

Znaš li zapovijed što vlada nebesima?

Možeš li postaviti njihova pravila na Zemlji ?

Knjiga o Jobu



*Mjerih nebesa, sada sjene mjerim.
Um mi visinama težaše,
tijelo na Zemlji prikovano osta.*

Johannes Kepler (1571-1630)

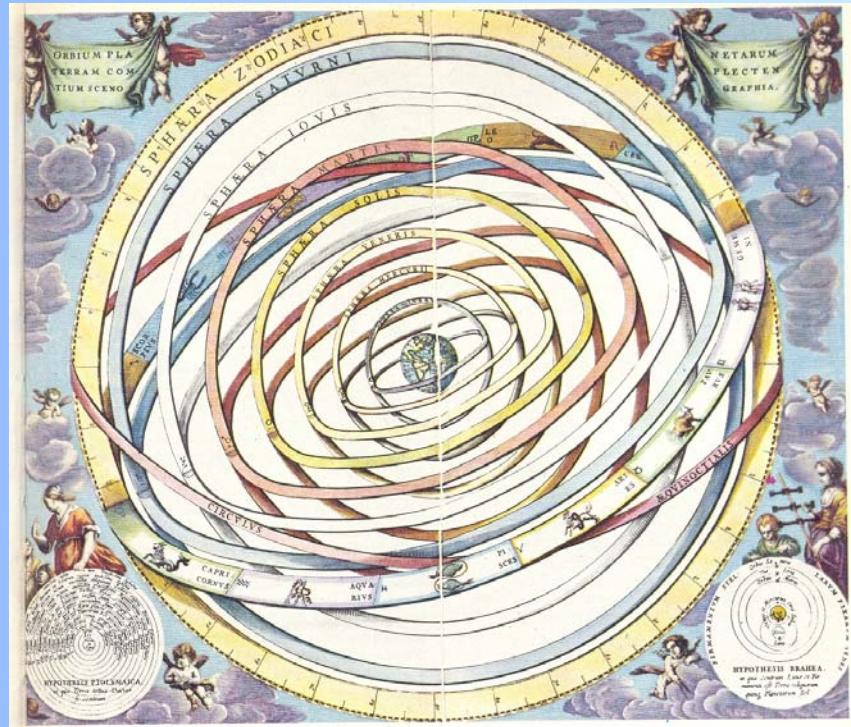
epitaf za vlastiti grob

Predkeplerianske slike svijeta



Ptolemej

Zemlja je u središtu svemira,
ve kruži oko nje (kružnice, epicikli)

