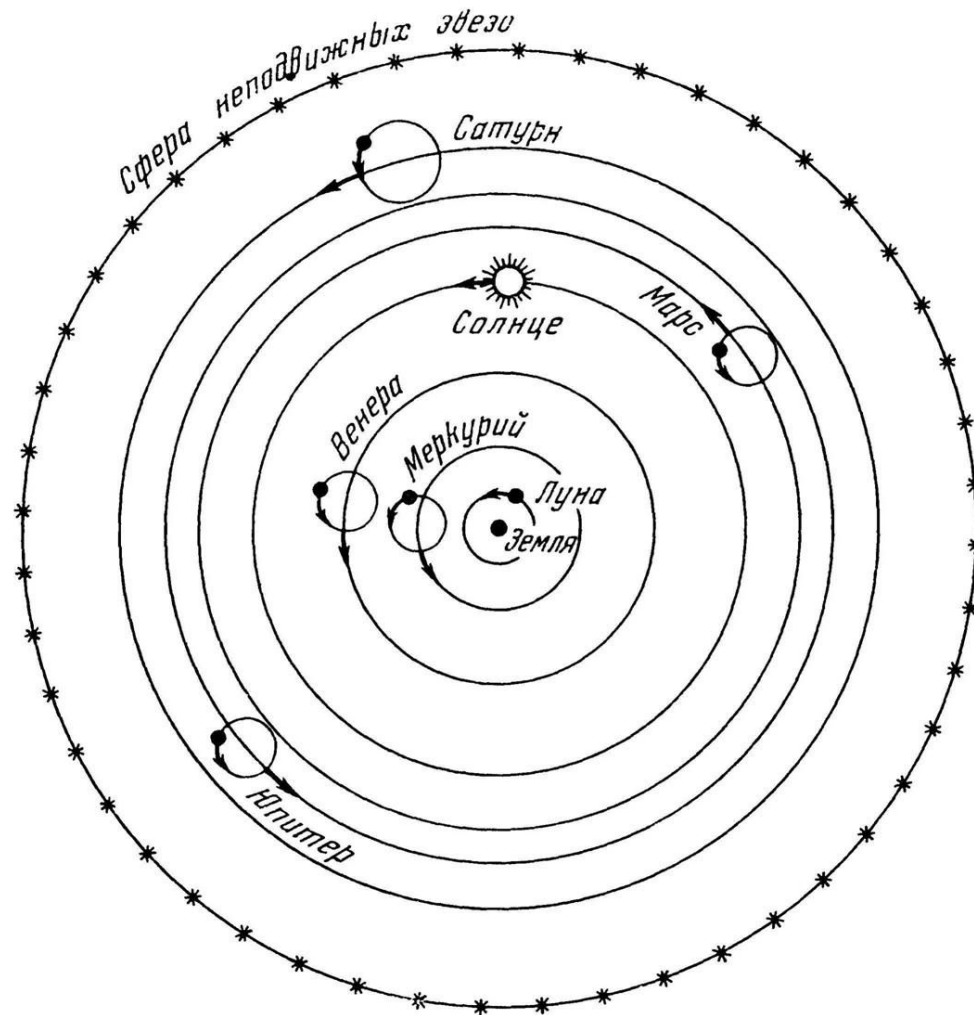
# Пришёл Птолемей...

(ок. 100-170 н.э.)



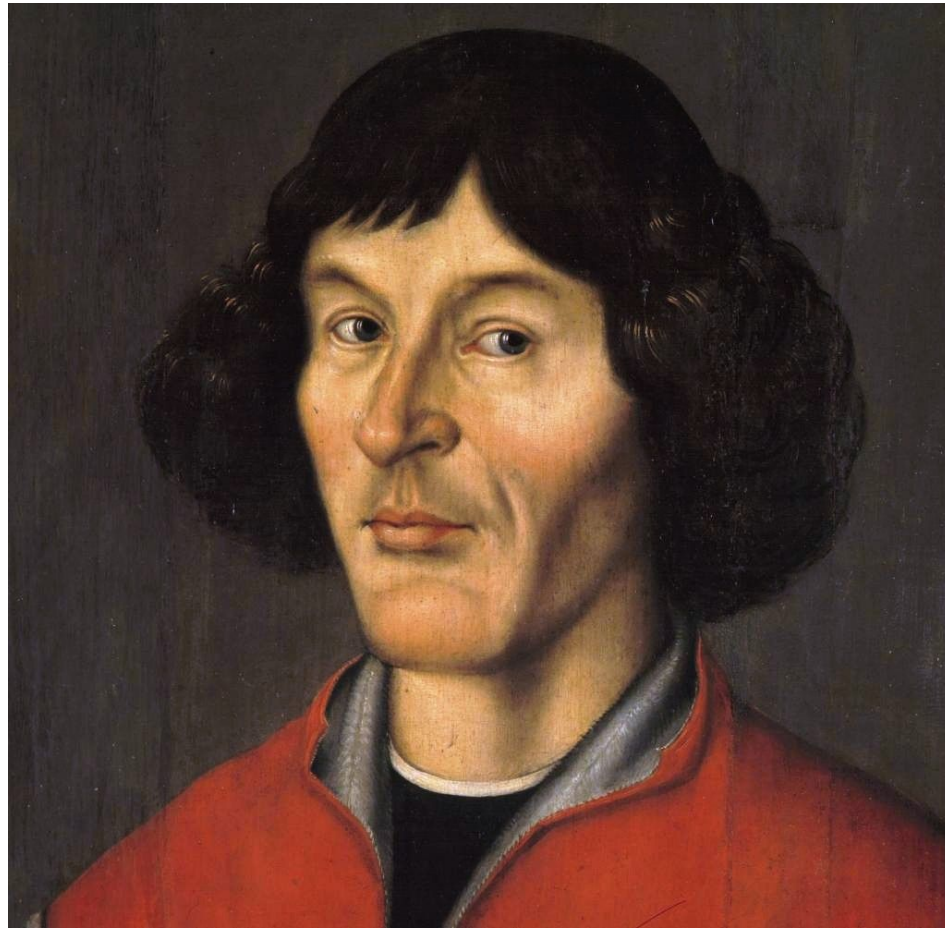
...и наворотил дел.

