



История науки и инженерии

С.Е.Муравьев, А.С.Ольчак
кафедра теоретической ядерной физики
кафедра общей физики



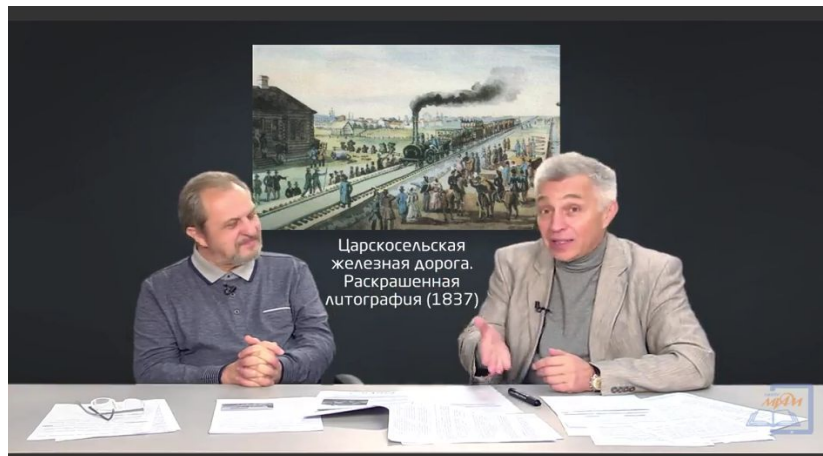
LAPLAS

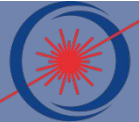
- Coursera.org, 2016, курс «Вторая история человечества», 2018, курс «Изобретения, изменившие мир» С.Е.Муравьева и А.С.Ольчака
- Основная идея курса – история науки и инженерии
- История инженерии (очки, часы, двигатели)
- «Информационных технологий» – почта, телеграф, фото
- Физики и инженеры – Герон, Коперник, Галилей, Ньютон
- А потом были отклики. В основном хорошие. И нас начали «дергать» на такие курсы для разных студентов
- Один из таких курсов - сегодняшний



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

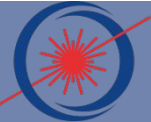




От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Большое спасибо лекторам! Я получила огромное удовольствие, пока смотрела курс. Есть, казалось бы, простые вещи в нашей жизни, которые обеспечивают комфорт 21 века, и о которых жаль лишний раз задумываться. После этого курса я по иному смотрю даже на кран в ванной, не говоря уже о свете в доме, тепле в комнатах и удобстве поездов и самолетов. Можно еще долго продолжать перечисление, но суть его сводится к одному - удивительные люди (и даже поколения) создавали удивительные вещи, делали удивительные открытия, которые даже спустя тысячелетия не перестают быть такими же удивительными, как и в самое первое время. Напротив, сейчас, на нашем уровне развития, мы с большей полнотой можем осознать, что именно значило для человечества то или иное открытие. Я очень рада, что лекторам удалось заразить меня этим удивлением и одновременно поселить во мне жажду познания с точки зрения физической (если бы еще выбирала, кем стать, пошла бы в физики, а не филологи) Спасибо!



Структура курса

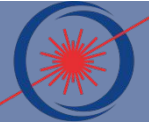
1. Курс по истории науки и инженерии – по тем вопросам, которые нам казались ключевыми для развития цивилизации
2. Курс «не серьезный» – для общего развития
3. 8 лекций
4. По итогам зачет
5. Постараюсь сделать его интересным



LAPLAS

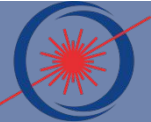
От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

Ну а теперь, вперед!



Зачем нам нужно знать историю науки?

- Без прошлого нет будущего
- Каково наше место в истории цивилизации (революция 1917 года, вторая мировая война, Буденовск, Беслан или мобильная телефония и Интернет?)
- Это интересно! История науки – не гладкая дорога, а тропа среди болот, расщелин и оврагов. Она – как жизнь наша!



Лекция 1. Античная физика и астрономия: измерения основных астрономических параметров (сферичность Земли, размеры Земли, расстояние Земля-Луна, Земля-Солнце). Картина мира. Смена дня и ночи, времен года. Эратосфен, Аристотель, Аристарх, Птолемей. Архимед – математик, физик, инженер. Этапы жизни и основные результаты. Архимедово число. Шар, вписанный в цилиндр. Основой закон гидростатики. Прикладная механика.

Астрономия арабского востока. Мирзо Улугбек.

Европейская астрономия. Николай Коперник. Тихо Браге. Иоганн Кеплер. Галилео Галилей. Прохождение Венеры по диску Солнца.



Мы знаем, что Земля круглая и движется, а Солнце неподвижно.

А кажется нам, что Земля плоская и не движется, а движутся Солнце и звезды.

Как разглядеть основные черты нашего мира - почему есть смена времен года, дня, ночи... Почему Луна иногда круглая, а иногда – нет.

Почему очертания созвездий не меняются, а планеты движутся.

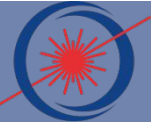
И можно ли измерить размеры Земли, расстояние от Земли до Луны, от Земли до Солнца, до ближайших звезд?



LAPLAS

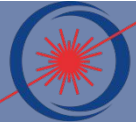
Что мы видим?

1. Землю, которая кажется нам плоской (если на воде; на суше видим какой-то рельеф) и покоящейся. Есть смена дня и ночи и времен года.
2. Светящиеся тела, из которых два (Солнце и Луна) – большие, и много «звездopodobных». «Звездopodobные» совершают за сутки 1 оборот. Семь имеют собственные движения.
3. Солнце светится очень ярко, Луна – нет.
4. Луну мы иногда видим в виде в виде полного диска, а иногда в виде месяца – одной половинки и очень слабой (но заметной) – второй.



Как объяснить эти факты? И выполнить астрономические измерения?

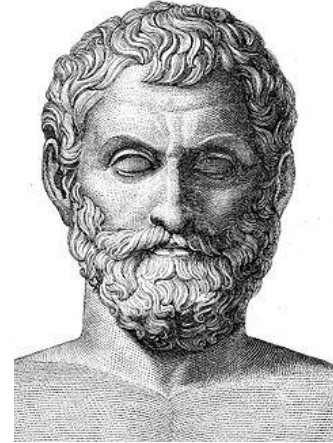
Информация накапливалась очень медленно. Многие физики, математики и философы внесли вклад в наше понимание мира



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Фалес Милетский, 640 г.до н.э. – 550 г. до н.э. Математик, физик, астроном, философ. Геометрия Фалеса – дистанционное измерение расстояний. Теорема Фалеса



Понял, что Земля - шар

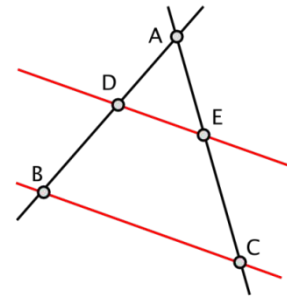
Понял, что Солнце, Луна, планеты и звезды – реально существующие тела, вращающиеся вокруг Земли и имеющие собственные движения

Понял, что Луна светит светом, отраженным от Солнца

Понял причину солнечных и лунных затмений.

Предсказал затмение 585 г. до н.э.

Открыл наклон земной оси к экватору и объяснил смену времен года.





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

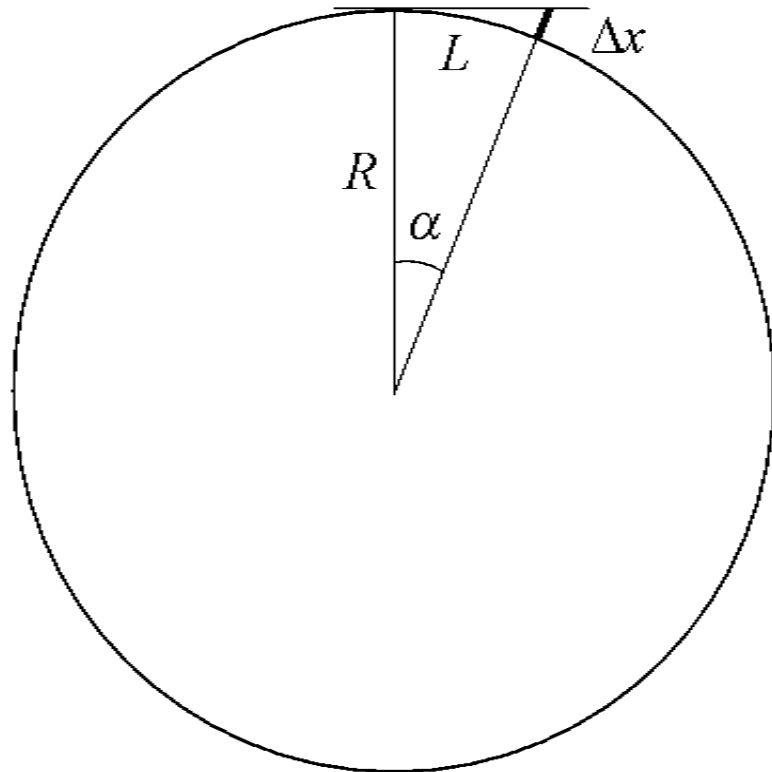
Уход поверхности из-за сферической формы есть

$$\Delta x = \frac{R}{\cos \alpha} - R = \frac{R(1 - \cos \alpha)}{\cos \alpha}$$

где R - радиус Земли, α - угол, на который опирается участок поверхности, который мы можем «охватить» глазом.

$$\Delta x = \frac{R \sin^2(\alpha/2)}{2 \cos \alpha} \approx \frac{R \alpha^2}{2} \approx \frac{L^2}{2R}$$

Поскольку радиус Земли $R \approx 6000$ км, то при $L \approx 6$ км, $\Delta x = 3$ м.



