



აგრეთვე ჭრუხინაშვილის ხეცვლამბის
ნაძიგის ხეცვლამბის ანაზღურსიძეძე

სამყაროს ევოლუცია

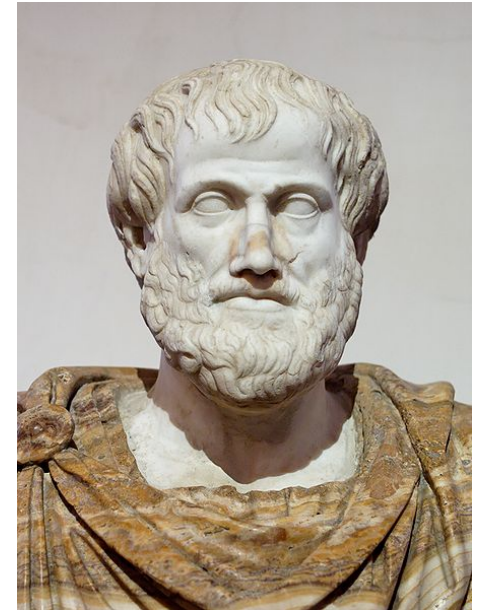
ლექცია 1

ადრეული წარმოდგენები სამყაროს შესახებ:
გეოცენტრული და ჰელიოცენტრული
სისტემები

ძველი ბერძნული ფილოსოფია

არისტოტელე (Aristoteles, 382–322BC)
(*პლატონის მსოფლმხედველობა*)

- 4 ელემენტი
(მიწა, წყალი, ჰაერი, ცეცხლი)
- ღვთიური ეთერი



ზეცა: იდეალური, უცვლელი და სამარადისო

ღამის ცის ბრუნვა

ჩრდილოეთ
პოლუსი

ბრუნვის ღერძის
პროექცია ცაზე:



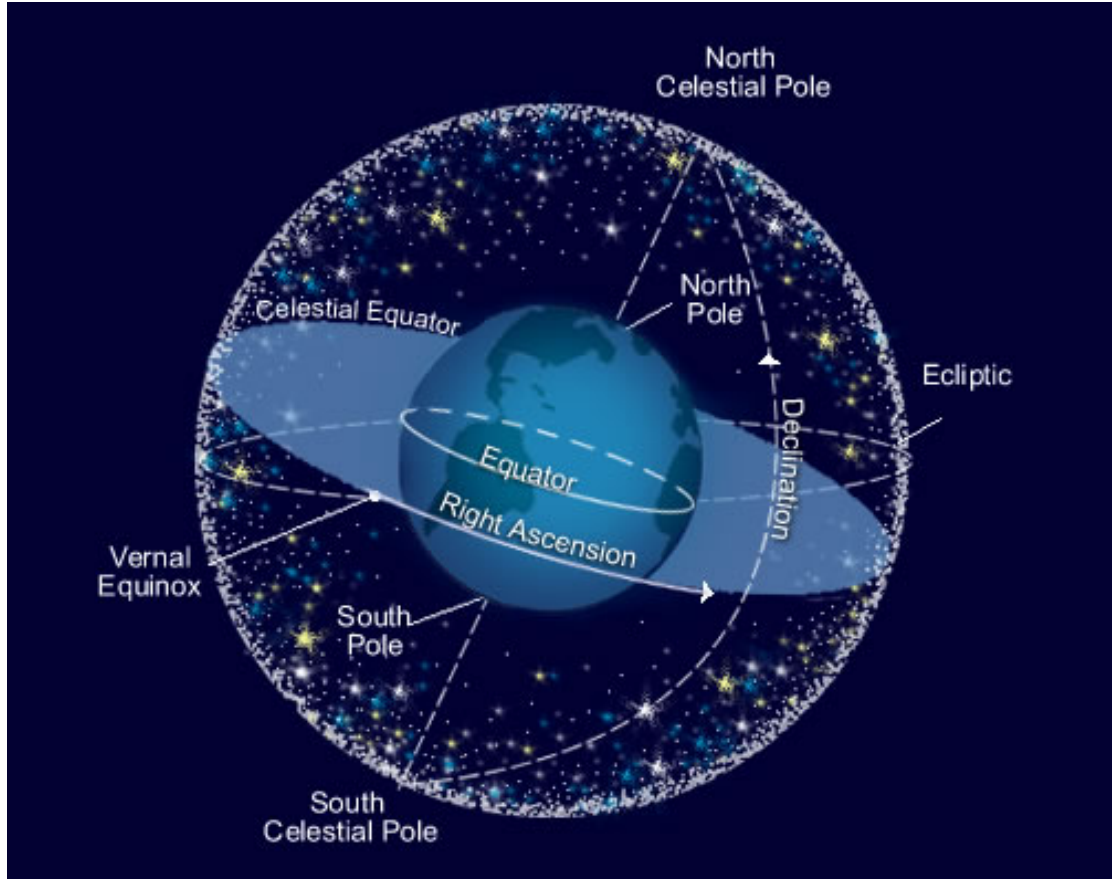
ჩრდილოეთ პოლარული ვარსკვლავი

ცის თაღი

ცის თაღი ბრუნავს დედამიწის გარშემო
ვარსკვლავები დამაგრებულნი არიან ცის თაღზე

სამყაროს ცენტრი:
დედამიწა

გეოცენტრული
სისტემა



ასტრონომიული დაკვირვებები

ჰიპარქო

(Hipparchus of Rhodes 190-120BC)



დაკვირვებითი ასტრონომიის ფუძემდებელი:
შეუიარაღებელი თვალით დაკვირვებადი ცის
ყველაზე სისტემატიური არწერა

მეთოდები: გეომეტრია, ტრიგონომეტრია;

- ვარსკვლავების ხილული სიდიდეების კლასიფიკაცია;
- მზის და მთვარის მოძრაობა;
- პლანეტების მოძრაობა, ტრაექტორია და პერიოდულობა;

არისტოტელეს ფილოსოფია: გეოცენტრული სისტემა

134BC - ადრე უცნობი ვარსკვლავის აღმოჩენა (?!)

