



სამეცნიერო-კულტურული და საგანმანათლებლო ინსტიტუტი

სამეცნიერო ენციკლოპედია

ლექცია 1

ადრეული წარმოდგენები სამეცნიერო შესახებ:
გეოცენტრული და ჰელიოცენტრული
სისტემები

სამეცნიერო ენციკლოპედია, აღ. თვეზამე, 2011-12
ლექცია/გვერდი: 1/1

ძველი ბერძნული ფილოსოფია

არისტოტელე (Aristoteles, 382–322BC)
(კლასიკის მსოფლმხედველობა)



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

ზეცა: იდეალური, უცვლელი და სამარადისო

სამეცნიერო ენციკლოპედია, აღ. თვეზამე, 2011-12
ლექცია/გვერდი: 1/2

არქაული დაკვირვებები ღამის ცაზე

გამორჩეულად კაშკაშა ვარსკვლავებში ფიგურების
ამოცნობა: თანავარსკვლავედები

მერწყული



ორიონი



სამეცნიერო ენციკლოპედია, აღ. თვეზამე, 2011-12
ლექცია/გვერდი: 1/3

ღამის ცის ბრუნვა



ღამის ცის სადღელამისო ბრუნვა

ბრუნვის
ღერძის
პროექცია
ცაზე:
ჩრდილოეთ
პოლუსი

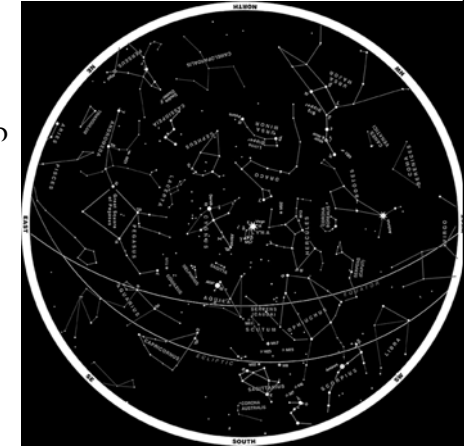
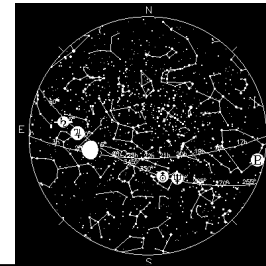
პერიოდი:
24სთ



ჩრდილოეთ პოლარული ვარსკვლავი

ღამის ცის სეზონური ბრუნვა

წლის
განმავლობაში
ცაზე
თანაგარსკვლავედები
გადაადგილდებიან

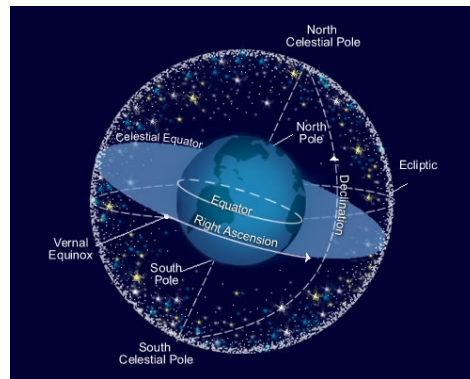


ცის თაღი

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

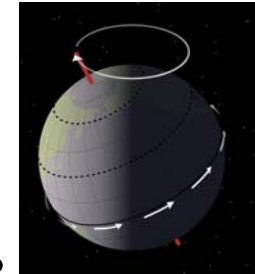
134BC - ადრე უცნობი ვარსკვლავის აღმოჩენა (!)

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 თალიდან ამოვარდნილი ხეტიალი.

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

– ხუთი დამატებითი ერთ მანათობელიანი თალი?

რეტროგრადული ტრაექტორიები

უკუღმართი ბრუნვის ფაზები



მარსი
(2005)

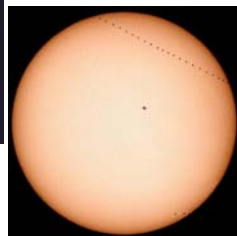
მარსი 2007/2008



მარსი 2003



ვენერა 2004



პტოლემეს კოსმოლოგიური მოდელი

პტოლემე

Claudius Ptolemaeus (90–168AD)

გეოცენტრული სამყარო



პლანეტების მოძრაობა უნდა აღიწეროს
იდეალური ტრაექტორიებით:
წრეწირებით.