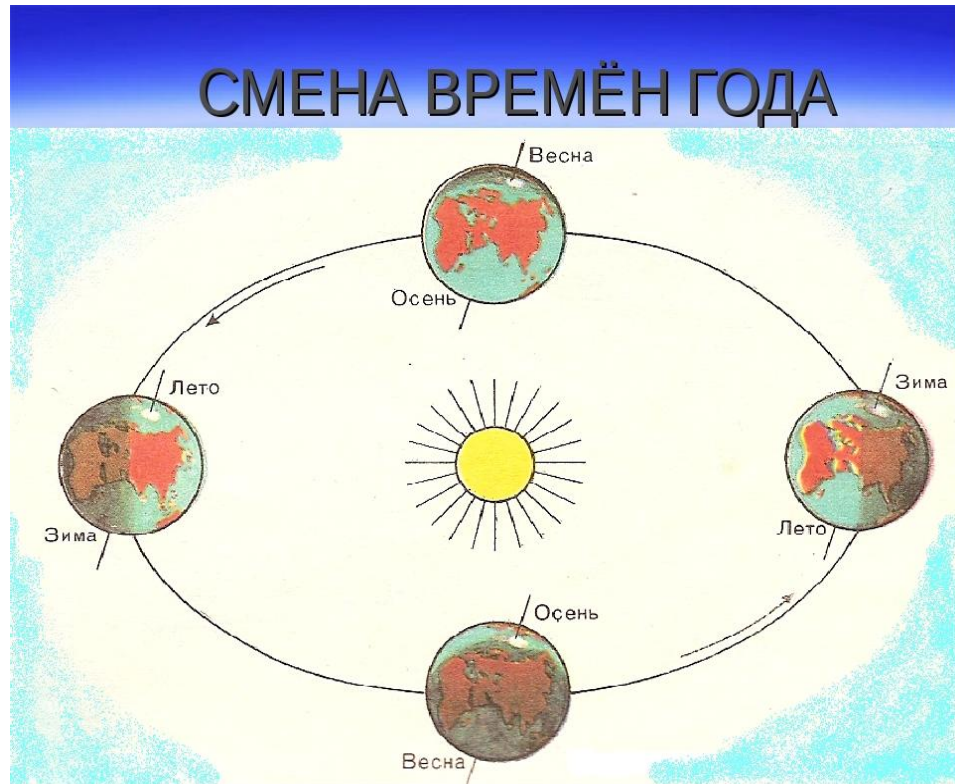


Смена дня и ночи, времен года

Ось вращения Земли наклонена к плоскости орбиты.

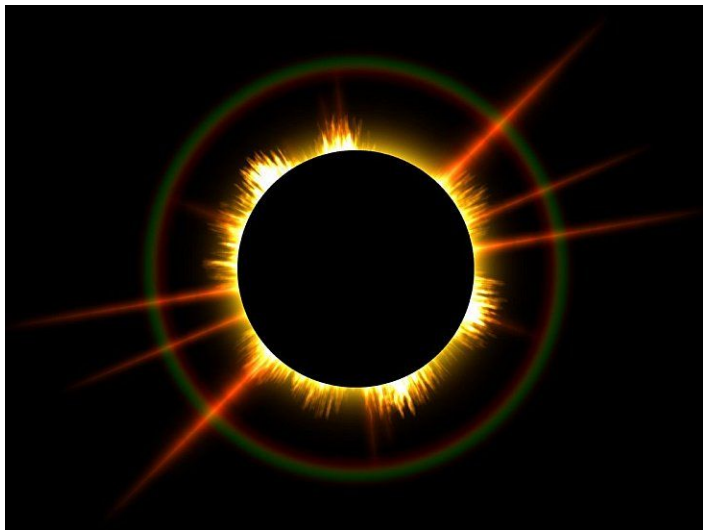
Разный поток солнечного излучения летом и зимой.

Полярный день и полярная ночь

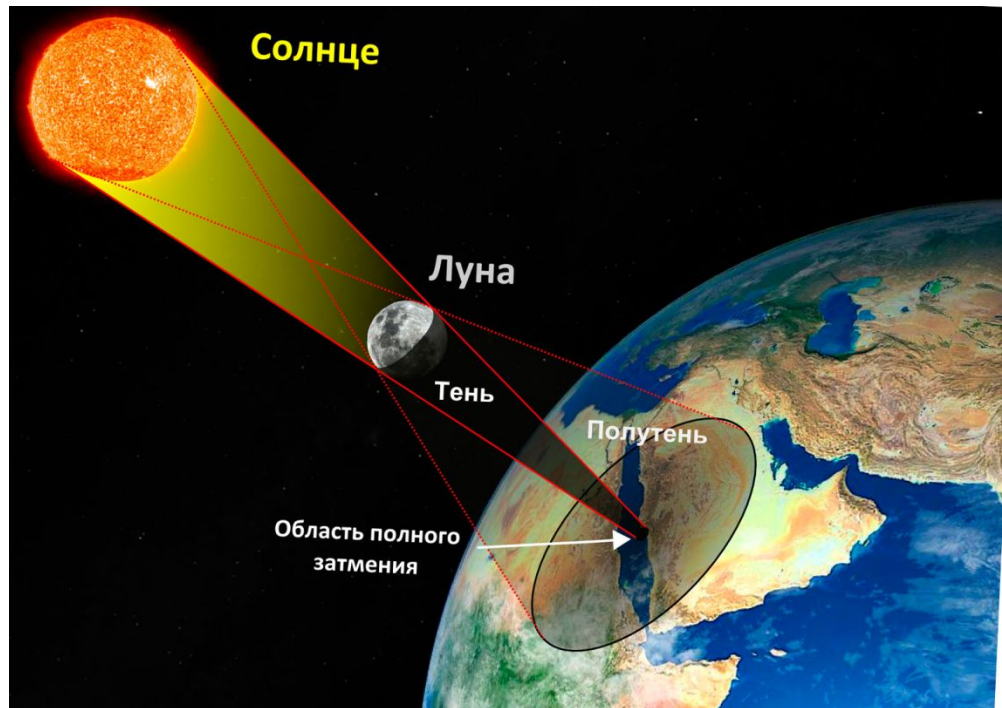




Солнечные затмения

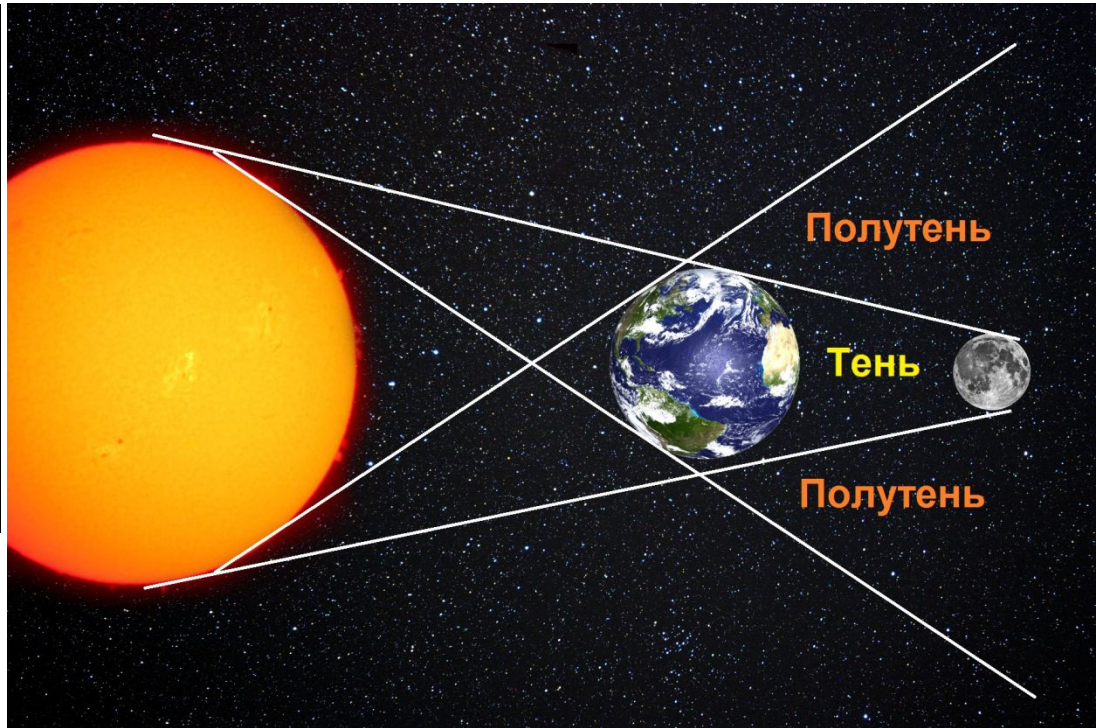


А почему затмения бывают редко?





Лунные затмения





LAPLAS

Измерения меридиана

Эратосфен (276 до н.э.-196 до н.э.)

Выдающийся греческий филолог, в Египте, был директором математик и астроном. Всю жизнь прожил Александрийской библиотеки.

В математике придумал «решето Эратосфена» – способ нахождения простых чисел.

Первым точно измерил размеры Земли.

Был другом Архимеда, с которым переписывался всю жизнь.



