

# Tähtitieteen historia

**Jay M. Pasachoff, Magda Stavinschi, Mary Kay Hemenway**

*International Astronomical Union, IAU*

*Williams College, Williamstown, Massachusetts, Yhdysvallat*

*Astronomical Institute of the Romanian Academy*

*University of Texas at Austin, Yhdysvallat*



# 1 Johdanto



- Tähtitieteen historia on pitkä ja monivaiheinen, eikä sitä voi tiivistää yhteen esitykseen. Siksi esittelemme tässä vain muutamia aiheita:
- heliosentrinen käsitys maailmankaikkeudesta
- muutamia tähtitieteen aiheita menneisyyden suuriin kulttuureihin ja sivilisaatioihin liittyen

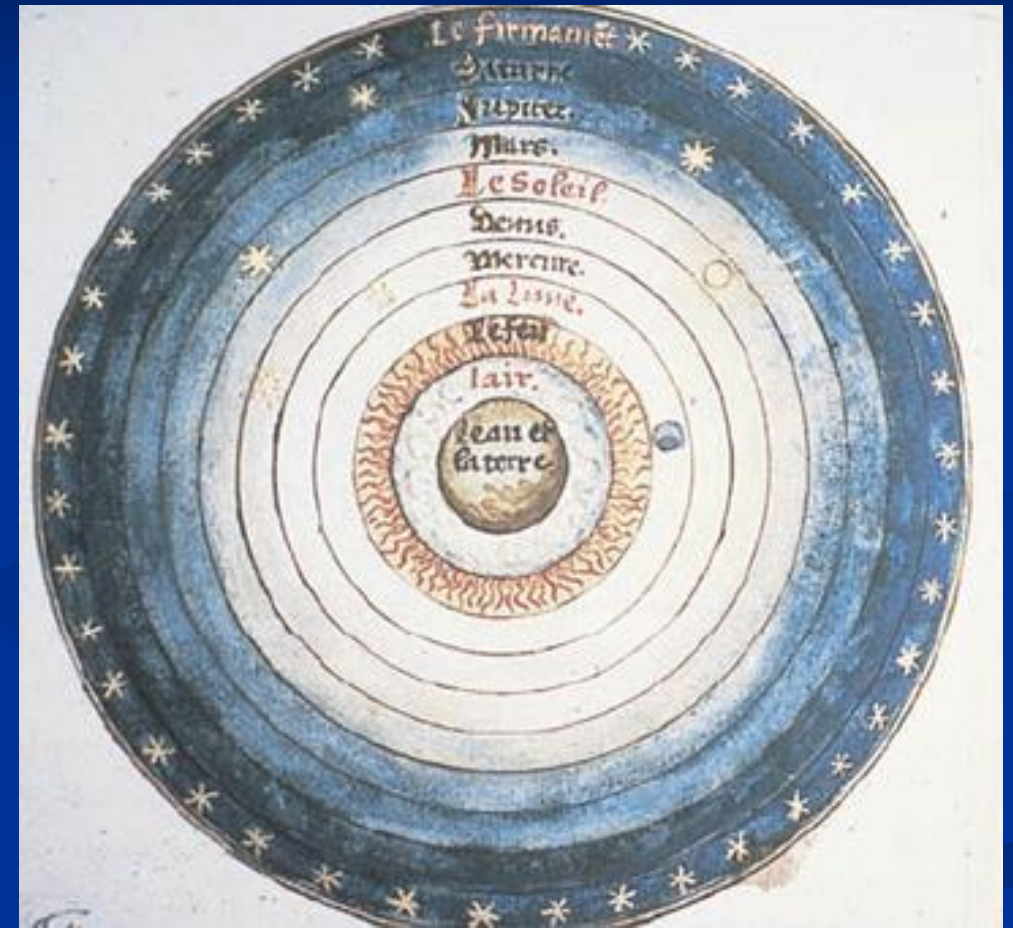
## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede

- Planeetat näyttävät liikkuvan hitaasti yhteen suuntaan (lännestä itään) suhteessa taustatähtiin: eteenpäin suuntautunut liike
- Mutta joskus planeetta liikkuu tähtiin nähden päinvastaiseen suuntaan (idästä länteen): takaperoinen liike.



## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede

- Muinaiset kreikkalaiset laativat teoreettisia malleja maailmankaikkeudesta selittääkseen planeettojen liikkeit.
- Tarkastellakseen planeettojen taaksepäin suuntautuvan liikkeen kestoa he järjestivät taivaankappaleet etäisyyden mukaan.



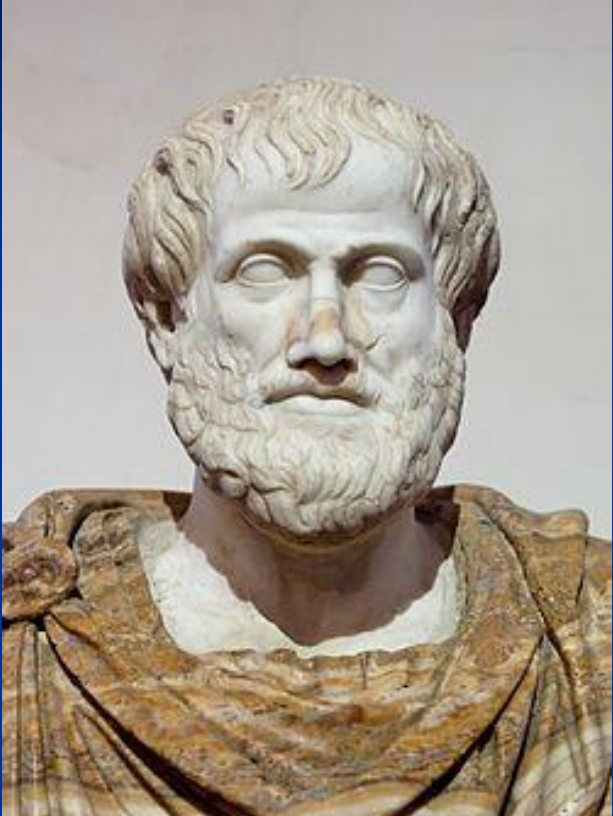


## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede



- Aristoteles (350 eaa.) ajatteli, että Maa oli ehdottomasti maailmankaikkeuden keskus ja että planeetat, Aurinko ja tähdet pyörivät Maan ympärillä.
- Aristoteleen mukaan maailmankaikkeus koostui 55:stä taivaanpallosta, jotka olivat sisekkäin sovitettu toisiinsa

## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede



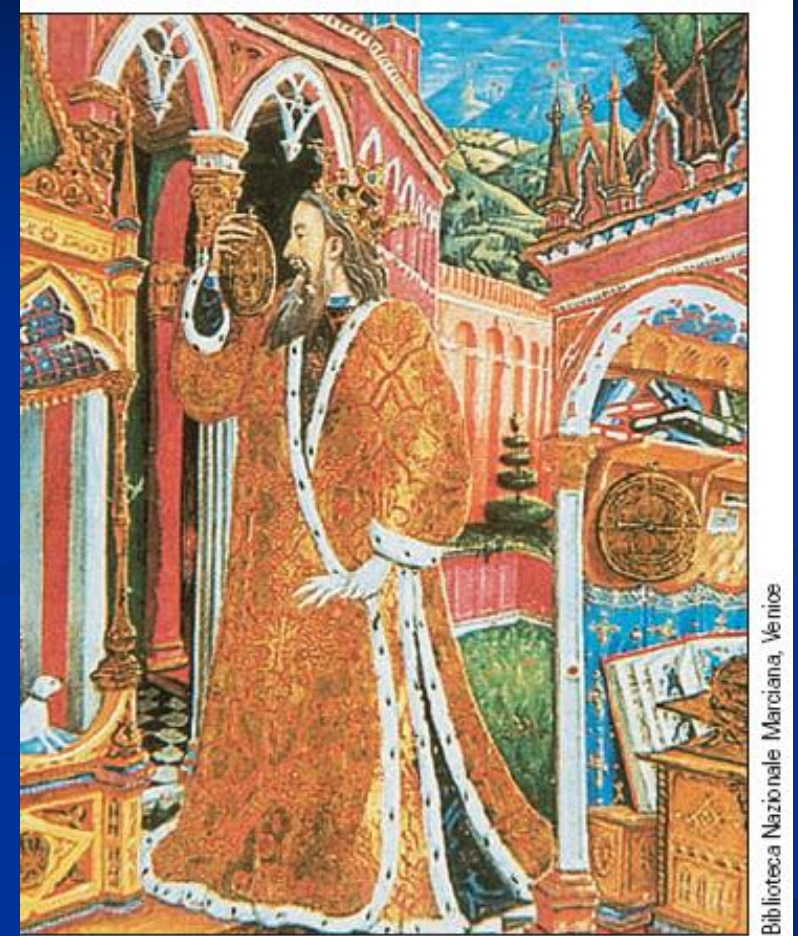
- Kunkin pallon luonnollinen liike oli pyörimisliike. Planeetat liikkuvat tietyissä palloissa, ja kunkin pallon liike vaikutti toisiinsa. Takautuva liike voitiin selittää tällä tavoin.
- Uloin pallo vastasi kiintotähtien paikkoja. Tämän pallon ulkopuolella oli "ensisijainen mekanismi", joka aiheutti tähtien pyörimisen.
- Aristoteleen teoria hallitsi tieteellistä ajattelua 1800 vuotta, aina renessanssiin asti, ja esti sen, että tieteellisessä työssä pohdittaisiin uusia malleja.





## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede

- Noin vuonna 140 jKr. kreikkalainen tiedemies Klaudios Ptolemaios Aleksandriasta esitti yksityiskohtaisen teorian maailmankaikkeudesta, jossa takaperoinen liike selitettiin.
- Ptolemaioksen malli oli geosentrinen (Maa keskellä), kuten Aristoteleenkin. Selittääkseen planeettojen takaperoisen liikkeen hän kuvitteli planeettojen kulkevan pieniä ympyröitä pitkin, jotka liikkuvat planeettojen yleisiä kiertoratoja vastaavia suurempia ympyröitä pitkin.