2000 ვარსკვლავის კატალოგი; ცის რუქა; (ურანი?)

დედამიწის ბრუნვის ღერძის პრეცესიის აღმოჩენა

პრეცესია

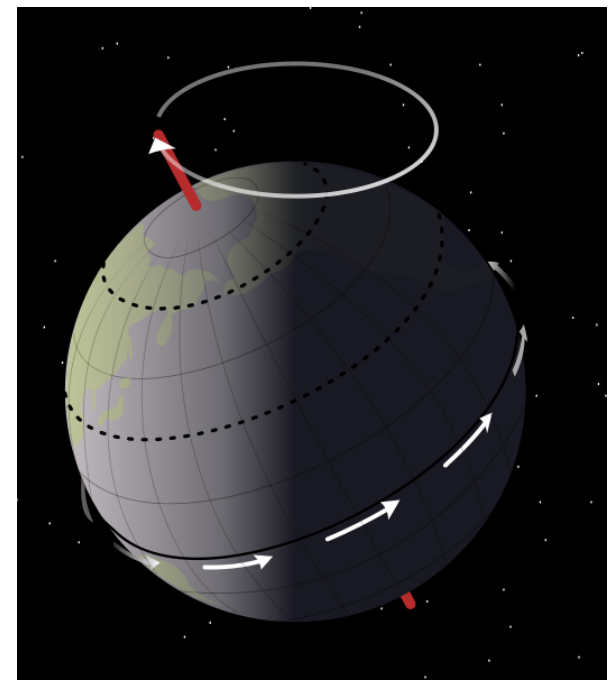
მზრუნავი სხეულის ბრუნვის ღერძის შედარებით
ნელი წრიული გადაადგილება
(*ბზრიალა, გიროსკოპი*)

დედამიწის ბრუნვის ღერძის

პრეცესია:

ბრუნვის პერიოდი: **24** საათი

პრეცესიის პერიოდი: **26 000** წელი



ჩრდილოეთ პოლარული ვარსკვლავი: $1^\circ \rightarrow 23.5^\circ$

ფილოსოფიური მოდელის პრობლემები

პლანეტა – (πλανήτης, მოხეტიალე)

არა-წრიული ტრაექტორიები: მოძრაობა
ვარსკვლავების ფონზე;

ცის თაღიდან ამოვარდნილი ხეტიალი.

5 პრობლემა: მერკური, ვენერა, მარსი, იუპიტერი,
სატურნი;

– ხუთი დამატებითი ერთ მანათობელიანი თაღი?

რეტროგრადული ტრანექტორიები უკუღმართი ბრუნვის ფაზები



მარსი
(2005)

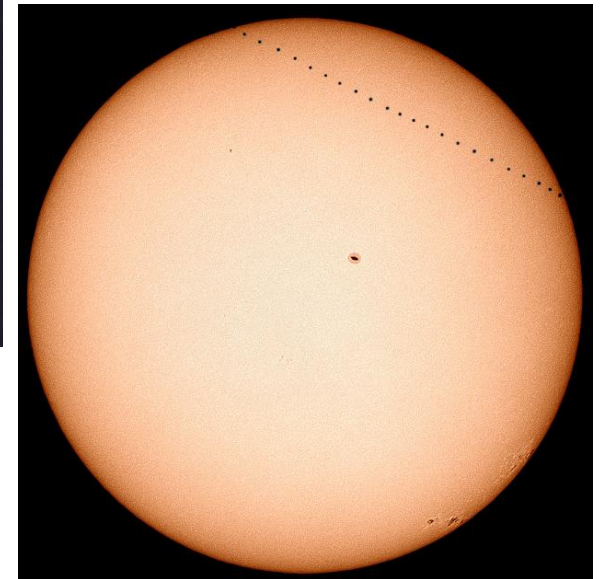
მარსი 2007/2008



მარსი 2003



ვენერა 2004



პტოლემეს კოსმოლოგიური მოდელი

პტოლემე

Claudius Ptolemaeus (90–168AD)

გეოცენტრული სამყარო;

პლანეტების მოძრაობა უნდა აღიწეროს
იდეალური ტრანსკტორიებით:
წრეწირებით.