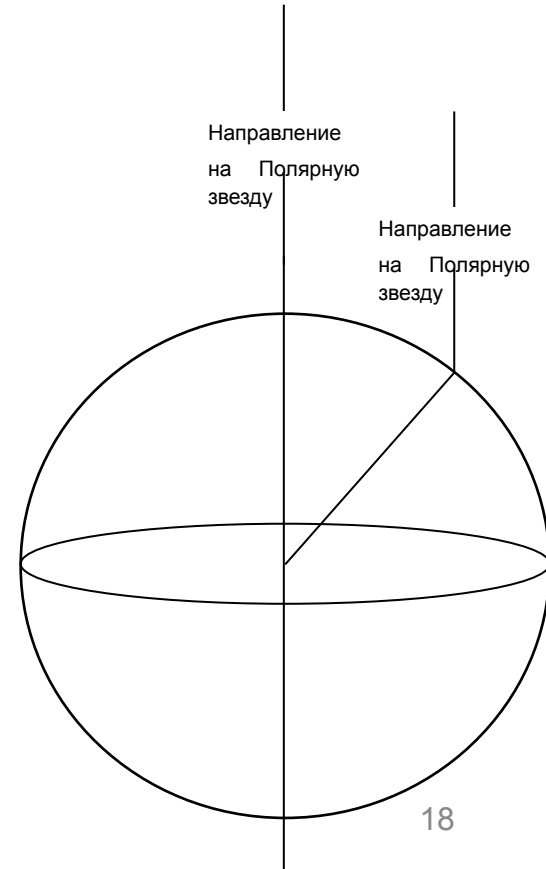


LAPLAS

Измерения меридиана. Эратосфен (230 г. до н.э.). Идея: в разных точках Земли разные звезды в зените.

Эратосфен измерил направление на Солнце в городах Сиене (самый юг Египта) и Александрии (самый север Египта).

У него получилось 6287 км (отличие от современного точного значения (6371 км) – всего 1,5% !!





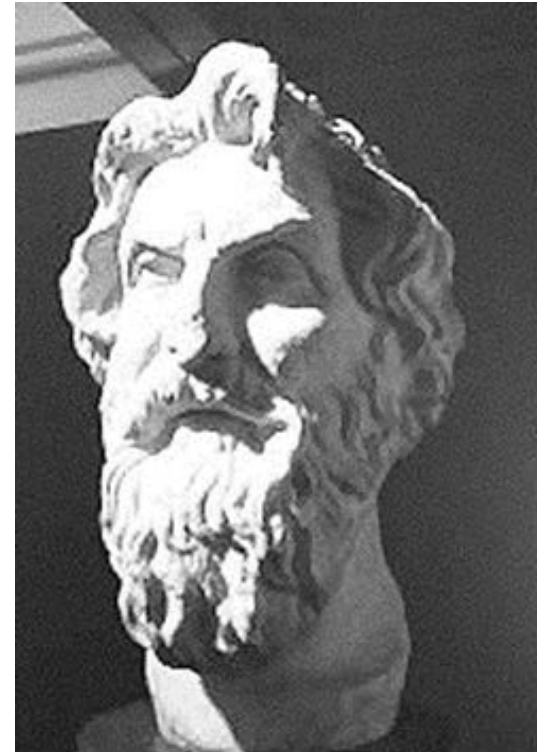
Первые космические измерения выполнил великий древнегреческий ученый Аристарх Самосский (ок. 310 до н.э.-ок 230 до н.э.)

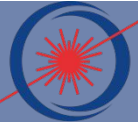
Первым измерил ряд расстояний в Солнечной системе

Один из первых гелиоцентристов в истории (Земля вращается вокруг Солнца)

Основоположник тригонометрии

Имя Аристарха упоминается в трудах Архимеда чаще имен других ученых





LAPLAS

Коперник в первом варианте книги ссылался на Аристарха

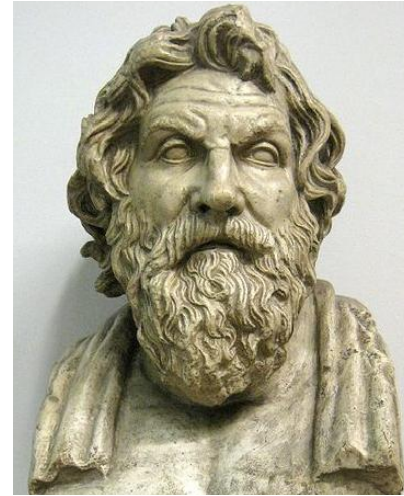
Занимался календарем

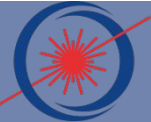
$$1 \text{ год} = (365 + 1/4 + 3/4868) \text{ дней}$$

Звезды – далекие объекты, поэтому не видим параллаксы

Некий Клеанф требовал привлечения Аристарха к суду за гелиоцентризм (!)

В древней Греции - самый цитируемый ученый наряду с Архимедом



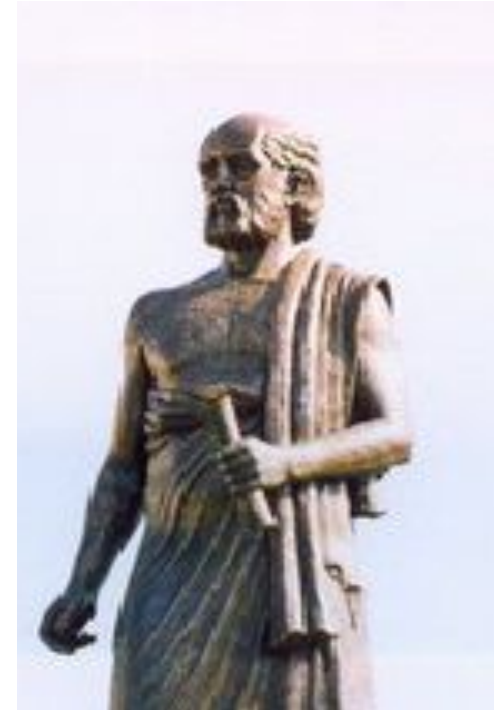


Измерение расстояния Земля-Луна

1. Угловой диаметр Луны составляет около $1/650$ полного угла. Если бы знали диаметр Луны d , то расстояние Земля-Луна можно найти как

$$R = 650d/2\pi$$

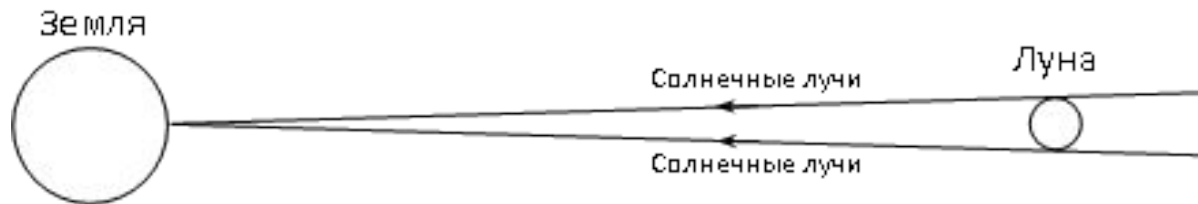
2. Но как найти диаметр Луны? Сравнить с диаметром Земли по затмениям!





LAPLAS

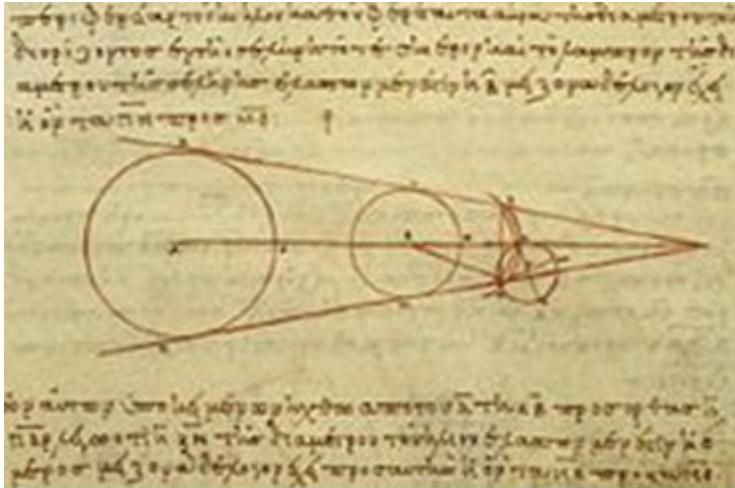
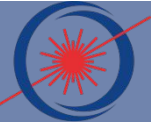
Угловой диаметр Луны приблизительно совпадает с угловым диаметром Солнца



«уход» солнечных лучей – диаметр Луны на расстоянии радиуса орбиты

А поскольку тень Земли вдвое больше диаметра Луны, радиус Земли втрое больше радиуса Луны





$$R = \frac{650 \cdot (\text{радиус Земли})}{3,5\pi} = 60 \text{ радиусов Земли}$$

Расстояние Земля-Луна

Аристарх: 382000 км

Истинное: 384403 км

Точность – 0,5%

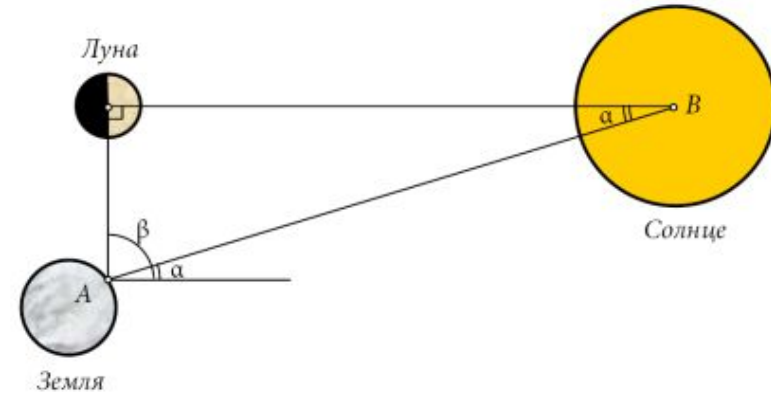


LAPLAS

От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

Расстояние Земля-Солнце.

