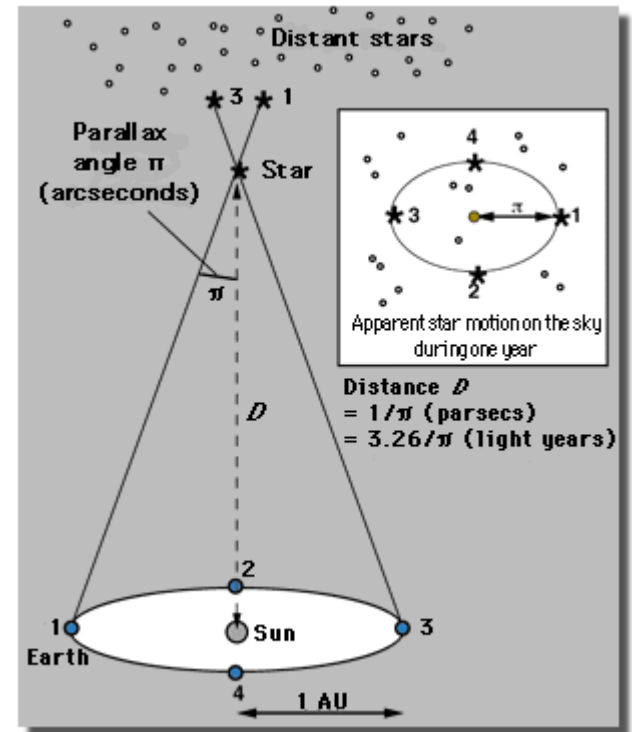
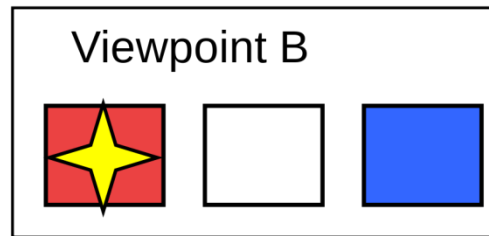
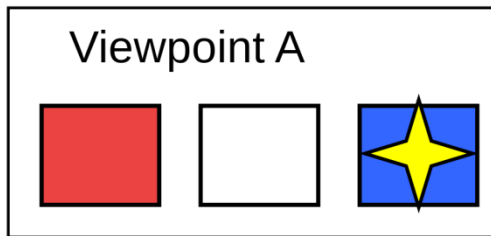
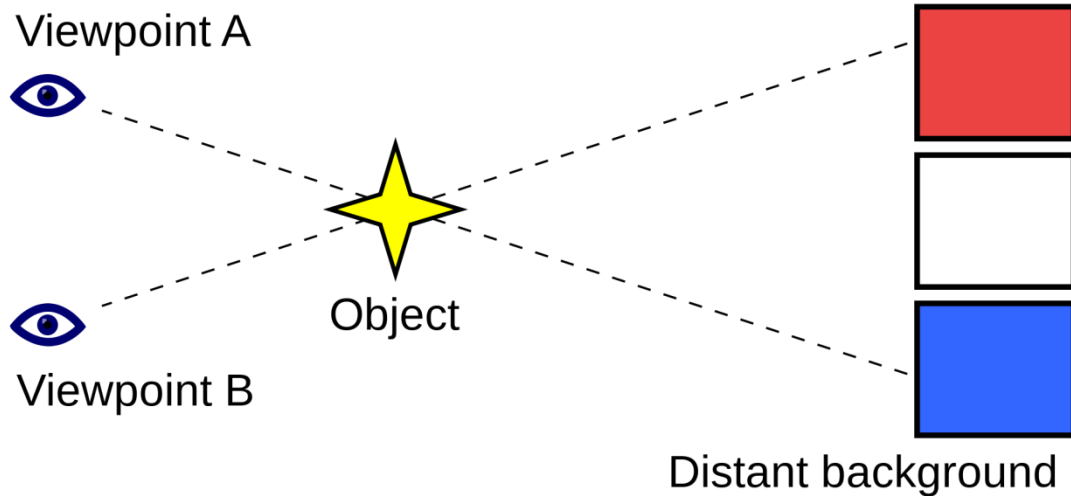