თავისი დროისათვის ყველაზე ზუსტი თეორია



გეოცენტრული მოდელი

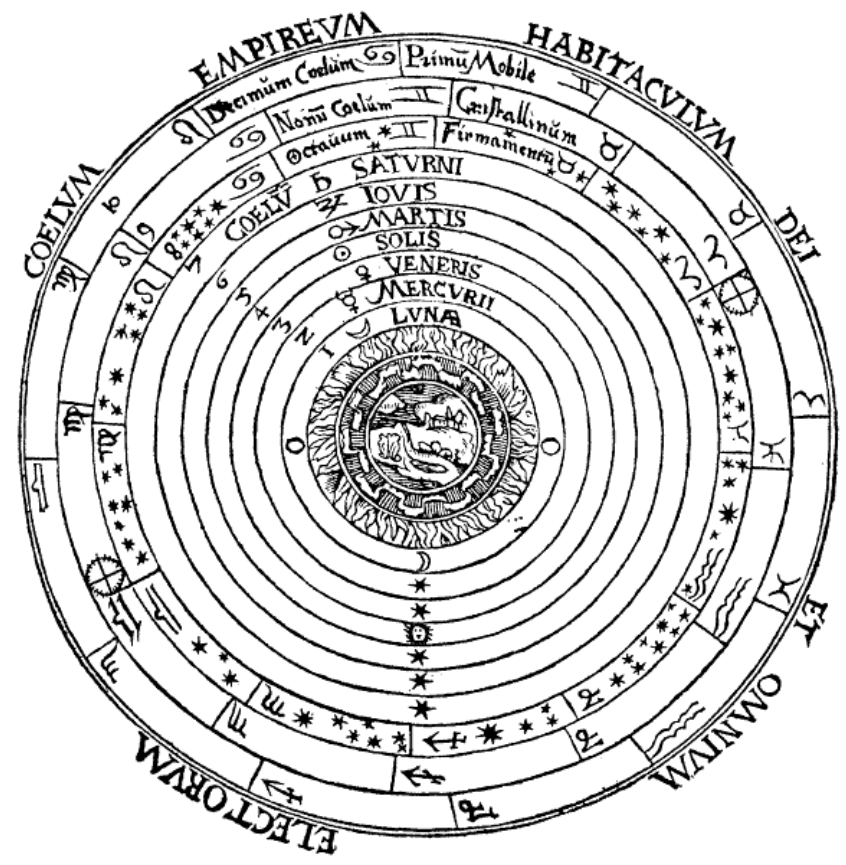
სამეაროს ცენტრი: ბრტყელი დედამიწა



გეოცენტრული მოდელი

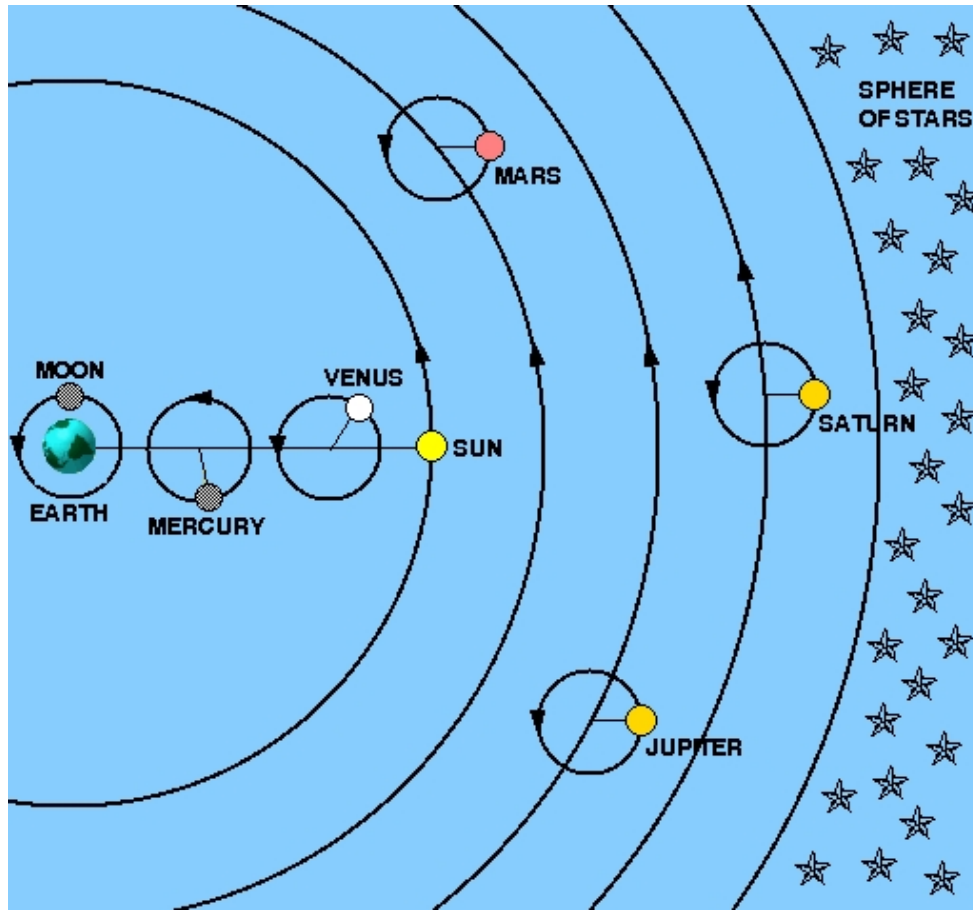
- მთვარე (27 დღე)
- მერკური (88 დღე)
- ვენერა (225 დღე)
- მზე** (365 დღე)
- მარსი (687 დღე)
- იუპიტერი (4331 დღე)
- სატურნი (10 759 დღე)