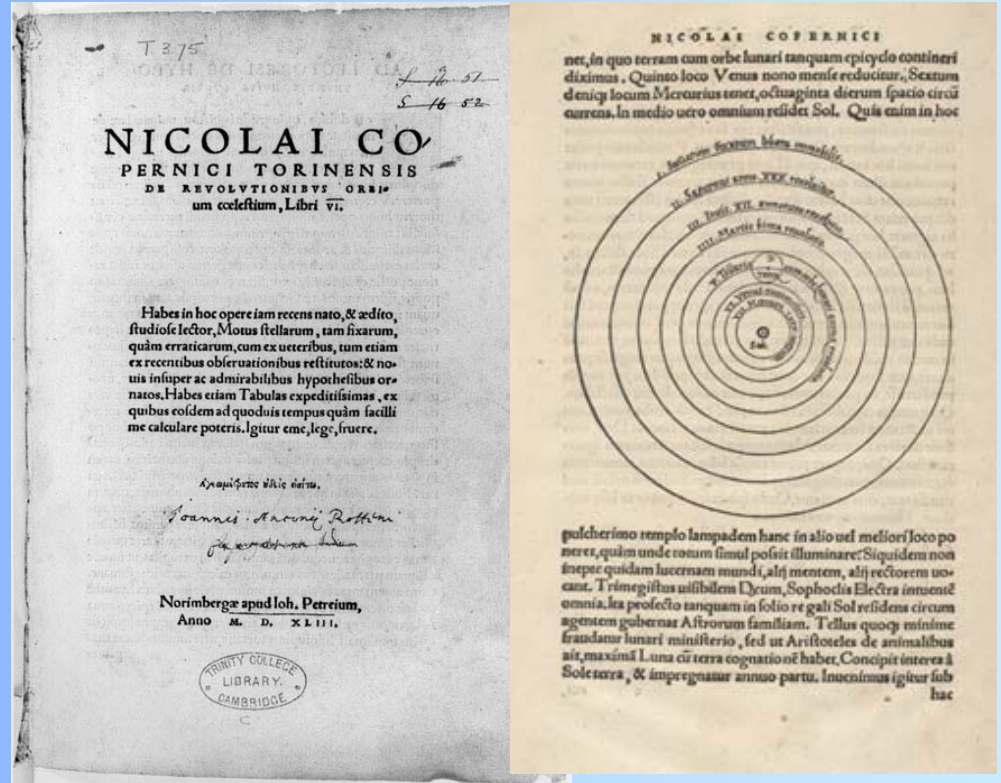


Predkeplerianske slike svijeta



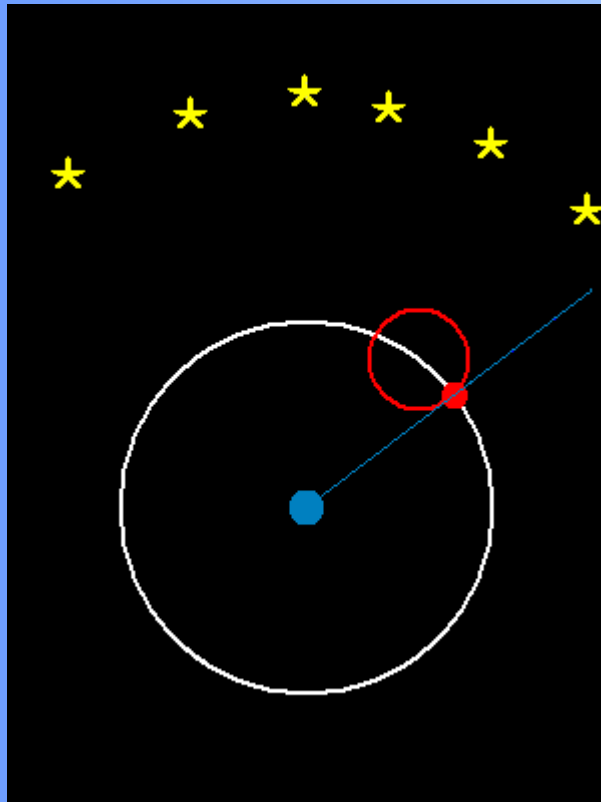
Kopernik

Sunce je u središtu svemira,
Zemlja ga obilazi (kružnice)

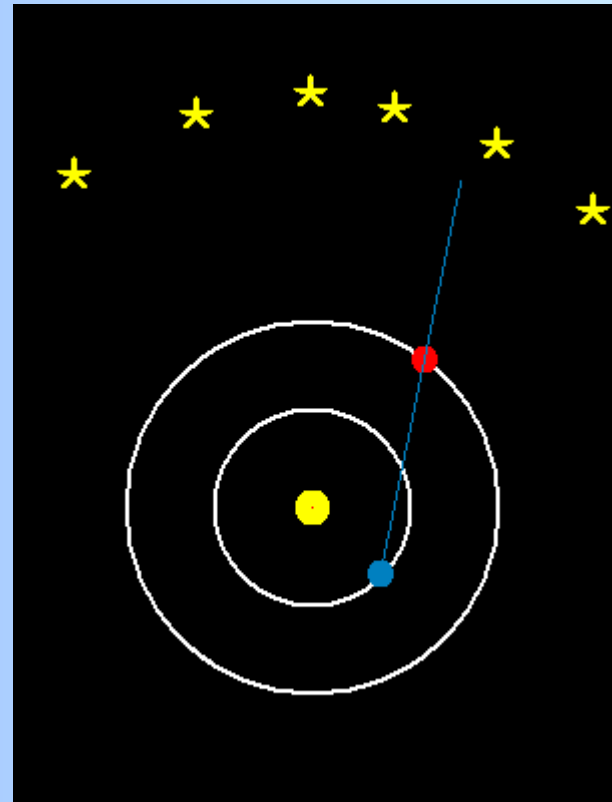


De revolutionibus orbium coelestium

Ptolomej



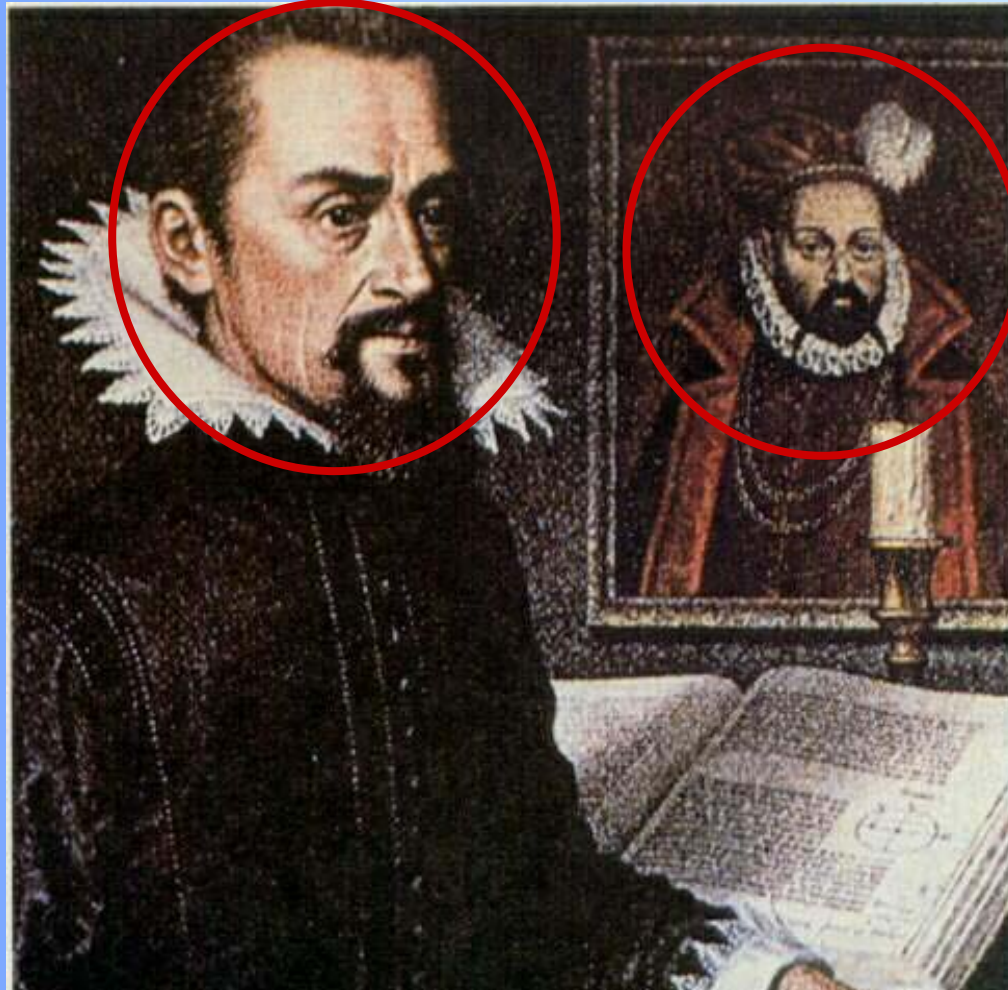
Kopernik



Retrogradno gibanje planeta

Bili jednom teoretičar i opažač...

