

www.astronomy2009.org



INTERNATIONAL YEAR OF
ASTRONOMY
2009



Международна година
на АСТРОНОМИЯТА

2009



Представи за Вселената

Ст.н.с. Димитър Колев
Институт по астрономия, БАН
Национална астрономическа
обсерватория "Рожен"

Що е това Вселена?

Вселена можем да наречем всичко онова от материалния свят, което можем да изследваме отблизо и далеч, а опитът ни учи, че и това, което още не сме узнали, представлява част от съдържанието на *Вселената*. В много езици тя се нарича със сходни имена: *Всемир*, *Всесвят*, *Weltall*, *В(а)сиона*, *Universe*, т.е., "всичко на този свят" - и може би това е най-интуитивното и точно нейно определение.

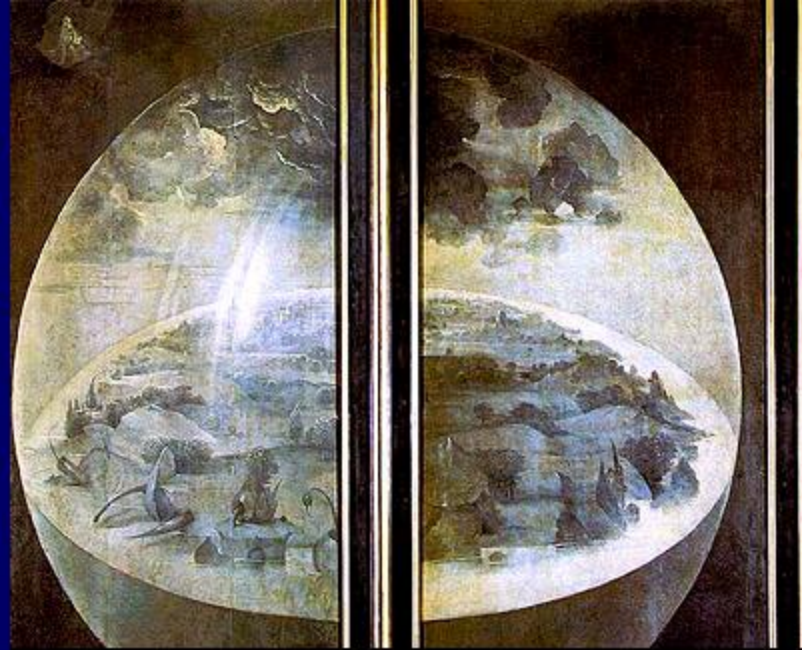
Често използваното понятие "природа" като че ли семантично е по-ограничено до опита с нашата планета, макар че, разбирано като *Природа*, може би съвпада до голяма степен със *Вселена*.

В астрономията, определяна като "наука за Вселената", последната е ограничена от пространствените граници на нашето проникване с наличните инструменти и методи. Често за достъпната за изследване част на Вселената се употребява терминът Метагалактика (от гръцкия корен *μετα* – "между", "след", "чрез" и термина за основните звездни системи - галактиките).

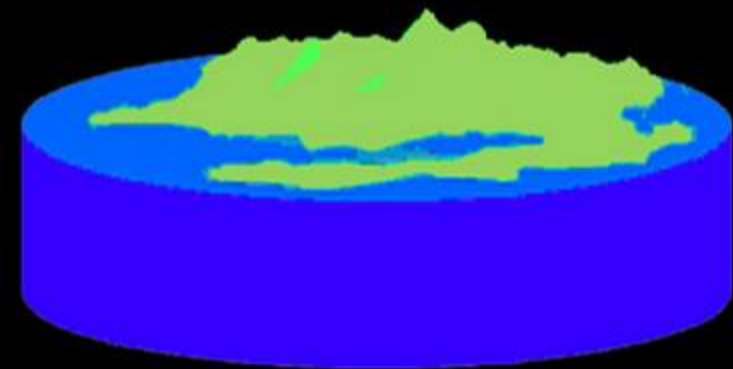
Основният светогледен въпрос е за мястото и значението във Вселената на света, който обитава човекът.



За древния човек първият допир със Вселената - и цялата тя - е парчето суша, на което минава живота му, но и небето над нея. Често тази земя е обградена с вода (като на картината на Бош "Сътворение") - едновременно и пазителка, и дарителка, но и отмъстителка...



Затова не е чудно, че всички без изключение "етноложки" представи за "света" от най-дълбока древност та и до съвсем неотдавнашното минало даже на европейските народи са ограничени до *плоска* (макар и с планини и долини) "шайба", плуваща в необятна водна шир или свободно, или на гърба на костенурки, китове, змейове и т.н!



Всъщност, донаучното възприемане на света не дава правилно обяснение на света и често свързва абсолютно независими едно от друго явления. Едно от най-плашещите небесни явления е била **появата на ярка и с голяма опашка комета**: смятала се е за знамение на всевъзможни природни и исторически катаклизми!



Комета и мълния: дърворезба от IV век от н.е.

Древни представи и космологични теории

Идеята за плоската Земя е "естествена", но древните са се съмнявали в това още преди 4000 г!

Древногръцките философи са "конструирали" света според умозрителни представи. Едва ли някой е възприемал това буквално, просто такива "теории" онагледяват, схематизират, подреждат представите ни за природата и позволяват прилагане на някакви предсказателни техники в следене на поведението на телата.

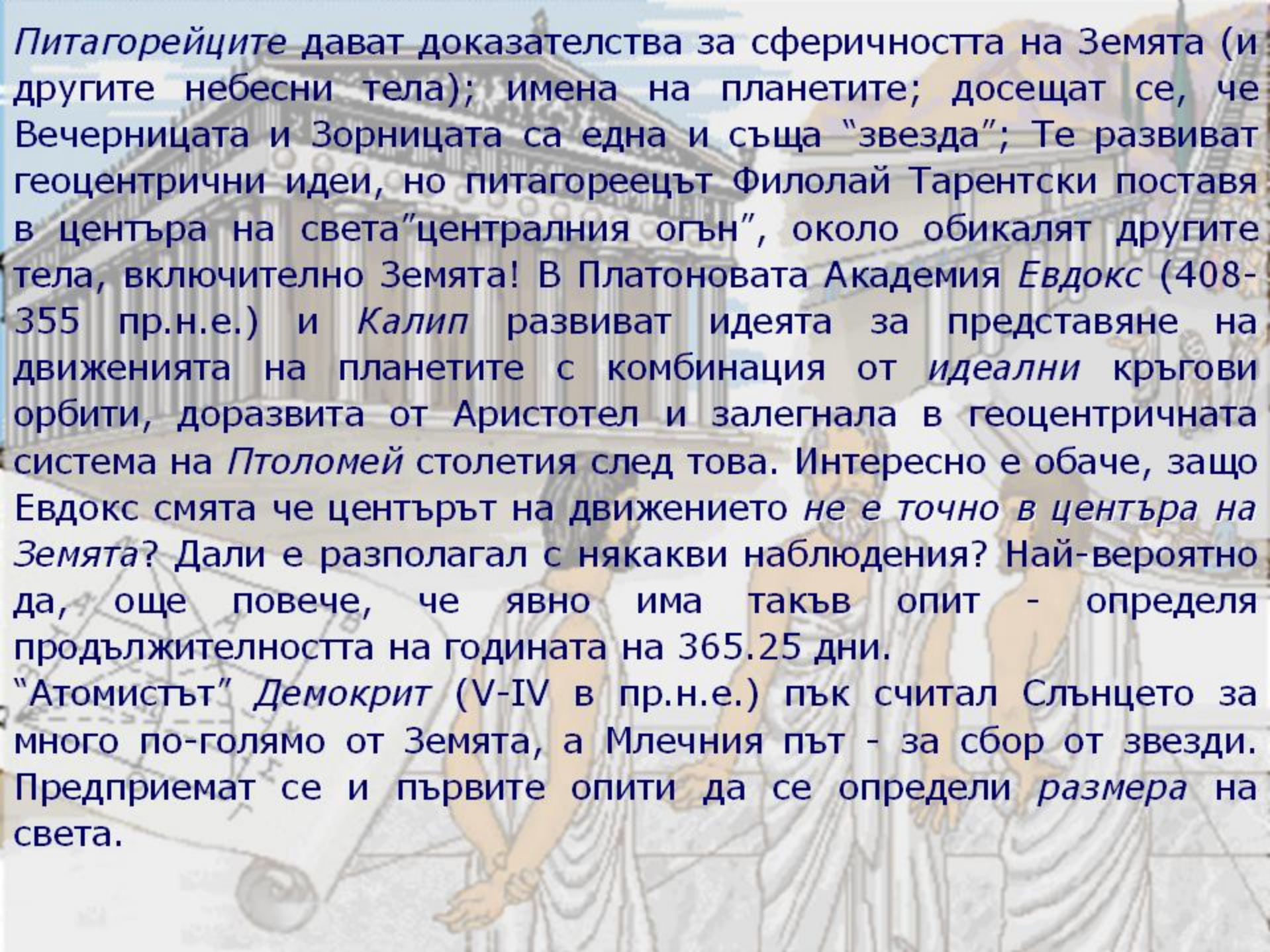


Питагор
VI в. пр.н.е.

Например, **питагорейците** са помещавали небесните тела в "свои" кристални сфери, разстоянията между които се подчинявали на числова хармония (музика на сферите").

Последователите на тази философска школа са и първите, които учат (по-скоро от "естетически" съображения), че Земята и планетите са сфери, кръжащи около централния огън - Слънцето!

За разлика от мито-легендарните представи на древни (а и на много днешни) племена и народи, това са именно *теории*, защото претендират да дават и *количествено* обяснение на явленията.



Питагорейците дават доказателства за сферичността на Земята (и другите небесни тела); имена на планетите; досещат се, че Вечерницата и Зорницата са една и съща "звезда"; Те развиват геоцентрични идеи, но питагореецът Филолай Тарентски поставя в центъра на света "централния огън", около обикалят другите тела, включително Земята! В Платоновата Академия Евдокс (408-355 пр.н.е.) и Калип развиват идеята за представяне на движенията на планетите с комбинация от идеални кръгови орбити, доразвита от Аристотел и залегнала в геоцентричната система на Птоломей столетия след това. Интересно е обаче, защо Евдокс смята че центърът на движението не е точно в центъра на Земята? Дали е разполагал с някакви наблюдения? Най-вероятно да, още повече, че явно има такъв опит - определя продължителността на годината на 365.25 дни.

"Атомистът" Демокрит (V-IV в пр.н.е.) пък считал Слънцето за много по-голямо от Земята, а Млечния път - за сбор от звезди. Предприемат се и първите опити да се определи *размера* на света.

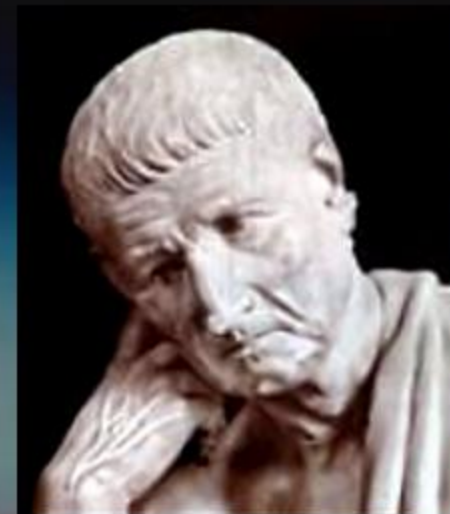
Древният хелиоцентризъм

*Аристарх Самоски (310-250) се опитва да определи разстоянието до Слънцето по наблюдения на ъгъла между посоките към Слънцето и Луната в четвърт фаза. Получил стойност около 20 пъти по-голяма от разстоянието Земя-Луна. Също на него, изглежда, дължим една от най-перспективните идеи на древните гърци - **хелиоцентризма**. В изложение на Архимед разбираме, че Аристарх считал, че Вселената е много по-голяма от разстоянието до Слънцето. **Смятал също, че Слънцето и звездите са неподвижни, а Земята обикаля по окръжност около центъра на Слънцето.***

Остава да гадаем, защо тази блестяща идея не е била възприета от другите мислители. Най-вероятно, не само защото не се подкрепя от "всекидневния" здрав разум и сетивен опит, но и по религиозно-идеологични съображения. Знае се, че самият Аристарх е бил обвинен в ерес и се принудил да емигрира! Дали поради това и Коперник не споменава Аристарх сред своите предшественици?

Галилео не е бил първият, пострадал заради детронирането на Земята от центъра на света!

В IV в пр.н.е. Аристотел също дава доказателства за сферичността на Земята: *кръглата земна сянка върху Луната по време на лунни затъмнения; промяната при движение на север или юг на видимата височина над хоризонта на Северната звезда* (тогава тя е била малко по-далеч от полюса, отколкото днес), *което не може да се обясни при плоска планета.* Но поддържа геоцентричния възглед за света...