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



ეპიციკლები

ტრაექტორია: სხვადასხვა რადიუსისა და პერიოდის ბრუნვის ზედდება

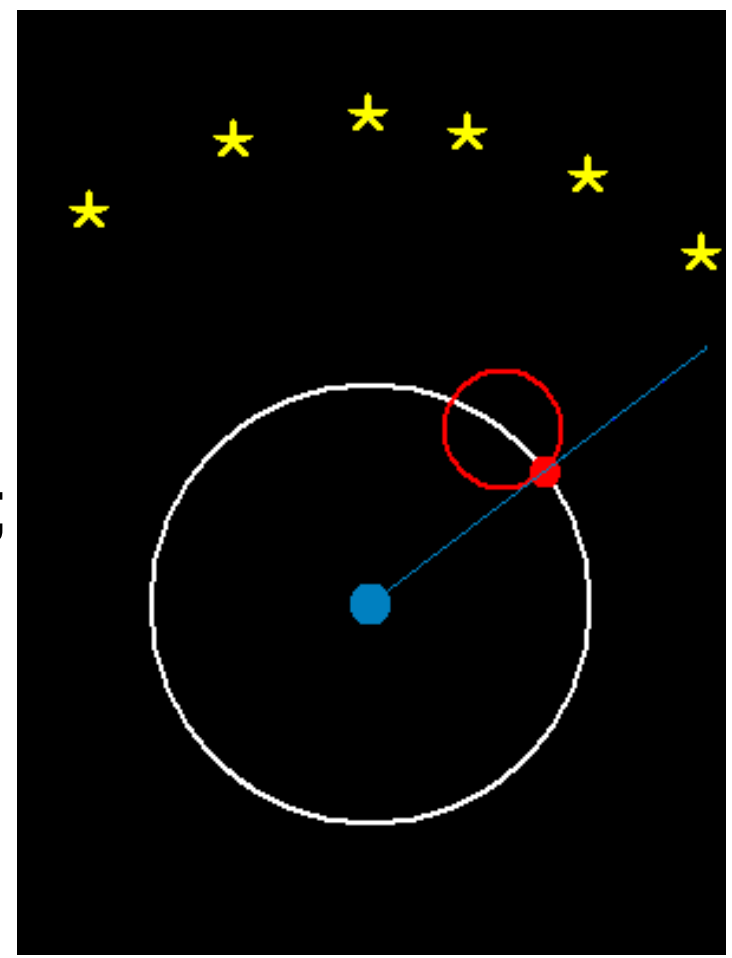


რეტროგრადული მოძრაობა

პთოლემეს ახსნა:

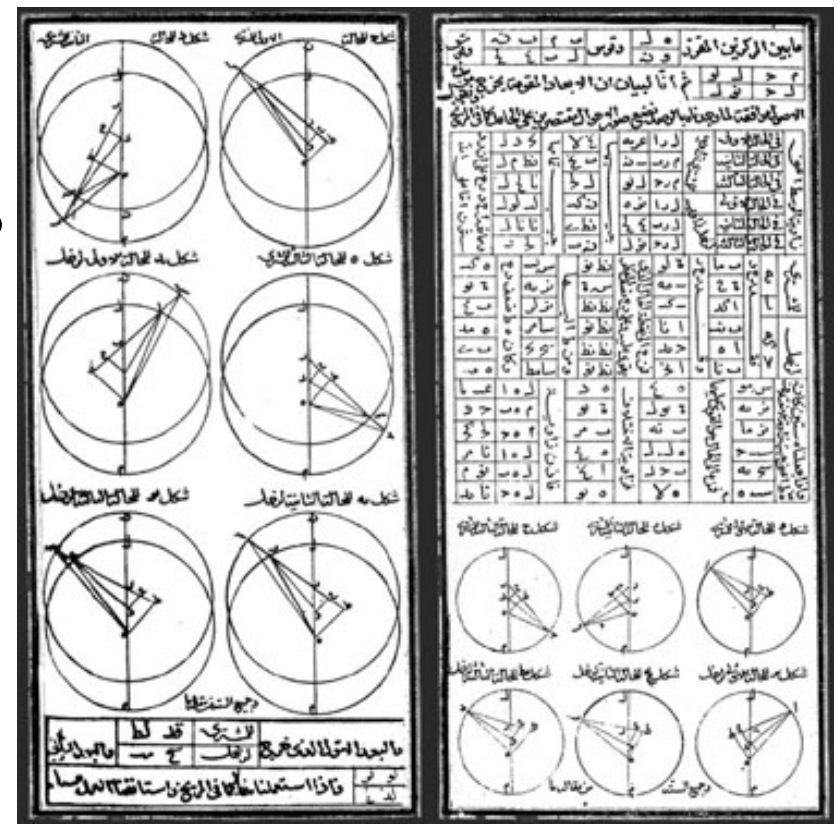
- ეპიციკლების ზედდება;
- დიდ რადიუსზე ნელი ბრუნვა;

ცის თაღზე მარსის მოძრაობის პროექციის რეტროგრადული ტრაექტორია



პთოლემეს სამყაროს პრობლემები

შუა საუკუნეების არაბი ასტრონომების დაკვირვებებმა გამოავლინეს პთოლემეს სტანდარტული მოდელის უზუსტობები.



გამოსავალი:

ეპიციკლები, ეპიციკლებში და ეპიციკლებში?

ჰელიოცენტრული სისტემა: სათავეები

არისტარხე

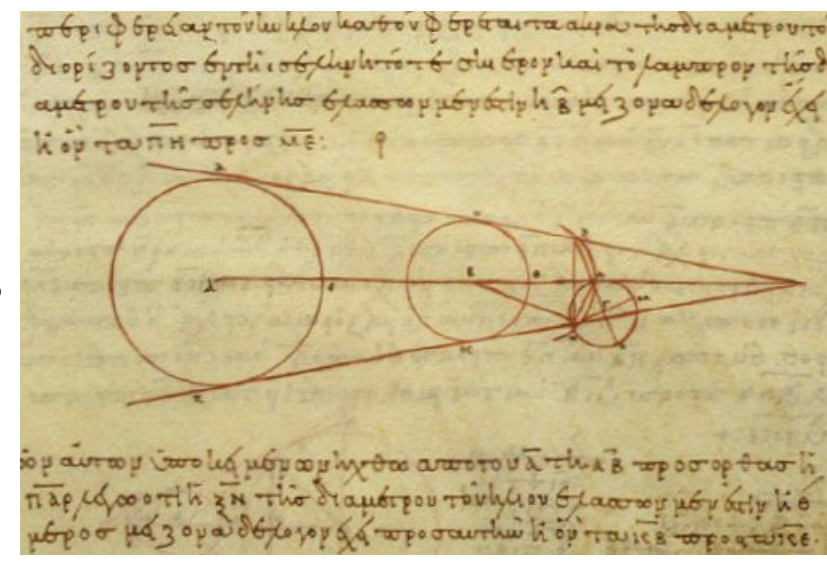
(Aristarchus of Samos, 310–230BC)