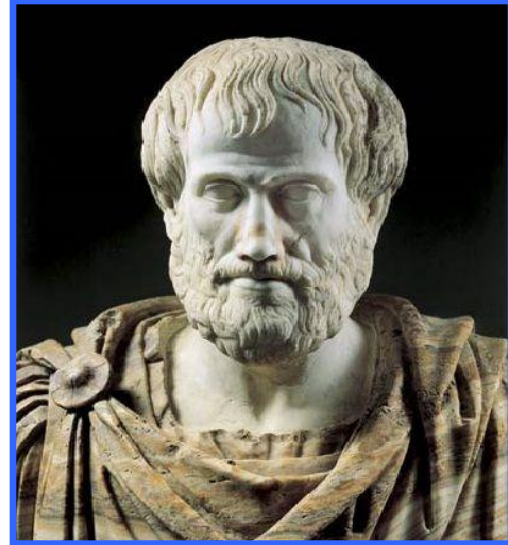
В тот момент когда видно и Луну и Солнце и когда освещена ровно половина Луны. Тогда угол «Земля-Луна-Солнце» - прямой. Измеряя угол между направлениями на Солнце и Луну, можно найти расстояние Земля-Солнце

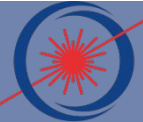


7,5 млн км вместо 150 млн км



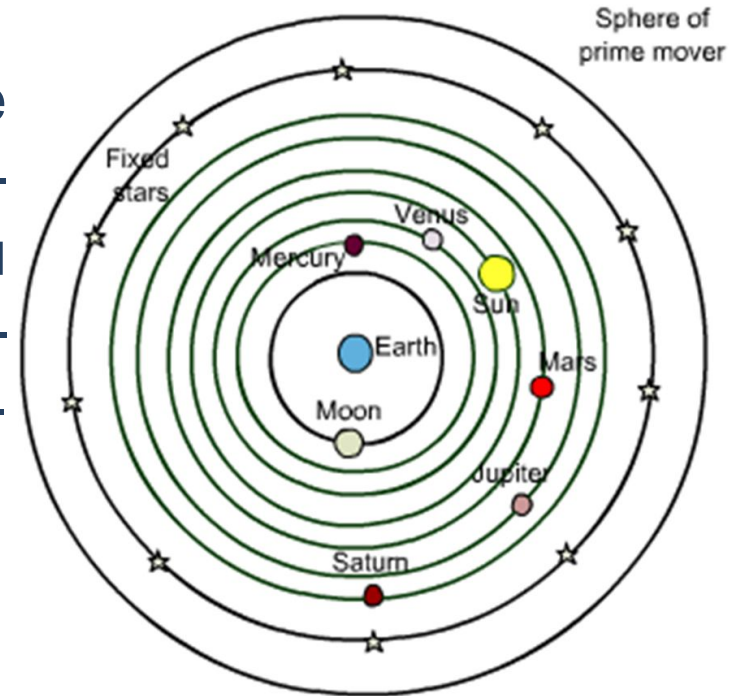
Картину мира построил Аристотель – создатель современной науки вообще. Земля – шар, находится в центре Вселенной вокруг нее вращаются планеты и Солнце. Планеты и Солнце вращают «хрустальные» сферы
За ними сфера неподвижных звезд, которая за сутки совершает полный оборот вокруг Земли. Ее вращает нечто, что Аристотель назвал «перводвигатель».





Аристотель полагал, что для небесных («божественных») тел движение по совершенным геометрическим траекториям - окружностям – является естественным (заданным божественной первопричиной) и дополнительных объяснений не требует.

И это согласуется с наблюдениями Солнца, Луны и звезд. Но не планет! Они движутся по-другому.

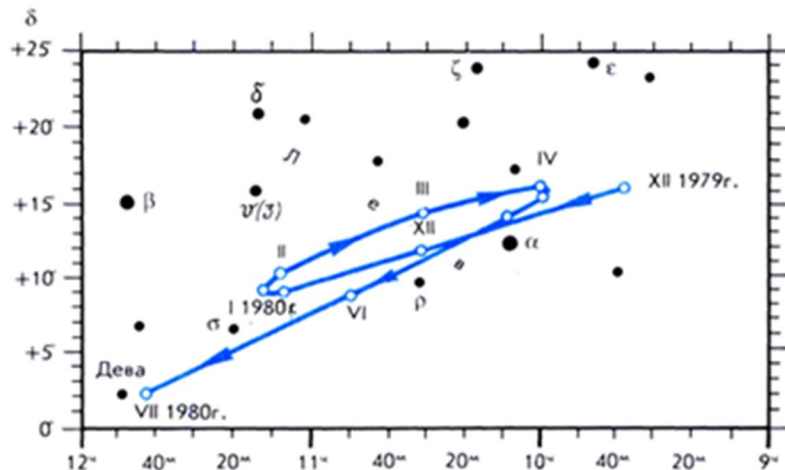




Среди наблюдаемых звезд астрономам были известны несколько особенных – планет - которые совершают странные петли (планета – «блуждающая»).

Во времена Аристотеля было известно 5 «блуждающих» по небу своду планет:

Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн.



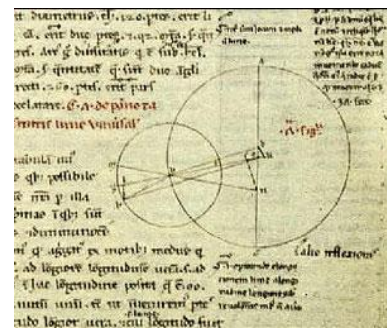
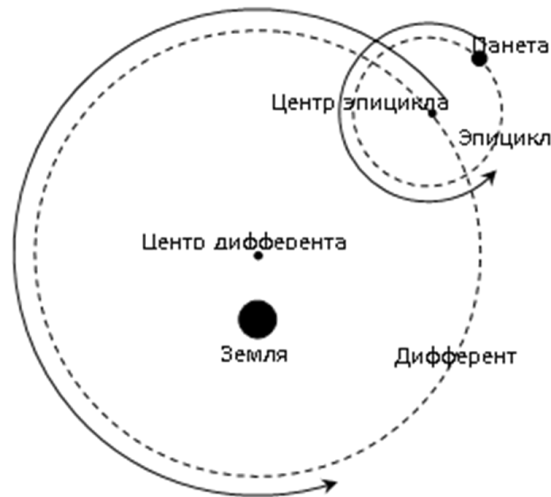
Видимое движение Марса относительно неподвижных звезд в 1979-1980 годах



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Для спасения теории Аристотеля Клавдий Птолемей (II в.н.э.) предложил концепцию сложного движения планет по двум кругам – дифференту (орбите) и маленькому - эпициклу. Подбирая периоды вращения можно объяснить наблюдаемые петли планет.





Модель Птолемея была достаточно совершенна и позволяла рассчитывать положения планет на небесном своде на годы вперед. И эти положения совпадали с данными наблюдений!

Неудивительно, что теорию движения Аристотеля в сочетании с космологией Птолемея разделяли практически все известные европейские и мусульманские мыслители на протяжении 2 тысячелетий.

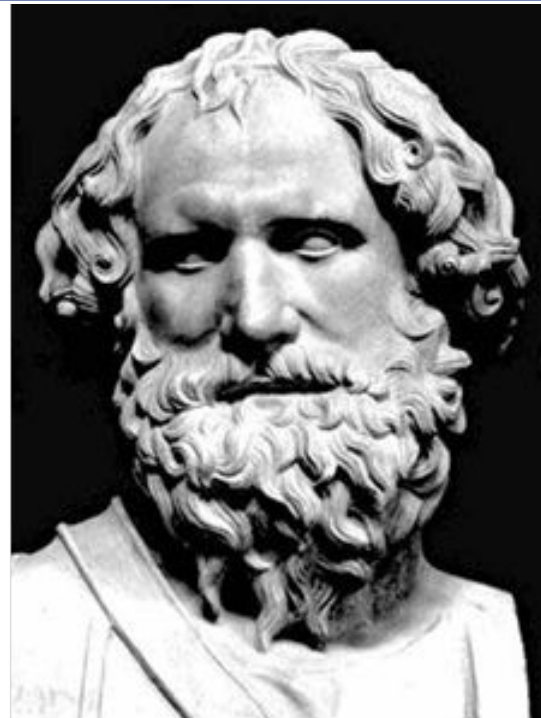


От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Итак, в Греции копилось знание, появились Фалес, Платон, Аристотель. Общество стало нуждаться в науке. И тогда родился обыкновенный мальчик – Архимед. Что же нам о нем известно?

Не так уж и мало, учитывая, что прошло 2300 лет. Архимед родился в городе Сиракузы на острове Сицилия в 287 году до н.э. Отцом Архимеда, был астроном Фидий, который независимо от Аристарха оценил расстояние от Земли до Солнца (с 40-кратной ошибкой). Был близким родственником Гиерона II – правителя Сиракуз, который оказывал ему поддержку.



Архимед. Считается, что это изображение имеет портретное сходства с Архимедом.



В молодости Архимед работал и учился в Александрии. В библиотеке в его распоряжении была вся античная научная литература – труды Зенона, Фалеса, Аристотеля. В Александрии он познакомился со всеми видными учеными и стал членом академии наук – Мусейона.

Архимед предвосхитил основные идеи математического анализа: сумел вычислить площадь поверхности и объем сферы, объем конуса, квадратуру параболы. Дал оценку отношения длины окружности к диаметру $\pi=22/7$ («архимедово число») и сумел оценить точность этого приближения: $223/71 < \pi < 22/7$.