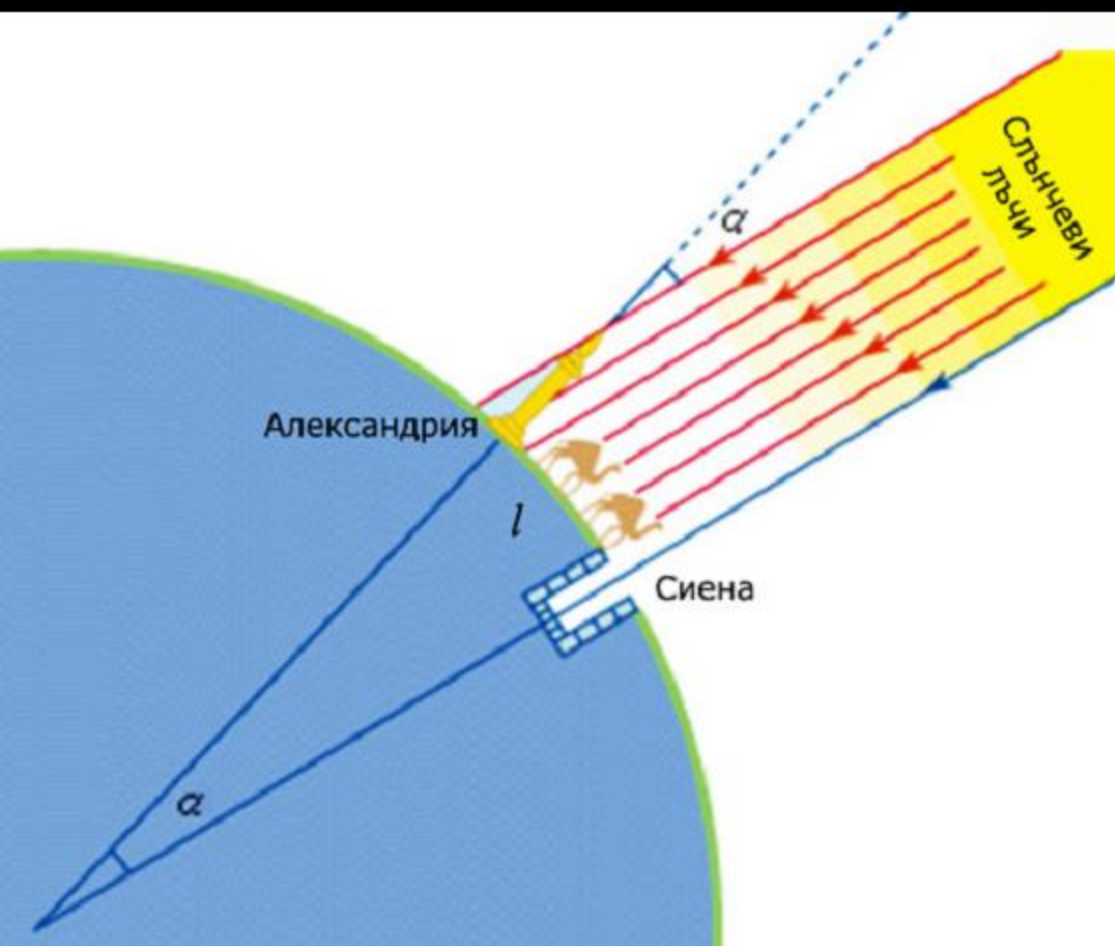


Аристотел
(384-322 пр.н.е.)

Измерване на Земята от Ератостен (~276-196 пр.н.е.)



Ератостен знаел че в дните на равноденствие слънчевите лъчи в Сиена (сега Асуан) падали вертикално, докато в разположената северно Александрия те падали под забележим ъгъл $\alpha \approx 7^\circ$, давайки сенки.



Ератостен съобразил, че обиколката на Земята ще бъде толкова пъти по-голяма от разстоянието между двата града, колкото пъти ъгълът α е по-малък (≈ 50 пъти) от цялата окръжност. В днешни мерки той получил за обиколката около 40 000 км, т.е., колкото е в действителност!

Шегите на историята ...

След Ератостен и Посидоний повторил измерването с базови градове Александрия и Родос, а вместо слънчеви лъчи използвал височината на звездата Канопус. Поради *грешната* стойност на разстоянието обаче, той получил твърде малка величина за размера на Земята. Тя пък била използвана от Птолемея в географските му трактати и "окуражила" мореплавателите в опитите им да стигнат Индия от запад - т.е., ако Птолемея беше използвал *по-голямата* стойност на Ератостен, дали Колумб изобщо щеше да се насочи към ... Америка?!

Геоцентричната система на Птоломеѝ

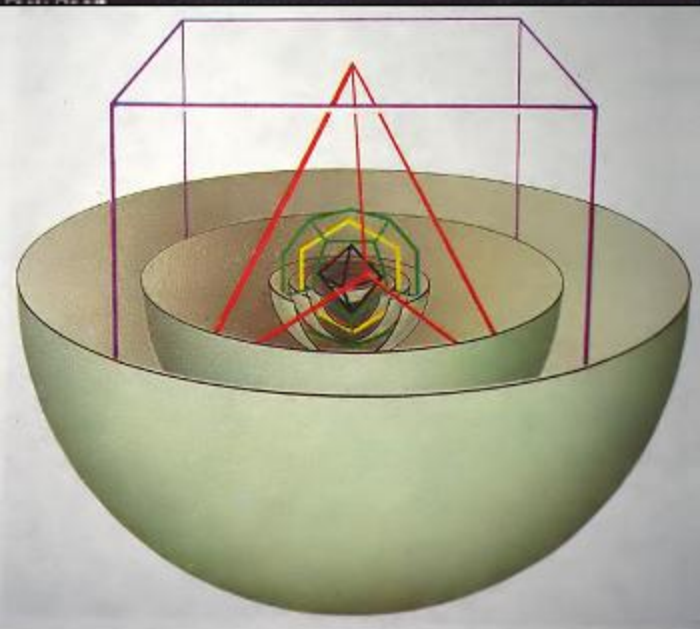
Отдавна е забелязано, че движенията на планетите съвсем не са "хармонични", строго кръгови. Някои (Марс, Юпитер и Сатурн) показват обратни движения, сложни възли, спиране за няколко дни. Трябвало да се обяснят или поне да се намери механизъм да се изчисляват техните положения по еклиптиката.



Исторически най-известната геоцентрична космологична система е на гръко-египетския астроном **Клавдий Птоломеѝ** (Ptolemy, 100?-170?). В нея неподвижната Земя е център на Вселената, а небесните тела се въртят около нея.

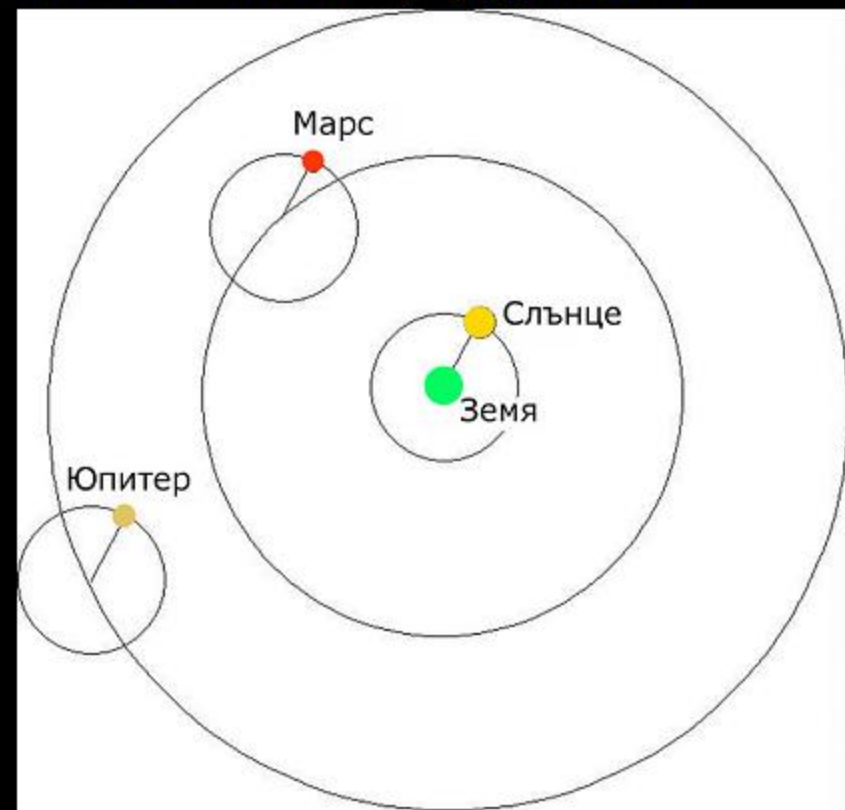
Геоцентрична система на Птоломеѝ

По-скоро от липса на други хипотези и от естетически съображения, Птоломеѝ приема мистичната питагорейска представа, че само иделната кръгова орбита, по която планетата се движи с постоянна скорост е *достойна* за едно небесно тяло!



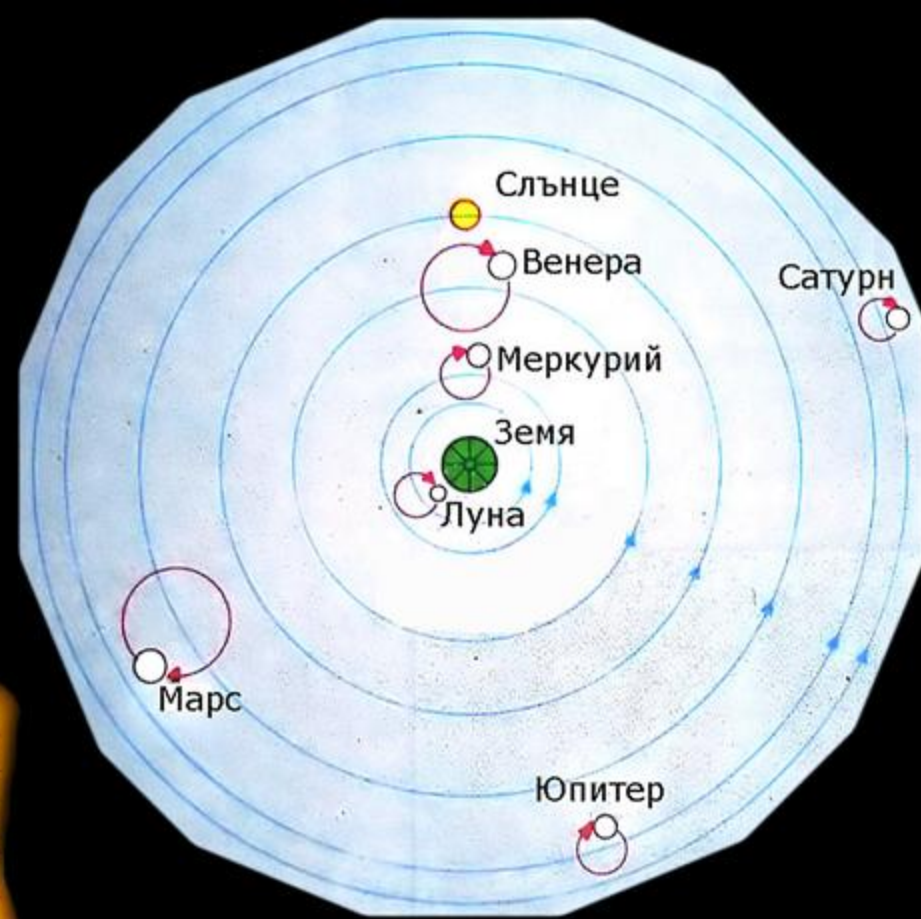
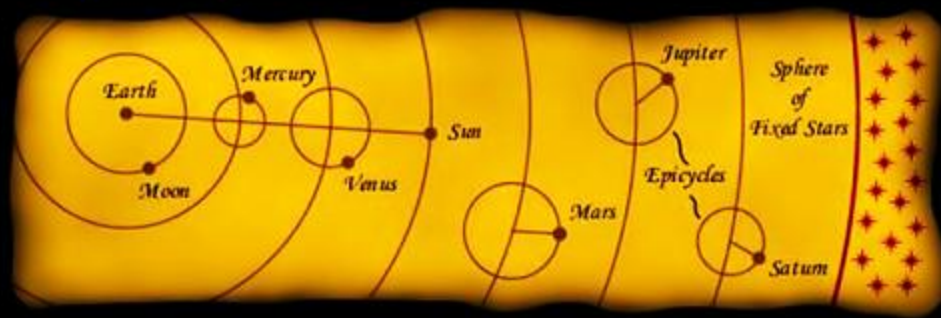
Но планетите понякога озадачават наблюдателя с необясними "кривулици" в небесния си път...

Геоцентрична система на Птоломей: трудности



Това, че **вътрешните планети** (Меркурий и Венера) са винаги близо до Слънцето, е било обяснено с по-особена "конструкция" на епициклите им: **техните центрове винаги са на една линия със Земята и Слънцето**. Обратно, епициклите на **външните планети** (Марс, Юпитер и Сатурн) явно имат по-голяма свобода - техните центрове са на различна позиция спрямо Земята и Слънцето.

Тук няма физика - само един "планетарен механизъм", за намиране положението на дадена планета в даден момент. Следващото усложнение идва с обяснението на вариациите в скоростта чрез поместване на Земята не в центъра на деферента, а в точка, наречена **ексцентър**...



Но и това не помага - налага се центърът на епициклите да се движи равномерно вече не около ексцентъра, а около трета точка - **екуант**!!! Това обаче е равносилно на отхвърляне на началната хипотеза за равномерното движение! Птолемей отива на това за да запази съгласието с наблюденията - все пак, природата за него е била с предимство ...

Между Птоломей и Коперник ...

В 499 г. индийският математик и астроном *Ариябхата I* разработил хелиоцентрична система почти 1000 г. преди европейският Ренесанс да стигне до подобни идеи! Той дава правилно обяснение на затъмненията, а също установява въртенето на Земята около оста ѝ.

Благодарение на арабски преводи, неговите идеи стават известни и на европейските мислители. Но *Ариябхата* е по-известен като математик. В частност, стойността му за числото $\pi = \frac{62832}{20000} = 3.1416$ е удивително точна!