მზის, დედამიწის და მთვარის
ფარდობითი ზომების შეფასება

სამყაროს ცენტრში იმყოფება

ყველაზე დიდი სხეული: მზე

მზე (ჰელიოს): ჰელიოცენტრული სისტემა

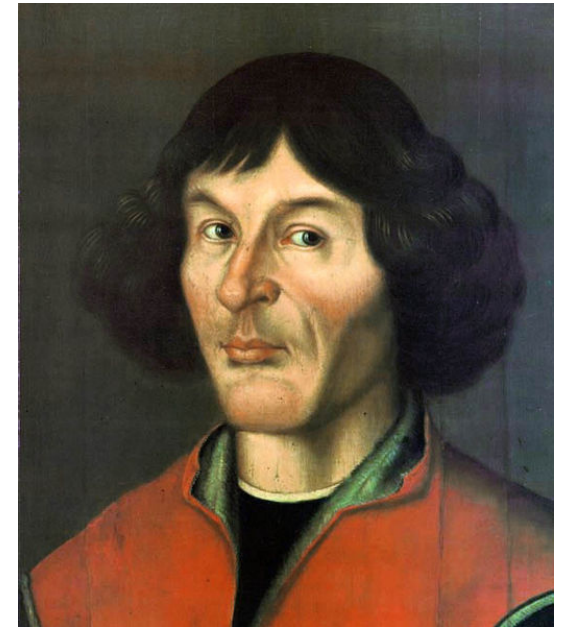


კოპერნიკის სამყაროს მოდელი

კოპერნიკი

Nicolaus Copernicus (1473-1543)

1543: *ციური სხეულების
ბრუნვის შესახებ*



ჰელიოცენტრული სისტემა;

მთვარე – დედამიწის თანამგზავრი;

ჰელიოცენტრული სამყარო

ცენტრი: მზე

პლანეტები: წრიული ორბიტები

+ მოდელის სიმარტივე

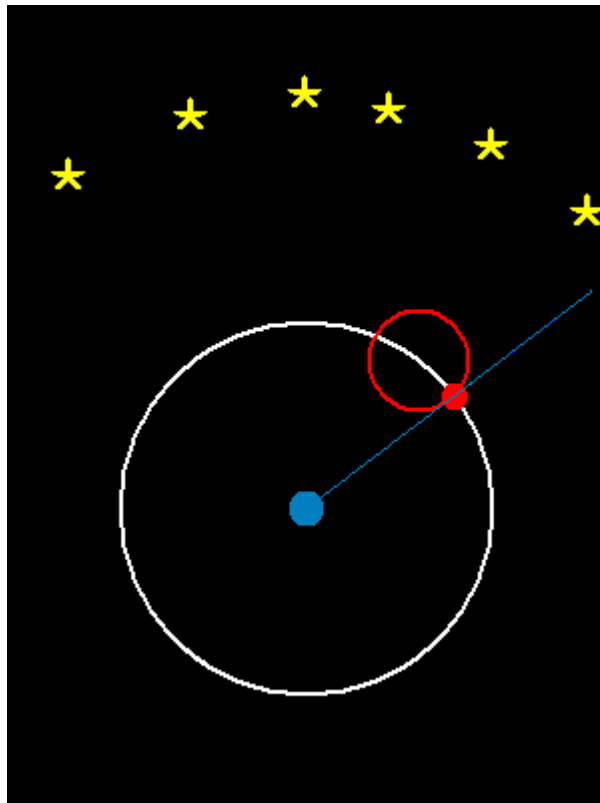
“უცნაური თეორია”