თავისი დროისათვის ყველაზე ზუსტი თეორია

გეოცენტრული მოდელი

სამყაროს ცენტრი: ბრტყელი დედამიწა



გეოცენტრული მოდელი

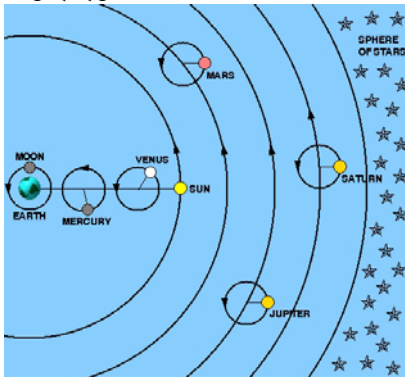
Schema huius praeuixae diuisionis Sphaerarum.

მთვარე (27 დღე)
 მერკური (88 დღე)
 ვენერა (225 დღე)
მზე (365 დღე)
 მარსი (687 დღე)
 იუპიტერი (4331 დღე)
 სატურნი (10759 დღე)



ეპიციკლები

ტრაექტორია: სხვადასხვა რადიუსისა და პერიოდის ბრუნვის ზედდება

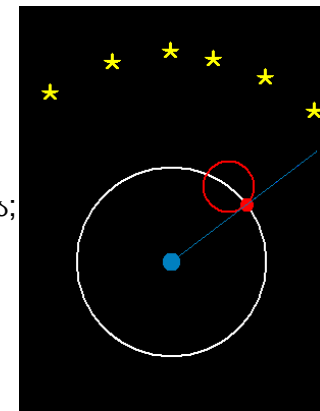


რეტროგრადული მოძრაობა

პთოლემეს ახსნა:

- ეპიციკლების ზედდება;
- დიდ რადიუსზე ნელი ბრუნვა;

ცის თაღზე მარსის მოძრაობის პროექციის რეტროგრადული ტრაექტორია

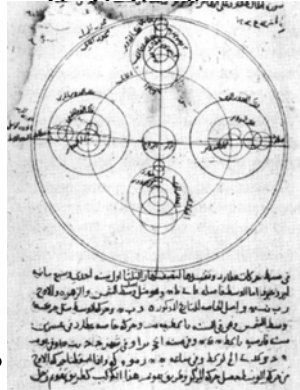


პთოლემეს სამყაროს პრობლემები

შუა საუკუნეების არაბი ასტრონომების დაკვირვებებმა გამოავლინეს პთოლემეს მოდელის უზუსტობები.



გამოსავალი: ეპიციკლები, ეპიციკლებში და ეპიციკლებში?

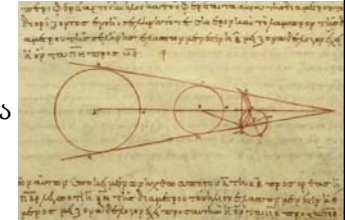


ჰელიოცენტრული სისტემა: სათავეები

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

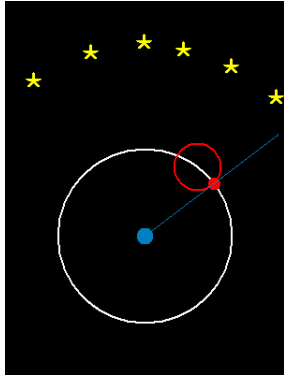
“უცნაური თეორია”

ტრაექტორიების დათვლის მათემატიკური მოდელი

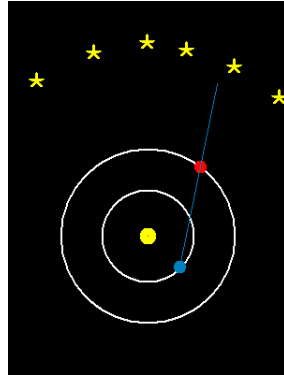


რეტროგრადული მოძრაობა

პტოლემეს მოდელი

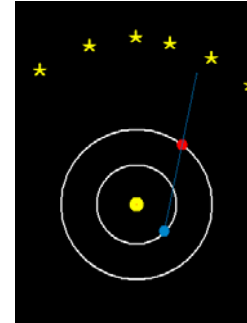


კოპერნიკის მოდელი

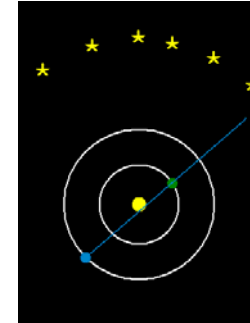


შიდა და გარე პლანეტები

მარსი



ვენერა



კოპერნიკის სისტემის პრობლემები

მის დროს არსებულ ფიზიკურ პრინციპებთან
წინააღმდეგობა:

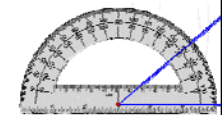
მძიმე → მსუბუქი

მიწა → წყალი → ჰაერი → ცეცხლი → ეთერი

შეუსაბამობა დაკვირვებებთან: პტოლემეს
მოდელზე უარესი შედეგები

წინააღმდეგობა რელიგიასთან

დაკვირვებები



კუთხის საზომი ხელსაწყო: სექსტანტი

აღნიშვნები

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

მილი	milli	0.001	$=10^{-3}$
მიკრო	micro	0.000001	$=10^{-6}$
ნანო	nano	0.000000...	$=10^{-9}$
პიკო	pico	0.000000...	$=10^{-12}$

დაკვირვებები

ულულ ბეგი
 (1394-1449)

ასტრონომია, ტრიგონომეტრია,
 სფერული გეომეტრია, მათემატიკა
 სამარყანდის ობსერვატორია



დაკვირვებები

ულულ ბეგის
 ობსერვატორია

ქვის "სექსტანტი"

სიგრძე: 30მ

კუთხური გარჩევა: 3'



წელიწადი: ~365.257 დღე

დაკვირვებები

ტიხო ბრაგე
 Tyge Ottesen Brahe
 (1546 – 1601)

თავისი დროის უზუსტესი
 დაკვირვებები



კოპერნიკის სისტემის გეომეტრიული სიმარტივე

+

პტოლემეს სისტემის ფილოსოფიური საფუძვლები

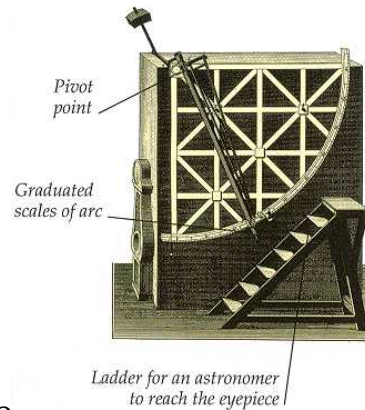
დაკვირვებები

ობსერვატორია

“ზუსტი ასტრონომია”

კუთხის გაზომვის
უპრეცედენტო სიზუსტე
(1.5')

ტიხოს ასისტენტი: კეპლერი



ობტიკური პარალაქსი

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



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

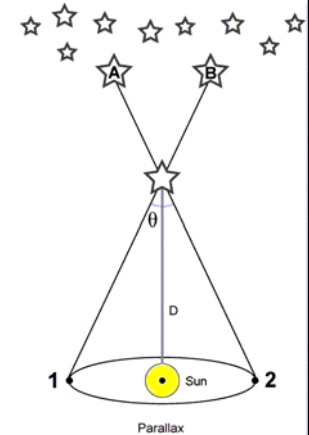
გეომეტრიული პარალაქსის მაგალითი



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 _s)	Absolute magnitude (M _s)	Eff. temperature T _{eff} in K (eerr)	Epoch J2000.0		Parallax ^[33] Arcseconds (aerr)	Distance ^[4] Light-years (aerr)	Additional references
	System	Star					Right ascension [2]	Declination ^[2]			
	Solar System	Sun								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 ^[8]	14 ^h 29 ^m 43.0 ^s -62° 40' 46" ^[10]	0.768 87 (0.09) ^[17]	4.2421 (16)	[9]
		α Centauri A (HD 128620)	2	G2V ^[2]	0.01 ^[2]	4.39 ^[2]	5,790 ^[8]	14 ^h 39 ^m 36.5 ^s -60° 50' 02" ^[10]	0.747 23 (1.17) ^[17]	4.3650 (68)	
		α Centauri B (HD 128621)	2	K1V ^[2]	1.34 ^[2]	5.71 ^[2]	5,260 ^[8]	14 ^h 39 ^m 35.1 ^s -60° 50' 14" ^[10]			
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" ^[10]	0.546 98 (1.00) ^[17]	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" ^[10]	0.419 10 (2.10) ^[17]	7.7825 (390)	
4	Lalande 21105 (BD+36°2147)		6	M2.0V ^[2]	7.47 ^[2]	10.44 ^[2]	3,400 ^[13]	11 ^h 03 ^m 20.2 ^s +35° 56' 13" ^[10]	0.393 42 (0.79) ^[17]	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/universe2011

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

ქვეთავები 1.1 და 1.2 (გვ. 2-8)