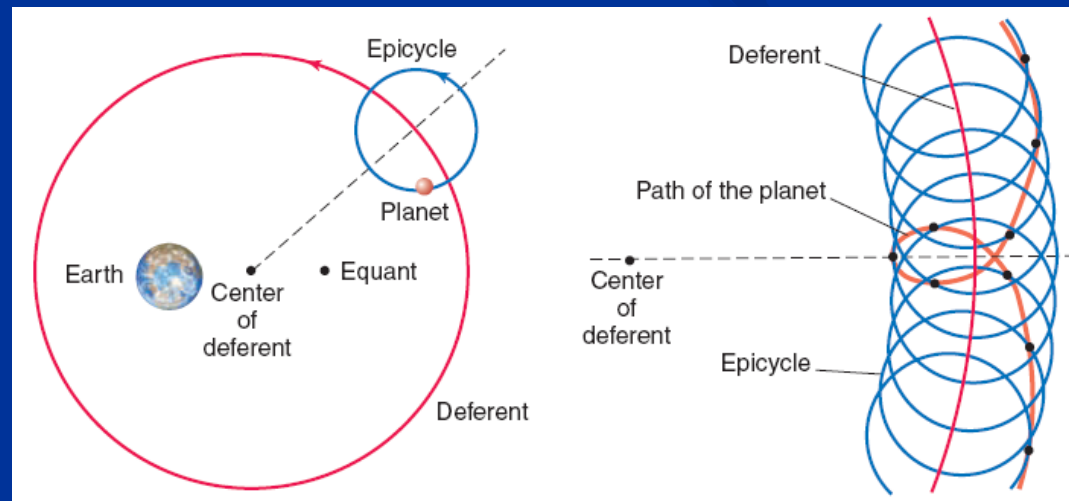


Biblioteca Nazionale Marciana, Venezia



## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede

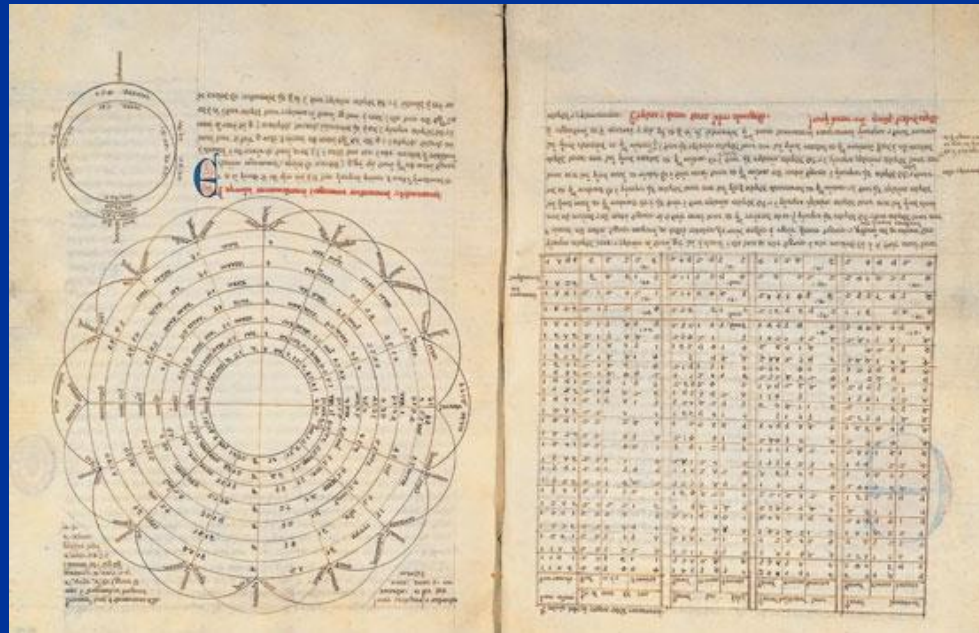
- Selittääkseen takaperoinen liikkeen Ptolemaios ehdotti, että planeetat kulkivat pieniä ympyröitä pitkin, joita kutsutaan episykleiksi ja suurempia ympyröitä kutsutaan deferenteiksi.
- Episyklin keskipiste liikkuu vakiokulmanopeudella suhteessa pisteeseen, jota kutsutaan ekvantiksi. Koska uskottiin, että ympyrät olivat täydellisiä muotoja, tuntui loogiselta, että planeettojen tulisi noudattaa liikkeissään ympyräliikkeitä.





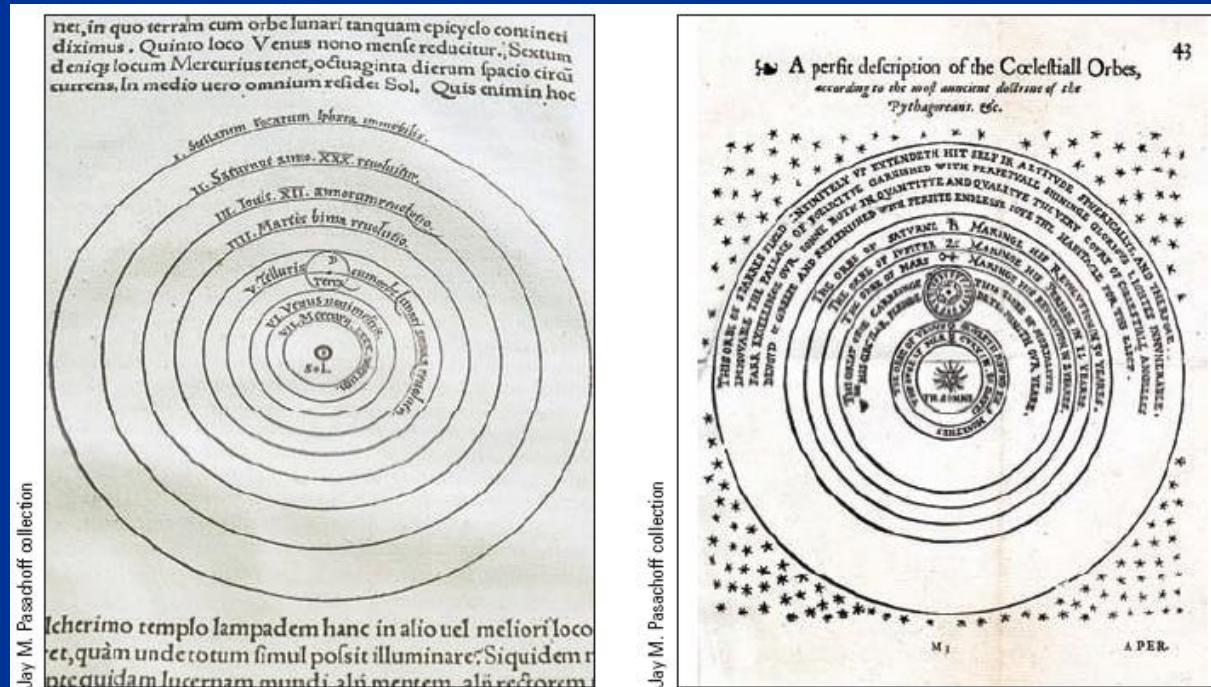
## 2 Muinaisen Kreikan tähtitiede

- Ptolemaioksen tärkein teos *Almagest* (käännettynä: suurin) hyväksyttiin lähes 15 vuosisadan ajan, ja se sisälsi paitsi hänen ajatuksiaan myös yhteenvedon hänen edeltäjiensä ajatuksista.
- Hänen taulukkonsa planeettojen liikkeistä olivat aikakauteen nähden kohtuullisen tarkkoja.



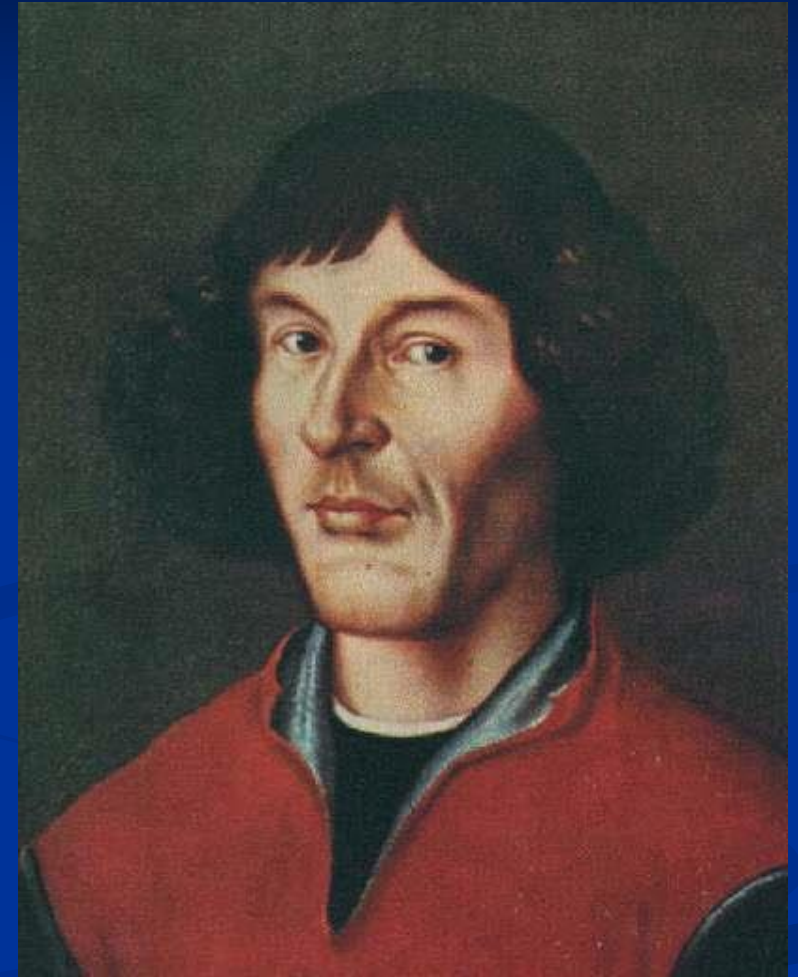
### 3 Aurinkokeskeinen maailmankaikkeus

- 1500-luvulla puolalainen tähtitieteilijä Nikolaus Kopernikus ehdotti heliosentristä teoriaa (jossa Aurinko on keskipisteessä).
- Kreikkalainen tiedemies Aristarkhos Samoslainen ehdotti heliosentristä teoriaa 18 vuosisataa ennen Kopernikusta. Emme kuitenkaan tunne tuota varhaista teoriaa yksityiskohtaisesti.



### 3 Aurinkokeskeinen maailmankaikkeus

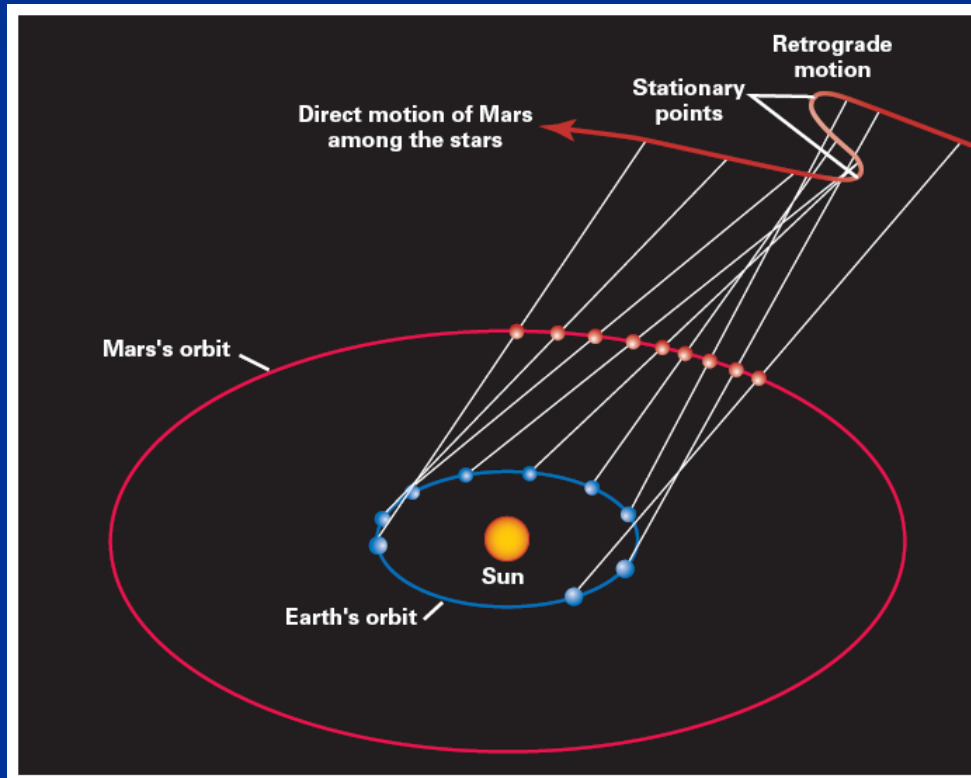
- Kopernikus oletti, että planeetat liikkuvat ympyröitä pitkin, vaikka ympyrät eivät tarkalleen ottaen olleet Auringon keskipisteessä.
- Kopernikus käytti joitakin episyklejä, jotta niiden ennusteet olisivat paremmin sopusoinnussa havaintojen kanssa (ja poisti ekvantit).





### 3 Aurinkokeskeinen maailmankaikkeus

- Tämä malli selitti ulompien planeettojen (kuten Marsin) takaperoisen liikkeen projektioilmiön avulla:



- Kun Maa ohittaa Marsin, niin Maan ja Marsin yhdistävän viivan projektiossa näkyy näennäinen takaisinkääntymisliike tähtien suhteen, mikä on vastoin todellista liikesuuntaa.
- Sitten, kun Maa ja Mars liikkuvat edelleen kiertoradallaan, näitä kahta planeettaa yhdistävän viivan projektio näyttää jälleen liikkuvan todellisen liikkeen suuntaisesti.