Johannes Kepler
(1571-1630)



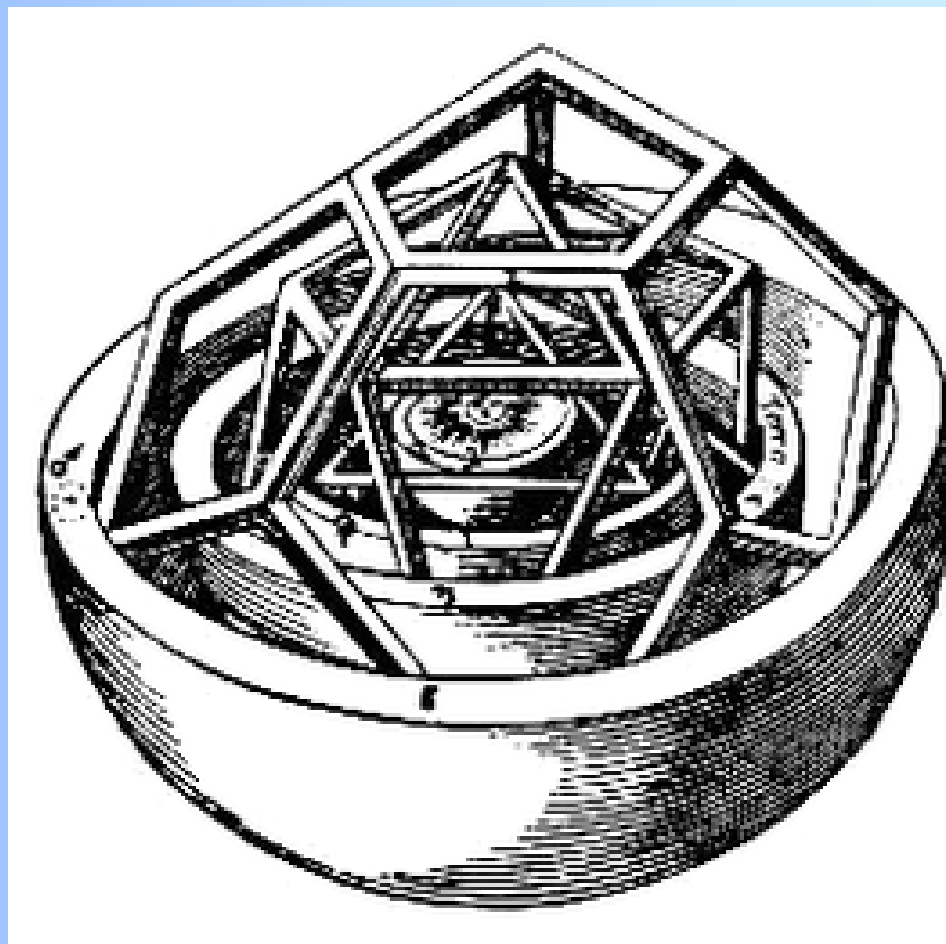
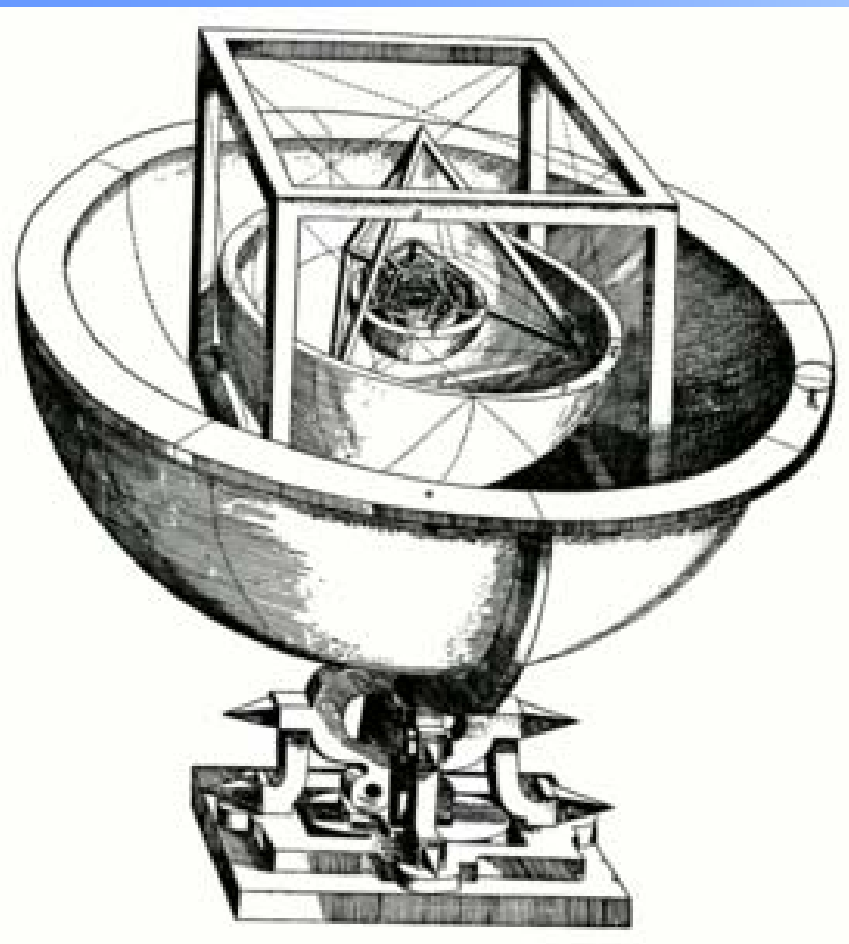
Tycho Brahe
(1546-1601)

Johannes Kepler (1571-1630)

siromašni njemački svećenik,
matematički genij

“Geometrija je sam Bog”





Kozmički misterij ili Kozmografska tajna,
Keplerovo djelo tiskano 1596. g.
5 poznatih planeta (M,V,M, J, S) - 5 Platonovih tijela

*Ne pitajmo se u kakve korisne svrhe pjevaju ptice, jer poj je pticama zadovoljstvo budući da su one stvorene da pjevaju. Isto tako, ne bi se trebalo pitati zašto se ljudski um muči da pronikne u tajne nebesa..
Raznovidnost pojava u prirodi toliko je velika, a riznice skrivene na nebesima toliko su bogate, da ljudski um nikada neće oskudjevati svježom hranom.*

*J. Kepler, *Mysterium Cosmographicum**

Tycho Brahe (1546-1601)

bogati danski plemić,
opažački genij

“Usredotoči se na Mars!”