# Геоцентрическая система Птолемея



Очень сложная. С эпициклами. Но все поверили. Поэтому теперь мы вынуждены пропустить более тысячи лет.

# Потом пришёл Николай Коперник (1473-1543)



И не поверил.

# Ну, все знают, что сделал Коперник

Поэтому вместо этого перечислим, что он не  
сделал.

Он оставил круговые орбиты.

Он оставил равномерное движение.

Он оставил эпициклы (хотя и гораздо меньше).

Но он всё равно крут!

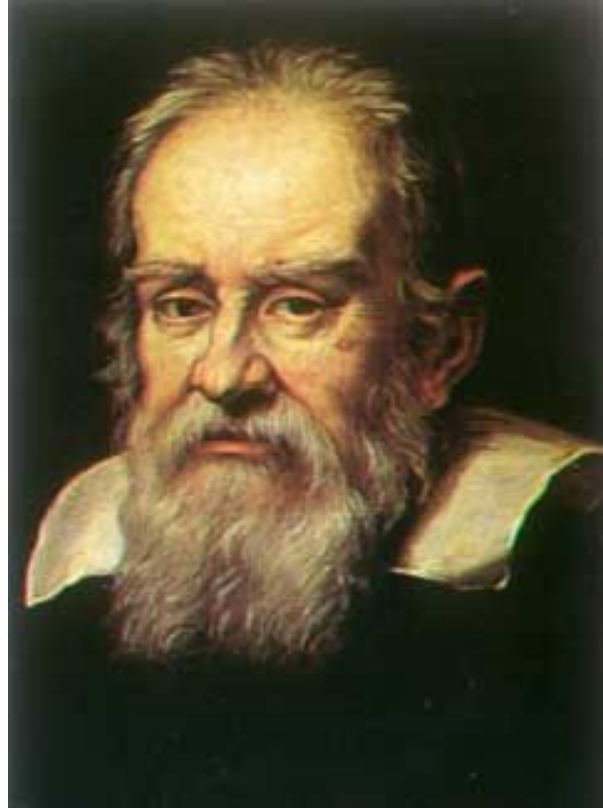


# Потом пришёл Иоганн Кеплер (1571-1630)



И поправил Коперника. И стало хорошо.  
Будь как Кеплер.

# И ещё Галилео Галилей (1564-1642)

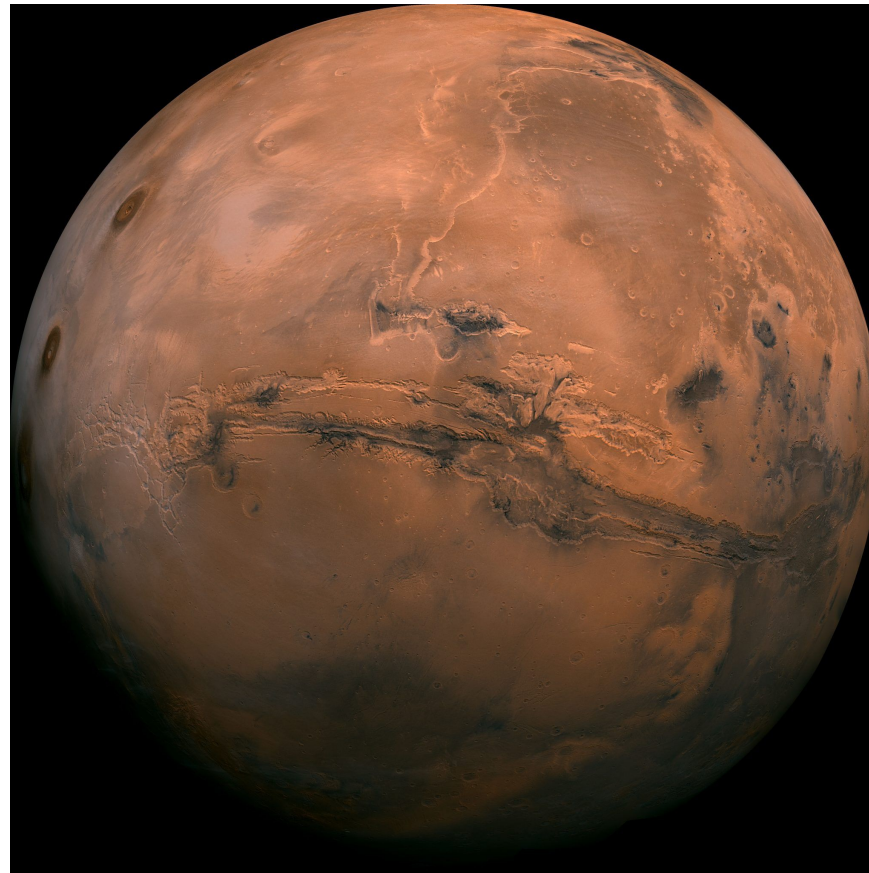


Галилей жил одновременно с Кеплером и тоже уважал Коперника. А ещё он изобрёл телескоп!