# 3 Aurinkokeskeinen maailmankaikkeus

- Kopernikus lähti liikkeelle ajatuksesta, jonka mukaan aurinko oli suunnilleen aurinkokunnan keskipisteessä:
  - Laski planeettojen suhteelliset etäisyydet skaalattuna Maan ja Auringon väliseen etäisyyteen.
  - Päätteli havainnoista kunkin planeetan kiertoajan Auringon ympäri.



## 4 Tyko Brahen tarkka näkö



Hieman Kopernikuksen kuoleman jälkeen 1500-luvun loppupuolella, tanskalainen aatelismies Tyko Brahe alkoi tarkkailla Marsia ja muita taivaankappaleita observatoriostaan Uraniborgista parantaakseen niiden paikkojen ennusteita.



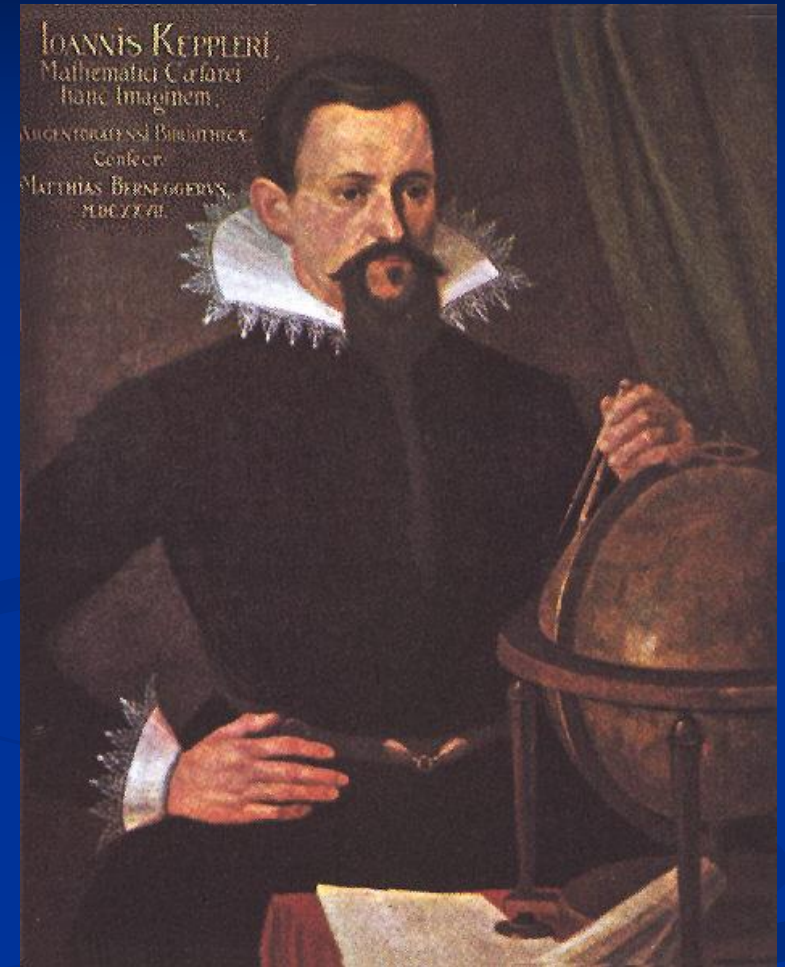
## 4 Tyko Brahen tarkka näkö

- Koska kaukoputkea ei oltu vielä keksitty, Tyko käytti jättimäisiä havaintovälineitä, joiden tarkkuus oli ennennäkemätön.
- Tykon kuoltua vuonna 1601, kun Johannes Kepler oli taistellut saadakseen ne käyttöönsä, hän sai tiedot haltuunsa.



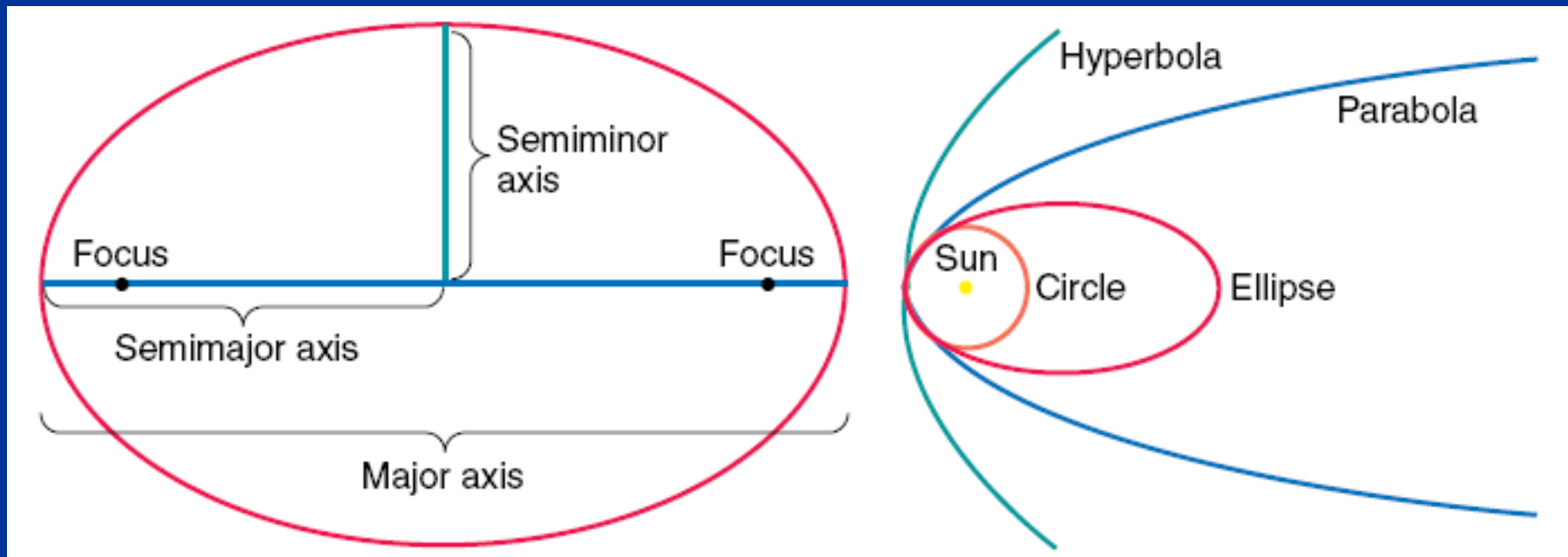
# 5 Johannes Kepler ja hänen lakinsa

- Tykon uudet, luotettavammat ja tarkemmat havainnot osoittivat, että tuolloin käytössä olleet planeettojen sijaintitaulukot eivät olleet kovin tarkkoja.
- Tyko palkkasi Keplerin vuonna 1600 tekemään yksityiskohtaisia laskelmia planeettojen sijaintien selittämiseksi.
- Aluksi Kepler yritti selittää Marsin kiertoradan ympyröiden avulla, sitten muiden muotojen avulla, ennen kuin hän löysi vastauksen.



# 5a Keplerin ensimmäinen laki

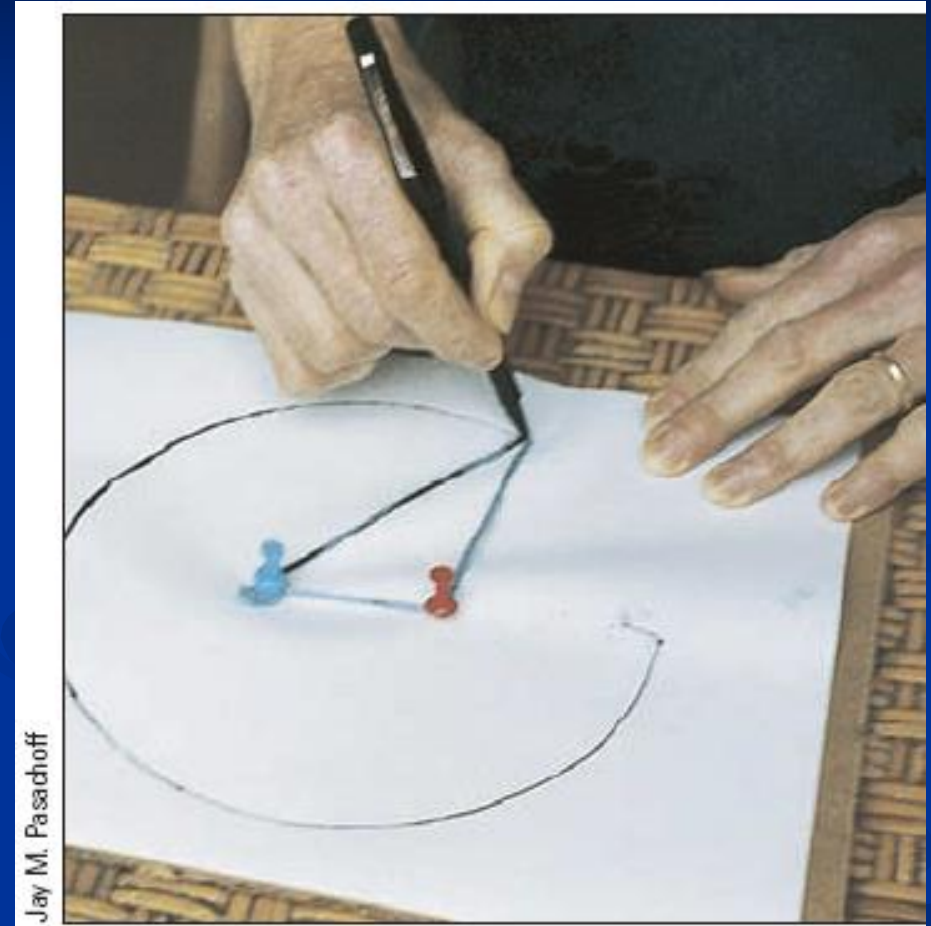
- Vuonna 1609 julkaistun Keplerin ensimmäisen lain mukaan planeetat kiertävät Aurinkoa ellipsiä pitkin siten, että Aurinko on toisessa polttopisteessä.





# 5a Keplerin ensimmäinen laki

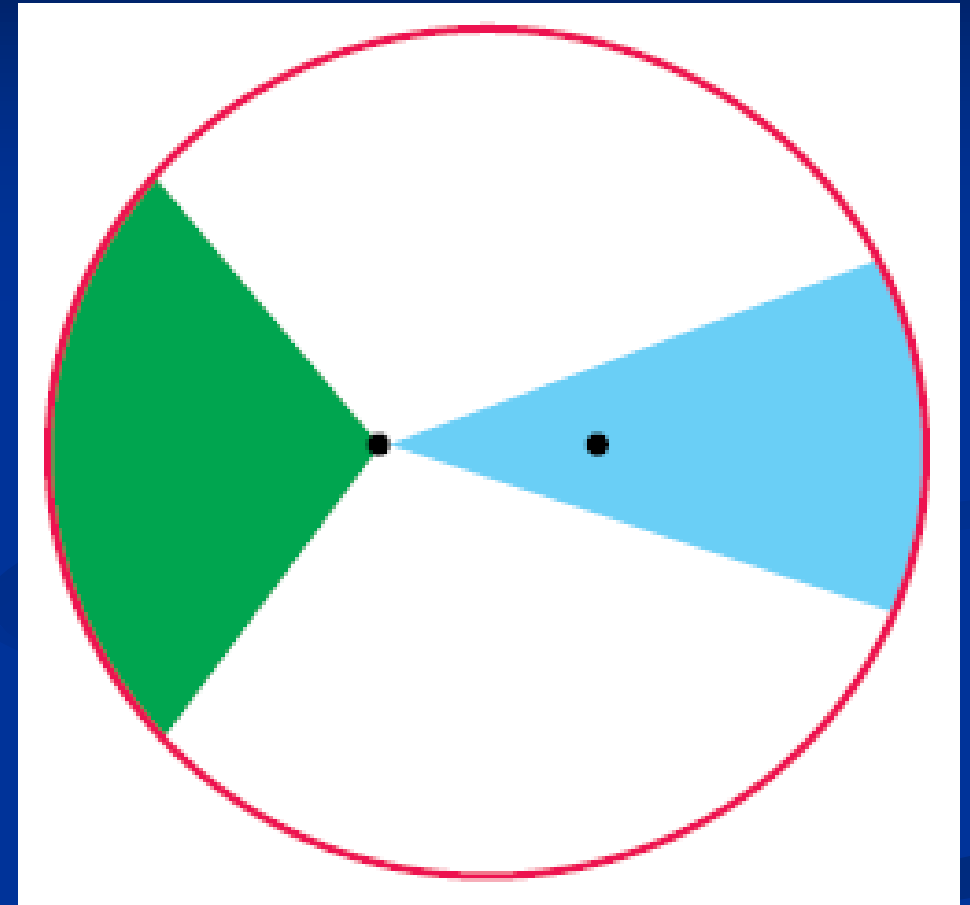
- Polttopisteiden ja tietyn pituisen jänteen välinen etäisyys määrittelee ellipsin.
- Ellipsin muotoa voidaan muuttaa, jos muutat jänteen pituutta tai polttopisteiden välistä etäisyyttä.