*“Ne dopustite da ispadne
da sam živio uzalud”*

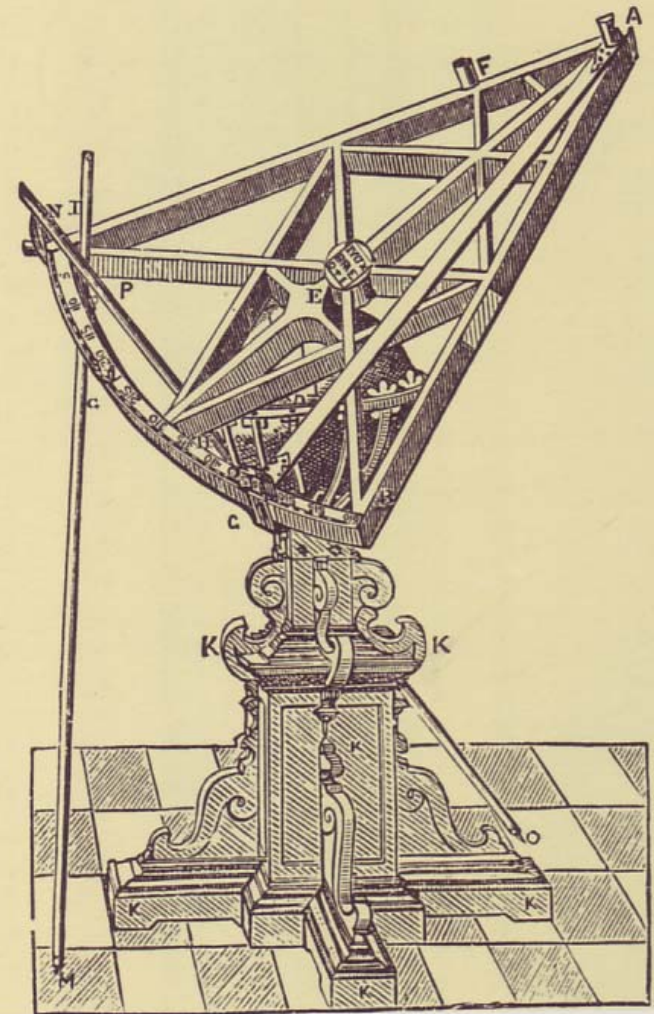




Shema Uraniborga

Sekstant za mjerenje
položaja zvijezde
iz doba
Tycha Brahea

SEXTANS ASTRONOMICVS
TRIGONICVS PRO DISTANTIIS
rimandis.



Sekstant za mjerenje kuta zvijezde iz Braheova doba; zbirka Braheovih instrumenata bila je gotovo sasvim uništena pri boju na Bijelom brdu 1620. na početku 30-godišnjeg rata.

ASTRONOMIA NOVA
ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΤΟΣ,
SEV
PHYSICA COELESTIS,
tradita commentariis
DE MOTIBVS STELLÆ
MARTIS,
Ex observationibus G. V.
TYCHONIS BRAHE:

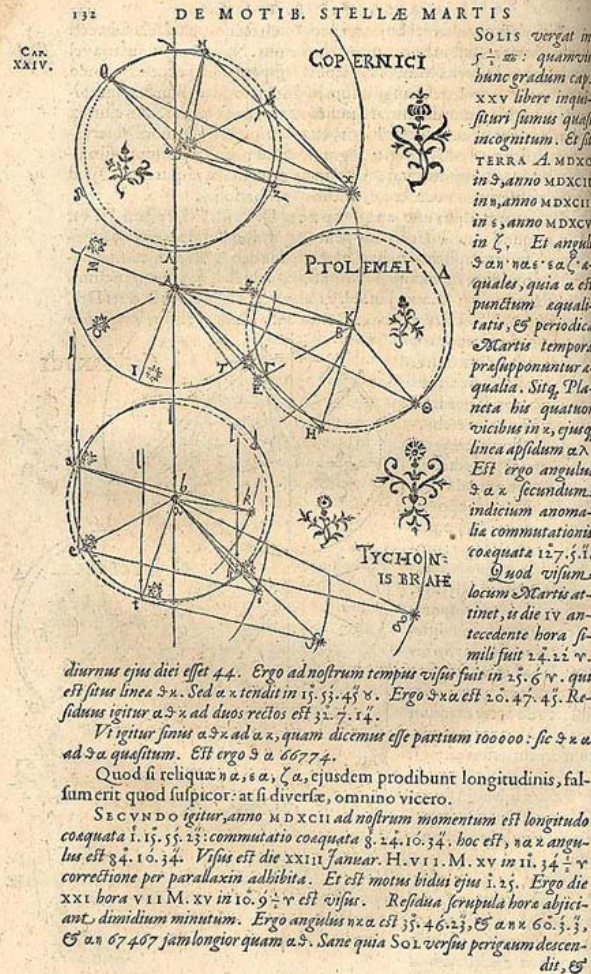
Jussu & sumptibus
RVDOLPHI II.
ROMANORVM
IMPERATORIS &c:



Plurium annorum pertinaci studio
elaborata Pragæ,

A St. C. M.^{us} S. Mathematico
JOANNE KEPLERO,

Cum ejusdem C. M.^{us} privilegio speciali
ANNO MDCII Dionysianæ clō Io c ix.