# Что нам дал телескоп?

Марс до телескопов:  
Какая-то красная точка

Марс с телескопами:



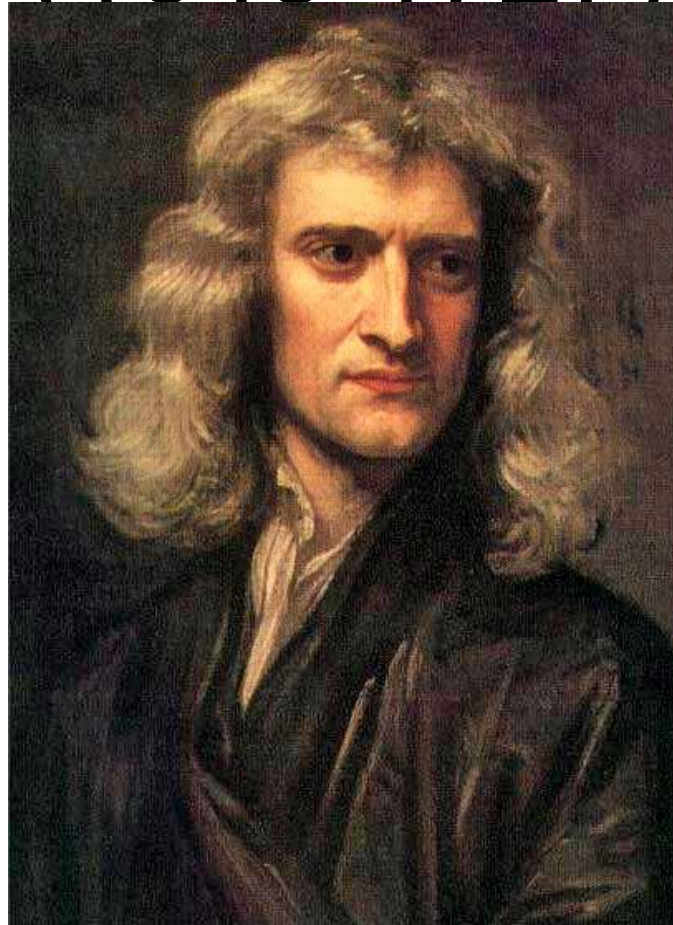
Пришёл Вы Сами Знаете Кто



Нет, не он



Исаак Ньютон, то есть, простите,  
сэр Исаак Ньютон  
(1643-1727)



И что он сделал вы тоже знаете, ну серьёзно.