Aryabhata
(476-550?)

Ариябхата :

- прави таблици на планетите;
- определя обиколката на Земята с разлика от съвременното значение само стотина км;
- знае за околоосното въртене на Земята и че това е причина за видимото въртене на небето - нещо, което коментаторите му не могат да възприемат и смятат за досадна грешка;
- определя радиусите на планетните орбити в единици на радиуса на земната орбита около Слънцето и периодите им на обиколка;
- вярно обяснява слънчевите и лунните затъмнения, определя и продължителността на годината с точност 12 минути.
- смята, че Луната и планетите светят с отразена светлина;
- и, звучи невероятно, но *той вярвал, че планетните орбити са елипси!!!*

Това не е ли достатъчно, за да го поставим в началото на научния хелиоцентризъм и сред великите учени?

Или ни пречи ... европоцентризмът?

Brahmagupta (598-668): друг голям древноиндийски учен

Брахмагупта е и пример за това, как познанието все пак се движи понякога "на зиг-заг". Възприел хелиоцентричните идеи на *Ариябхата*, разработил методи за изчисление на положението на планетите, изгреви, залези, съединения, затъмнения; считал Земята и небесните тела за кълбовидни, той все пак отричал ... движението на Земята!

Но пък той осъзнавал гравитацията като сила на привличане, заставяща телата да падат към земята именно защото тя ги привлича.

Утвърждаване на идеите

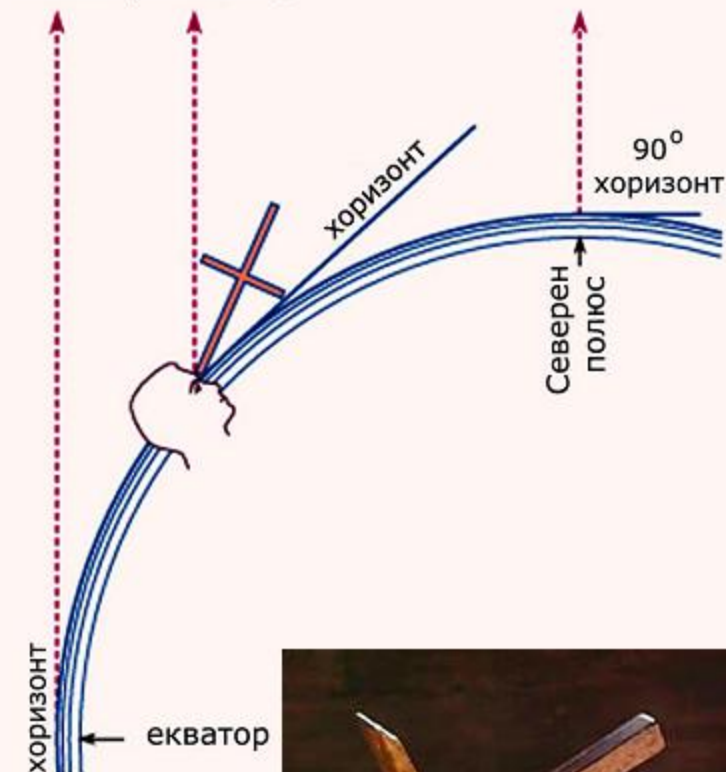


Развитието на търговията изисква все по-точни методи на корабоводене. Ясно е вече, че Земята е кълбо, появяват се ъгломерни инструменти и методи за определяне на положението върху това кълбо. Като че ли няма място и за съмнение в централното място на планетата в цялата Вселена.



Определянето на ширините ставало лесно, но географските дължини дълго още мъчат мореплавателите!

към Полярната звезда



Инструменти от XV в.



Tycho Brahe
(1546-1601)

Между Птоломей и Коперник ...

(... и колко "струва" науката...)

Разочарован от ниската надеждност на древните наблюдения, Тихо Брахе си поставил задача да повиши точността 10 пъти! Сам благородник, той имал и шанса благодарният на чичо му крал Фредерик II да го субсидира с неவிждан ресурс: *цял остров с населението и огромна сума пари.*

По някои оценки, стойността на кралското дарение се равнявала на 10% от целия национален продукт на Дания по онова време!

(В наши дни пример за подобни успешни програми са космическите или атомните проекти на отделни държави)

Не е чудно, че в Ураниеборг (1576) Тихо построил уникални ъгломерни инструменти и точни часовници. Той действително постигнал предела на точност при окомерни измервания без телескоп - 1' (това е разделителната способност на окото). Смятал с наблюденията си да потвърди ... собствената си космологична система!



Островът *Вен* (*Hven, Vepusa*) е в пролива *Орезунд*, между *Дания* и *Швеция* (дори по-близо до последната)



Тук *Тихо Брахе* се изявява като *първия научен организатор* в Европа. Предприетият от него *проект за цялостно, планомерно и добре обмислено изграждане на научна база* е уникален чак до *XVIII в!*





Ураниборг

TYCHONIS BRAHE DANI
 EPISTOLARVM
 ASTRONOMICARVM
 LIBRI

Quorum
 PRIMVS
 HIC

ILLVSTRIS: ET LAVDATISS:
 PRINCEPS GVELELMVS HASSIAE LANDTGRAVE
 ac ipius Mathematici Litterar, vnaq;
 Responſi ad Angulas
 comprehenſi.



VRANIBVRGI
 CVM CASARIS ET REGVM
 PRIVILEGIO

ANNO
 MDCLXVI

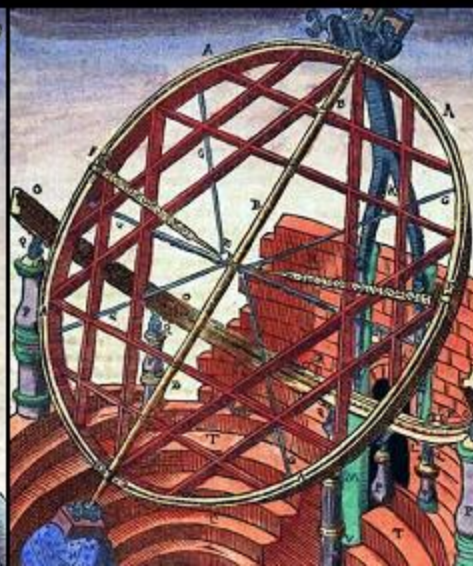
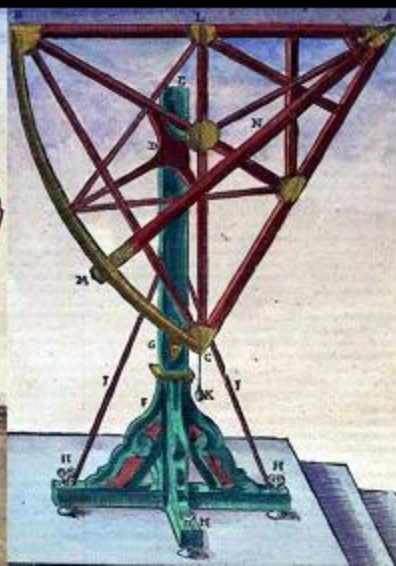
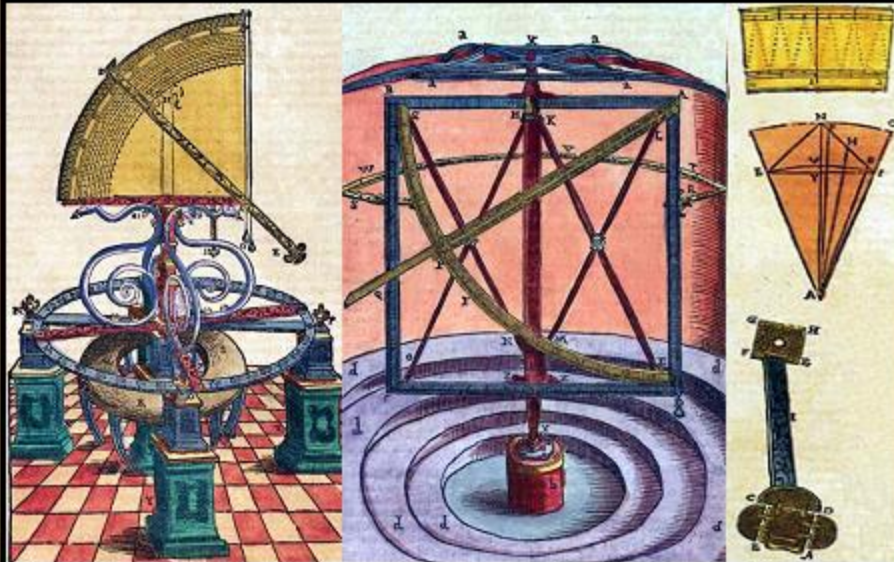


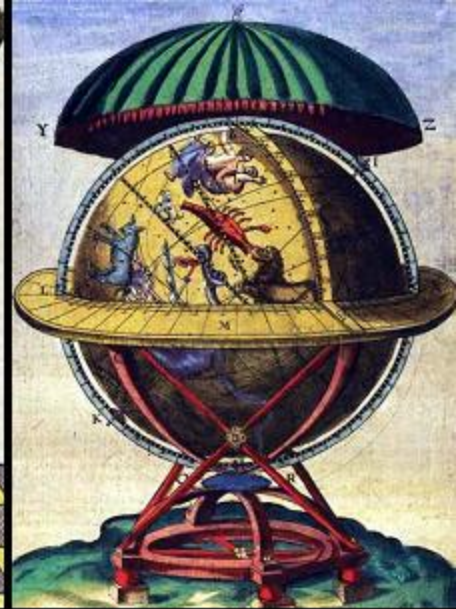
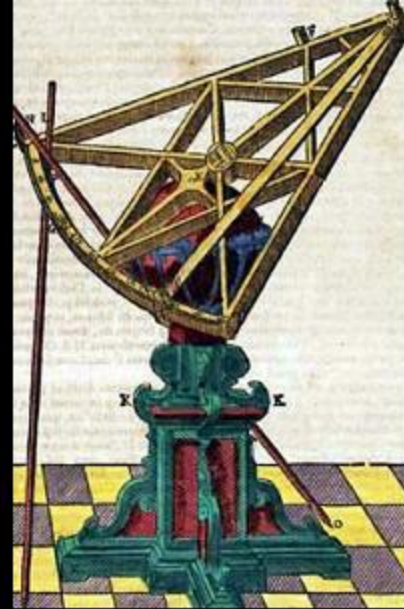
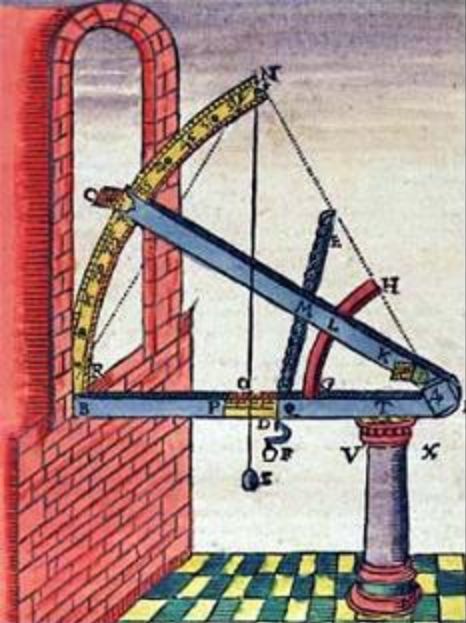
На острова Тихо строи **замък-обсерватория Ураниборг** и открита **наблюдателна площадка Стийернеборг**, като ги оборудва с конструирани от него специални измервателни инструменти. Създава **печатница** и производство на хартия. Строежите ангажират дотолкова **няколкото десетки подвластни му селяни**, че мнозина от тях се разбягват! **Налага се кралят да издаде нареждане за тяхното фактическо закрепостяване...**



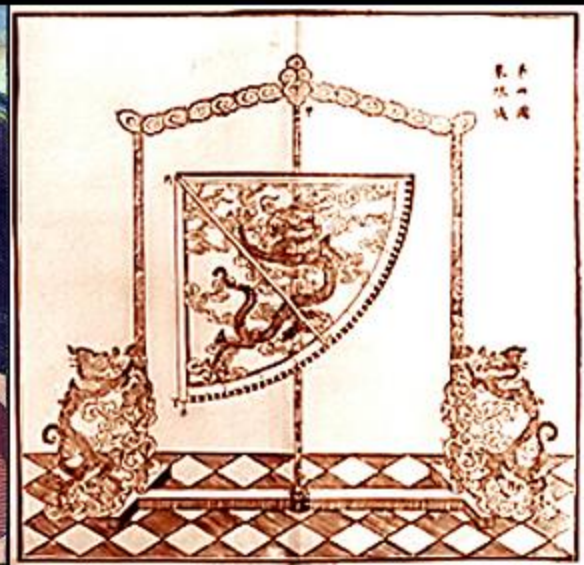
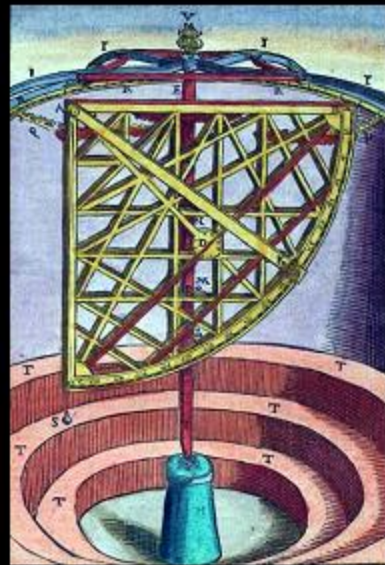
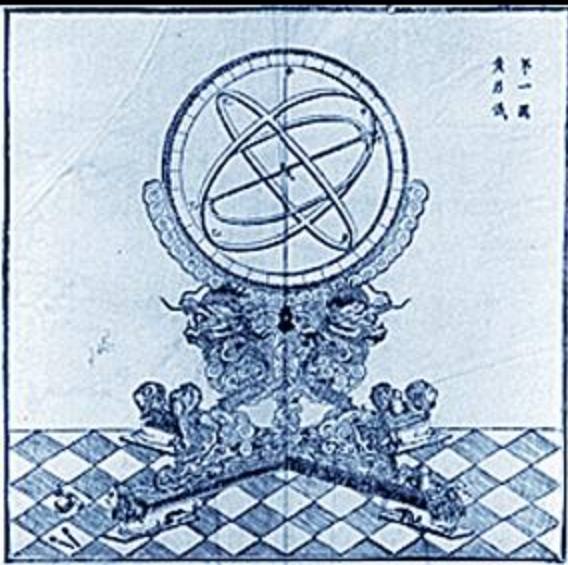
Стийернеборг