.. ako vas zamara ovaj jednolični postupak..

Božja providnost podarila nam je u Tychu Braheu jednog tako marljivog promatrača da su njegovi podaci osudili ovaj... proračun s greškom koja iznosi čak osam minuta;

samo je potrebno da sada zahvalna uma prihvatimo ovaj Božji poklon

Da sam povjerovao da se tih osam minuta može zanemariti onda bih u skladu s tim i prekojio svoju hipotezu. No budući da ih je bilo nemoguće zanemariti, rečenih osam minuta pokazalo je put do potpune reforme astronomije...

J. Kepler

(Kutni Mjesečev promjer sa Zemlje $0.5^{\circ}=30'$)

.. Apolonijeve kružnice..

..istina prirode koju sam stalno odbacivao i tjerao
tajno se provukla na mala vrata prerusivši se da bi
bila prihvaćena..

Ah kakva sam glupa tikva bio..

J.Kepler

Harmonice mundi, 1619.

J. Kepler

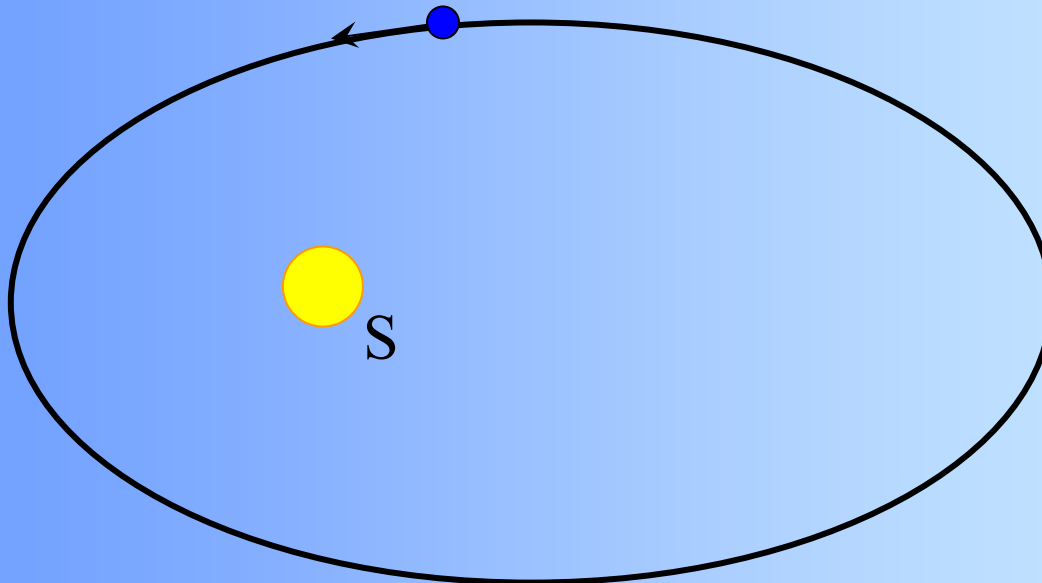


Kepler i Brahe, spomenik u Pragu

1. Keplerov zakon

zakon putanja

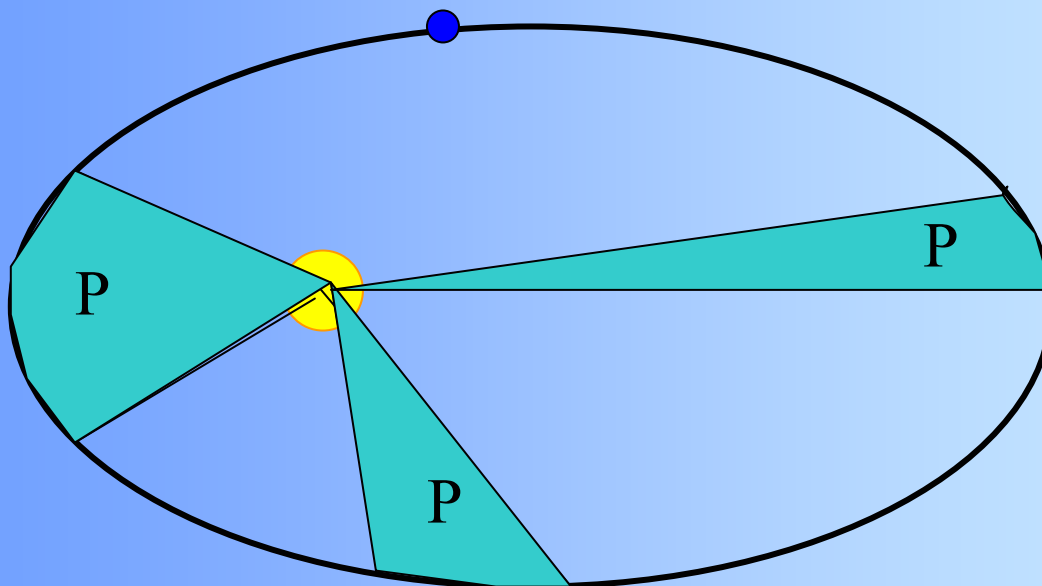
*Planeti se oko Sunca gibaju po ELIPSAMA,
Sunce je u jednom od NJEZINIH žarišta.*



2. Keplerov zakon

zakon površina

Spojnica Sunce-planet u jednakim vremenskim razmacima prebriše jednake površine.