ტრაექტორიების დათვლის
მათემატიკური მოდელი

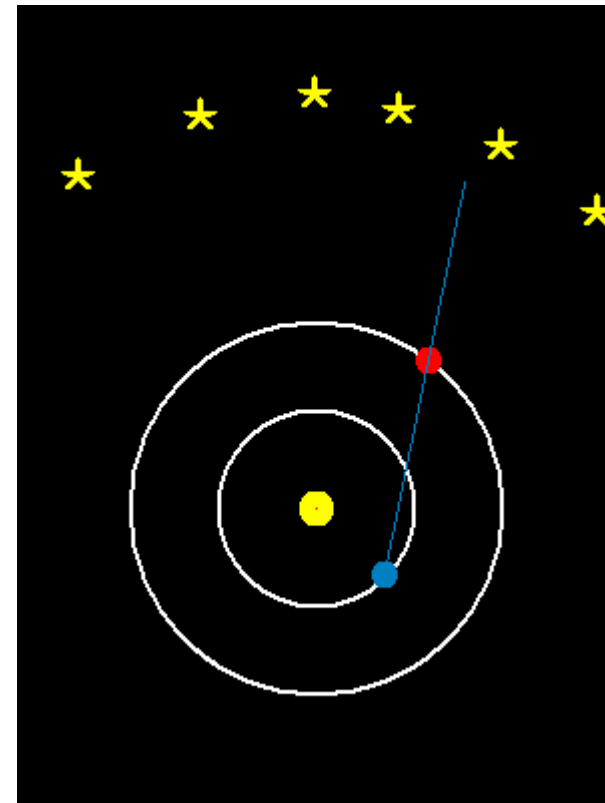


რეტროგრადული მოძრაობა

პთოლემეს მოდელი

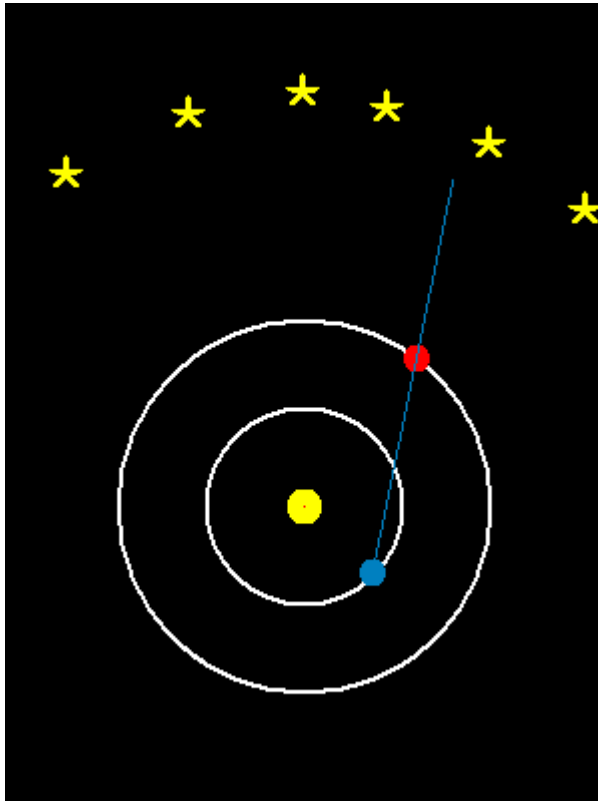


კოპერნიკის მოდელი

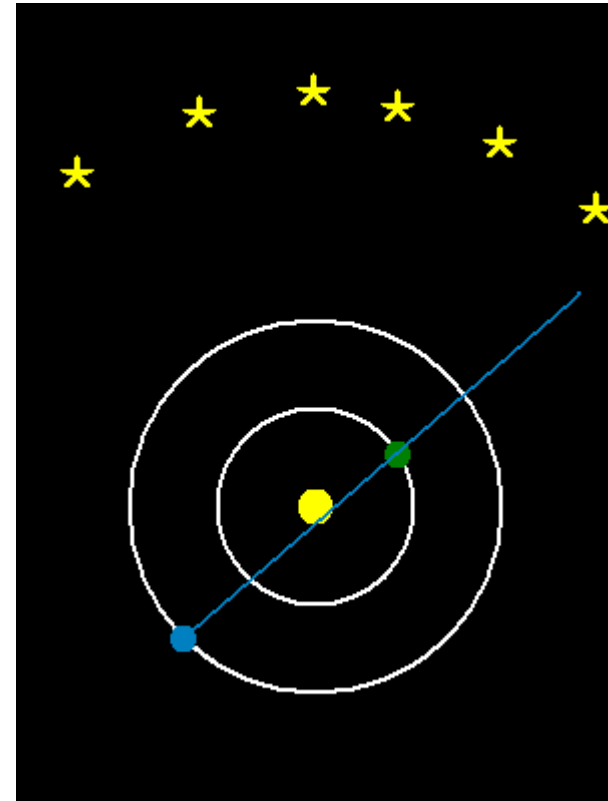


შიდა და გარე პლანეტები

მარსი



ვენერა



კოპერნიკის სისტემის პრობლემები

მის დროს არსებულ ფიზიკურ პრინციპებთან
წინააღმდეგობა:

მძიმე → მსუბუქი

მიწა → წყალი → ჰაერი → ცეცხლი → ეთერი

შეუსაბამობა დაკვირვებებთან: პთოლემეს მოდელზე
უარესი შედეგები

წინააღმდეგობა რელიგიასთან

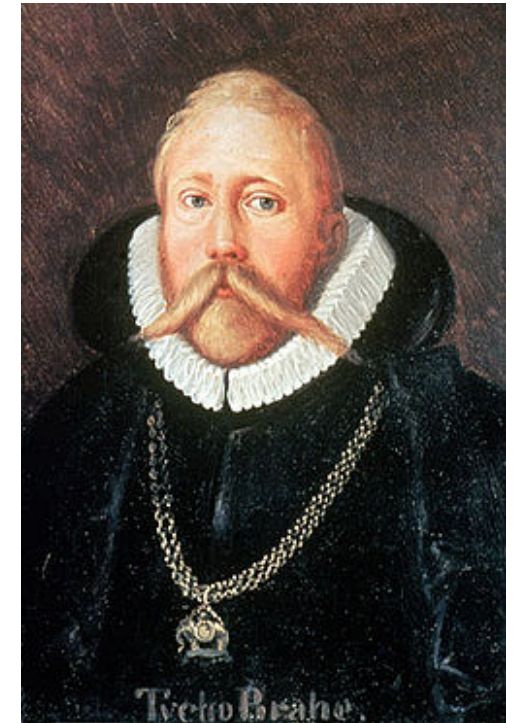
დაკვირვებები

ტიხო ბრაგე

Tyge Ottesen Brahe

(14.12.1546 – 24.10.1601)