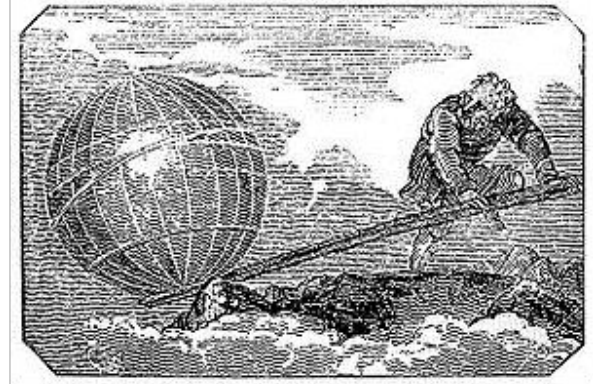
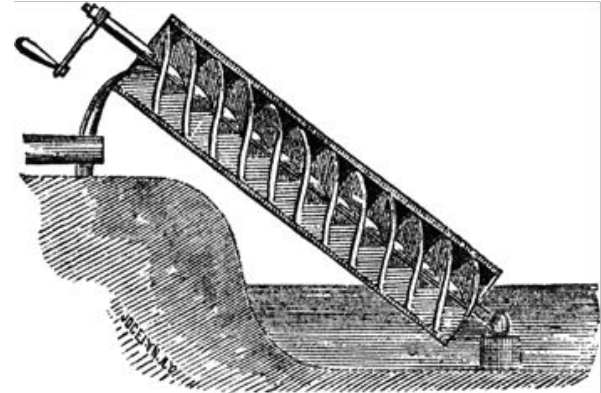


От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Но потом Архимеду захотелось заниматься прикладной механикой – блоки, рычаги и т.д. И он вынужден был уехать из Александрии

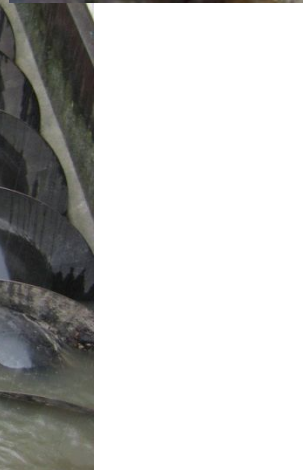
Создал теорию пяти «простых механизмов»: рычага, клина, блока, бесконечного винта и лебедки. Известна фраза Архимеда о возможностях этих механизмов: «Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю». Придумал механический подъемник – улитку Архимеда, которая до сих пор используется в Египте, явившаяся прообразом резьбового соединения элементов – винта и гайки

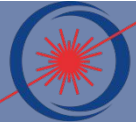




От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS





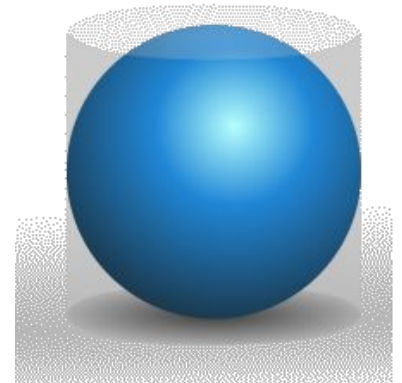
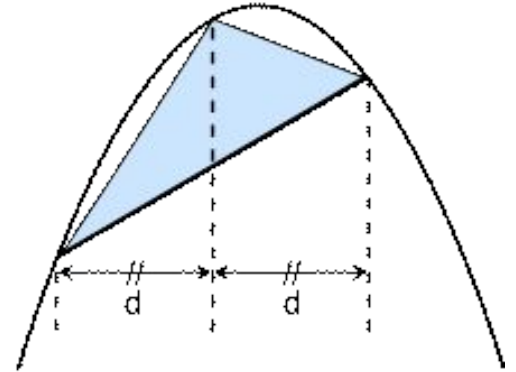
От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

В работах «О шаре и цилиндре», «Об измерении круга», «О коноидах и сфероидах», «О спиралях», «О квадратуре параболы» (которые дошли до нас!) предложил способы вычисления объемов криволинейных фигур. Доказал, что площадь сегмента, отсекаемого от параболы, есть $\frac{4}{3}$ площади треугольника.

Доказал, что объем шара – $\frac{2}{3}$ объема описанного цилиндра. Этот рисунок был на могиле Архимеда

Придумал метод механического интегрирования – удивительно красивый способ нахождения площадей и объемов





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Установил основной закон гидростатики, решая задачу о короне царя Гиерона: на любое тело, находящееся в жидкости, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной жидкости.

Сформулировал условие плавания тел.

Предложил метод нахождения центров тяжести тел.

Сохранились 13 книг Архимеда

Уже в 19 веке были найдены новые книги Архимеда!

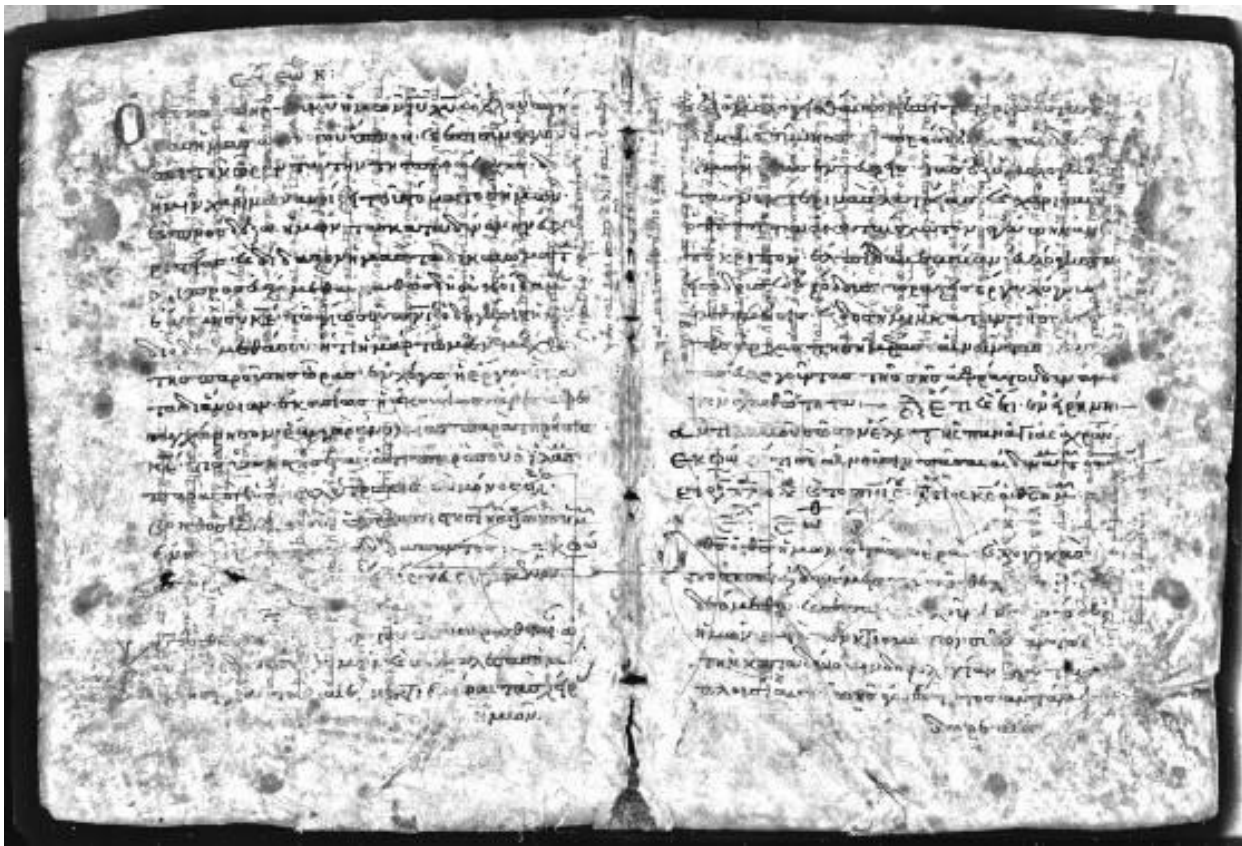
Палимпсест





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Во время Пунической войны с Римом Архимед возглавил оборону своего родного города Сиракузы, сконструировав ряд боевых машин и катапульт, которые позволили отражать атаки римлян почти три года. Древний историк Полибий писал: «Такова была чудесная сила одного человека ... римляне могли бы быстро овладеть городом, если бы кто-либо изъясил из среды сиракузян одного старца». Тем не менее, город пал, вместе с ним погиб и Архимед, защищая свои чертежи. Существует множество картин, стихов, рассказов о гибели Архимеда...

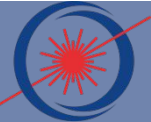




Значение Архимеда состоит не только в его конкретных результатах (хотя и в них тоже) – он был первым великим ученым в истории Земли. И он показал, какой может быть наука, и что наука может помочь всему человечеству.

Что же касается личности Архимеда, еще при жизни о нем слагались легенды и выдумывались анекдоты. По сохранившимся отзывам Архимед был одержим наукой – забывал поесть, не ходил в баню, везде чертил – на песке, в пыли, не бумаге. Да и история гибели говорит о нем как о человеке не совсем адекватном.



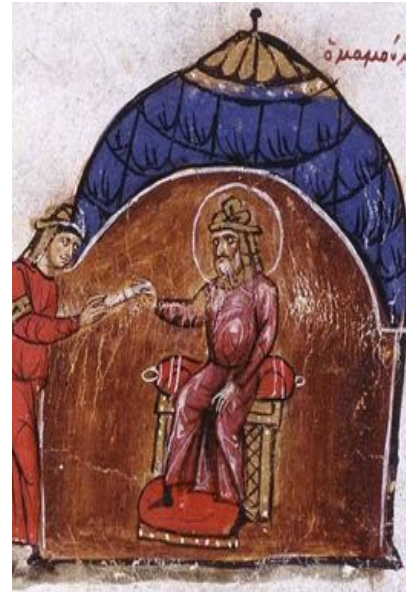


Измерения в Солнечной системе продолжились и после Архимеда, Аристарха и Птолемея. Но с приходом в Европу средневековья центр астрономической науки сместился в мусульманские страны, которые и сохранили для человечества многие древние книги (в частности, Аристотеля, Архимеда и Птолемея) и продолжили развитие древнегреческих подходов к астрономии. На востоке были построены первые обсерватории, причем строили их монархи! А работали выдающиеся астрономы.