Jay M. Pasadhooff

## 5b Keplerin toinen laki

- Kuvaa nopeutta, jolla planeetat liikkuvat kiertoradoillaan:
- Planeettaa ja Aurinkoa yhdistävä viiva piirtää yhtä suuria alueita yhtä nopeasti.
- Tämä tunnetaan myös nimellä saman suuruisten alueiden laki.



## 5b Keplerin toinen laki

- Keplerin toinen laki on erityisen käyttökelpoinen komeettojen kohdalla, sillä niiden kiertoradat ovat hyvin eksentrisiä eli elliptisiä (eli litteitä).
- Hän osoitti esimerkiksi, että Halley-komeetta liikkuu paljon hitaammin, kun se on kaukana Auringosta, koska komeetan ja Auringon yhdistävä viiva on hyvin pitkä.





## 5c Keplerin kolmas laki

Keplerin kolmas laki yhdistää kiertoajan planeetan etäisyyteen Auringosta. Tarkemmin sanottuna se sanoo, että kiertoajan neliö on verrannollinen ellipsin isomman puoliakselin kuutioon:

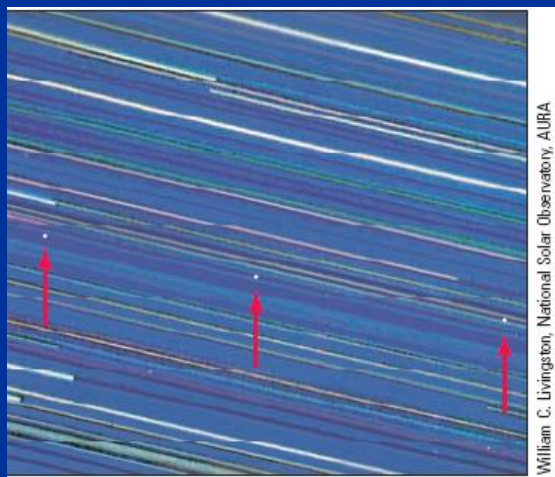
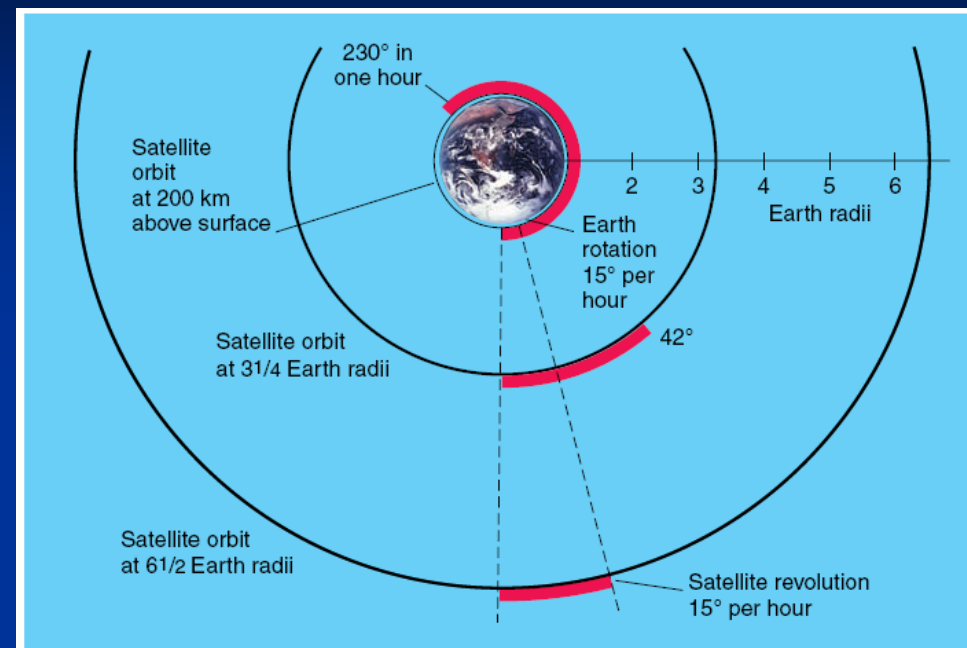
$$P^2 = kR^3, \text{ missä } k \text{ on vakio}$$

Toisin sanoen, jos ellipsin puoliakselin kuutio kasvaa, jakson neliö kasvaa samalla kertoimella.



## 5c Keplerin kolmas laki

- Keplerin kolmannen lain Maata koskeva sovellus on esim. "geostationaariset satelliitit", jotka ovat niin kaukana, että niiden kiertoaika on sama kuin Maan kiertoaika. Ne pysyvät aina saman pituuspiirin yläpuolella maapallolla.



William C. Livingston, National Solar Observatory, AURA

- Ne näyttävät kelluvan päiväntasaajan yläpuolella (katso kuva vasemmalla), ja niitä käytetään televisio- ja puhelinsignaalien välittämiseen.



## 6 Ptolemaioksen mallin kaatuminen: Galileo Galilei

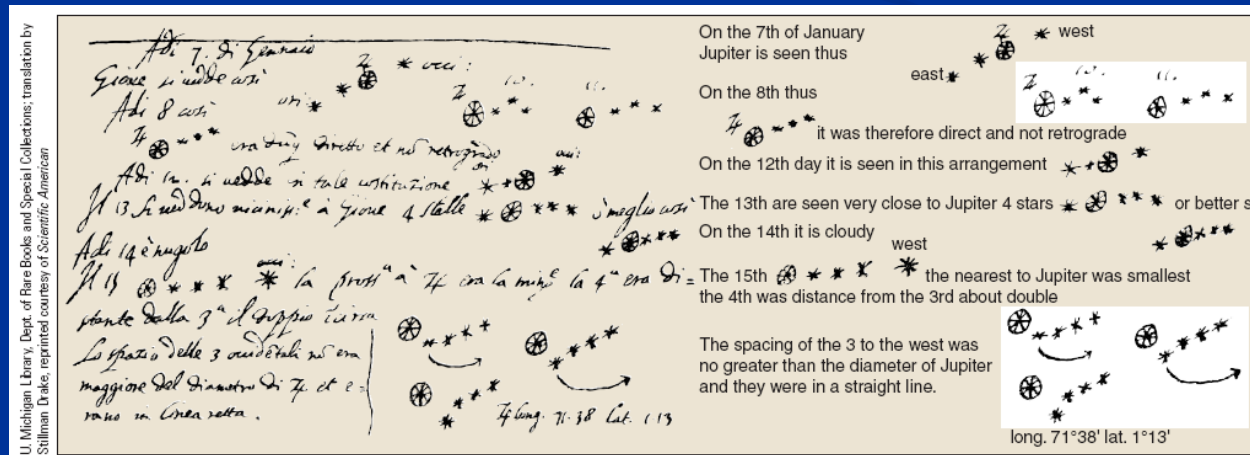
- Vuoden 1609 loppupuolella Galileo käytti ensimmäisenä kaukoputkea systemaattisiin tähtitaivaan ilmiöiden havainnointiin.





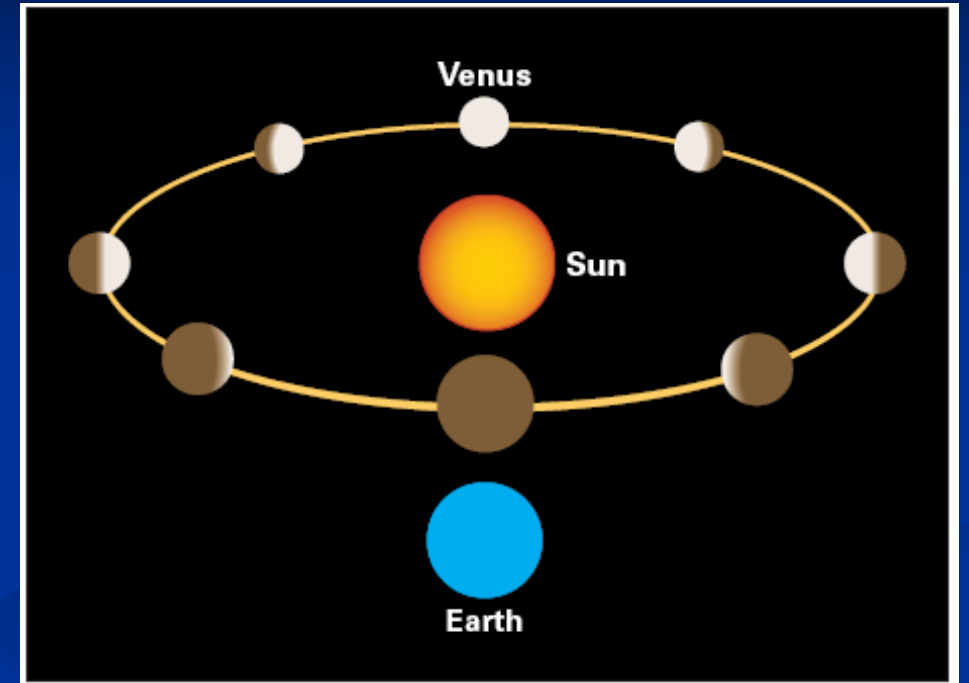
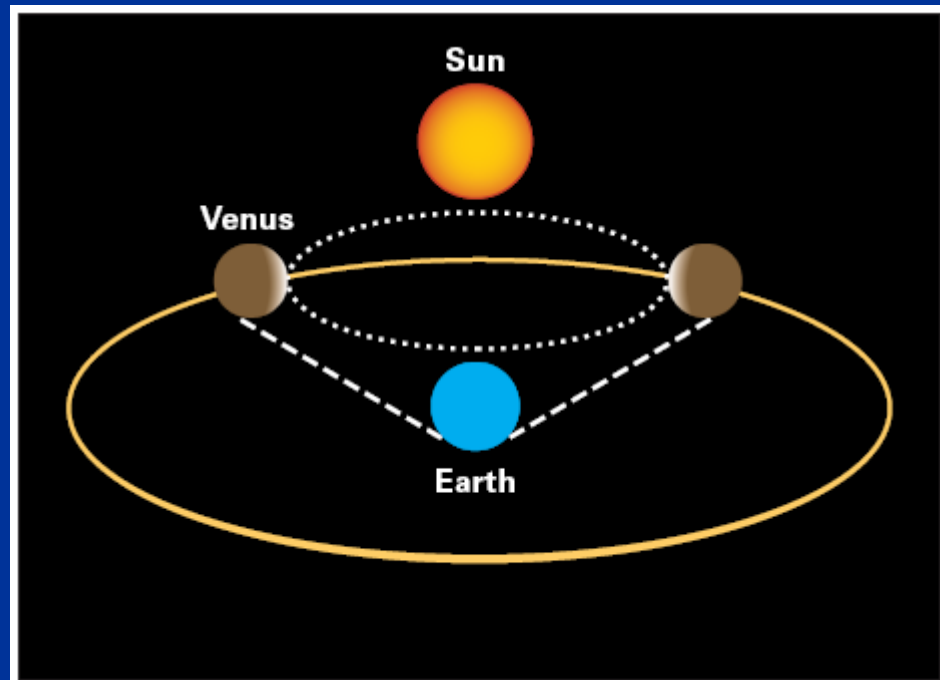
# 6 Ptolemaioksen mallin kaatuminen: Galileo Galilei

- Vuonna 1610 hän julkaisi kaukoputkellaan tekemänsä havainnot:
  - tähtiä oli paljon enemmän kuin mitä pystyi näkemään paljain silmin
  - Linnunrata sisälsi lukuisia yksittäisiä tähtiä
  - Vuoria, kraattereita ja tummia kuun "meriä" Kuussa
  - 4 pientä kappaletta, jotka kiertävät Jupiteria (tämä osoitti, että kaikki kappaleet eivät pyöri maapallon ympäri)
  - Lisäksi 4 kuuta ei "jäänyt jälkeen" Jupiterin liikkuesssa, mikä viittaa siihen, että Maan pitäisi käyttäytyä samalla tavalla jättämättä kohteita taakseen.