ასტრონომიული მანძილების გამოთვლის მეთოდები

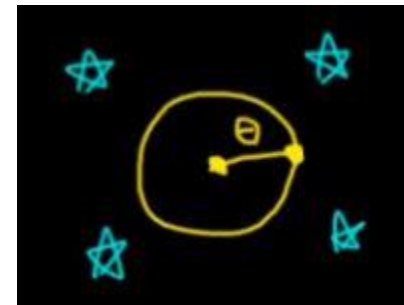
- პარალაქსი
- სპექტრული პარალაქსი
- ცეფეიდები
- ზეახალი ვარსკვლავი



- პარალაქსი - დაკვირვებადი ობიექტის ფარდობითი გადაადგილება ფონის მიმართ, რაც დამოკიდებულია დაკვირვებადი ობიექტის სიშორეზე (პარალაქსი იზრდება ობიექტის მოახლოებისას).



$$D = \frac{1 \text{ AU}}{\tan p} \approx \frac{1}{p} \text{ AU}$$

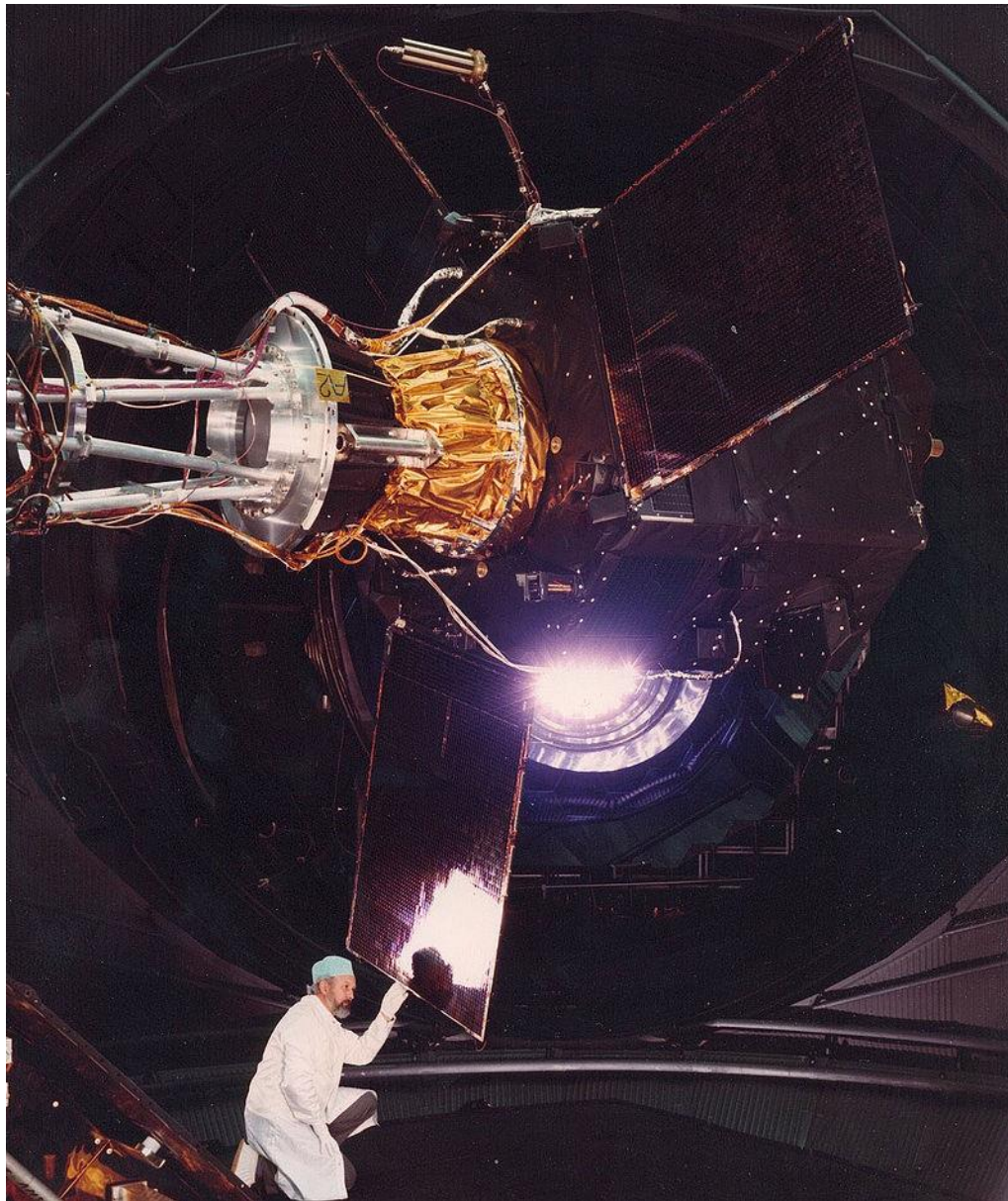


$$\text{distance (in parsecs)} = \frac{1}{p \text{ (in arcseconds)}}$$

- 1 pc–ს შეესაბამება $1/3600^\circ$ (1 arcsecond)
- 1 pc = 3.26 ly (სინათლის წელი)
- 1 ly = 946×10^9 km
- ამგვარად ცაზე ძალიან პატარა კუთხით ($1/3600^\circ$) წანაცვლება შეესაბამება 3.26 სინათლის წელს!
- მანძილის გაზრდასთან ერთად პარალაქსის კუთხე მცირდება
- პარალაქსის გამოყენების არე $\propto 500$ pc $\propto 1600$ ly
- ❖ თუკი ვარსკვლავი მოძრაობს, ფარდობითი გადაადგილება:



შეგვიძლია დავადგინოთ
ვარსკვლავის სიჩქარე

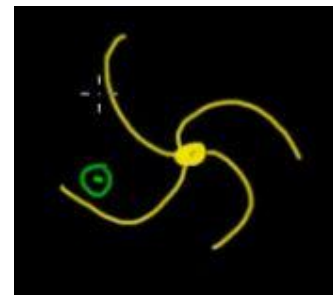


- Hipparcos (1989–1993)
*High precision parallax
collecting satellite*
(Greek
astronomer Hipparchus)

- სატელიტი რომლის
მეშვეობითაც გაიზომა
100 000-მდე ვარსკვლავის
პარალაქსი (შესაბამისად
გავიგეთ მანძილი)
- შეგვიძლია გამოვთვალოთ
ნათობა.