LAPLAS

И здесь нужно выделить халифа аль-Мамуна (9 век), который в Багдаде и Дамаске построил обсерватории, собрал выдающихся астрономов и математиков – аль-Хорезми, аль-Фергани и других. Сохранились очень плохие изображения, или вообще не сохранились, поскольку ислам запрещает рисовать людей





Дом мудрости в Багдаде, основанный аль-Мамуном. Арабы полностью разобрались с греческой астрономией, поняли Птолемея. Но и у них возникли проблемы с церковью. С восточным колоритом. В Рамадан мусульманин может есть после захода Солнца. Но если Земля круглая, а эклиптика наклонена к экватору, на полюсах – полярный день и полярная ночь. Как быть мусульманину? Где полярная ночь, у него не будет поста, а где день – он умрет с голоду. Значит Земля не круглая. Железная логика!



В 12-14 веках исламская астрономия получила мощнейшее развитие. Была создана Марагинская обсерватория (Тебриз, Иранский Азербайджан), основанная астрономом Насиром ад-Дином ат-Туси. Монголы, которые в это время захватили северный Иран, свозили все попавшие в их руки рукописи, астрономические приборы и ...астрономов. Обсерватория была оснащена многочисленными инструментами, наибольшим из которых был стенной квадрант радиусом 6,5 м. Итогом работы обсерватории стали «Ильханские таблицы», содержащие данные для вычисления положения Солнца и планет. На основании наблюдений звёзд ат-Туси очень точно определил величину предварения равноденствий.



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS





LAPLAS

А в 1420 году в Самарканде была открыта обсерватория Улугбека. Когда Улугбек – внук Тимура Тамерлана – стал правителем Самарканда, он осуществил свою мечту – построить выдающуюся обсерваторию. Лучшие архитекторы и астрономы строили обсерваторию. В ней был квадрант размером 40 м, позволяющий с высочайшей точностью измерять углы склонения звезд и планет.

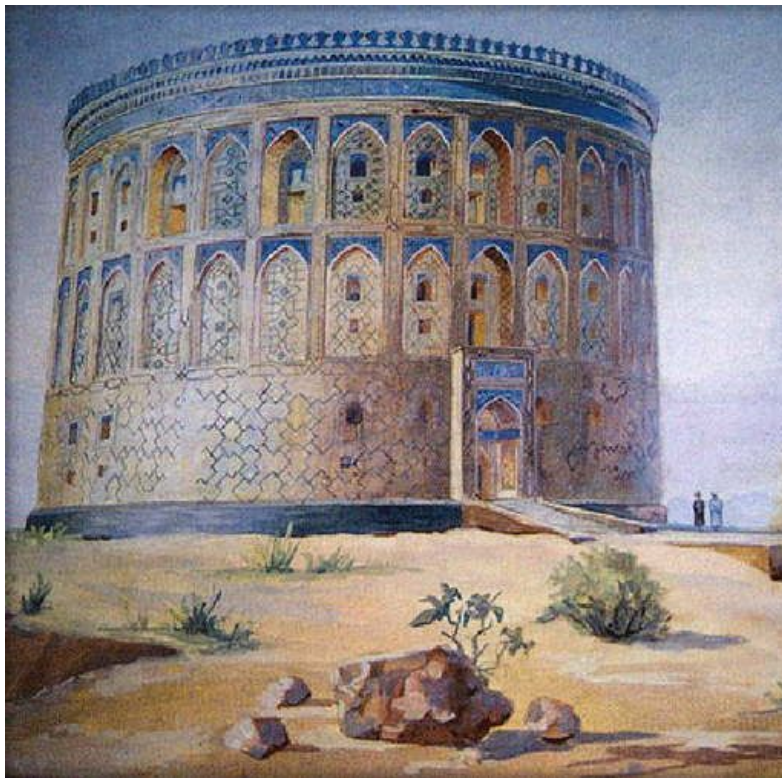
Сам Улугбек был выдающимся государственным деятелем, астрономом, математиком, поэтом, просветителем. Более 20 лет Самарканд не воевал, была проведена экономическая реформа, повысился уровень жизни простых людей. Самарканд стал признанным культурным центром исламского Востока... На востоке его называют Мирзо Улугбек.

После убийства Улугбека обсерватория быстро прекратила свое существование



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

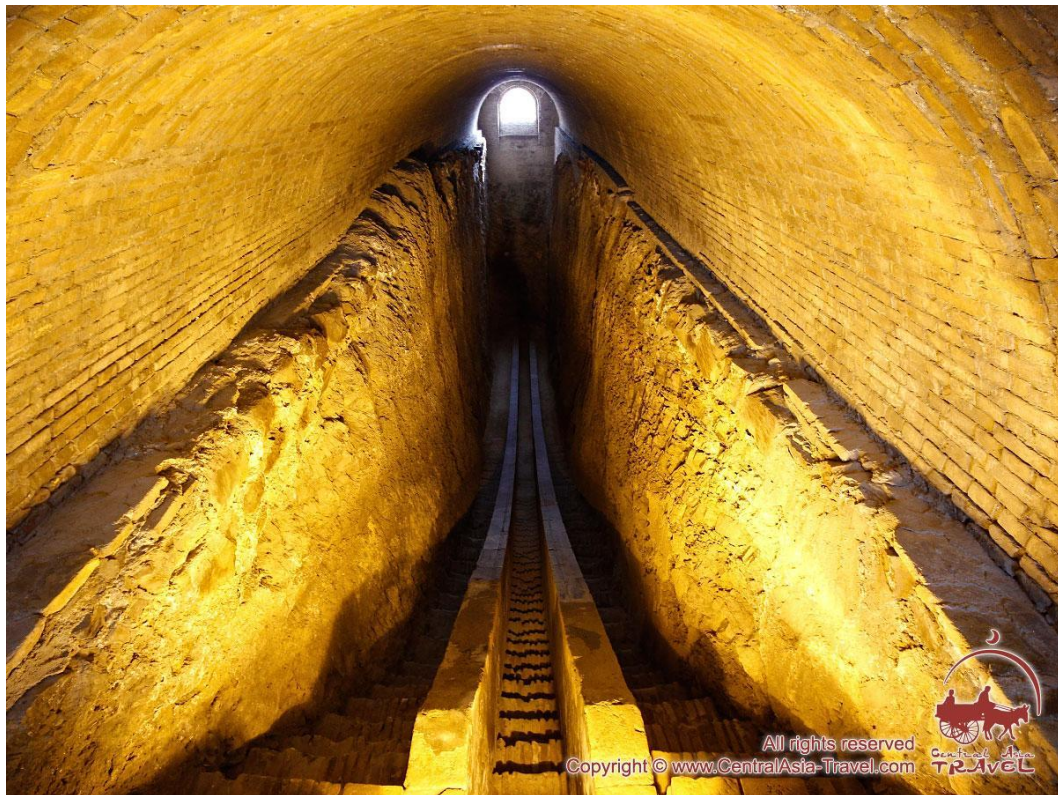
LAPLAS





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS





Но никаких новых прорывов в астрономии арабы не сделали...

Но они привели в систему то, что было придумано до них. И сохранили для Европы тексты Архимеда, Аристотеля, Птолемея.

И, конечно, дали нам математику! Но об этом мы поговорим на следующей лекции.

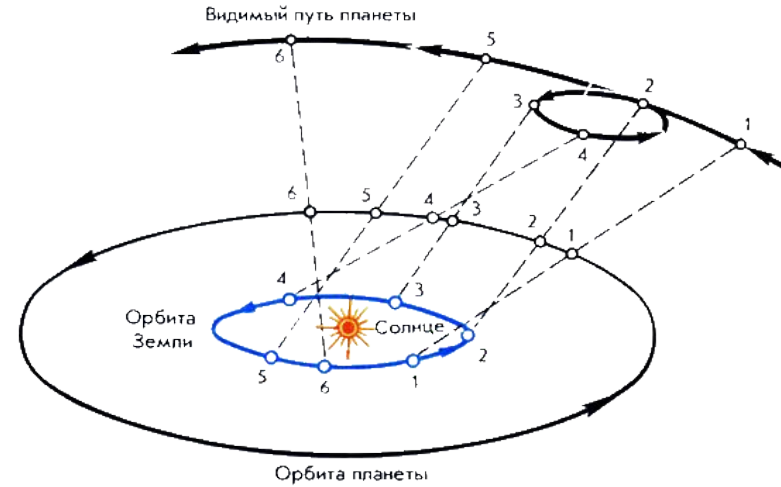
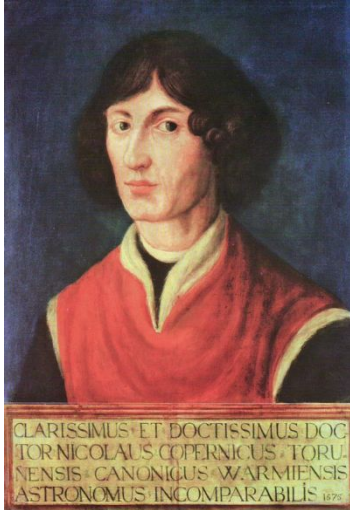
А прорыв в нашем понимании космологии вновь пришел из Европы. В Польше появился Николай Коперник.



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Простое объяснение петель планет – движение Земли. Вокруг Солнца. Такое объяснение петлям дал Николай Коперник (середина 16 века).



Теория Коперника была благосклонно встречена большинством астрономов (Кеплер, Галилей и др.), но насторожено – церковью.