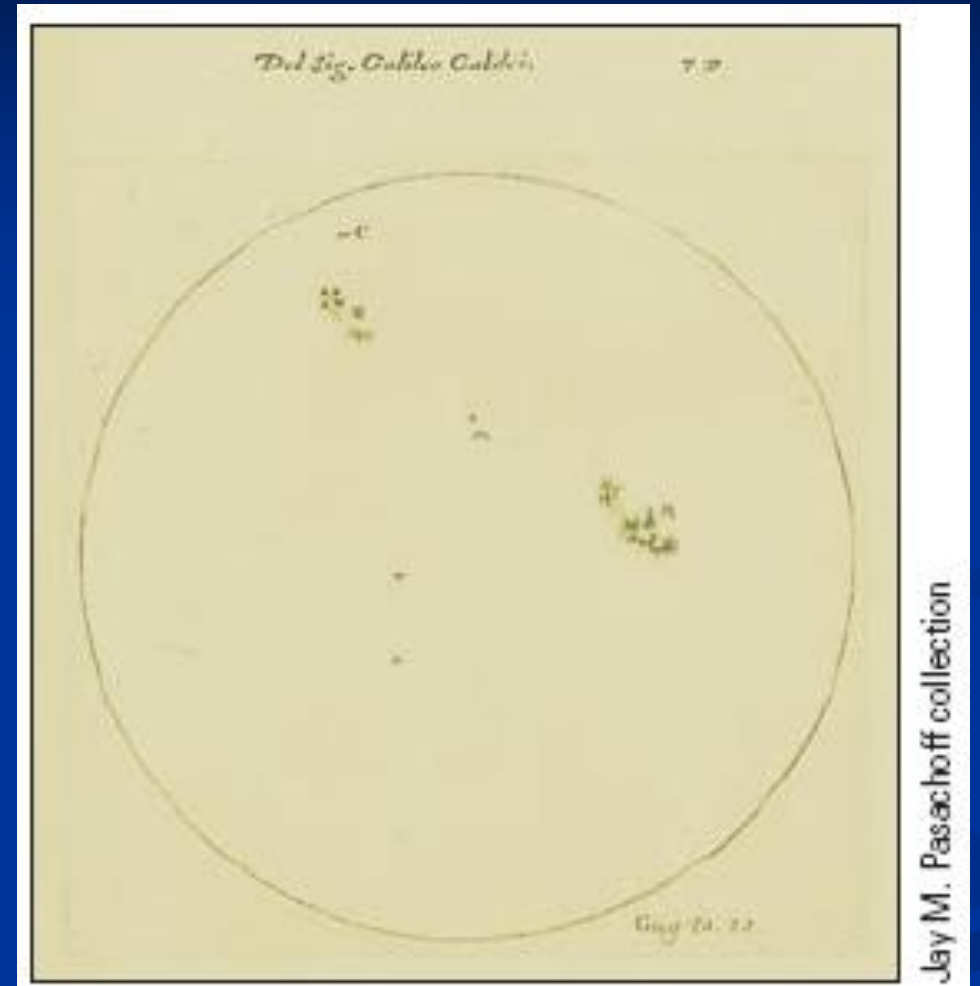
# 6 Ptolemaioksen mallin kaatuminen: Galileo Galilei

- Galileo havaitsi myös, että Venuksella näkyi kaikki vaiheet ja tätä ei voitu selittää Ptolemaioksen järjestelmällä.



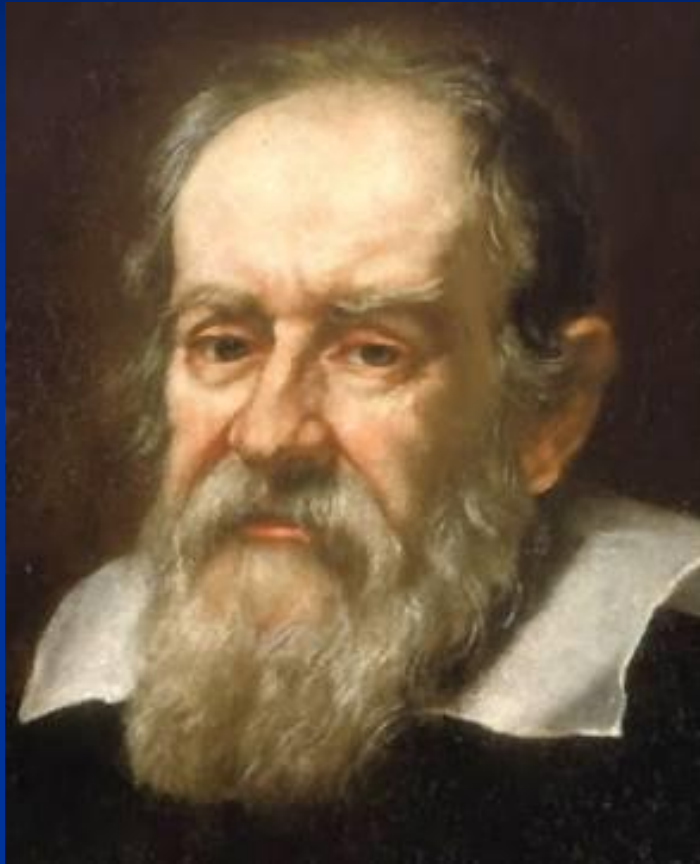
# 6 Ptolemaioksen mallin kaatuminen: Galileo Galilei

- Vuonna 1612 hän havaitsi auringonpilkut (todiste siitä, että taivaankappaleet eivät olleet täydellisiä) ja osoitti, että ne liikkuvat yhdessä auringon pinnalla.





## 6 Ptolemaioksen mallin kaatuminen: Galileo Galilei



Meidän aikakaudellamme, noin neljäsataa vuotta sen jälkeen, kun Galileo teki löytönsä, ja yli neljäsataa vuotta sen jälkeen, kun hänen aikalaisensa Giordano Bruno poltettiin roviolla osittain sen vuoksi, että hän oli visioinut muita maailmoja aurinkokuntamme ulkopuolella, kirkon ja tiedemiesten välillä vallitsee rauha. Vatikaani esimerkiksi ylläpitää nykyaikaista observatoriota, jossa työskentelee useita arvostettuja tähtitieteilijöitä.



# 7 Jättiläisten hartioilla: Isaac Newton

- Vasta Isaac Newtonin 60 vuotta myöhemmin tekemän työn ansiosta ymmärrämme Keplerin empiiristen lakien taustalla olevan fysiikan.
- Newton syntyi Englannissa vuonna 1642, samana vuonna kuin Galilei kuoli.
- Hän oli aikansa suurin tiedemies:
  - Hän työskenteli optiikan parissa.
  - Hän keksi peilikaukoputken
  - Hän havaitsi näkyvän valon hajoamisen spektriiksi.
  - Mutta vielä tärkeämpää oli hänen työnsä liikkeen ja painovoiman parissa (jota varten hänen oli keksittävä differentiaali- ja integraalilaskenta)



# 7 Jättiläisten hartioilla: Isaac Newton

- *Principia* sisältää Newtonin kolme liikelakia.
- Ensimmäisen lain mukaan liikkeessä olevat kappaleet pyrkivät pysymään liikkeessä suorassa linjassa vakionopeudella, ellei niihin kohdistu ulkoista voimaa. Tämä on ns. inertialaki, jonka Galilei itse asiassa löysi.
- Toinen laki koskee voimaa, joka liittyy massan kiihtyvyyteen (nopeuden kasvuun). Suurempi voima saa saman massan kiihtymään enemmän ( $F = ma$ , jossa  $F$  on voima,  $m$  on massa ja  $a$  on kiihtyvyys).





# 7 Jättiläisten hartioilla: Isaac Newton

- Kolmas laki lausutaan usein seuraavasti:  
"Jokaista voimaa vastaa yhtä suuri ja vastakkainen voima." Rakettien liike on vain yksi monista prosesseista, joita tämä laki selittää.
- Principia sisältää myös painovoimalain. Yksi Newtonin painovoimalain sovellus on painon käsite.



# 7 Jättiläisten hartioilla: Isaac Newton

Yksi tieteen kuuluisimmista tarinoista on se, että omena putosi Newtonin päähän, mikä johti siihen, että hän löysi painovoiman käsitteen.

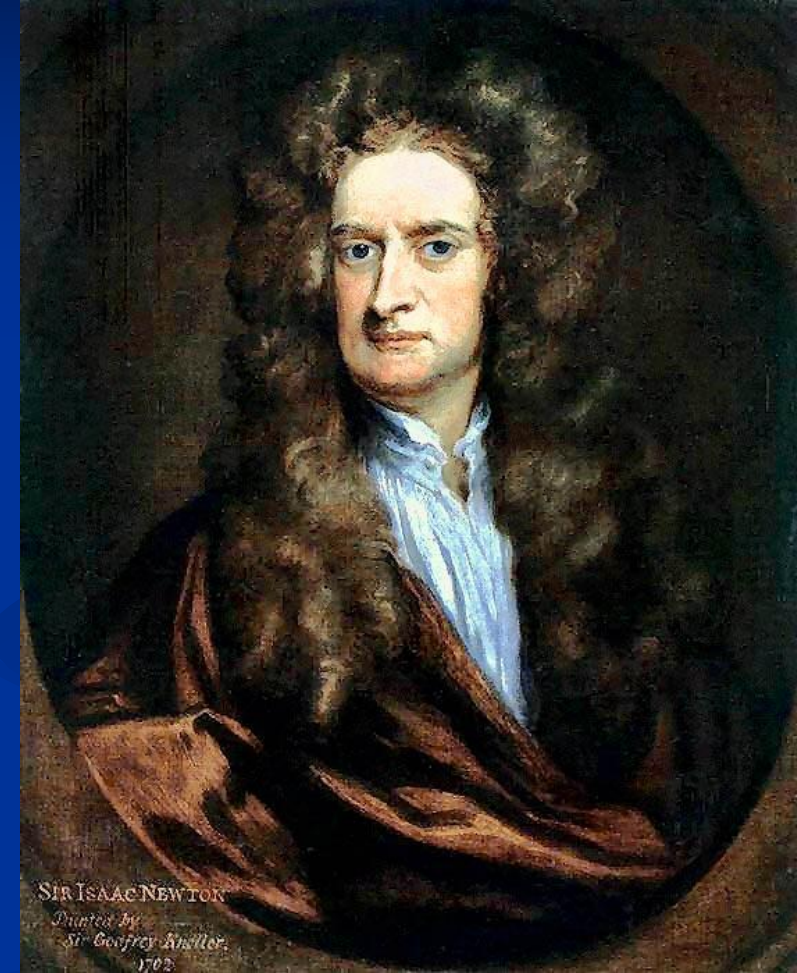
Vaikka omena ei pudonnutkaan Newtonin päähän, Newton itse kertoi vuosia myöhemmin tarinan, jonka mukaan hän näki omenan putoavan ja tajusi, että aivan kuten omena putoaa Maahan, Kuu putoaa kohti Maata ja liikkuu koko ajan poispäin meistä.