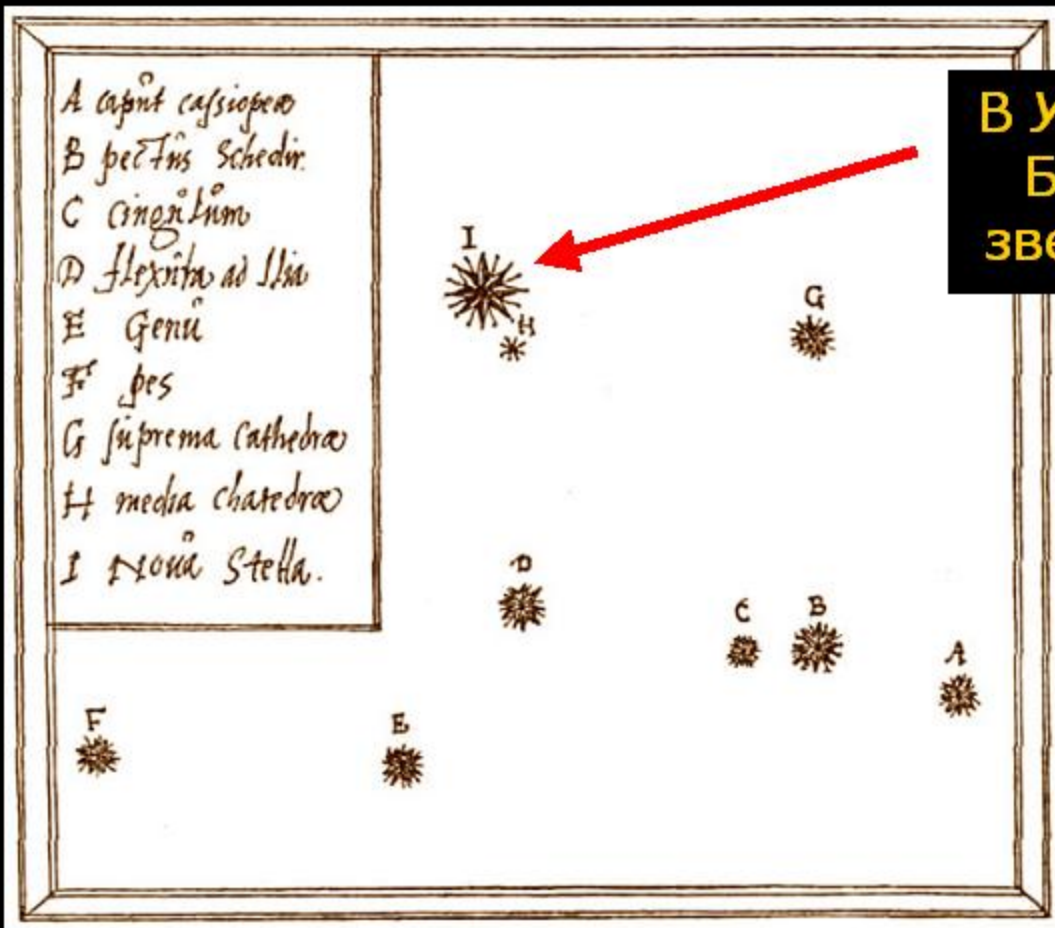
Тихо оборудва обсерваториите с конструирани от него специални измервателни инструменти - над 20 различни типа с варианти. Описва ги в специална книга "Астрономическа механика" - може би първата монография по научна апаратура'





Инструментите на Тихо стават известни далеч зад граница. Даже в Китай се строят инструменти по неговите проекти.





В Ураниеборг през 1573 г. Тихо Брахе наблюдава свръхнова звезда в съзвездието Касиопея

Tycho Brahe



Printed at London by B.A. and T.F. for Michael and Samuel M. Ballard 1652

Това, което наистина го прославя, са таблиците на планетата Марс, резултат на **20-годишни наблюдения** с най-голямата възможна точност. Те дават възможност на асистента му в Прага, **Кеплер**, да формулира законите на планетните движения около Слънцето, а оттам и на Нютон да установи физическата причина за това - всемирното притегляне.



Не случайно **Тихо Брахе** е поставян от следващите поколения сред най-заслужилите за установяването на истинската картина на света астрономи - **Птоломей, Коперник, Галилей.**

Между Птоломей и Коперник - Тихо Брахе

Тихо е гениален наблюдател, но въпреки това, той не може да преодолее ограничението на геоцентричния модел на Вселената, развивайки странен хибрид между гео- и хелиоцентрична системи, в който Земята е в центъра, Слънцето се върти *около нея*, а пък другите планети и даже звездите обикалят ... *около Слънцето!* Но подобна схема е предлагал още в IV в пр.н.е. *Хераклит Понтийски!*

Въртене в омагьосан кръг?



До истинската система на света става само една крачка...

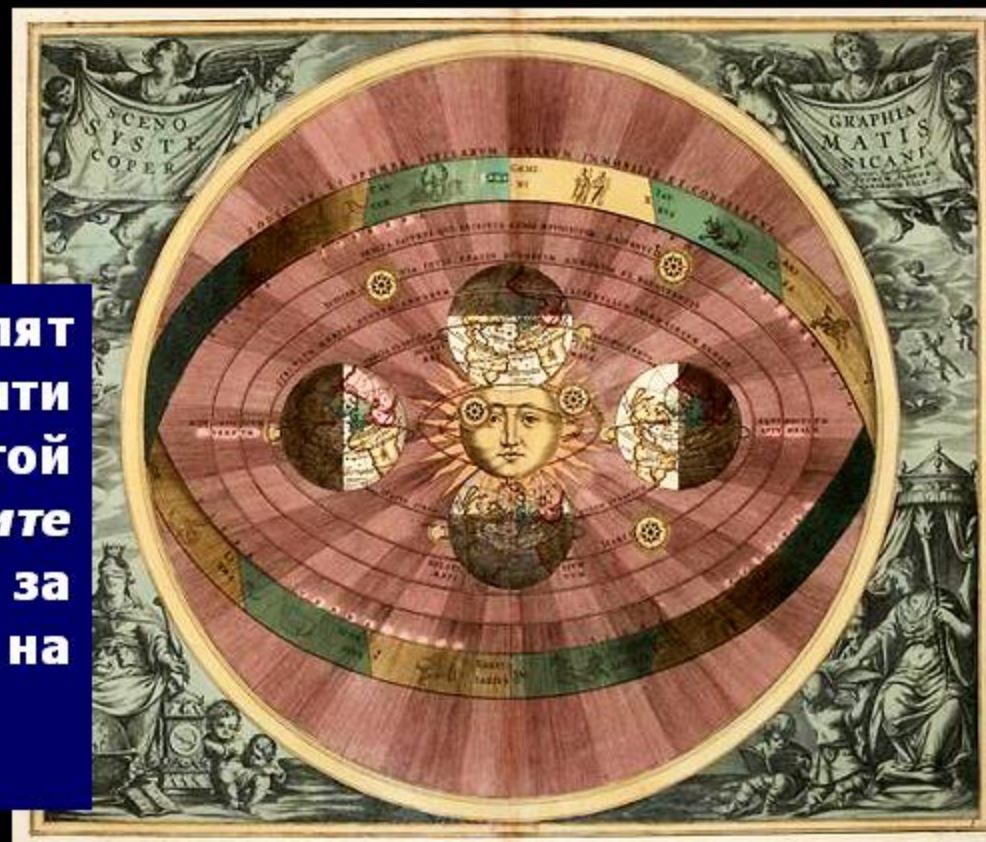
... която прави Коперник в *De Revolutionibus* през 1543 г.



В хелиоцентричната система на Коперник център на Вселената вече е Слънцето.



Около него обикалят по *кръгови* орбити планетите, но той запазва *епициклите* като конструкция за обяснение на ретроградните движения!



Родината на *Коперник* - Торун (Торн)



"Коперник" от Ян Матейко

За да се прояви един гений, явно трябва подходяща атмосфера, каквато дава на *Коперник* ханзейския град Торун (Торн)



Торун на Висла



NICOLAI COPERNICI NICI REVOLUTIONVM

LIBER PRIMVS.

Quòd mundus sit sphaericus. Cap. I.



PRINCIPIO aduertendum nobis est, glò-
bosum esse mundum, siue quòd ipsa for-
ma perfectissima sit omnium, nulla indi-
gens compagine, tota integra: siue quòd
ipsa capacissima sit figurarum, quæ com-
prehensurū omnia, & conseruaturū maxi-
me decet: siue etiam quòd absolutissimæ
quæq; mundi partes, Solem dicō, Lunam & stellas, tali forma
conspiciantur: siue quòd hac uniuersa appetāt terminari, quod
in aquæ guttis cæterisq; liquidis corporibus apparet, dum per
se terminari cupiunt, Quo minus talem formam coelestibus cor-
poribus attributam quisquam dubitauerit.

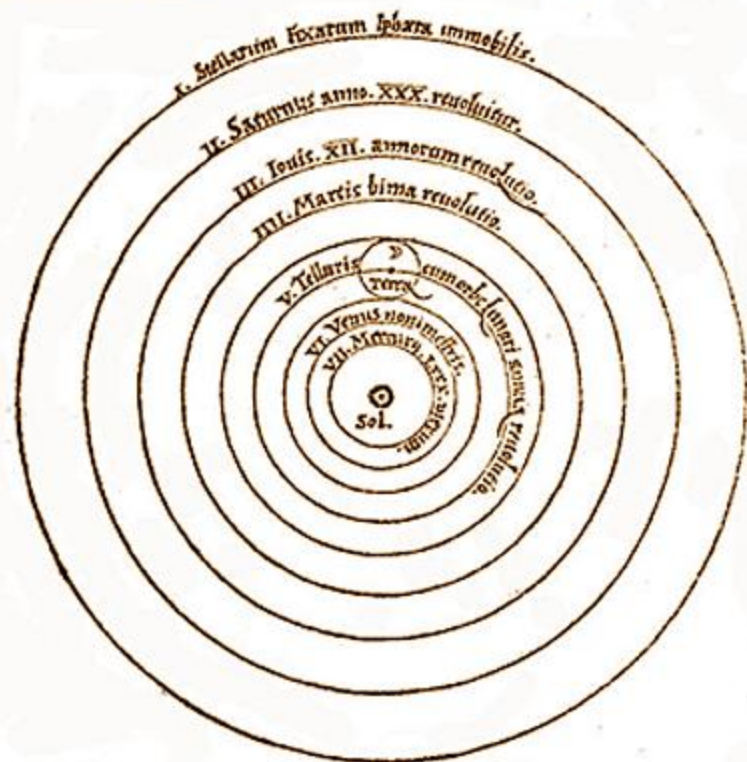
Quòd terra quoq; sphaerica sit. Cap. II.