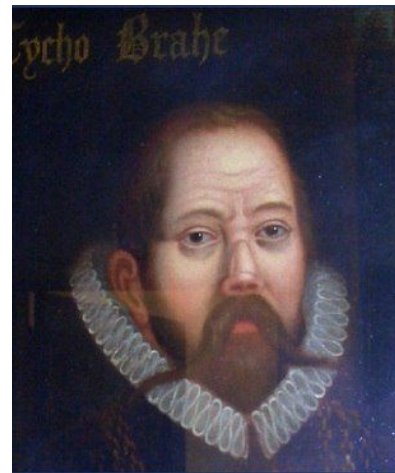


От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

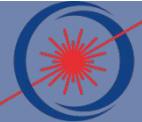
LAPLAS

После Коперника был выдающийся астроном-наблюдатель Тихо Браге. Родился в 1546 году в Дании. Происходил из богатой семьи. В юности заинтересовался астрономией. Сделал несколько работ, посвященных новой звезде 1572 года, благодаря этим работам стал известен.

Король – любитель астрономии - передал астроному остров Вен недалеко от Копенгагена для обсерватории. Строилась по проекту самого Тихо. Денег не хватало, Тихо истратил все свои деньги на строительство. В 1584 году обсерватория Ураниборг начала работать



Uraniborg main building. Copper etching from Biese's Atlas Pagan, 1682.

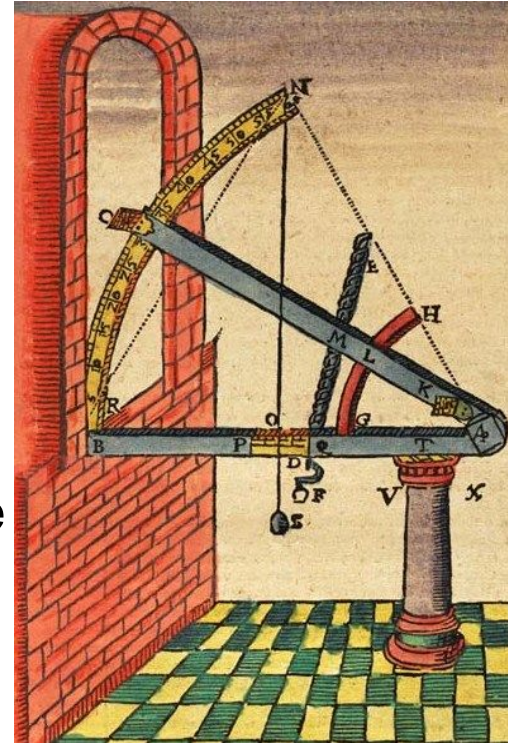


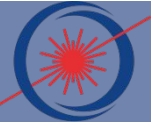
От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

За 20 лет Тихо Браге совершил множество открытий:

1. Повысил точность измерения положений планет на порядок!
 2. Усовершенствовал астрономические инструменты
 3. Составил каталог более 1000 звезд
 4. Установил 2 неравномерности в движении Луны
 5. По параллаксам измерил расстояние до комет.
- Исключил из астрономии хрустальные сферы, которые переносили планеты
6. 16 лет наблюдал Марс – ключевую планету для объяснения Солнечной системе
 7. Пригласил Кеплера для интерпретации этих данных





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Но следующий король отнял у Браге остров и выдал Браге из Дании.

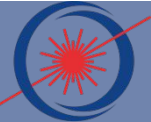
Браге уехал в Прагу, где и умер в 1601 году.

У Браге не было носа (носил протез).

Умер при невыясненных обстоятельствах. Ходили слухи об отравлении. В 2009 году была произведена эксгумация останков Браге. Следов яда не обнаружено.

На черепе около носовой впадины найдены следы солей меди. Видимо, протез был медный и из-за влаги и наличия других металлов в захоронении растворился.



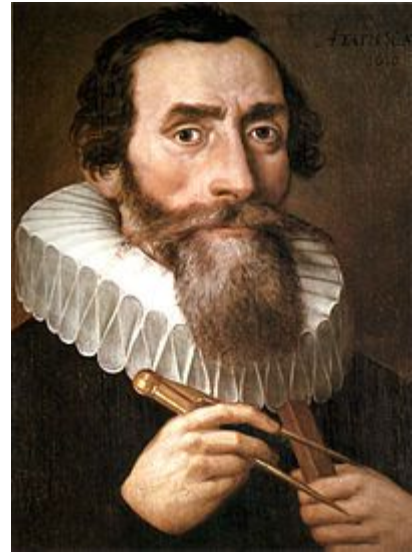


От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Ключевую роль в победе гелиоцентризма сыграл Иоганн Кеплер. Его пригласил в Прагу Тихо как помощника и поручил интерпретацию данных по орбите Марса, который из-за вытянутости орбиты оказался ключевой планетой для построения модели Солнечной системы.

Кеплер родился в 1571 году в Германии. Закончил университет в Граце (Австрия) и с 1594 года стал читать лекции про математике и астрономии. В 1596 году опубликовал книгу «Гармония мира», благодаря которой стал известен. В 1600 году начал работать у Браге, после смерти которого стал его преемником.





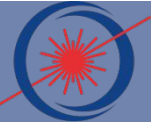
Открыл три закона, описывающие движение планет Солнечной системы. Эти законы полностью описали неравномерность движений планет.

Дал первое систематическое изложение астрономии Коперника (которое сразу же после выхода попало в Индекс запрещенных книг).

В 1627 году Кеплер (после 22 лет работы) опубликовал (за свой счёт) астрономические таблицы, которые назвал Рудольфовы. Кеплеровы таблицы служили астрономам и морякам вплоть до 19 века.

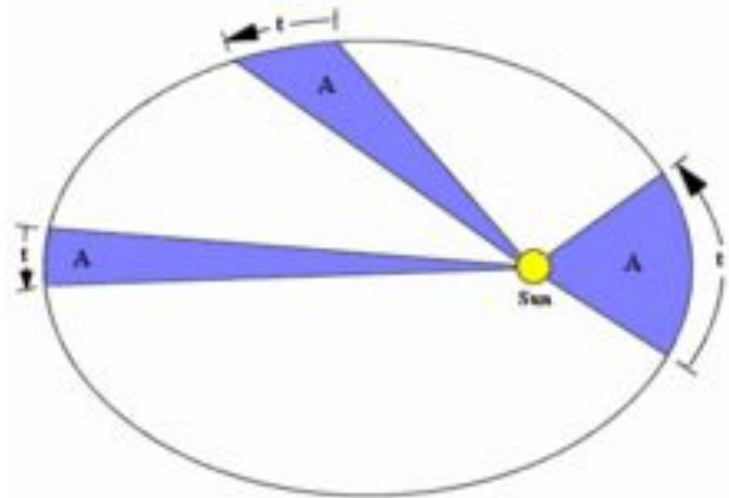
Предсказал прохождение Венеры по диску Солнца и предложил методы измерений, основанные на наблюдении этого явления.

Дал одно из первых изложений геометрической оптики.



Законы Кеплера

1. Траектория планеты – эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.
2. Радиус, соединяющий планету и Солнце, за равное время покрывает равные площади.
3. Отношение куба расстояния от планеты до Солнца к квадрату периода обращения есть величина одинаковая для всех планет





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Первым сказал про гравитацию:

«В природе существует взаимное телесное стремление сходных (родственных) тел к единству или соединению».

Источник

- магнетизм Земли и вращение Солнца.

«Гравитацию я определяю как силу, подобную магнетизму — взаимному притяжению. Сила притяжения тем больше, чем тела ближе одно к другому».





От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Эйнштейн о Кеплере: «Он жил в эпоху, когда ещё не было уверенности в существовании некоторой общей закономерности для всех явлений природы. Какой глубокой была у него вера в такую закономерность, если, работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и не понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения! Сегодня, когда этот научный акт уже совершился, никто не может оценить полностью, сколько изобретательности, сколько тяжёлого труда и терпения понадобилось, чтобы открыть эти законы и столь точно их выразить.»

После Кеплера никаких попыток реанимировать модель Птолемея уже не предпринималось



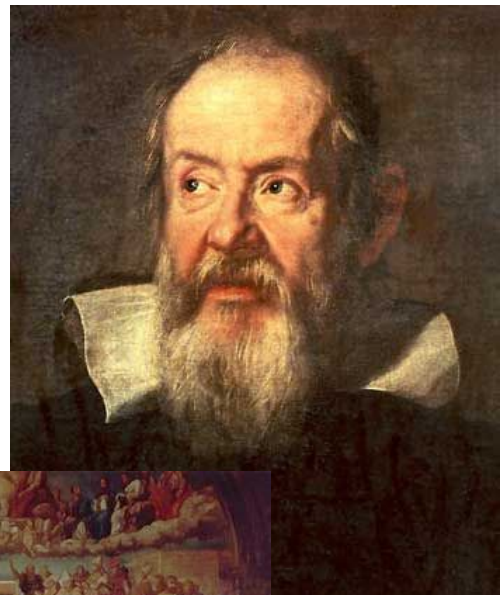
От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

А сделал теорию Коперника общественным достоянием Галилео Галилей.

И процесс Галилея (о котором мы еще обязательно поговорим) стал важнейшим этапом пропаганды гелиоцентризма.

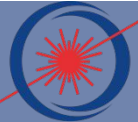
И установления принципов взаимодействия науки и религии, личности и общества. И роль Галилея здесь ни с кем несравнима





Ну а ключевую роль в измерениях в Солнечной системе сыграли прохождения Венеры по диску Солнца.