(Millä tahansa lyhyellä aikavälillä Kuun kulkema matka kohti Maata kompensoituu Kuun liikkeellä radallaan eteenpäin, ja tuloksena tästä on usein vakaa kiertorata, eikä törmäys Maan kanssa.)



# 7 Jättiläisten hartioilla: Isaac Newton

- Eräs Newtonin kuuluisa lause on: "**Jos olen nähnyt pidemmälle, niin seisomalla jättiläisten harteilla.**"



# Lisäkalvot





# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Babylon

Länsimaisen tähtitieteen juuret ovat Kaldeassa. Kaldealaiset käyttivät sijaintimerkinnöissä kuusikymmenjärjestelmää (joka on samanlainen kuin nykyinen kymmenjärjestelmä, mutta sen perusta on 60), mikä helpotti algebran ja aritmetiikan kehitystä. Tästä muinaisesta järjestelmästä on peräisin ympyrän jakaminen 360 asteeseen, tunnin jakaminen 60 minuuttiin ja näiden jakaminen 60 sekuntiin.

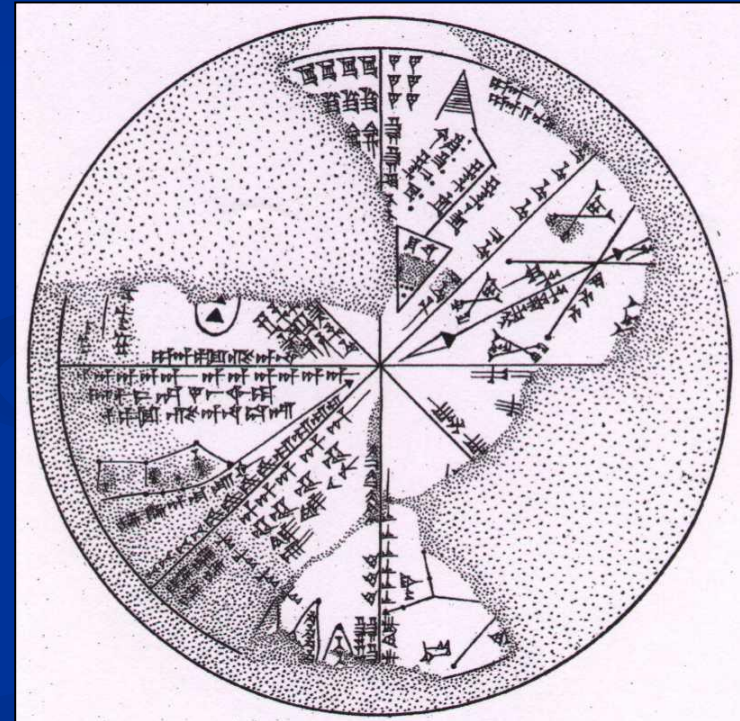
𐎶 1	𐎶𐎵 11	𐎶𐎵𐎶 21	𐎶𐎵𐎶𐎵 31	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 41	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 51
𐎶𐎶 2	𐎶𐎶𐎵 12	𐎶𐎶𐎶 22	𐎶𐎶𐎶𐎵 32	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 42	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 52
𐎶𐎶𐎶 3	𐎶𐎶𐎶𐎵 13	𐎶𐎶𐎶𐎶 23	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 33	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 43	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 53
𐎶𐎶𐎶𐎶 4	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 14	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 24	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 34	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 44	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 54
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 5	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 15	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 25	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 35	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 45	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 55
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 6	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 16	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 26	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 36	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 46	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 56
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 7	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 17	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 27	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 37	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 47	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 57
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 8	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 18	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 28	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 38	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 48	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 58
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 9	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 19	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 29	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 39	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 49	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 59
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 10	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 20	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 30	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 40	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 50	

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Babylon

Kaldealaiset tarkkailivat kuunpimennyksiä ja ehdottivat Saros-jaksoa ilmiöiden ennustamiseksi. Vaikka he käyttivät jaksoa vain kuunpimennyksiin, sitä voidaan käyttää myös auringonpimennysten ennustamiseen.



Kirje kuningas Asurbanipalille, jossa kuunpimennys kuvataan yksityiskohtaisesti.



Planisfääri, "Ninive Library of Assurbanipal" (800 eKr.)

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Babylon

## Kaldealaisten tuntemat viisi planeettaa



Nimi	Merkitys	Planeetta
Neberu	kääntöpiste/nivel	Jupiter
Delebat	se joka loistaa	Venus
Sithu, Ishtar	loikkija	Merkurius
Kayamanu	pysyvä	Saturnus
Salbatanu	punertunut	Mars



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Egypti



**Taivaanjumalatar  
Nut peittää Gebin,  
maan jumalan.**

**Nut muodostaa  
maan ja taivaan,  
kuolleen maailman,  
välisen rajan.**



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Egypti

Egyptiläiset huomasivat, että kun Sirius (nimeltään Sotis) nousi juuri ennen Aurinkoa (heliaak), tämä tapahtui samaan aikaan Niilin tulvimisen kanssa. Autiomaasta tuli hedelmällinen, ja tästä syystä Sirius on yhdistetty hedelmällisyyden jumalatar Isikseen.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Egypti

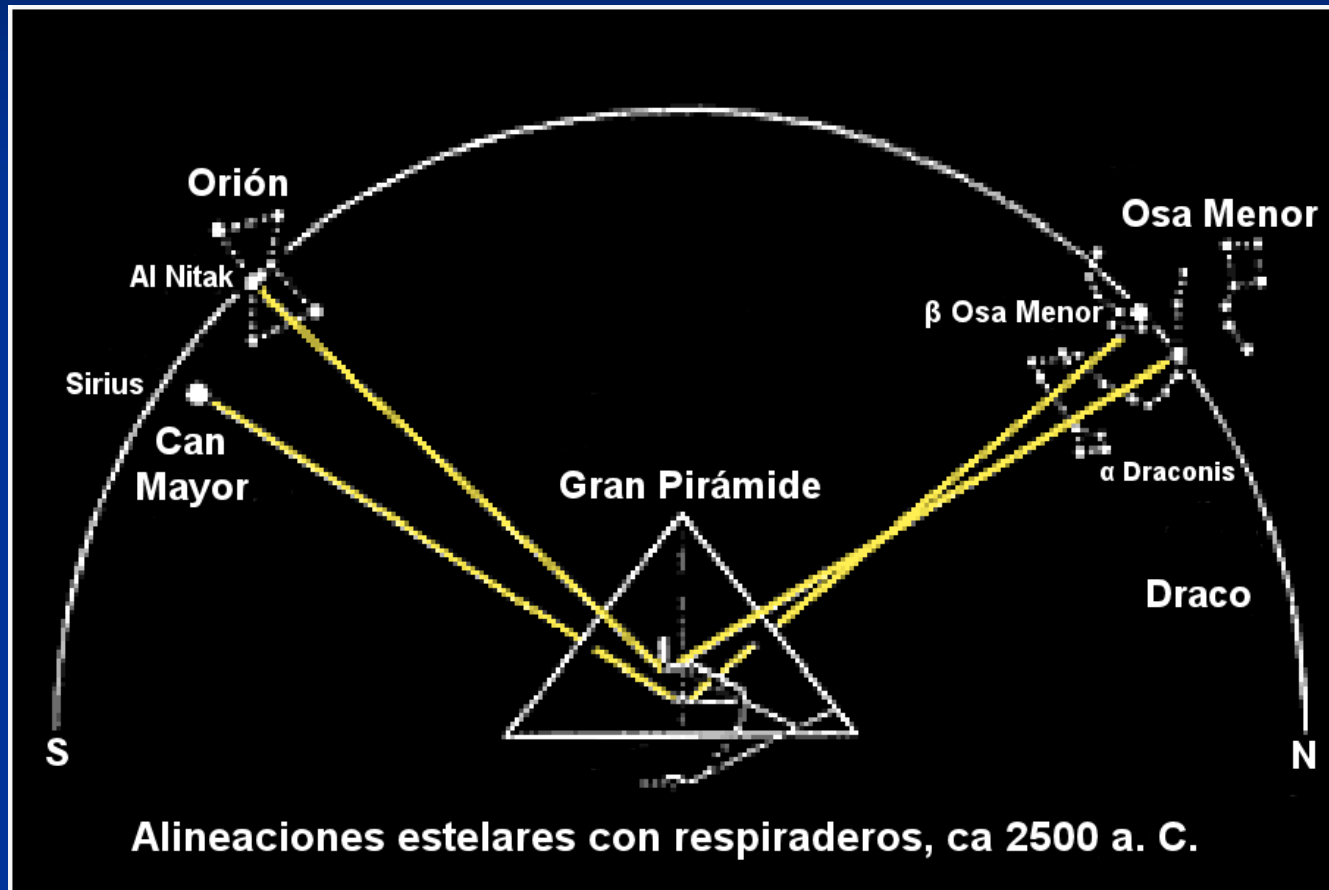


Helleenien ajan egyptiläiset tähtikuviot ovat Hathorin temppelin katolla Denderassa.

Suurin osa kuvioista on unohtunut, kuten krokotiili ja virtahepo.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Egypti



Rakennukset  
suunnattiin  
Auringon ja  
tähtien erityisten  
suuntien mukaan.

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Intia

Ensimmäinen tekstimuotoinen maininta tähtitieteen sisällöstä on Intian uskonnollisessa kirjallisuudessa (toinen vuosituhat eKr.).

Seuraavien vuosisatojen aikana useat intialaiset tähtitieteilijät tutkivat tähtitieteen eri alueita.

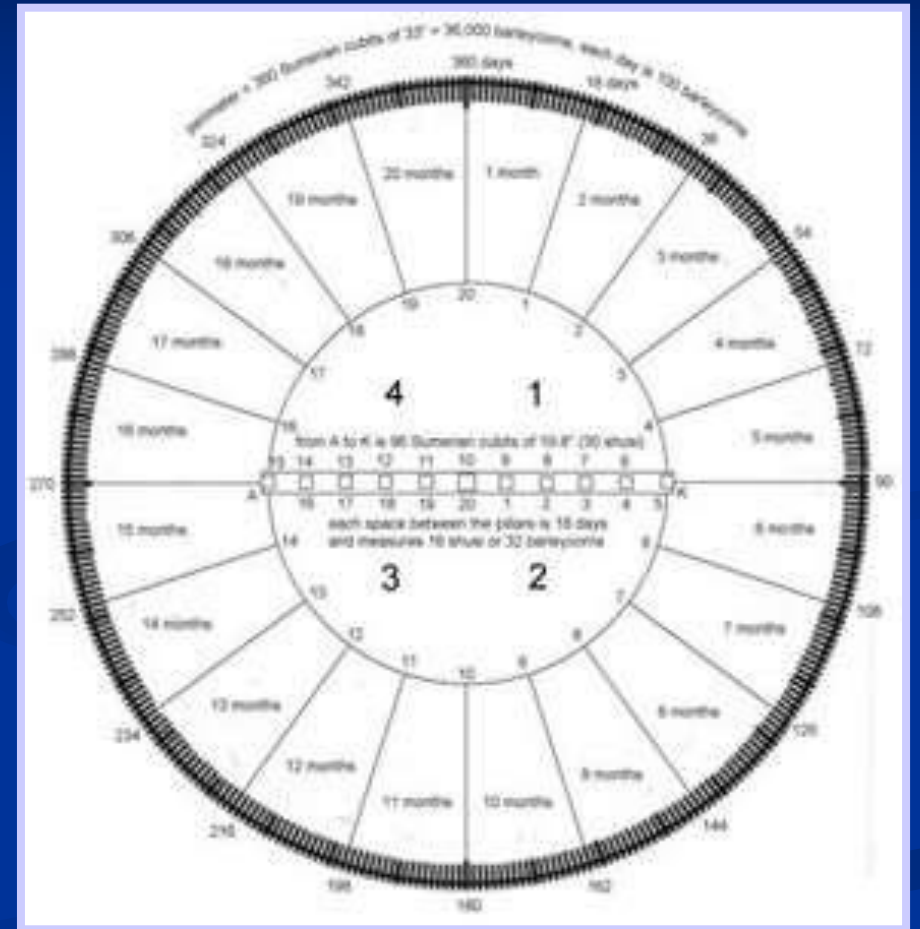




# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Intia

Muinaisina aikoina käytetty hindulainen kalenteri on kokenut monia muutoksia alueellistamisprosessin aikana, ja nykyään on olemassa useita Intian alueellisia kalentereita sekä Intian kansallinen kalenteri.