TERRAM quoq; globosam esse, quoniam ab omni par-
te centro suo innititur. Tametsi absolutus orbis non
statim uideatur, in tanta montiū excessitate, descen-
suq; uallium, quæ tamen uniuersam terræ roundita-
tem minime uariant. Quod ita manifestū est. Nam ad Septen-
trionem undequaq; comitantibus, uertex ille diurnæ reuolu-
tionis paulatim attollitur, altero tantundem ex aduerso subeun-
te, pluresq; stellæ circum Septentriones uidentur nō occidere,
& in Austro quædam amplius non oriri, ita Canopum non cer-
nit Italia, Ægypto patentem. Et Italia postremam fluij stellam
uidet, quam regio nostra plagæ rigentioris ignorat. E contra-
rio in Austrum transeuntibus attolluntur illa, resistentibus ijs,
quæ nobis excelsa sunt. Interea & ipsæ polorum inclinationes ad
emenfa terrarum spacia eandem ubiq; rationem habent, quod

NICOLAI COPERNICI

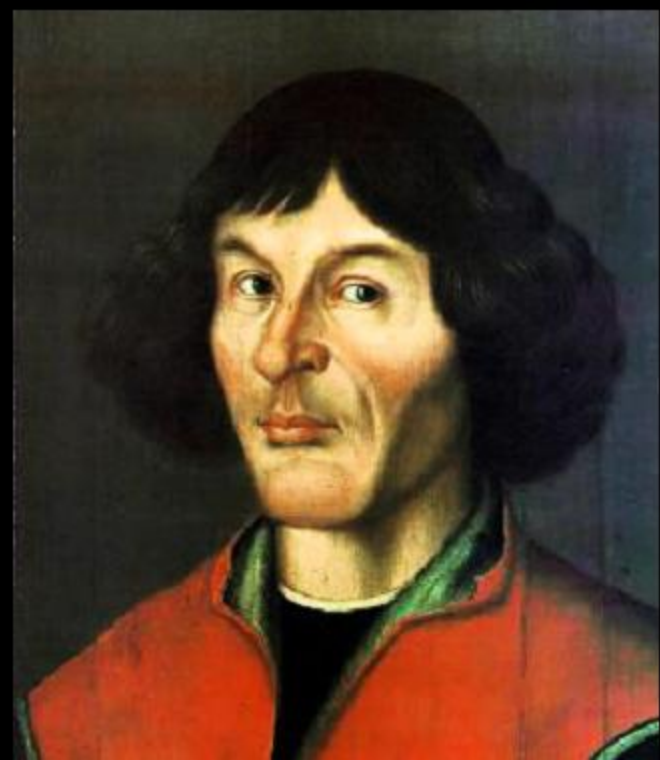
net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri
diximus. Quinto loco Venus nono mense reducitur., Sextum
deniq; locum Mercurius tenet, octuaginta dierum spacio circū
currens, in medio uero omnium residet Sol. Quis enim in hoc



pulcherimo templo lampadem hanc in alio uel meliori loco po-
neret, quàm unde totum simul possit illuminare: Siquidem non
inepte quidam lucernam mundi, alij mentem, alij rectorem uo-
cant. Trimegistus uisibilem Deum, Sophoclis Electra intuentē
omnia. Ita profecto tanquam in solio re gali Sol residens circum
agentem gubernat Astrorum familiam. Tellus quoq; minime
fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus
ait, maximā Luna cū terra cognationē habet. Concipit interea à
Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur sub
hac

Коперник, опирайки се на хелиоцентричната идея, пръв изчислява относителните разстояния в Слънчевата система във въведената от него "астрономична единица" - разстоянието Земя-Слънце:

Меркурий	0.36	(днешна стойност 0.387)
Венера	0.72	(0.723)
Марс	1.5	(1.524)
Юпитер	5.0	(5.203)
Сатурн	9.0	(9.540)

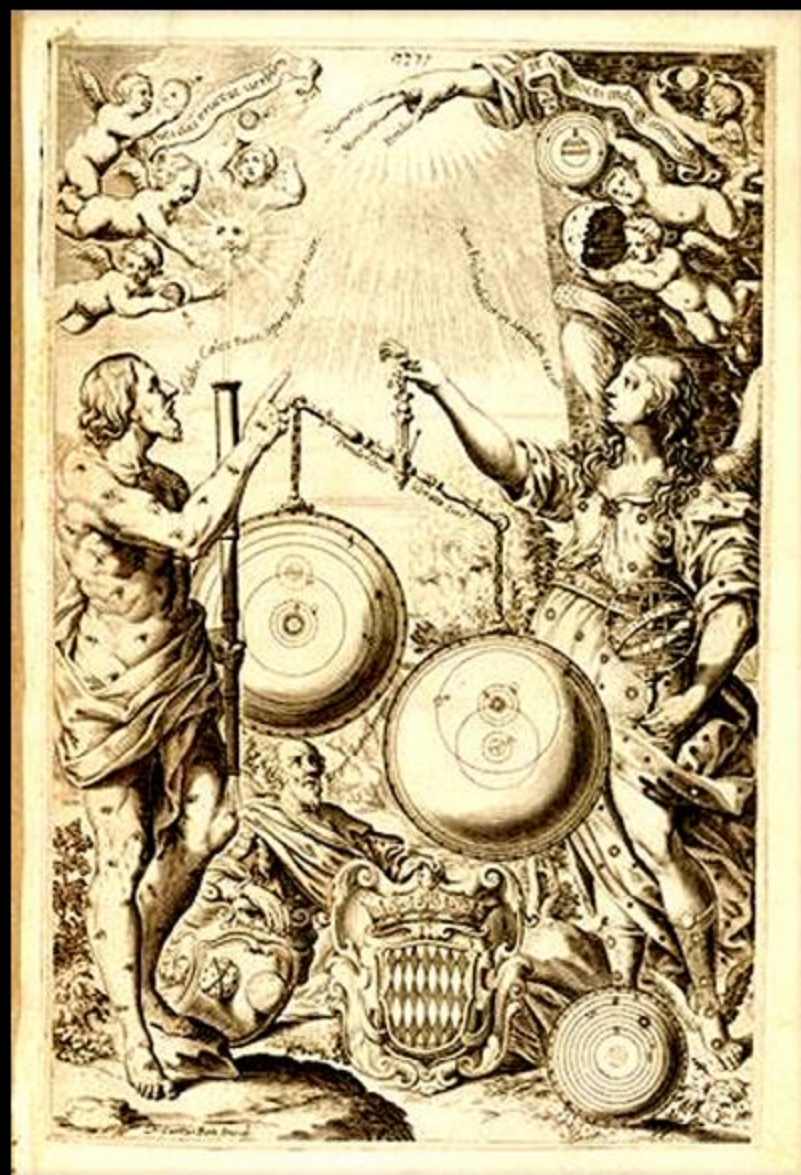


Утвърждаването на новите идеи ("смяната на парадигмите" по Кун) най-често става постепенно, след много колебания. Привичните или по-приемливи, по-"меки", твърдения са предпочитани (*и сега е така!*).

Ето, десетилетия след Коперник художникът на тази алегория е изобразил музата на астрономията, Урания, да "претегля" световните системи. Най-старата, *Птолемеевата*, вече е отхвърлена (тя е долу, в краката на музата). "Борят се" две: *Коперниковата* (отляво) и на *Тихо*.

И изглежда, че везните натежават към системата на *Тихо*, въпреки явните съмнения сред учените!!!

А да не забравяме и ролята на могъщия идеологичен цензор - църквата...



Налагане на хелиоцентричната система: Галилей



Галилео Галилей
(1564-1642)
и първите му
телескопи



Но истината не може да се скрие. Още повече, че **науката за небето получава нов, революционизиращ я инструментариум - телескопа, изобретен в Холандия през 1608 г.**

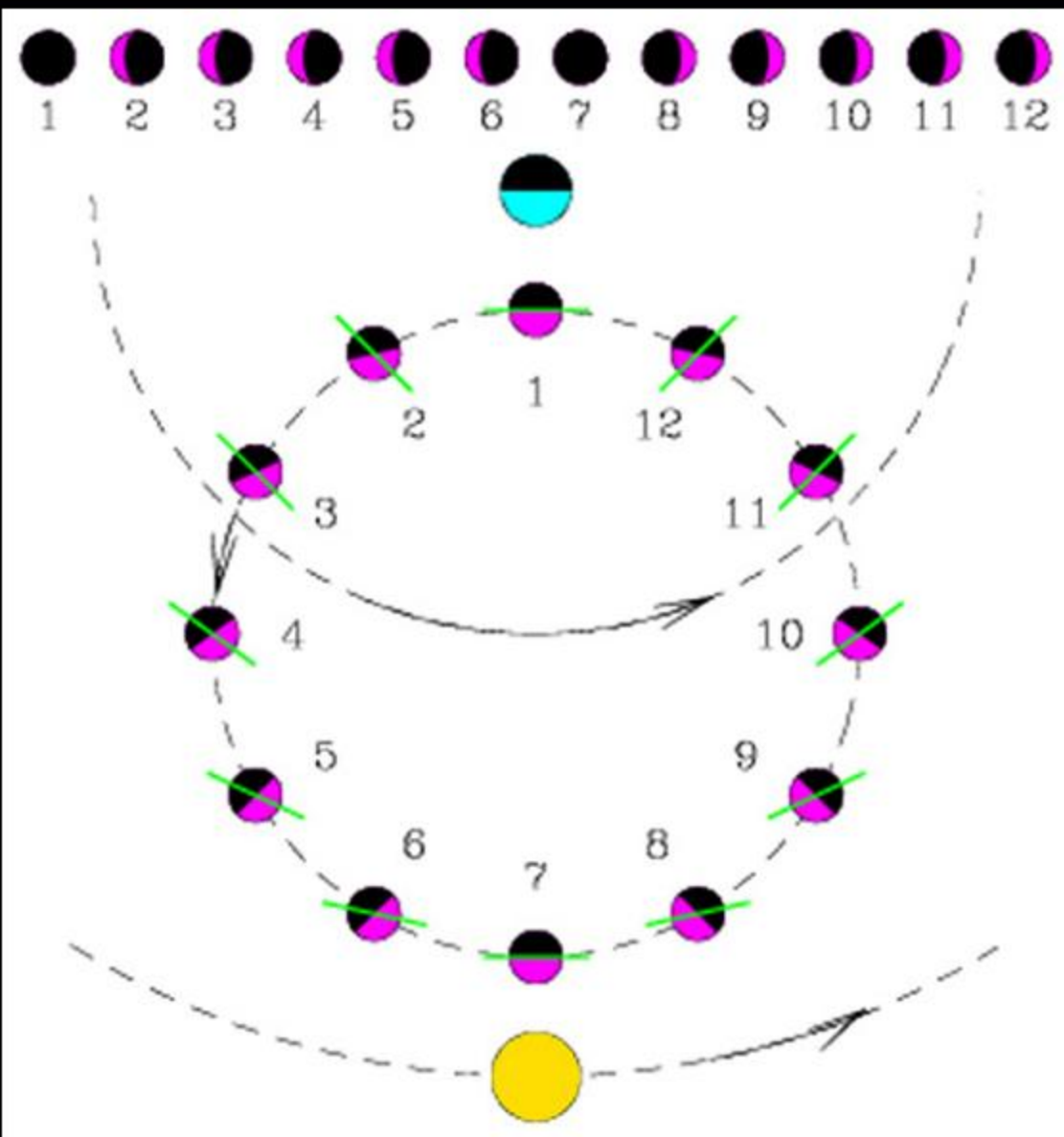
Още при първите си наблюдения с телескоп (1609/10 г.) Галилео Галилей прави потресаващи открития: **релеф на Луната, спътници на Юпитер, фази на Венера, подобни на лунните!**



Галилеевите спътници на Юпитер в нощта на първото им наблюдение на 7 януари 1610

Особено важно за решаване на жестокия спор (включително и с църквата!) коя е вярната доктрина – хелиоцентризма или геоцентризма – се оказва **наблюдението на фазите на Венера:**

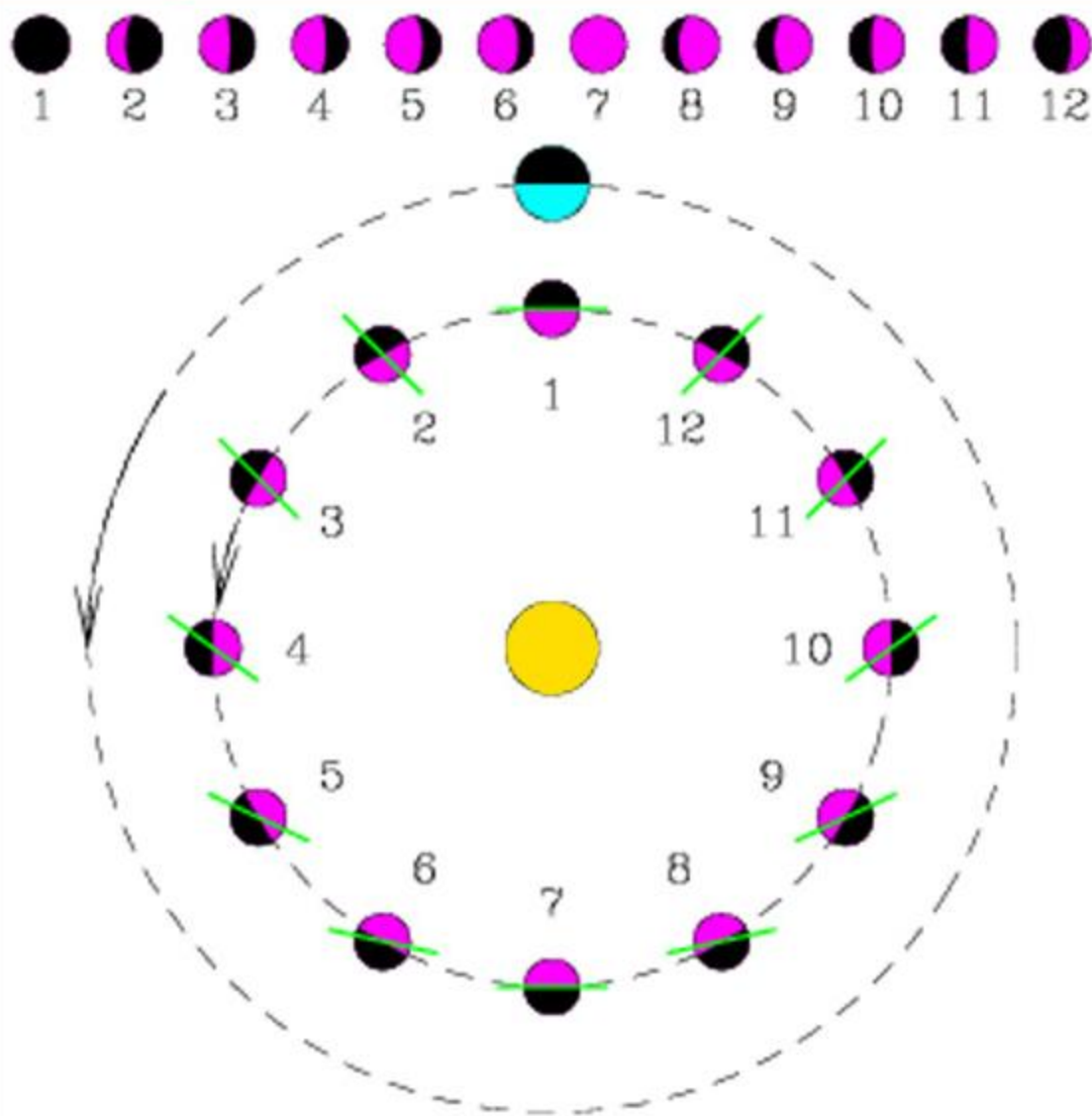
Фази на Венера в геоцентричната система на Птоломей



Очевидно е, че при разположение на Венера **винаги** между Земята и Слънцето, наблюдателите от Земята **НИКОГА НЕ МОГАТ ДА ВИДЯТ НЕ САМО ПЪЛНА, НО И ЧЕТВЪРТИНА ФАЗА** на Венера!