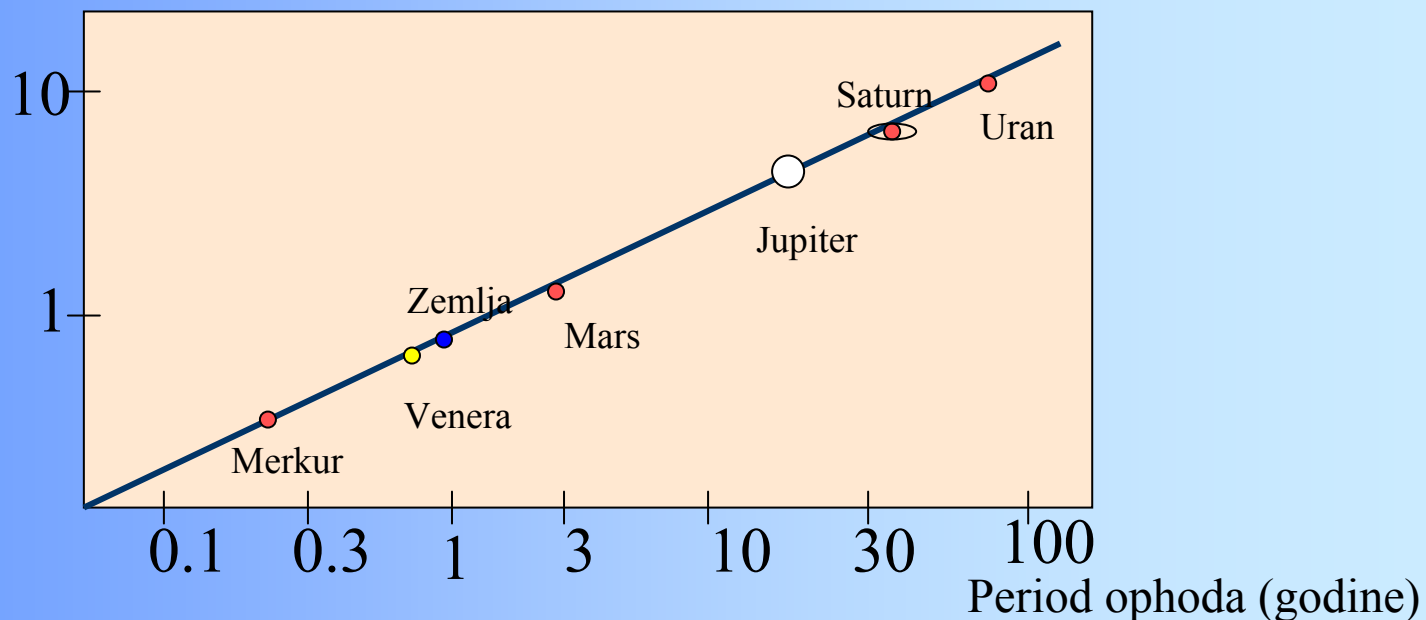
3. Keplerov zakon

zakon perioda

Kvadrat perioda planeta razmjeran je kubu srednje udaljenosti planeta od Sunca.

$$T^2 \sim r^3$$

polumjer staze
(zemljin polumjer)



O prvom ...

Posljedica je činjenice da gravitacijska sila $F_g \sim 1/r^2$

Ekscentricitet elipsa u sunčevom sustavu...

O drugom...

Kutna količina gibanja tijela u sustavu centralne sile je održana.

Kutna količina gibanja $\vec{L}$ definira se za tijelo mase m , brzine $\vec{v}$, koje kruži po radijusu r izrazom:

$$\vec{L} = \vec{r} \times m\vec{v}$$

...blizu Sunca planet ubrzava, dalje od Sunca usporava.

O trećem...

za vrtnju planeta (F_{cp}) odgovorna gravitacijska sila F_g

$$F_g = F_{cp} \quad \text{to jest} \quad G \frac{mM_o}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \quad \text{pa je dakle} \quad v = \sqrt{\frac{GM_o}{r}}$$

m masa planeta, M_o masa Sunca, r srednja udaljenost planet-Sunce

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2r\pi}{T} \quad \text{iz} \quad v = v \text{ dobivamo}$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G} \frac{1}{M_o}$$

Što se sve može saznati o prometu ne izlazeći iz svojeg automobila...