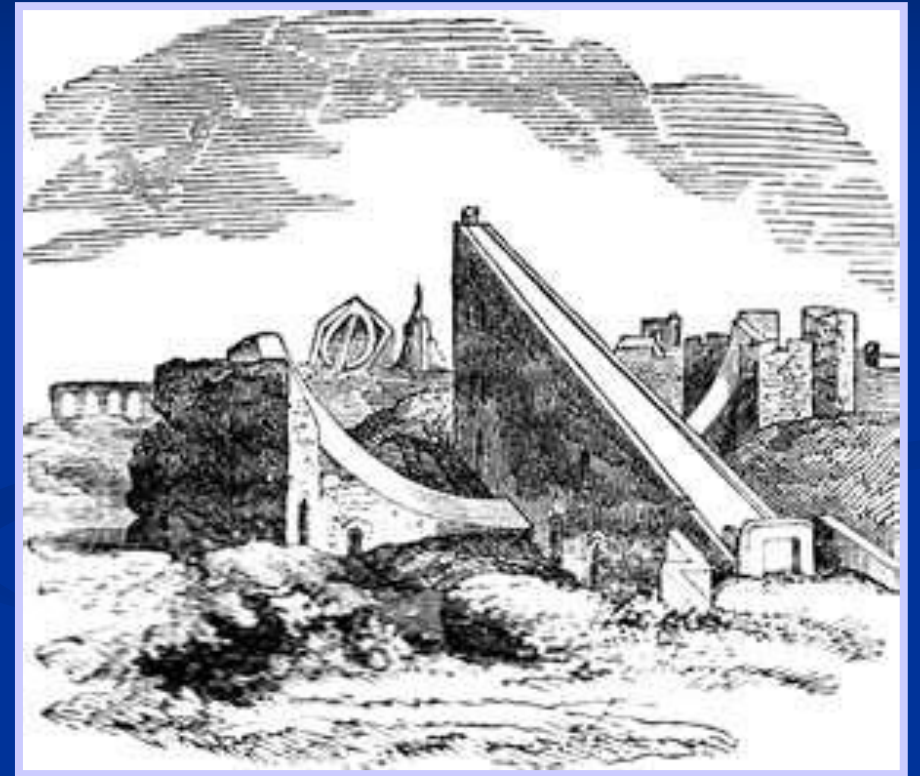
Hindukalenterissa päivä alkaa auringonnoususta. Se on osoitettu viidelle "ominaisuudelle", joita kutsutaan *angasiksi*.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Intia

Ekliptika on jaettu *27 nakshatraan*, joita kutsutaan, joko Kuun taloiksi tai asterismeiksi. Nämä kuvaavat Kuun kiertoa suhteessa kiintotähtiin, 27:stä  $27 \frac{3}{4}$  tuntiin, ja murto-osa kompensoidaan *28. nakshatralla*.

Nakshatra-laskenta näyttää olleen hyvin tiedossa jo Rigvedan aikaan. (toinen - ensimmäinen vuosituhat eKr.).



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Arabia



Islamilaisessa maailmassa, erityisesti islamilaisen kultakauden aikana (kahdeksasviidestoista vuosisata) tapahtunut tähtitieteellinen kehitys, joka on kirjoitettu arabiaksi.

Useimmat kirjoitettiin Lähi-idässä, Keski-Aasiassa, Al-Andaluksessa, Pohjois-Afrikassa ja myöhemmin Kaakkois-Aasiassa ja Intiassa.

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Arabia

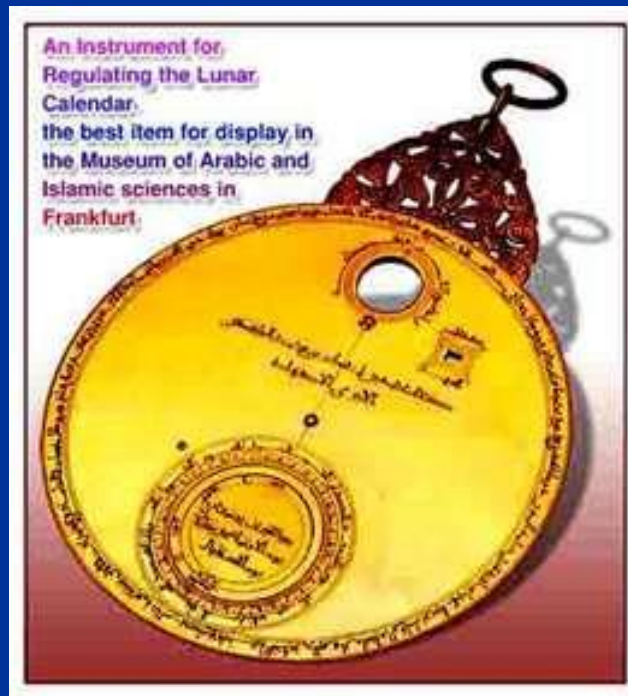


Ensimmäisiä Islamilaisten tekemiä järjestelmällisiä havaintoja tehtiin Al-Mamunin (786-833) suojeluksessa monissa observatorioissa Damaskoksesta Bagdadiin:

- mitattiin pituusasteita,
- määritettiin auringon parametreja,
- tehtiin yksityiskohtaisia havaintoja Auringosta, Kuusta ja planeetoista.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Arabia



Suuressa osassa taivaan tähdistä (esim. Aldebaran ja Altair) ja tähtitieteellisistä termeistä (esim. alidade (diopteriviivain), atsimuutti, almucantar) käytetään edelleen niiden arabialaisia nimiä.

Havaintovälineitä:

- Taivaanpallot
- Armillaaripallot
- Astrolabit
- Aurinkokellot
- Kvadrantit

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Mayat

Mayat olivat hyvin kiinnostuneita zeniittiajoista, eli ajasta, jolloin Aurinko kulkee suoraan taivaanlaen poikki.

Useimpien heidän kaupunkiensä leveyspiiri on Kravun käänköpiirin alapuolella, ja nämä zeniittiohitukset tapahtuivat kaksi kertaa vuodessa yhtä kaukana auringonseisauksesta.

Tätä suoraan Auringon yläpuolella olevaa sijaintia edustamassa mayoilla oli jumala nimeltä "Sukellusjumala".



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Mayat

Venus oli mayoille tärkein tähtitieteellinen kohde, jopa tärkeämpi kuin Aurinko.



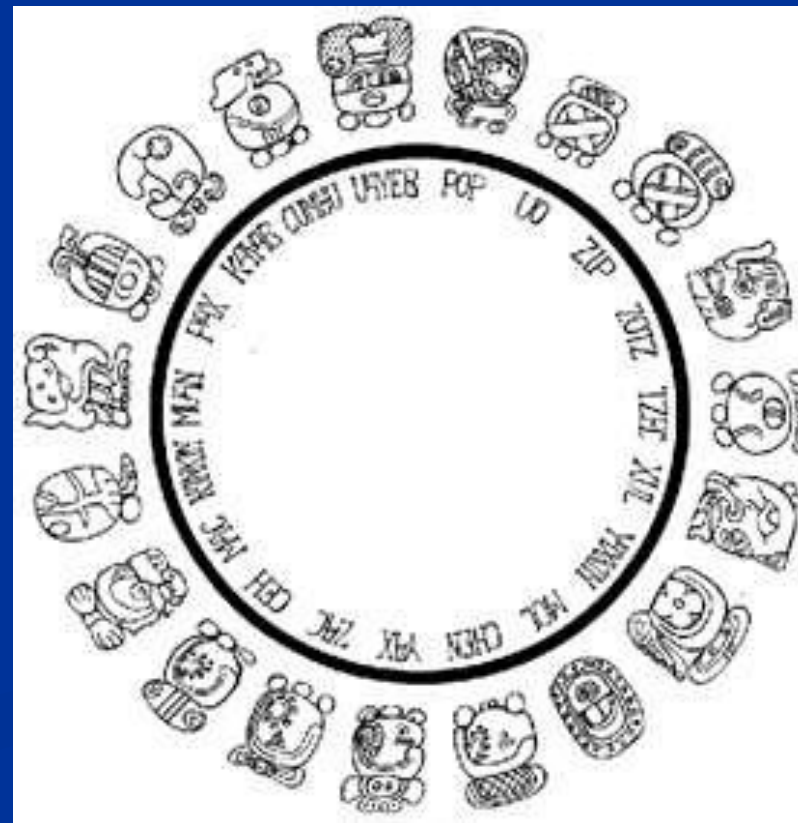
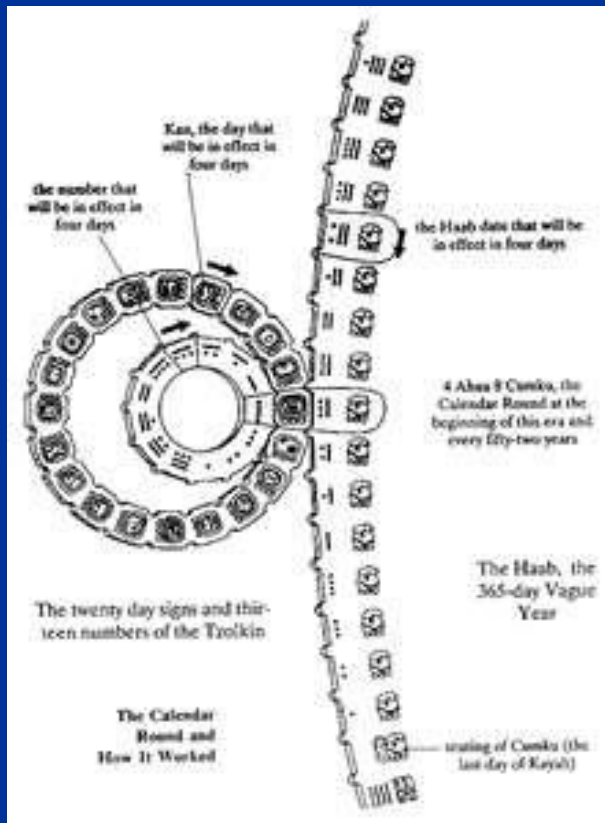
Mayojen sivilisaatio vaikuttaa olevan ainoa kaukoputkia edeltävä sivilisaatio, joka on havainnut Orionin tähtisumun hajanaisena kohteena, eikä tähtimäisenä pisteenä.





# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Mayat

Maya-kalenteri on kalenteri- ja almanakkajärjestelmä, jota käytettiin prekolumbiaanisessa mayasivilisaatiossa ja joissakin nykyajan mayayhteisöissä Guatemalan ja Oaxacan ylängöillä Meksikossa.





# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Mayat

Vaikka mesoamerikkalainen kalenteri ei ollutkaan mayojen itse keksimä, heidän myöhemmät laajennuksensa ja parannuksensa olivat kaikkein kehittyneimpiä.