Фази на Венера в хелиоцентричната система на Коперник

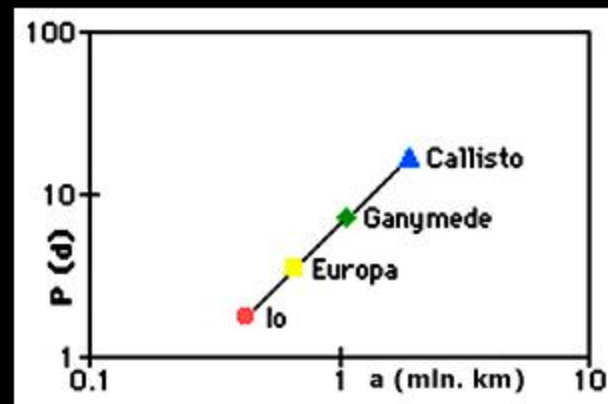
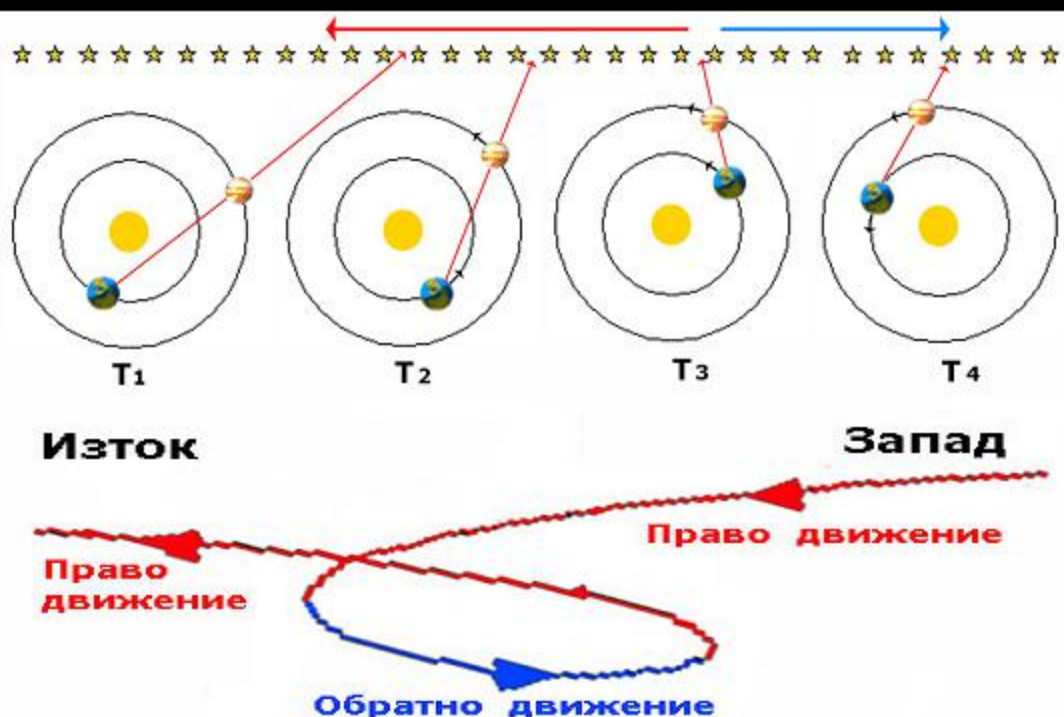
Вижда се, че при разположение на Венера в по-близка от Земята орбита около Слънцето, наблюдателите от Земята **ЩЕ ВИЖДАТ ПЪЛЕН НАБОР ФАЗИ** на Венера!



Финални щрихи в кинематичната схема на хелиоцентричната система

Кеплер формулира трите закона на орбитално движение на планетите около Слънцето, с което завършва формалното развитие на идеята за хелиоцентризма.

Johannes Kepler
(1571-1630)

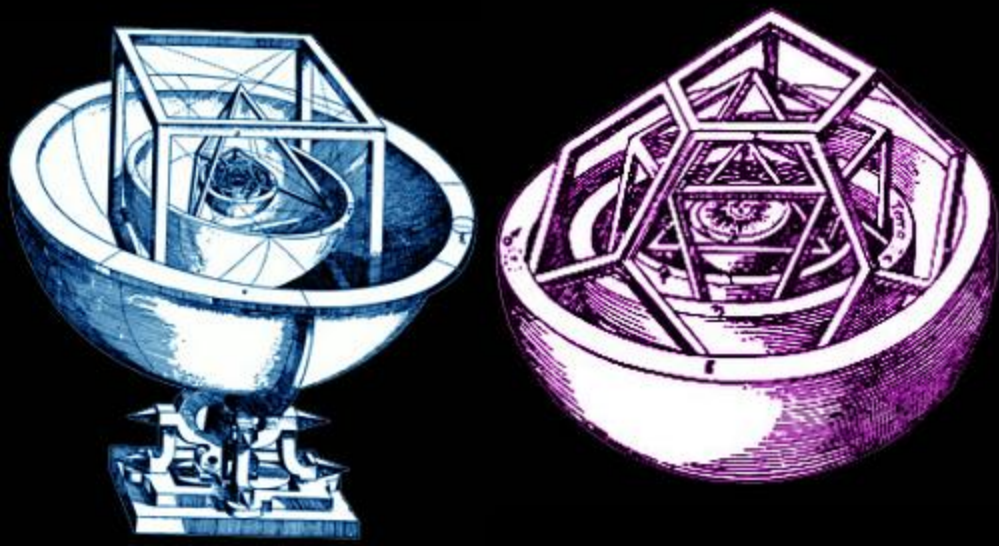


Нещо повече, на тези закони се подчиняват и други тела - спътниците на планетите в движението си около тези планети!

Кеплер търси благоволенieto и успява да стане асистент на Тихо през последната година от живота му в Прага (1600-1601). Така след смъртта на Тихо Кеплер "наследява" поста и научния му архив. Той също е наблюдател (има шанса да наблюдава и да опише в книгата си *De Stella nova in pede Serpentarii* рядкото явление - засега последното регистрирано избухване на Свръхнова - SN1604 в Херкулес).



Слънчевата система като геометрична хармония



Кеплер се увлича от теория - математическа разработка на космологични, астрологични и даже мистични идеи. Пише книги и по математика и оптика, изобретява нов тип телескоп-рефрактор.

Кеплер е убеден *коперниканец*, а аналитичният ум му позволява, след 20-годишни (!) усилия, да формулира законите за орбиталното движение на Марс около Слънцето (1605-1618).



С това в астрономията навлиза *физиката*, макар и да не са ясни още самите *принципи*, които заставят планетите да се подчиняват на тези закони!

И в какво само време става това: Кеплер е принуден 6 години (1615-21) да защитава майка си, обвинена в ... магьосничество!

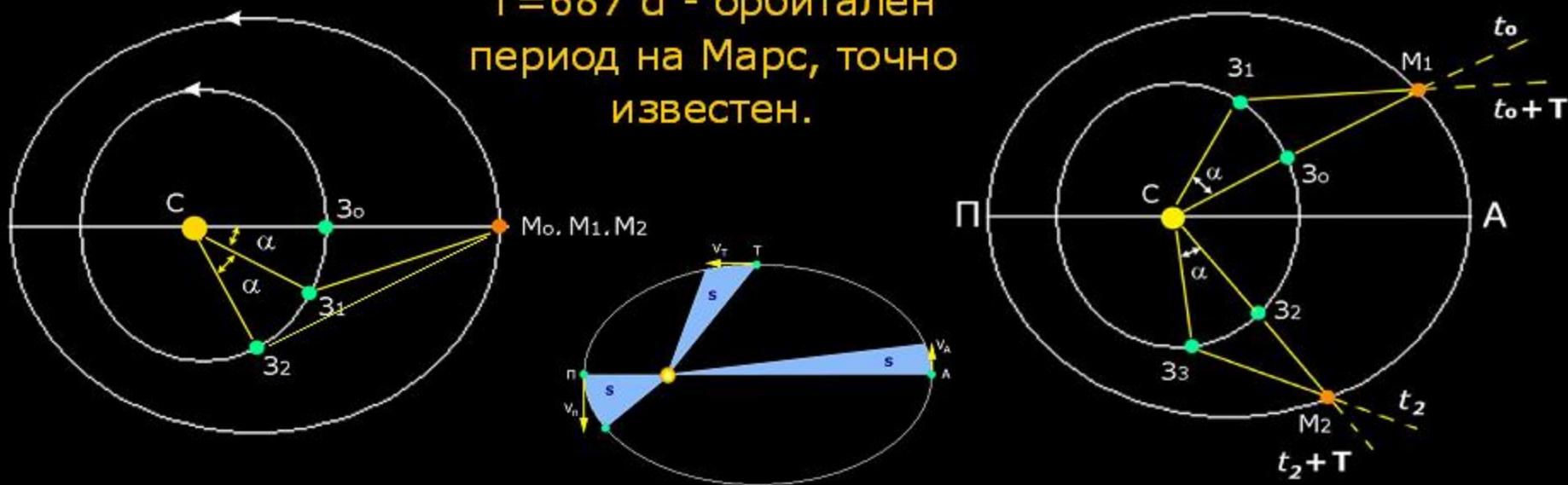
Ето и някои от трудовете на Кеплер и приносите в тях:

- 1596 - "*Mysterium Cosmographicum*" (първи приноси в астрономията)
- 1609 - "*Astronomia Nova*" (1-ви и 2-ри закони, околоосно въртене на Слънцето)
- 1611 - "*Dioptrice*" (теория на "камера обскура" и на новия тип телескоп)
- 1619 - "*Harmonice Mundi*" (3-ти закон на Кеплер)
- 1627 - "*Tabulae Rudolphinae*" (най-точни за 100 години планетни таблици)

Методът на Кеплер: фиксирана орбита

За да определи само формата на орбитата на Марс Кеплер прави 70 (!!!) последователни приближения. Без компютър...

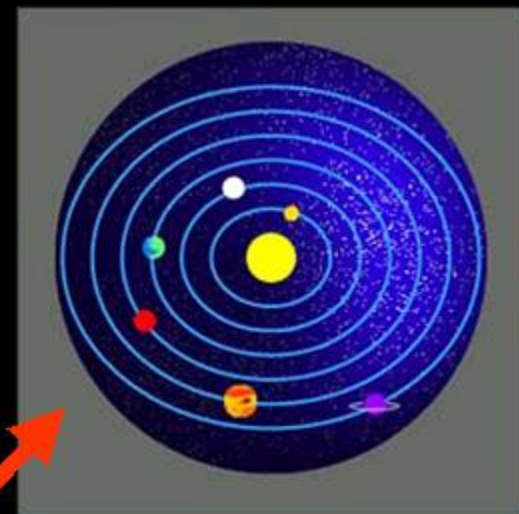
$T=687$ d - орбитален период на Марс, точно известен.



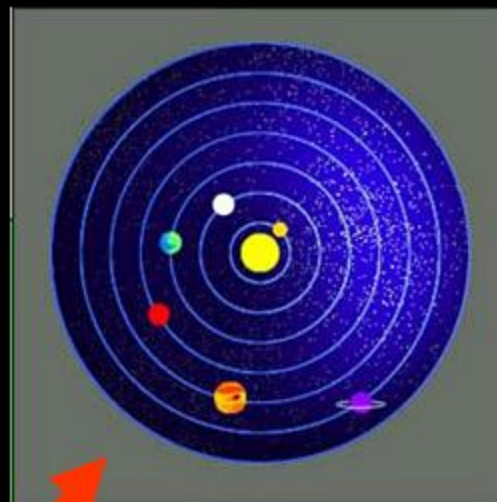
Идеята на Кеплер да използва наблюдения на Марс, за да определи земната орбита е, по думите на Айнщайн, "гениална". За 687 d Земята прави 2 обиколки без ъгъл $\alpha=43^\circ$. Сравнявайки изчисленията си с наблюденията на Тихо, Кеплер открива, че Земята се движи неравномерно: скоростта е обратно пропорционална на разстоянието, т.е., $r \cdot v = \text{const}$ - закон за площната скорост! След това той използва земната орбита за да "засече" точките от орбитата на Марс. Така очертава и неговата орбита и открива, че е елипса (днес - първи закон). Останалото е история...