# А ещё он тоже изобрёл телескоп

РЕФРАКТОРНЫЙ  
ТЕЛЕСКОП



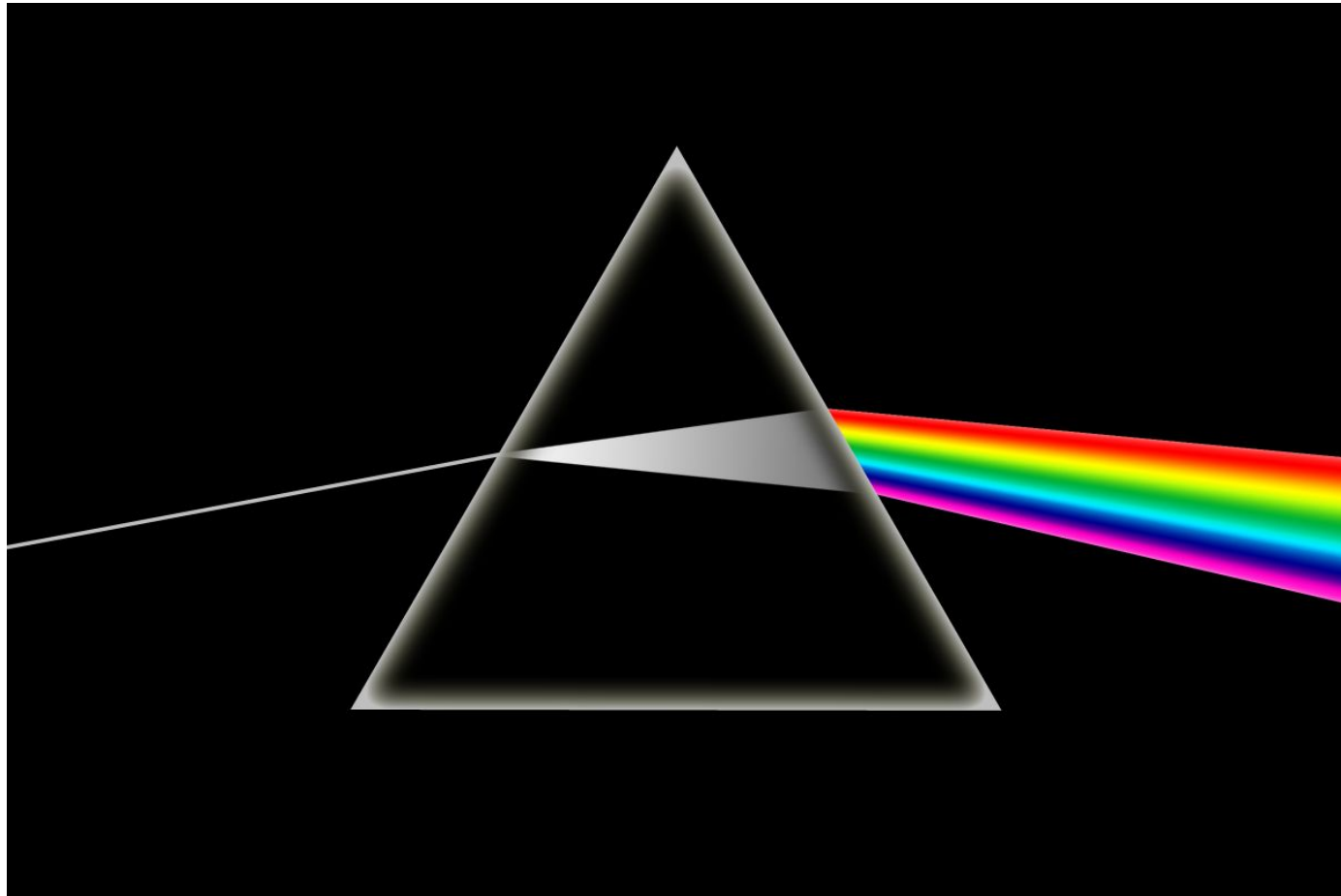
- ДОРОЖЕ
- БОЛЬШЕ
- ЦВЕТА ИСКАЖЕНЫ
- СОБИРАЕТ МЕНЬШЕ СВЕТА

РЕФЛЕКТОРНЫЙ  
ТЕЛЕСКОП



- НЕ ВИДНО КОСМИЧЕСКИХ  
ВАМПИРОВ

А ещё он делал вот эту штуку



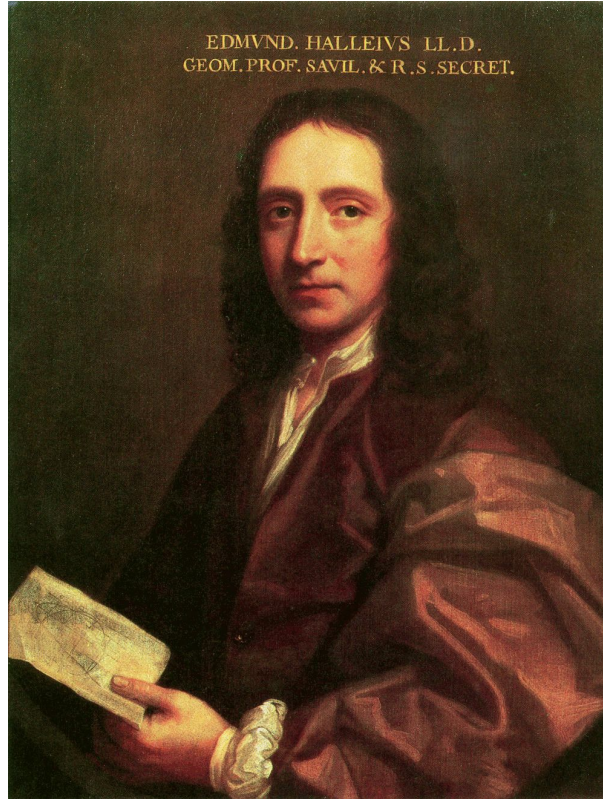
Пока что кажется, что это не имеет отношения к астрономии, но подождите.

# А тем временем

Смотреть на небо и записывать наблюдения стало довольно популярным занятием. Из этого и сложной тригонометрии (которую уже изобрели, а не как при Аристархе) смогли вывести отношения расстояний до планет и Солнца. Но вот с самими расстояниями всё куда сложнее.