თავისი დროის უზუსტესი
დაკვირვებები



კოპერნიკის სისტემის გეომეტრიული სიმარტივე

+

პთოლემეს სისტემის ფილოსოფიური საფუძვლები

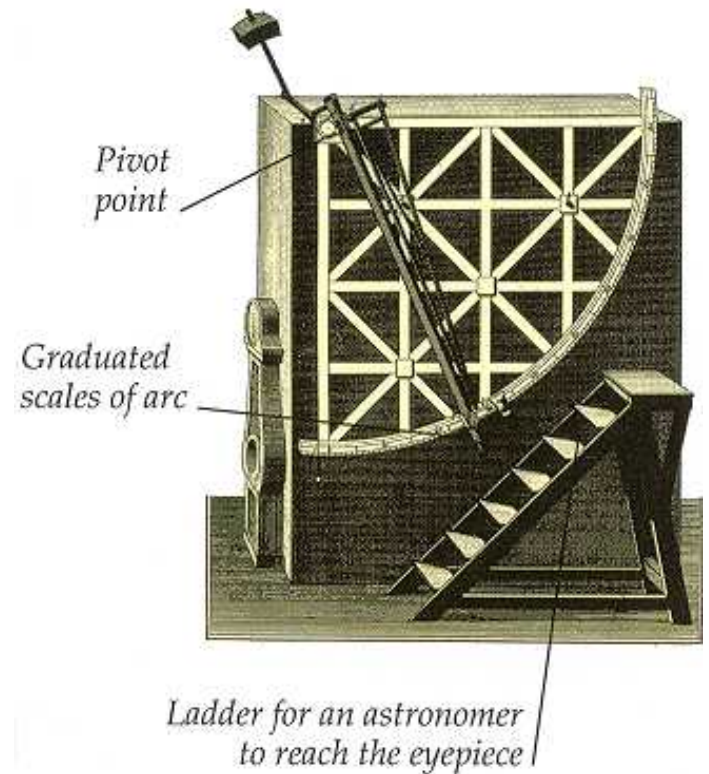
დაკვირვებები

ობსერვატორია

“ზუსტი ასტრონომია”

კუთხის გაზომვის
უპრეცედენტო სიზუსტე (1.5 ')

ტიხოს ასისტენტი: კეპლერი



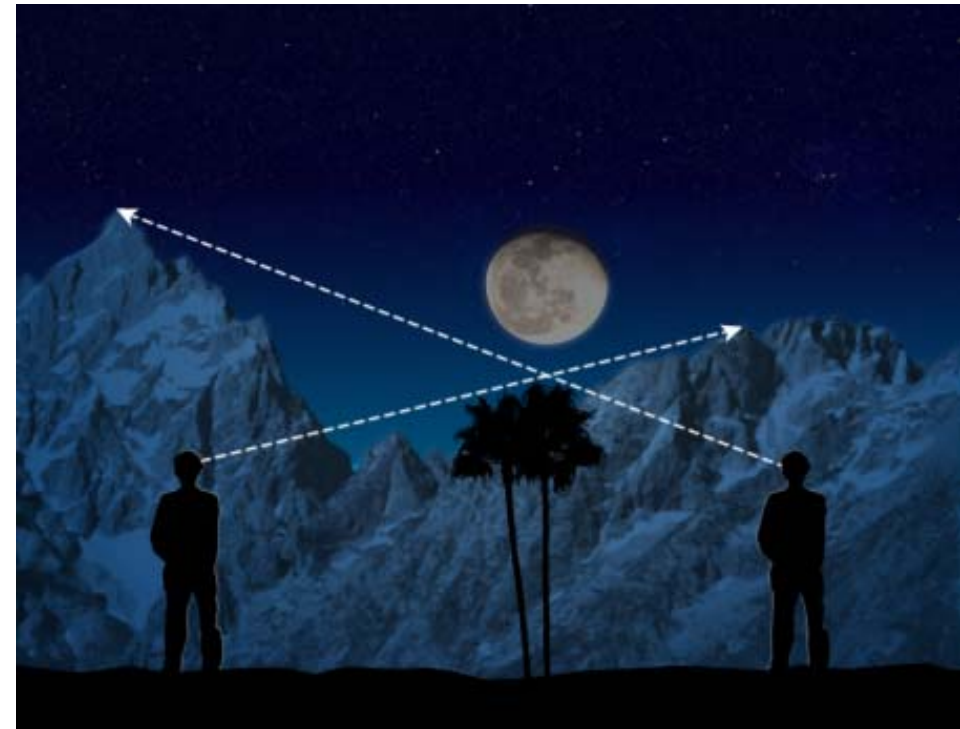
აღნიშვნები

გრადუსი	(°)	1 წრე / 360
მინუტი (arcminute)	(')	1 გრადუსი / 60
სეკუნდი (arcsecond)	(")	1 მინუტი / 60
მილისეკუნდი (mili-arcsecond)		1 სეკუნდი / 1000

მილი	mili	0.001	=10 ⁻³
მიკრო	micro	0.000001	=10 ⁻⁶
ნანო	nano	0.000000...	=10 ⁻⁹
პიკო	pico	0.000000...	= 10 ⁻¹²

ოპტიკური პარალაქსი

Parallax - ბერძ. ცვლილება
 დამკვირვებლის
 მდგომარეობის ცვლილება
 იწვევს ახლომდებარე
 ობიექტის გადაადგილებას
 ფონურ ობიექტთან
 შედარებით