Yhdessä atsteekkien kalentereiden kanssa mayojen kalenterit ovat parhaiten dokumentoituja ja kattavimpia.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Atsteekit



Meksikon laakso on ollut atsteekkien sivilisaation sydän 1300-luvulta lähtien.

Atsteekit olivat Keski-Meksikon etnisiä ryhmiä, erityisesti niitä ryhmiä, jotka puhuivat Nahuatl-kieltä, joka hallitsi suurta osaa Mesoamerikasta 1300-, 1400- ja 1500-luvuilla. Tämä on ajanjakso, joka tunnetaan Mesoamerikan kronologiassa viimeisenä jälkiklassisena ajanjaksona.





# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Atsteekit

Atsteekkien kalenteri on vanhin monoliitti, joka on säilynyt esihispaanisesta kulttuurista. (n. 1479).



Kalenteri on ympyränmuotoinen, ja siinä on neljä samankeskeistä ympyrää. Keskellä on Tonatiuhin (auringonjumala) kasvot, jolla on veitsi suussaan. Neljää aurinkoa tai aikaisempaa aikakautta edustavat neliönmuotoiset hahmot, jotka reunustavat keskimmäistä aurinkoa. Ulompi ympyrä koostuu 20 alueesta, jotka edustavat kunkin atsteekkien kalenteriin kuuluneen 18 kuukauden päiviä. Täydentääkseen aurinkovuoden 365 päivää atsteekit sisällyttivät siihen viisi kohtalokasta päivää eli nemontemia..

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Atsteekit



Atsteekit ryhmittelivät kirkkaat tähdet tähtikuvioiksi: Mamalhuaztli (Orionin vyö), Tianquiztli (Plejadit), Citlaltlachtli (Kaksoset), Citlalcolotl (skorpioni) ja Xonecuilli (Pieni kuperkeikka tai Etelän risti) jne.

Komeettoja kutsuttiin "savuaviksi tähdiksi".





# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Inkat



Inkojen sivilisaatio on esikolumbianaaninen Andien ryhmä. Sivilisaatio alkaa 1300-luvun alussa Cuzcon altaasta Perussa ja ulottuu sitten Tyynen valtameren ja Andien varrelle kattaen Etelä-Amerikan länsiosan.

Suurimmillaan se ulottuu Kolumbiasta Argentiinaan ja Chileen, Ecuadorin, Perun ja Bolivian kautta.

## 8 Tähtitieteen lähtökohta: Inkat

Inkat käyttivät aurinkokalenteria maatalouteen ja kuukalenteria uskonnollisiin juhlapyhiin.



Espanjan valloittajien aikakirjojen mukaan Cuzcon laitamalla oli suuri julkinen kalenteri, joka koostui 12:sta 5 metrin pituisesta pilarista, jotka näkyivät hyvin kaukaa. Sen avulla ihmiset pystyivät määrittämään päivämäärän.

He juhlivat kahta suurta juhlaa, Inti Raymia ja Capac Raymia, kesäpäivänseisausta ja talvipäivänseisausta.



## 8 Tähtitieteen lähtökohta: Inkat



Inkat pitivät kuningastaan Sapa Incaa "auringon poikana".

Suurimmat kaupungit piirrettiin taivaanrannan linjausten mukaisesti käyttäen kardinaalipisteitä.

He tunnistivat Linnunradan eri tummat alueet tai tummat tähtisumut eläimiksi, "pimeiksi tähtikuvioiksi", ja yhdistivät niiden ilmestymisen kausittaisiin sateisiin.



## 8 Tähtitieteen lähtökohta: Inkat

Tähdistöt, Yutu, yksi pimeistä tähdistöistä, ja Taivaan liekki, olivat inkojen käytössä vuodenaikojen ja tapahtumien taustalla merkitsemässä pyhiä tapahtumia.

*Esim: Muinaisessa Perussa uhrit ja mustan väriset tulet ajoitettiin huhti- ja lokakuulle, jolloin "taivaan liekin silmät" "Alfa ja Beta Centauri" olivat vastakkain ja lähellä Aurinkoa.*





# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Kiina



Kiinalaisia voidaan pitää kaikkein pitkäjänteisimpinä ja tarkimpina taivaanilmiöiden tarkkailijoina ennen arabeja.

Tähtitieteellisiä havaintoja alettiin kirjata yksityiskohtaisesti 4. vuosisadalla eaa. Intian tähtitieteen vaikutusta saapui Kiinaan buddhalaisuuden leviämisen myötä Later Han-dynastian aikana (25-220 jKr.), mutta yksityiskohtaisempi intialaisen tähtitieteellisen ajattelun omaksuminen tapahtui Tang-dynastian aikana (618-907).

# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Kiina

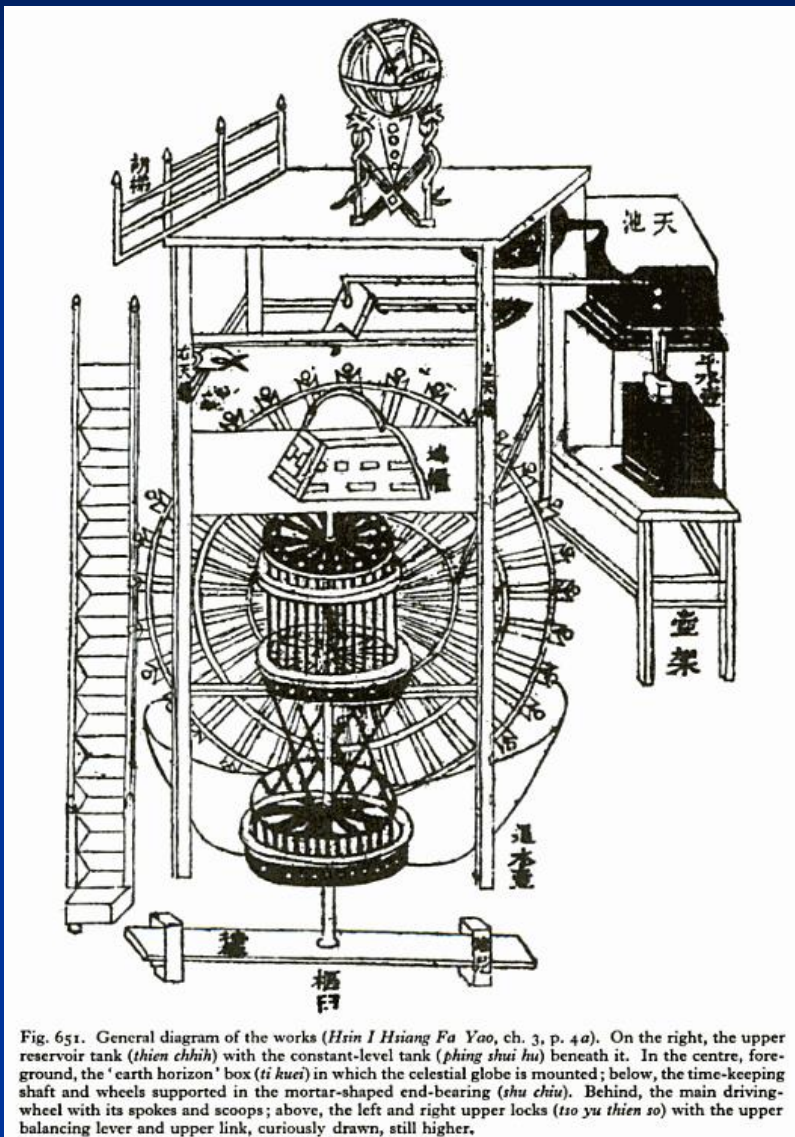


Fig. 651. General diagram of the works (*Hsin I Hsiang Fa Yao*, ch. 3, p. 4a). On the right, the upper reservoir tank (*thien chih*) with the constant-level tank (*ping shui hu*) beneath it. In the centre, foreground, the 'earth horizon' box (*ti kuei*) in which the celestial globe is mounted; below, the time-keeping shaft and wheels supported in the mortar-shaped end-bearing (*shu chiu*). Behind, the main driving-wheel with its spokes and scoops; above, the left and right upper locks (*tsu yu thien so*) with the upper balancing lever and upper link, curiously drawn, still higher.

Tähtitiede elvytettiin maailmankäsityksen ja länsimaisen teknologian innoittamana sen jälkeen, kun jesuiitat aloittivat lähetystyön 1500-luvulla.

## Havaintovälineet

- Armillaaripallo
- Taivaanpallo
- Vesivoimalla toimivat taivaan- ja armillaaripallot

Kaukoputket tulivat käyttöön 1600-luvulla.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Kiina



- Kiinalainen tiedemies Shen Kuo (1031-1095) oli ensimmäinen, joka:
- kuvasi magneettisen kompassineulan toiminnan
  - teki tarkan mittauksen napatähden ja todellisen pohjoisen välisestä etäisyydestä navigointia ajatellen.



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Kiina



Shen Kuo ja Wei Pu tekivät viiden peräkkäisen vuoden aikana tähtitiedeprojektin, joka pystyi kilpailemaan Tycho Brahen havaintojen kanssa.



Tätä hanketta varten he mittasivat myös planeettojen tarkat koordinaatit tähtikarttaan ja loivat teorioita planeettojen liikkeistä, mukaan lukien takaperoinen liike.

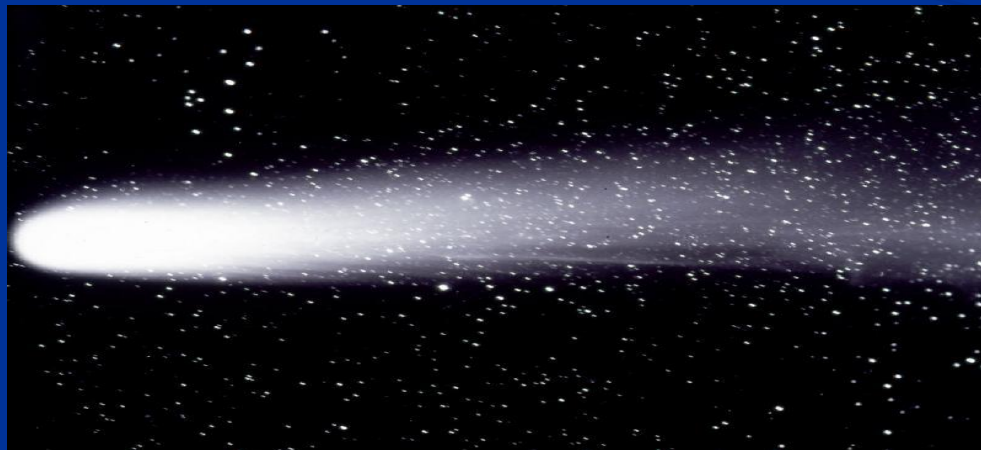




# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Kiina

Kiinalainen tähtitiede keskittyi havainnointiin. He olivat keränneet tietoja vuodesta 4000 eKr. lähtien, mukaan lukien supernovaräjähdykset, pimennykset ja komeettojen ilmestymiset.

- vuonna 2100 eaa. he merkitsivät auringonpimennyksen
- vuonna 1200 eaa. he kuvasivat auringonpilkkuja ja kutsuivat niitä auringon "*tummiksi pisteiksi*"
- vuonna 532 eaa. he kirjasivat *supernovan* ilmestymisen Kotkan tähdistöön
- he havaitsivat Halleyyn komeetan vuonna 240 ja 164 eKr



# 8 Tähtitieteen lähtökohta: Kiina

## Muita havaintoja:

- he huomasivat, että tasauspisteiden paikka tähtitaivaan suhteen muuttuu asteen 50 vuodessa
- he havaitsivat, että komeettojen pyrstöt osoittavat aina vastakkaiseen suuntaan auringon asemaan nähden

- vuonna 1006 jKr. he havaitsivat niin kirkkaan supernovan ilmestymisen, että se näkyi päivälläkin
- vuonna 1054 he havaitsivat supernovaräjähdyksen, joka myöhemmin synnytti nykyisin havaittavan *Rapusunun*



**Kiitos, että olit mukana!**