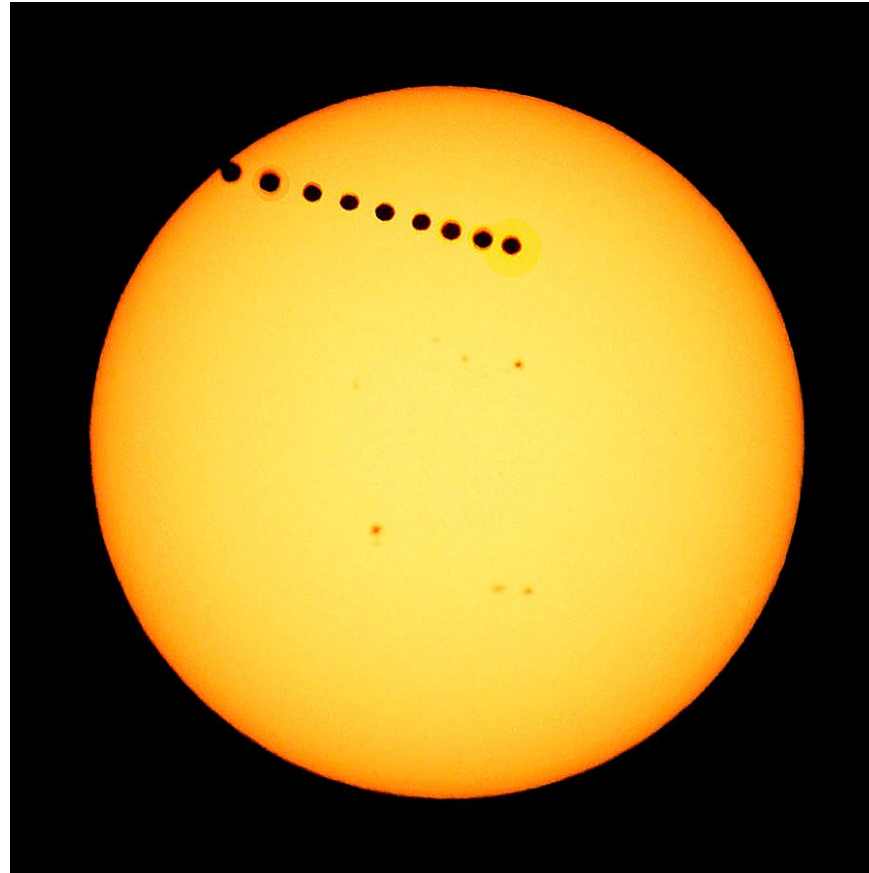


# Пришёл Эдмунд Галлей (1656-1742)



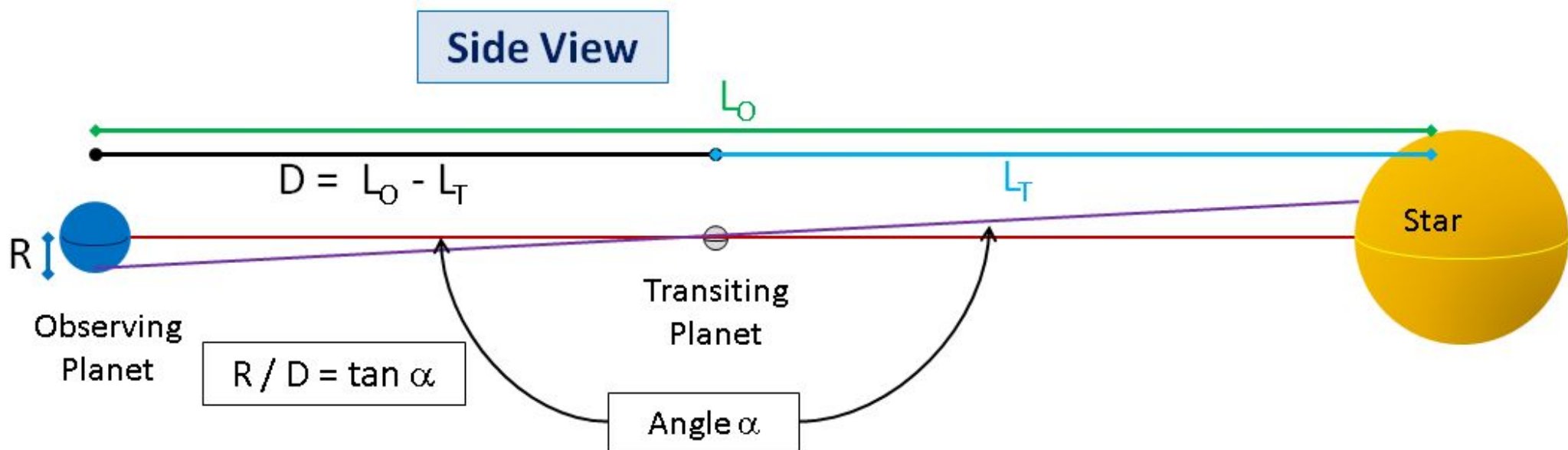
Тот, которого комета.  
Помимо наблюдений кометы, он ещё и предложил способ поточнее рассчитать расстояние до Солнца и планет.

# Как?



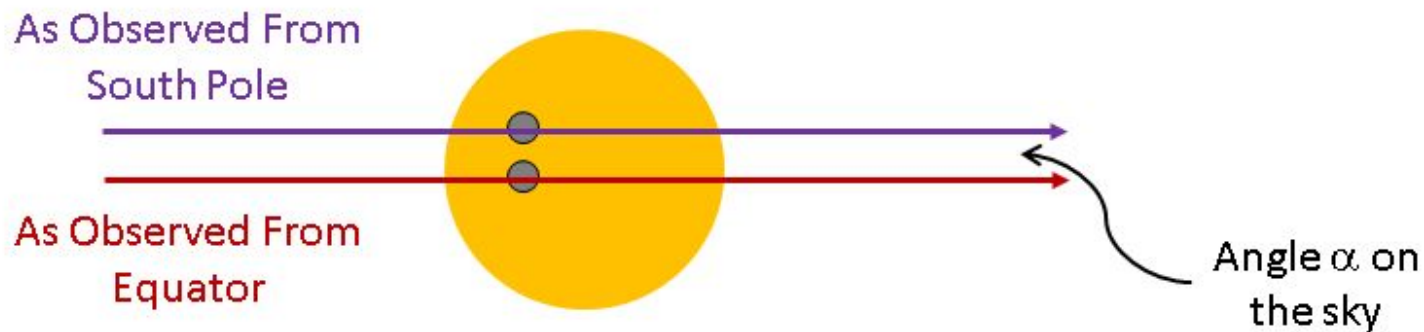
Если наблюдать за прохождением Венеры по диску Солнца из разных точек Земли, а потом сравнить наблюдения, то можно кое-что вычислить.

# Очень-очень упрощённая схема



M. Strassler 2012

## Views From Observing Planet



# Что получилось?

А неплохо получилось! Первые попытки были сделаны ещё даже до Галлея. Тогда расстояние до Солнца оценили в 95 миллионов километров. Меньше, чем на самом деле (примерно 150 миллионов), но уже неплохо. А по нормальному это организовал и измерил...

# Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765)