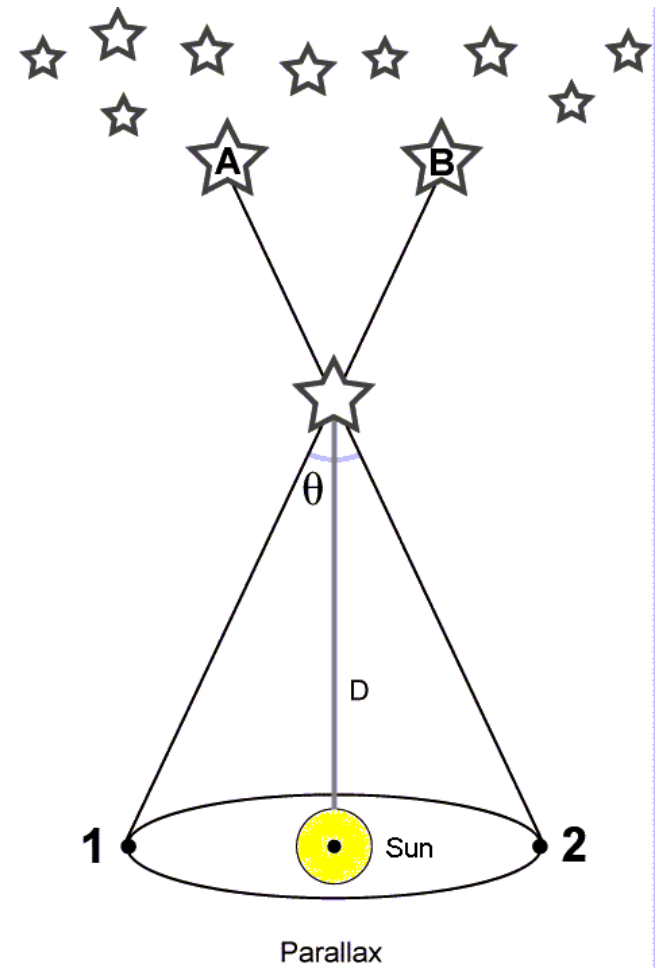


ექსპერიმენტი სარკესთან: დახუჭეთ ერთი თვალი. პირდაპირ გაშლილი ხელის ცერა თითი მიადეთ სარკეზე დახუჭული თვალის ანასახს. ხელის გაუნძრევლად გაახილეთ მეორე თვალი და დახუჭეთ პირველი ...

ასტრონომიული პარალაქსი

ახლომდებარე ვარსკვლავის გადაადგილება შორეულ ფონზე დედამიწის წლიური გადაადგილების შედეგად.

არიან ვარსკვლავები ერთ მანძილზე: “ცის თაღზე”?



პარალაქსის ზომა

ვარსკვლავის ხილილი გადაადგილება:
პარალაქსის კუთხე

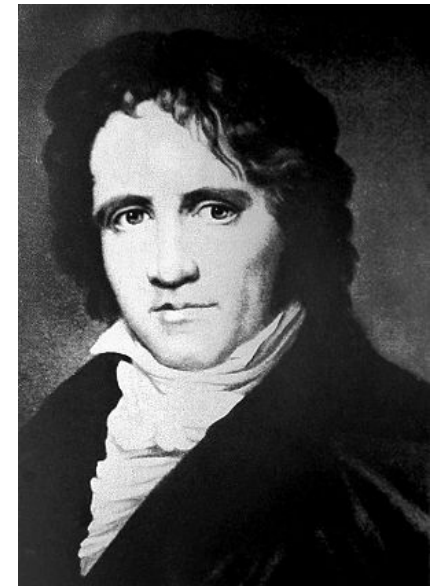
ბესელი

Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846)

1838: 61 Cygni parallax: 0.31 სეკუნდი

მანძილი: 3 პარსეკი

9.8 სინათლის წელი



უახლოესი ვარსკვლავები

#	Designation			Stellar class	Apparent magnitude (m_v)	Absolute magnitude (M_v)	Eff. temperature T_{err} in K ($\pm err$)	Epoch J2000.0		Parallax ^{[2][3]} Arcseconds ($\pm err$)	Distance ^[4] Light-years ($\pm err$)	Additional references
	System	Star	Star #					Right ascension ^[2]	Declination ^[2]			
	Solar System	Sun		G2V ^[2]	-26.74 ^[2]	4.85 ^[2]	5,778 ^[5]	variable: the Sun travels along the ecliptic		180°	0.0000158 (3) or 8.32 (16) light-minutes	has 8 planets, & 5 known dwarf planets
1	Alpha Centauri (Rigel Kentaurus; Toliman)	Proxima Centauri (V645 Centauri)	1	M5.5Ve	11.09 ^[2]	15.53 ^[2]	3,040 ^[6]	14 ^h 29 ^m 43.0 ^s	-62° 40' 46"	0.768 87 (0 29) ^[7] ^[8]	4.2421 (16)	[9]
		α Centauri A (HD 128620)	2	G2V ^[2]	0.01 ^[2]	4.38 ^[2]	5,790 ^[6]	14 ^h 39 ^m 36.5 ^s	-60° 50' 02"	0.747 23 (1 17) ^[7] ^[10]	4.3650 (68)	
		α Centauri B (HD 128621)	2	K1V ^[2]	1.34 ^[2]	5.71 ^[2]	5,260 ^[6]	14 ^h 39 ^m 35.1 ^s	-60° 50' 14"			
2	Barnard's Star (BD+04°3561a)		4	M4.0Ve	9.53 ^[2]	13.22 ^[2]	3,134 (102) ^[11]	17 ^h 57 ^m 48.5 ^s	+04° 41' 36"	0.546 98 (1 00) ^[7] ^[8]	5.9630 (109)	
3	Wolf 359 (CN Leonis)		5	M6.0V ^[2]	13.44 ^[2]	16.55 ^[2]	2,800 (100) ^[12]	10 ^h 56 ^m 29.2 ^s	+07° 00' 53"	0.419 10 (2 10) ^[7]	7.7825 (390)	
4	Lalande 21185 (BD+36°2147)		6	M2.0V ^[2]	7.47 ^[2]	10.44 ^[2]	3,400 ^[13]	11 ^h 03 ^m 20.2 ^s	+35° 58' 12"	0.393 42 (0 70) ^[7] ^[8]	8.2905 (148)	

ასტრონომიული სიგრძის ერთეულები

1AU (Astronomical Unit) ასტრონომიული ერთეული
 1.5×10^{11} მეტრი

1pc (parsec) პარსეკი
მანძილი ვარსკვლავამდე, რომლის წლიური
პარალაქსია ერთი სეკუნდი:
 3.1×10^{16} მეტრი

1LY (Light Year) სინათლის წელიწადი
 9.5×10^{15} მეტრი

www.tevza.org/home/course/universe2010

B. W. Carroll and D. A. Ostlie, *“An introduction to modern astrophysics”* (2007)

ქვეთავები 1.1 და 1.2 (გვ. 2-8)