**Да
обобщим:**

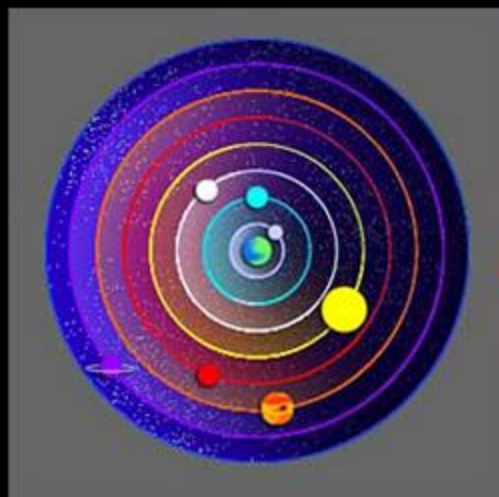
*Правилна, но все още
без физическа основа
схема: Коперник (и
предшествениците му)*



*Физически
обоснована схема:
Кеплер; Нютон*



*Опит за умозрителна,
грешна кинематична
схема: Птоломей*



Първи наивни представи

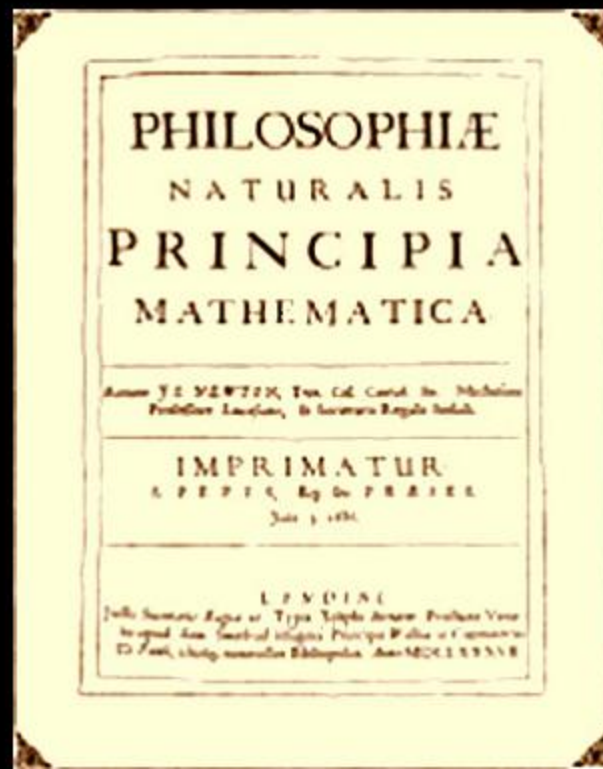
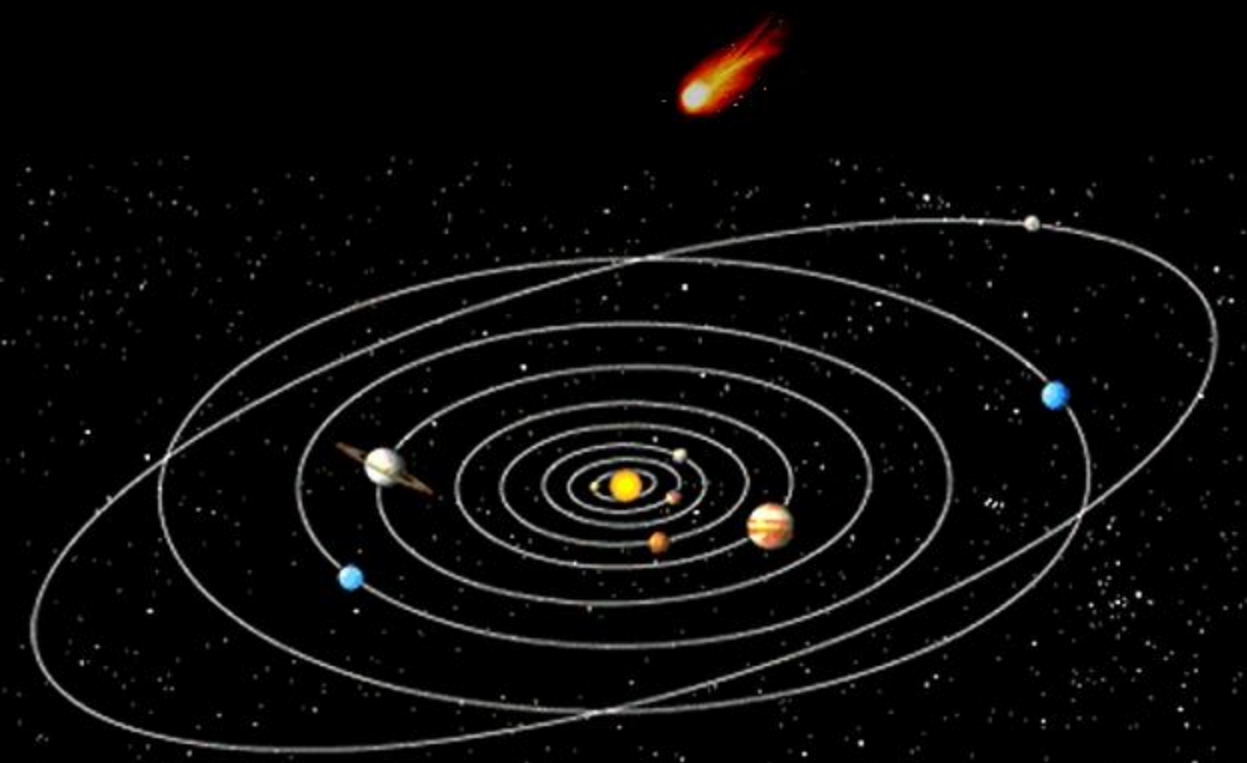




Първи физичен модел на Вселената: небесната механика и теорията на гравитацията на Нютон

*"Ако съм видял нещо по-далеч от другите, то е защото
съм стоял на раменете на гиганти"*

Исак Нютон





A. B. Quid credis ipsum sibi velle per hoc anigma? B. O. R. I. S. T. A. Dicam ut possum. Habes ab invicem seposita subiecta quatuor & viginti, quae uniuersa non adiacent, non inhaerent, non contingant. Sed libera, & solitaria vel situentur vel situata intelligantur.

В поетично-философския си трактат *За безкрайната вселена и световете* (1584) Бруно проповядва:

Giordano Bruno
(1548?-1600)



безкрайност на Вселената, универсалност на божествената душа,

че всички материални неща са проява на принципа на безграничността..

Изгорен на клада на площад *Campo dei Fiori* в Рим на 17.02.1600 от Инквизицията след отказ да се покае и отрече от идеите си, Бруно е смятан с основание за предшественик на модерната европейска философия.

Космогонични и космологични научни представи

Още Нютон мимоходом споменава гравитационната неустойчивост на големи маси разсеяно вещество като причина и механизъм за образуване на звезди и планетни системи. След това:

- *Бюфон* (в 1749) - катастрофична хипотеза за откъсване от огромни комети на вещество от Слънцето, от което се образуват планетите.

- *Кант* (в 1755) - Сл. система е образувана от огромен метеорен облак.

- *Лаплас* (в 1796) - доразвива и обосновава теоретично идеята на Кант. *Това е първата еволюционна теория в астрономията и изиграва важна роля за утвърждаване на научния мироглед!*



Им. Кант
(1724-1804)



П. Лаплас
(1749-1827)

XVIII в - първи модели на устройство на Вселената:

- *Ламберт* (1761) - умозрителен иерархичен модел: Сл. с-ма -> зв. Купове -> Млечен път. Добра идея, но неподкрепена наблюдателно.

Единствено опита (наблюдението на звездния мир) може да даде материал за реален модел! Нужен е гений на наблюденията, сравним с Тихо. И той не закъснява да се появи - това е Уйлям (Вилхелм) Хершел.



William Herschel
(1738-1822)

Преселеният в Англия немски музикант и любител-астроном (по-късно вече *кралски астроном!*) *сър Уилям (Вилхелм) Хершел* е майстор на най-добрите огледала. Упорит до нереалност (прави 200 (!) проби докато остава удовлетворен от качеството на 50-см си огледало) той построява и най-големия тогава телескоп (1.2 м).



Caroline Herschel
(1750-1848)

Гениалният наблюдател - Хершел

Със сестра си Каролина (първата известна жена-астроном) *Хершел* предприема системни наблюдения върху цялото достъпно небе. Той прави за 20 години 4 пълни обзора! Благодарение на отличните си телескопи и гениален усет той е автор на много изключителни открития: ***планетата Уран (1781); спътници на Уран и Сатурн; каталог на 800 двойни звезди и друг - на 2500 (!) мъглявини; на инфрачервените лъчи.*** Вярвал в множествеността на световете.



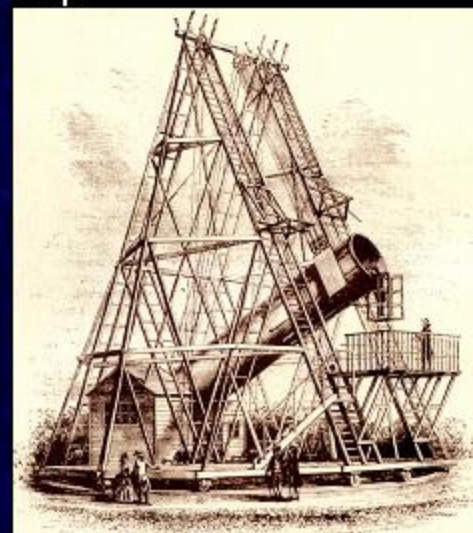
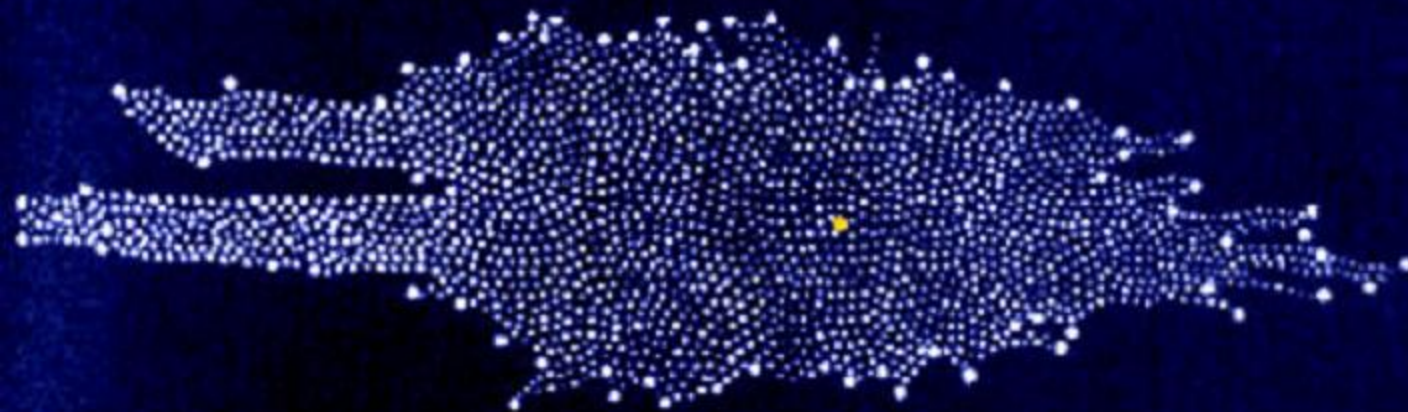


Разширяване границите на Вселената: нашата звездна система - Галактиката

Хершел е пионерът на нов и много важен клон в астрономията: *звездната астрономия*. Създава метод "сондиране на небето" по собствените му думи, който и до сега се използва под името "звездна извадка": преброяване на обекти в дадено поле до дадена зв. величина.

Пръв очертава контурите на звездна система, *Галактиката*.

Слънцето се оказва само една от милиардите звезди, макар че Хершел го поставя в доста централно положение.



Хелиоцентризмът пък на свой ред се оказва една локална идейна конструкция. Светът е много по-голям и разнообразен, както става ясно от данните на астрофизиката, *новата астрономия*.



Франсоа Мари Волтер е сред първите, които предполагат, че нашата слънчева система е в състава на по-голяма звездна система, Галактиката. След Хершел в това няма съмнение. Но на небето се наблюдават досадно много мъгляви "петна" - мъглявини, една от които, в съзвездието Андромеда, се вижда с просто око и даже е отбелязана от арабския астроном Ал Суфи (903-986) в неговия каталог.

Тези мъглявини пречели на търсачите на комети - разпространено "хоби" в XVIII в, ето защо Шарл Месие от 1758 до 1784 съставил каталог на 101 такива обекта. Голямата спирална мъглявина в Андромеда била с № M31. Още към средата на XIX в. лорд Рос (друг гениален майстор на гигантски телескопи с размер 92-см и 1.82-м!) открива спирали у 14 други мъглявини. В края на същия век фотографиите, правени с отличния по качество 90-см рефлектор в обсерваторията Лик, показали, че повечето мъглявини имат спирална структура! Споровете обаче що е това "спирална мъглявина" - образуване в нашата Галактика или нещо извън нея траяли чак до 1929 г! Грешни измервания на паралакса на M31, неверни стойности за блясъка на звезди и мъглявини и даже груби инструментални грешки не позволили еднозначен отговор, макар че вече се "напипвало", че имаме работа с неща далеч извън пределите на Галактиката...

Вселена от галактики

В 20-те години на ХХ в. двата най-големи в света телескопа, 1.5-м и 2.5-м в Маунт Уилсън (Калифорния) работят 50% от времето за Едуин Хъбъл (Edwin Powell Hubble, 1889–1953) и помощника му Милтън Хюмасън. Те наблюдават променливи звезди и спектри на мъглявини. Всичко сочи, че мъглявините са далеч извън пределите на нашата Галактика.