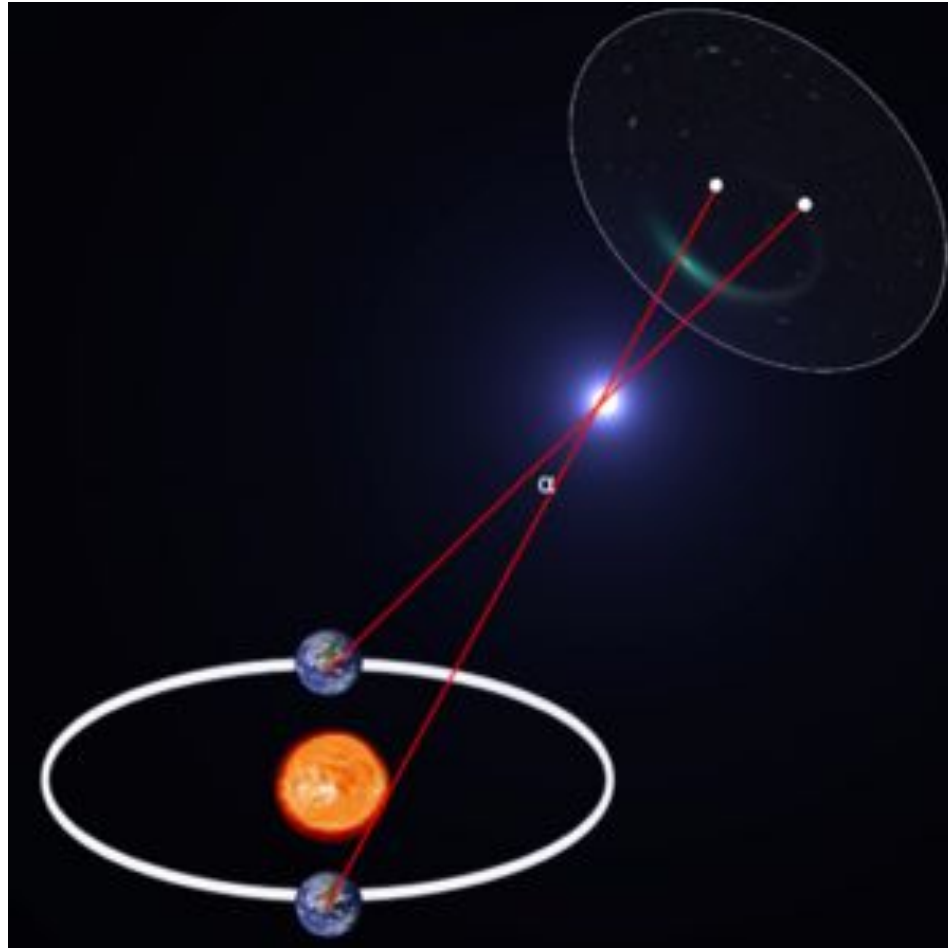


Энциклопедист, физик, химик, астроном,  
основоположник научного мореплавания,  
географ, металлург, геолог, филолог, статский  
советник, такой себе поэт, ~~плейбой,~~  
~~миллиардер, филантроп...~~

# И в итоге?

У него получилась уже неплохая такая точность с несколькими процентами погрешности. Кроме того, он заметил наличие у Венеры атмосферы, а также (вы таки не поверите) изобрёл телескоп. Вернее, усовершенствовал конструкцию Ньютона. В общем, Ломоносов молодец.

# А что со звёздами?



К тому моменту многие уже предполагали, что звёзды большие и далеко. И многие пытались померить их годичный параллакс.



# Василий Яковлевич Струве (1793-1864)



Кстати, первый директор Пулковской обсерватории. Он первый достоверно преуспел в нахождении годовых параллаксов звёзд.



# Что получилось?

Ну, например, параллакс Веги получился  
0.125"

Это одна восьмая одной три тысячи  
шестисотой одного градуса.

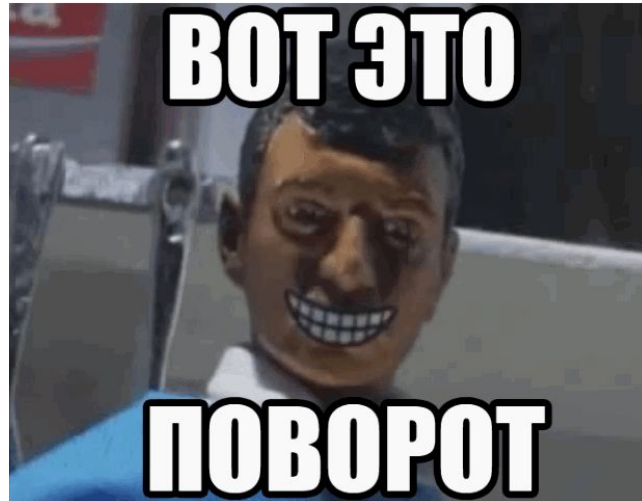
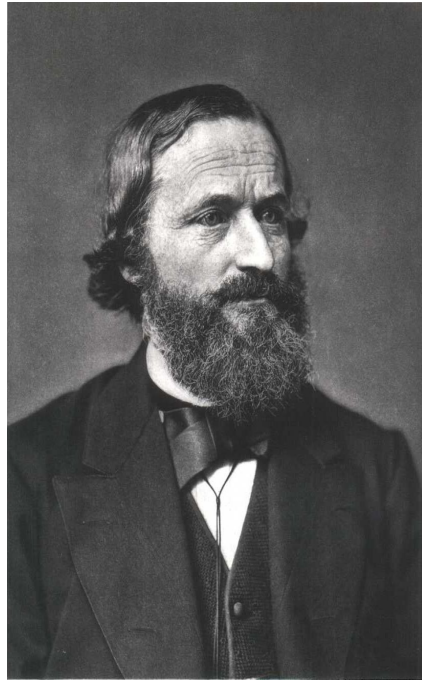
Одна четырнадцать тысяч четырёмсотая  
видимого размера Луны.

Не очень много.

Неудивительно, что долго не получалось  
измерить, да.

Струве молодец.

# Тут внезапно!



Пришли Густав Кирхгоф (1824-1887) и Роберт Вильгельм Бунзен (1811-1899). Они даже не были астрономами, но это не помешало им изобрести спектральный анализ. Помните Ньютона с призмой?