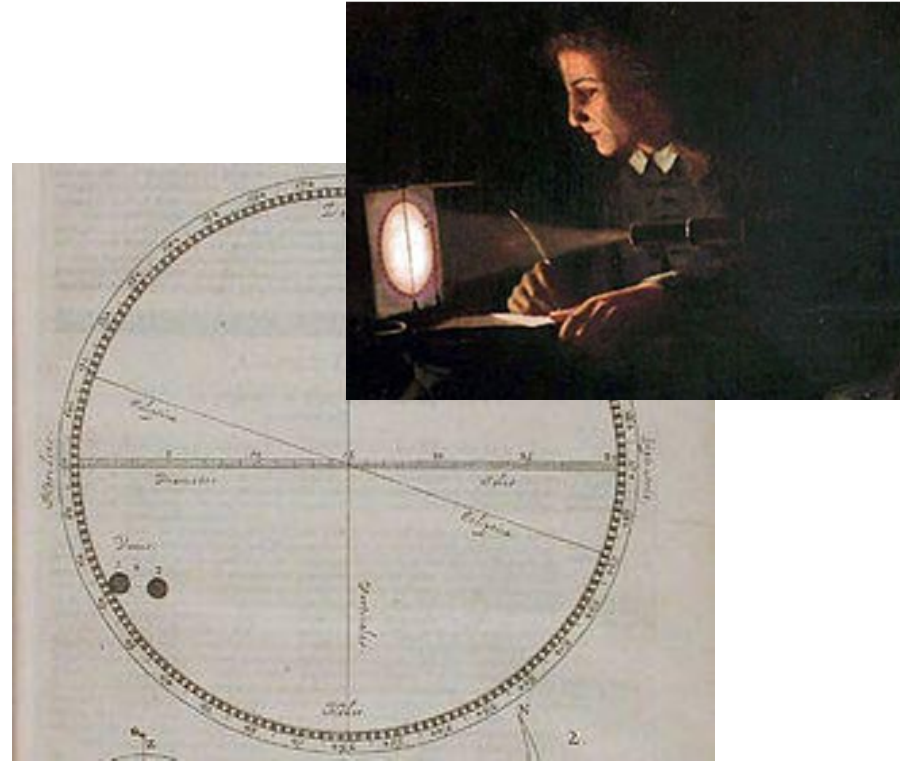
Это одно из самых редких *предсказуемых астрономических явлений*. Каждые 243 года бывают 4 прохождения: два в декабре (с разницей в 8 лет), затем промежуток в 121,5 года, ещё два в июне (опять с разницей 8 лет) и промежуток в 105,5 года. Последние декабрьские прохождения произошли 9 декабря 1874 года и 6 декабря 1682 года. Июньские - 8 июня 2004 года и 6 июня 2012 года. Следующие прохождения произойдут в декабре 2117 и 2125 годов...



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

LAPLAS

Первым использовал этот метод английский астроном Джереми Хоррокс. 4 декабря 1639 года наблюдал из города Престона (Англия). А его друг Уильям Крабтри наблюдал это же прохождение из Манчестера. Результаты наблюдений позволили Хорроксу и Престону оценить расстояние от Земли до Солнца в 95,6 млн км. Это составляет 0,639 от современного значения в 149,6 млн км, но это была самая верная оценка на тот момент.



Зарисовка прохождения Венеры по диску Солнца из книги Хоррокса *Venus in sole visa*



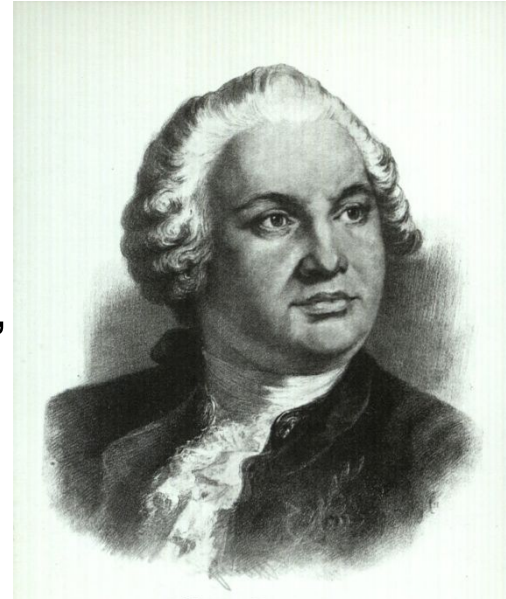
LAPLAS

От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

А в 18 веке это событие случилось дважды - в 1761 и 1769 годах. Все астрономы Земли «навалились» на эту задачу. Было много организационных трудностей. Событие редкое, нужно чтобы точек наблюдения было много, в месте наблюдения может оказаться облачно и т.д. Был разработана первая международная программа под эгидой Французской Академии Наук, в которой участвовали учёные из разных стран, проводившие наблюдения во всех концах Земли. Эти измерения входили в программу многих комплексных географических экспедиций, направленных в далёкие края разными странами. Результат, сформулированный в современных терминах – 150 ± 3 миллионов километров.



В этом эксперименте участвовала и Россия.
Руководил программой в России М.В.Ломоносов.
40 точек наблюдения в разных частях страны.
Ломоносов обратился в Сенат с обоснованием
необходимости астрономических экспедиций в Сибирь,
ходатайствовал о выделении денежных средств на это
дорогостоящее мероприятие, он составил руководства
для наблюдателей. Рассказал Екатерине 2 об этом
явлении и важности его наблюдения
Екатерина 2 лично благословила все российские
экспедиции и сама наблюдала за этим явлением в
телескоп.

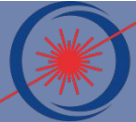




Первая оценка расстояния до звезд. И.Ньютон. Опирался на следующие факты и предположения. (1) Яркость Сатурна совпадает с яркостью наиболее близких к нам звезд, (2) Сатурн светит отраженным от Солнца светом.

Зная расстояние от Солнца до Сатурна и его радиус, можно найти долю солнечной энергии, падающей на Сатурн. Эта энергия рассеивается по всем направлениям, т.е. Сатурн является точечным источником света. А поскольку яркость источника убывает пропорциональна квадрату расстояния до него, то возникает соотношение между расстояниями от Солнца до Сатурна, его размерами, и расстоянием до звезд.

Результат отличается от истинного не более, чем в 2 раза.



От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

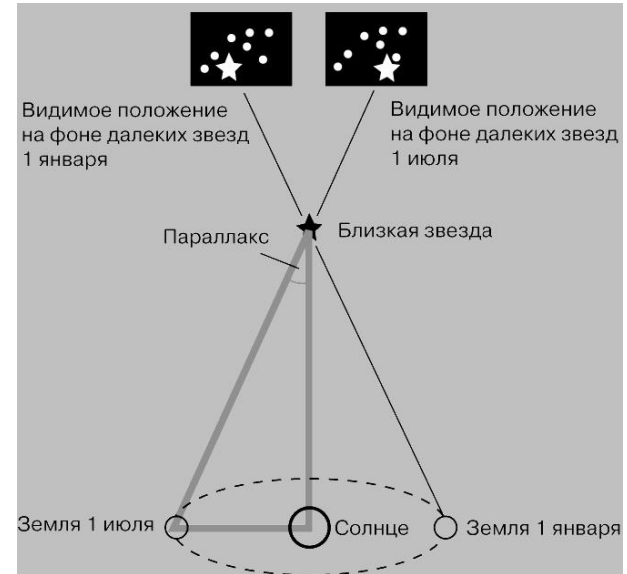
LAPLAS

Первое измерение расстояний до звезд.

Фридрих Бессель. Середина 19 века.

Измерил параллакс (полугодовой сдвиг близкой звезды относительно далекой) и по нему определил расстояние. Этот параллакс очень маленький: измерить его – это то же самое, как различить два края 10-копеечной монеты с расстояния 100-150 м. Бессель смог.

До самой ближней к нам звезды из созвездия Центавра (или Кентавра) около 4 световых лет. В километрах это чудовищные 9,5 триллионов км.





LAPLAS

От Архимеда до Басова - наука, техника, технологии

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

«История естествознания»

1. На сайте openedu.ru
2. История науки и инженерии. «Эпизоды» - 10-12 минут.
3. Зачет по нашему курсу получают ТОЛЬКО те, кто регистрируется и просматривает курс «История естествознания»
4. Как посмотреть:
 - А. Сайт openedu.ru
 - Б. Зарегистрироваться.
 - В. Зарегистрироваться на курс «История естествознания».
 - Г. Пройти курс.

«Вторая история человечества»

1. На сайте [coursera.org](https://www.coursera.org)

2. Небольшие «эпизоды» - 10-12 минут.

3. Как посмотреть:

А. зайти на сайт <https://www.coursera.org/>

Б. зарегистрироваться (нажать «Зарегистрироваться», ввести ФИО, электронный адрес, пароль. Нажать «Зарегистрироваться»).

В. По поиску найти «Вторая история человечества». В него нужно войти и нажать «зарегистрироваться».

Г. Сайт предложит «приобрести курс» (за деньги) или «полный курс без сертификата». Второе - бесплатно.

«Изобретения, изменившие мир»

1. На сайте coursera.org
2. Небольшие «эпизоды» - 10-12 минут.
3. Как посмотреть:

А. зайти на сайт [https](https://coursera.org)А. зайти на сайт [https://](https://coursera.org)А. зайти на сайт [https://](https://coursera.org)А. зайти на сайт <https://coursera.org>

Б. зарегистрироваться

В. По поиску найти курс «Изобретения, изменившие мир».

Г. Курс является продолжением лекций С.Е.Муравьева и А.С. Ольчака «Вторая история человечества» в инженерных аспектах: история дорог, кирпича, водопровода, канализации и много другого.

«Изобретения, изменившие мир»

1. На сайте coursera.org

2. Небольшие «эпизоды» - 10-12 минут.

3. Как посмотреть:

А. зайти на сайт <https://openedu.ru>

Б. зарегистрироваться

В. По поиску найти курс «История естествознания».

Г. Зарегистрироваться на курс. Начнется с 16 сентября.

Д. Есть большое количество задач (тестовых). Именно по этим задачам я буду проводить зачет.

Е. Кто не пройдет курс на портале, зачет не получит!

На на сайте reactor.space размещена книга С.Е.Муравьева «Вера Галилео Галилея»

<https://reactor.space/news/sergej-muravev-vo-cto-veryat-fiziki/>

Там же есть ее презентация и рассказ о ней.