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G} \frac{1}{M_o}$$

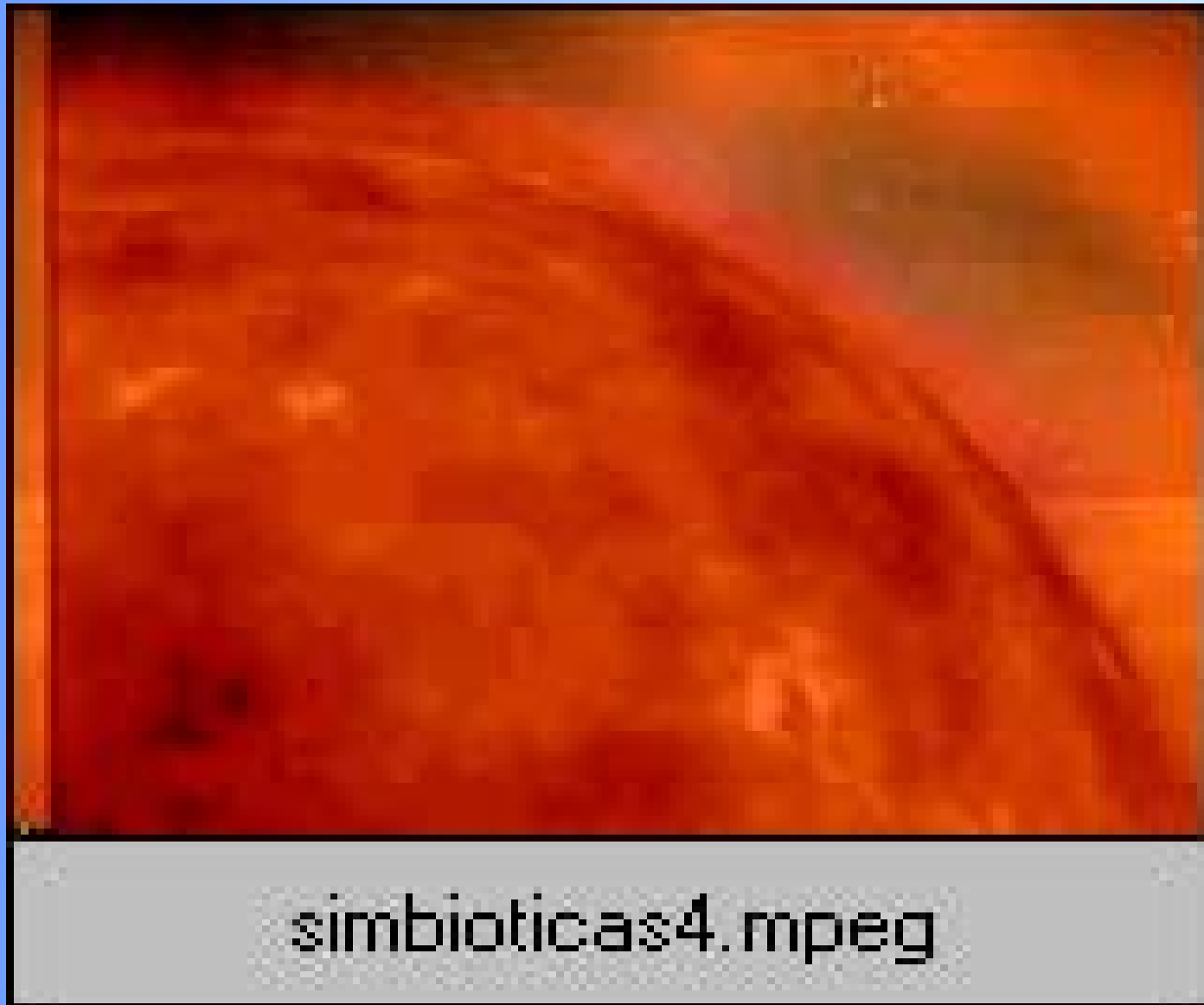
3KZ vrijedi za sve planetne sisteme, ne samo za Sunčev !

Važnost

Objasnili nebesku mehaniku

Ključ za formuliranje teorije gravitacije

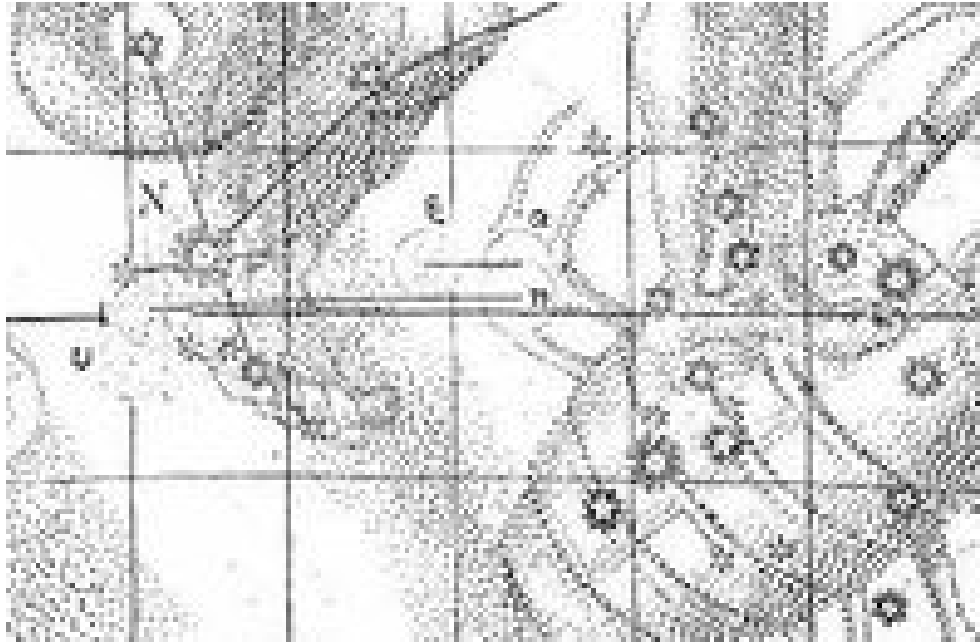
Veza sa Newtonovim zakonima gibanja i th. gravitacije