# А что дальше?

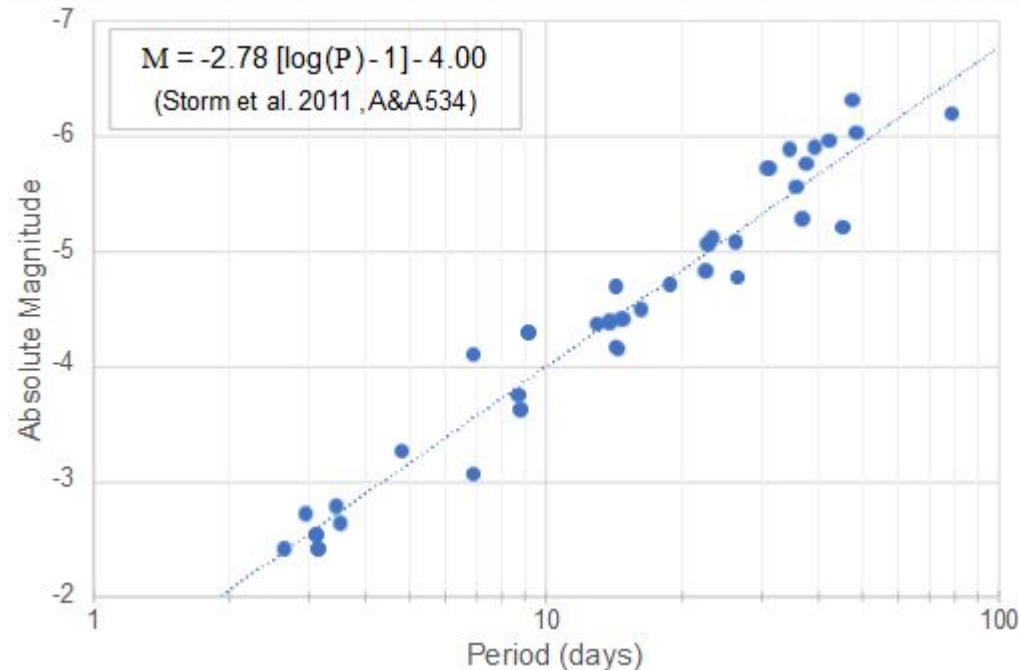
У не очень далёких звёзд можно измерить параллакс. А что делать, скажем, с другими галактиками?

# Стандартные свечи



Но не такие, а объекты, для которых мы можем  
разузнуть их истинную светимость.

# Цефеиды



Это такие очень большие и очень яркие звёзды, которые к тому же ещё и переменные. То есть их яркость меняется, а периодичность этих изменений (где-то от одного до пары сотен дней) и их яркость чётко связаны – зная одно можно определить другое.

# Генриетта Суон Ливитт (1868-1921)



Она вот пришла и открыла более 2400  
переменных звёзд и эту зависимость.  
Она молодец.

# И ещё пришёл Эдвин Хаббл... (1889-1953)



...человек и телескоп.

И применил эту зависимость к цефеидам в  
Туманности Андромеды. И понял, что она  
очень-очень далеко.

# И вообще много чего понял

Понял, что красное смещение увеличивается с расстоянием. А значит – Вселенная расширяется!



Дальше сложно сказать, что  
пришёл кто-то конкретный



И в делах тёмной материи и тёмной энергии на  
каждого астронома с подробной статьёй в  
Википедии приходится по две, кхе-кхе, тёмных  
лошадки.

# Так что же это?



Взяли данные по движениям звёзд. Взяли закон всемирного тяготения. И поняли, что где-то тут подвох. Подвох, по массе превышающий сами наблюдаемые звёзды.

# Тёмная энергия

Тёмная энергия – это такая важная штука, что в статье Википедии о ней есть раздел "Последствия для судьбы Вселенной"

Что это?



А мы не знаем!  
Нет, серьёзно.

# А всё-таки?

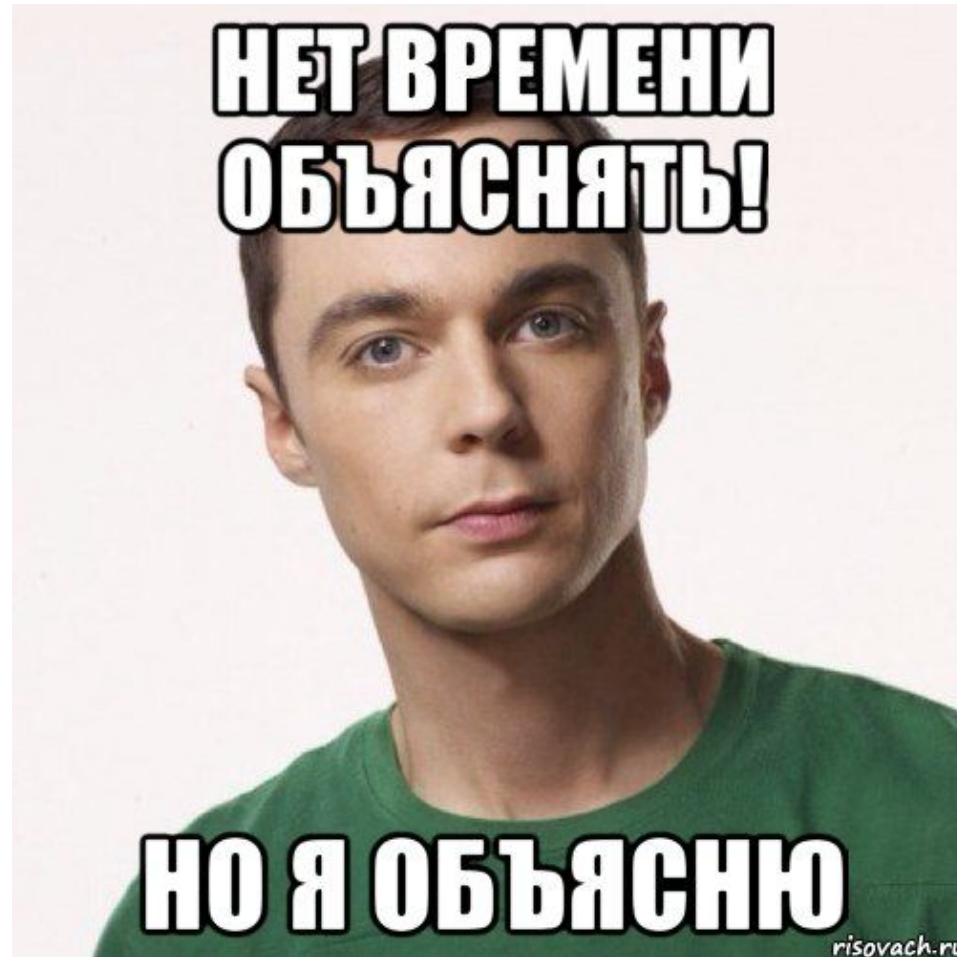
Известно, что Вселенная не просто расширяется, а расширяется с ускорением!