*Edwin Powell Hubble
(1889–1953)*

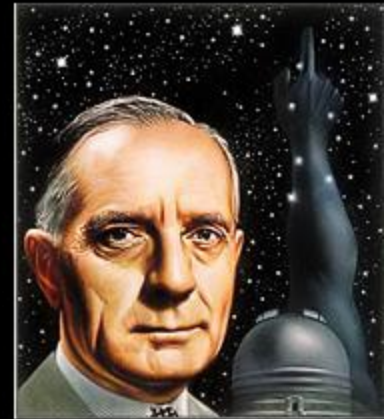
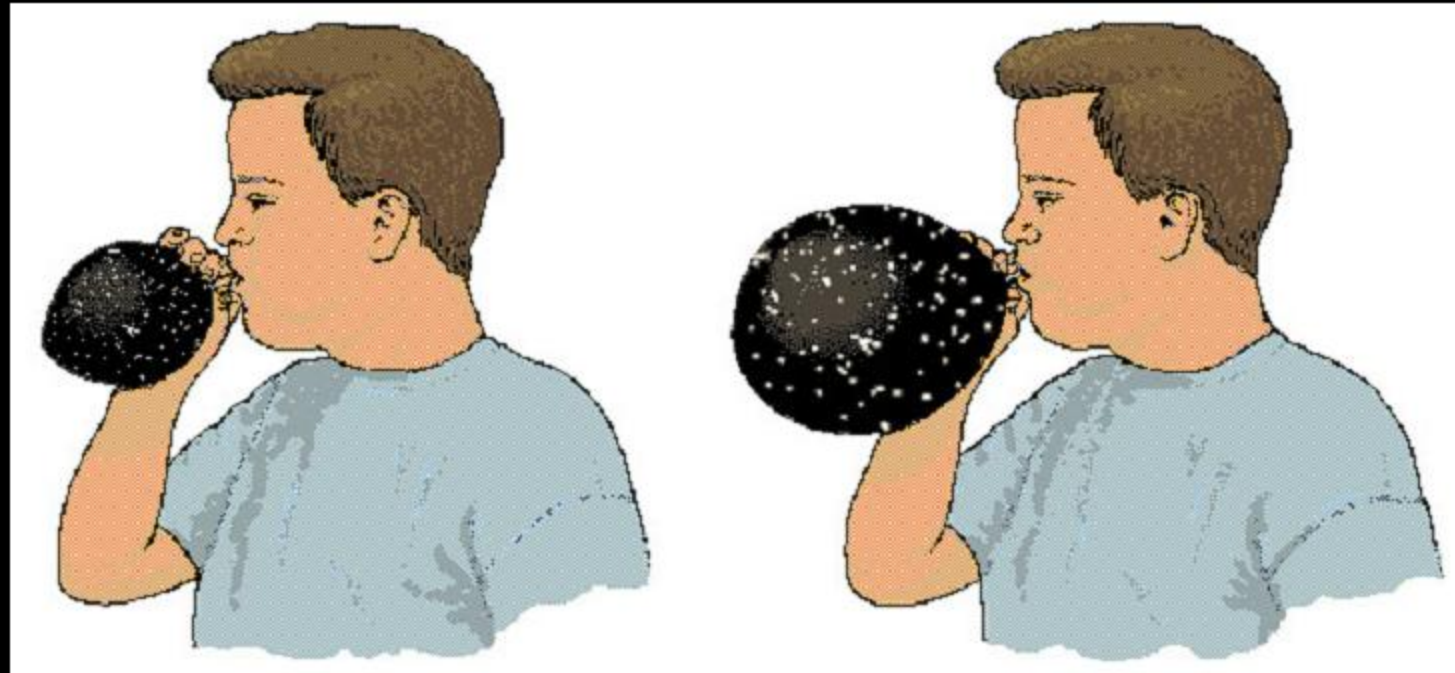
Нещо повече - и те са галактики като нашата! С това е извършена втората революция в астрономията - тази на ХХ век.



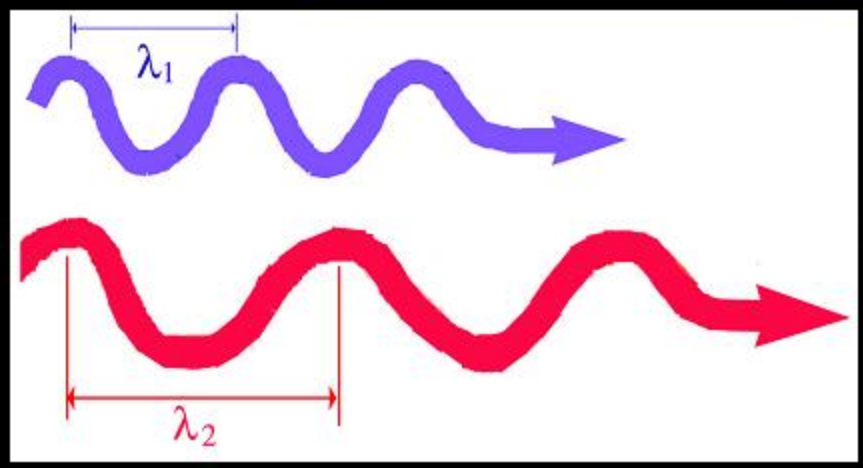
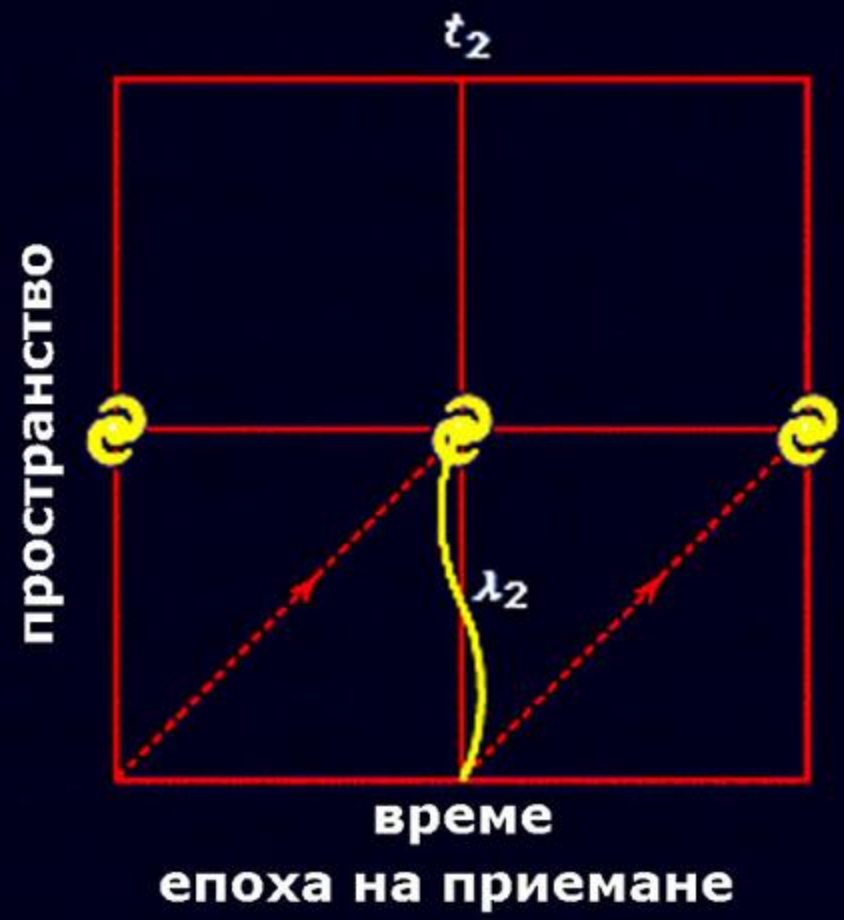
Съвременни представи за Вселената



Съвременните представи за Вселената се формират с развитието на физическата космология. Основа за тези разработки е **Общата теория на относителността (ОТО)** на Айнщайн (1915) и наблюдателният факт (1929) на **"разбягване"** на галактиките (разширение на Вселената), открит от Едуин Хъбъл.



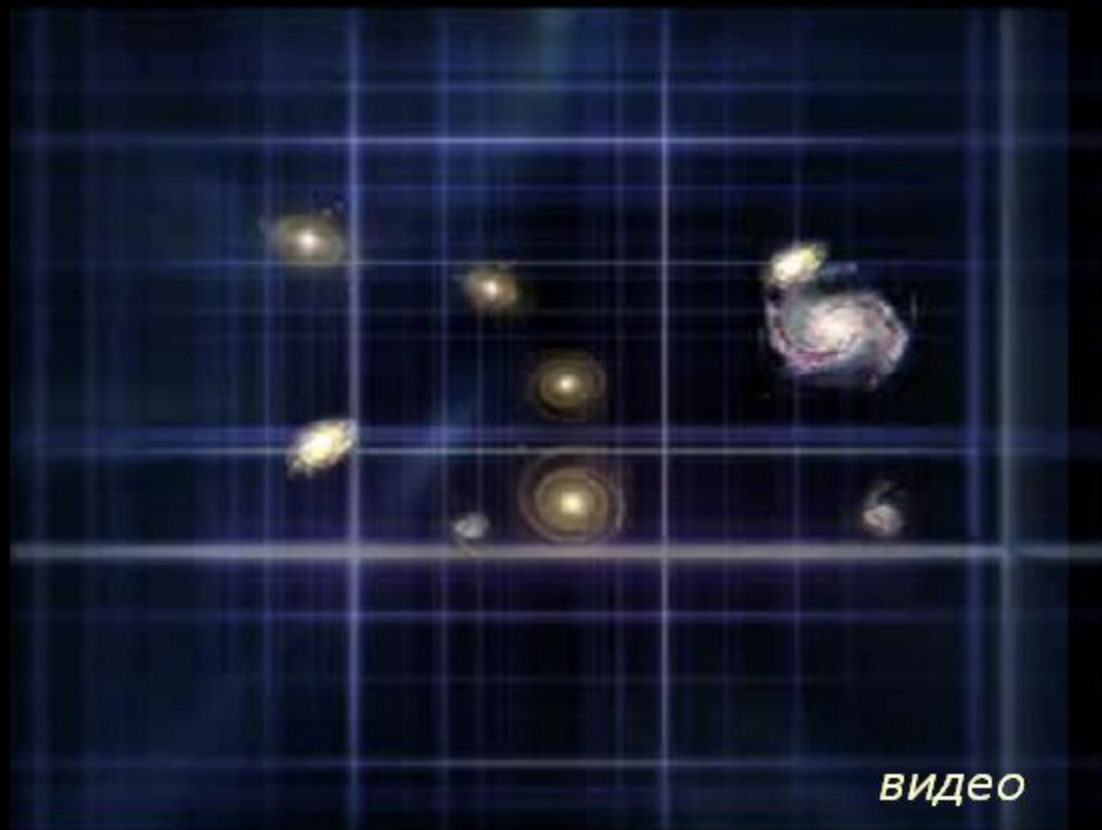
Разширение на Вселената



Разширението на пространството обуславя "почервяване" на излъчването, което се регистрира в по-късно време

Разширение на Вселената

Разширяваща се Вселена е нещо ново и за Айнщайн! Този модел, развит от Ал. Фридман (1888 - 1925) в 1922 и абат Жорж Льомер (1894 - 1966) в 1927 г. динамизира Вселената и **поставя въпроса за нейното НАЧАЛО!**



Този модел изисква "гореща" Вселена и Георгий Гамов (1904 - 1968) го предлага под името ГОЛЕМИЯТ ВЗРИВ (BIG BANG) *Nature* 1948, Vol. 162, p. 680 :

"Развитието [на нашата Вселена] е трябвало да започне преди няколко милиарда години от еднородно състояние с изключително висока плътност и температура"



Кварки

Неутрон

Ядро водород

Атом водород

Протогалактика

Електрон

Протон

Ядро хелий

Атом хелий

ТЕОРИЯТА НА ГОЛЕМИЯ ВЗРИВ

Начало на времето

1 сек

Днес

Време: 10^{-43} сек
Температура:

10^{-32} сек
 10^{27}°C

1/млн сек
10 трлн $^{\circ}\text{C}$

3 минути
100 млн $^{\circ}\text{C}$

300 000 г.
10,000 $^{\circ}\text{C}$

1 млрд г.
-200 $^{\circ}\text{C}$

15 млрд г.
-270 $^{\circ}\text{C}$

1 Вселената е подложена на свръхбързо разширяване от размер на атом до размера на грейпфрут за нищожна част от секундата

2 Вселената след това разширяване - гореща "супа" от елементарни частици: кварки, електрони и други.

3 Бързото охлаждане на Космоса позволява на кварките да се обединят в протони и неутрони

4 Все още е много горещо, за да се формират атоми; няма светлина - Вселената е като гъста тъмна мъгла

5 Електрони, протони и неутрони се обединяват и образуват атоми, най-вече водород и хелий. **Най-сетне се появява светлина!**

6 Гравитацията заставя газът от водород и хелий да се кондензира в гигантски облаци, които по-късно ще станат **галактики**; по-малките съгътки ще дадат **първите звезди**

7 Галактиките се обединяват в купове, а първите звезди умират, изхвърляйки в пространството тежки елементи, от които пък се кондензират звездите от следващото поколение

Учените се надяват, че в близко бъдеще специализирани космически станции и телескопи ще успеят да доставят наблюдателни факти за тези етапи в еволюцията на света.



"История" на Вселената



И все пак, каква ще бъде съдбата на света? Според съвременните знания това зависи от средната плътност на материята във Вселената, величина, която все още не е известна точно!

Докога?

Възможни са по сегашните теории различни сценарии: вечно разширяване, достигане на предел и след това свиване или пък многократно "пулсиране". Жалко, че човечеството едва ли ще има "удоволствието" да види тези процеси...