simbioticas4.mpeg

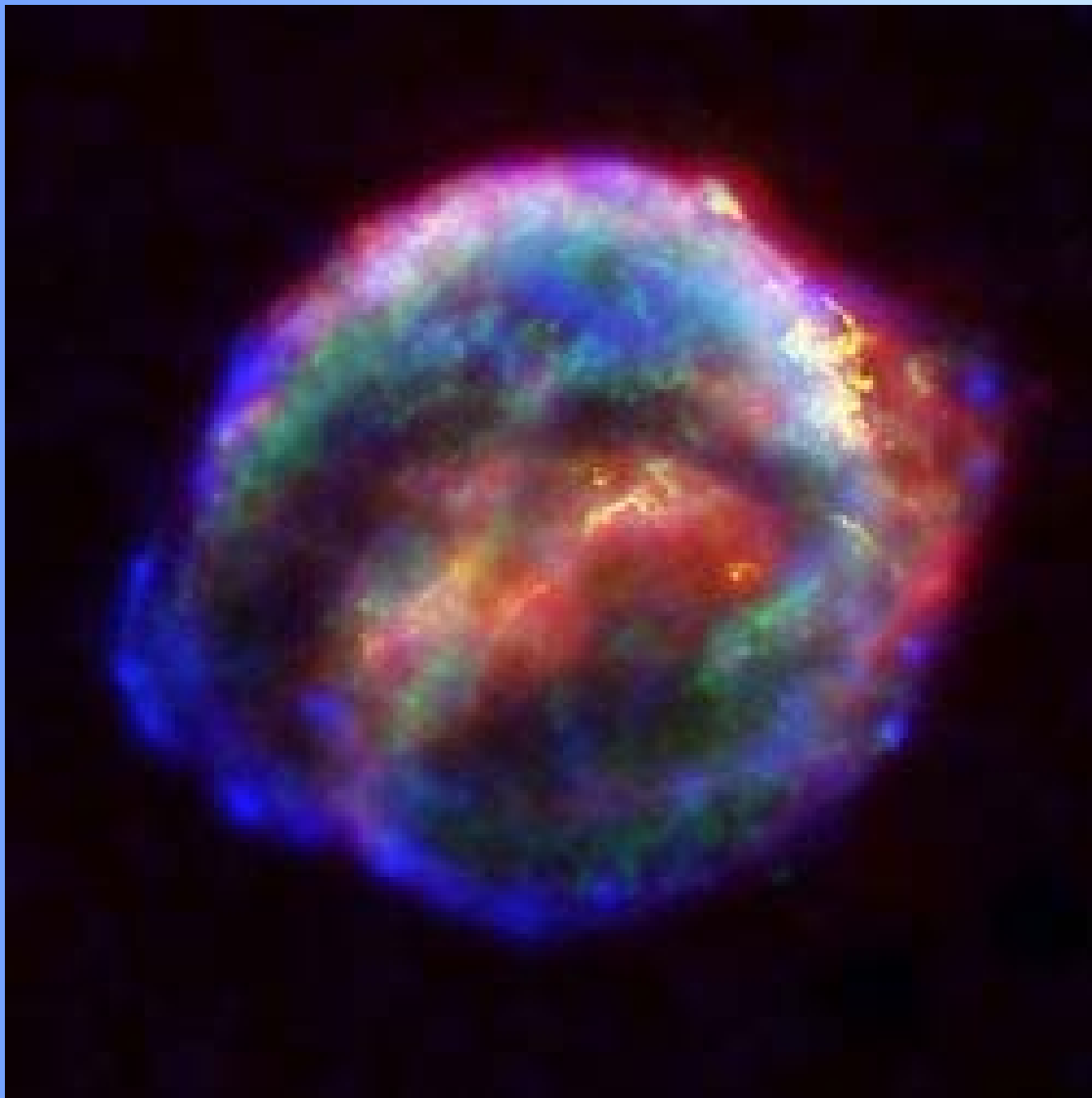


17.10. 1604 Kepler opaža supernovu u Zmijonoscu
Pojavu opisuje u djelu *De stella nova in pede Serpentarii*
“O novoj zvijezdi u stopalu Zmijonosca”

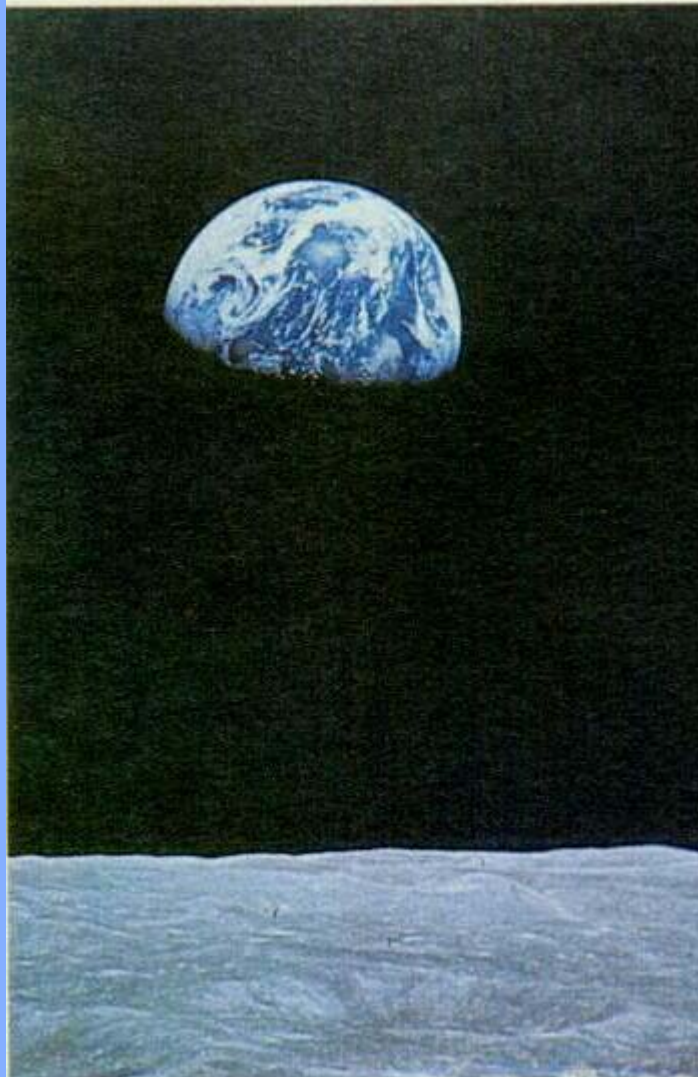


Skica iz knjige De stella nova...

..kasnije je imenovana Keplerovom zvijezdom ili SN 1604...



Današnja snimka
ostataka SN1604



Zemlja s Mjeseca: pogled kakvog je sanjao Kepler.

*Mjerih nebesa,
kada sjene mjerim.
Tm mi visinama težaše,
jelo na Zemlji
rikovano osta.*

*Johannes Kepler
(1571-1630)
pitaf za vlastiti grob*

Somnium...

...pročitajte i...

Sagan, Cosmos, str 50-68, Brahe i Kepler

Što tjera planete da se vrte oko Sunca ?

...u Keplerovo vrijeme neki su ljudi smatrali da iza planeta sjedi anđeo koji maše krilima i gura planet po stazi. Kasnije ćete vidjeti da to i nije tako daleko od istine - s tom razlikom što anđeli sjede drugačije okrenuti i guraju planet prema samom Suncu...

Feynman, Osobitosti...