Свет, доходящий до нас от очень-очень далёких галактик поведал нам, что давным-давно, когда он оттуда отправлялся, Вселенная расширялась медленнее, чем сейчас.

Во как!

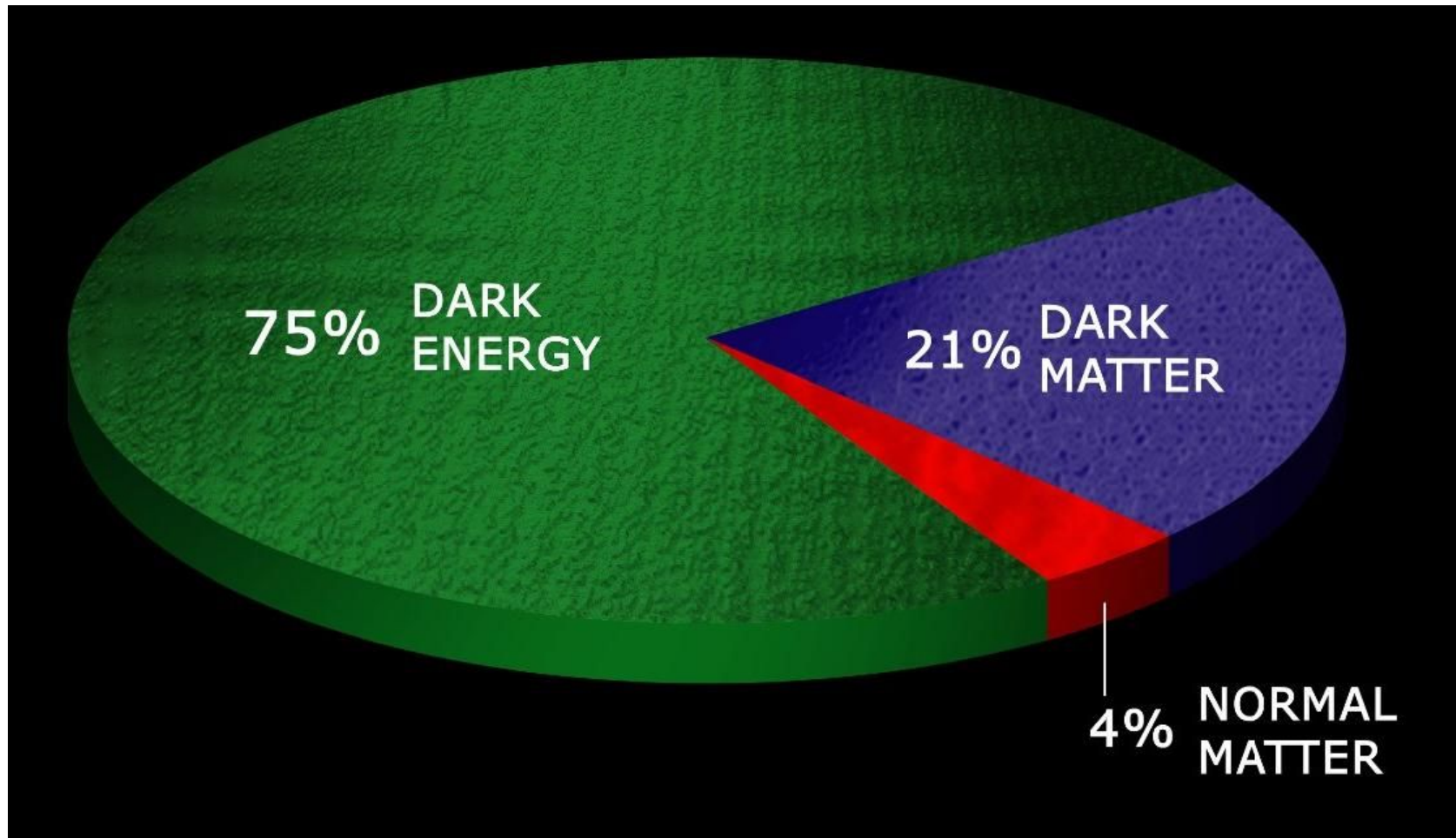


Как-то неубедительно



Ну, есть и другие свидетельства

# Да, кстати



Тёмной энергии и тёмной материи много.

# Под конец хотелось бы что-то про Большой Взрыв



Поэтому вот вам взрыв, довольно большой.  
Спасибо за внимание