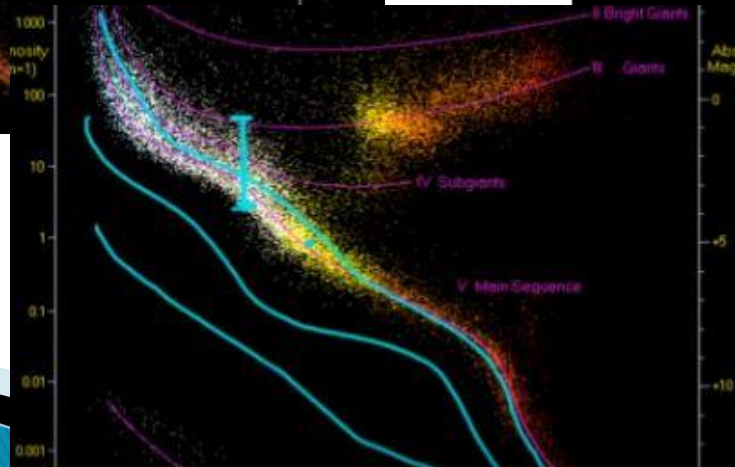
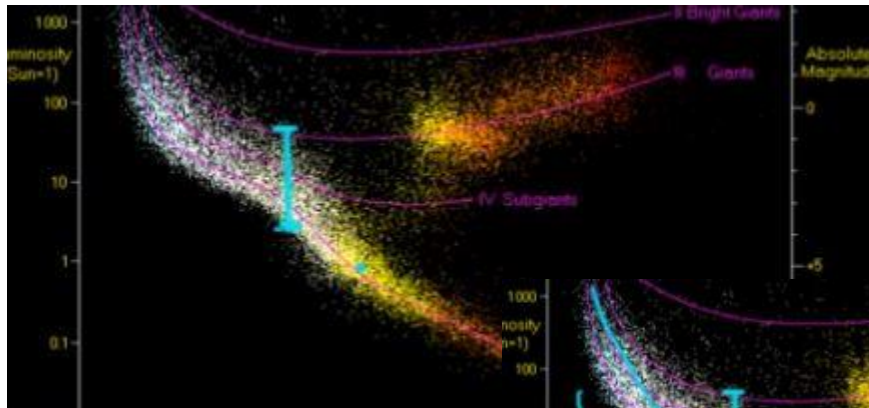
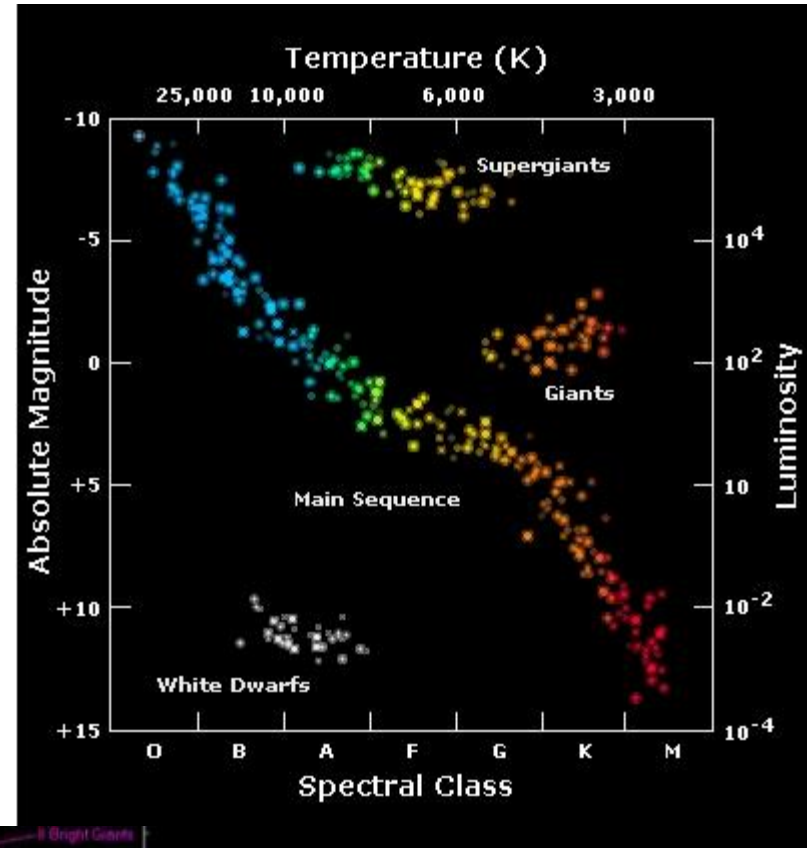
$$F = \frac{L}{4\pi R^2}$$

- ავსოთ
L(colour/temperature)
დამოკიდებულება
(HR დიაგრამა)



- სპექტროსკოპიული პარალაქსი (500pc-ზე მეტი მანძილით დაშორებული ვარსკვლავებისთვის)

- I. ვადგენთ სპექტრალურ კლასს (ფერს) - ვსაზღვრავთ ΔL -ს HR დიაგრამიდან. ვპოულობთ ΔR (ნაკლები სიზუსტე).
- II. ვარსკვლავების კლასტერი - სხვადასხვა F და სხვადასხვა L -სთვის ვაგებთ $L(T)$ დამოკიდებულებას (რაიმე R-სთვის).
- III. ვარჩევთ R-ს HR დიაგრამის საშუალებით.



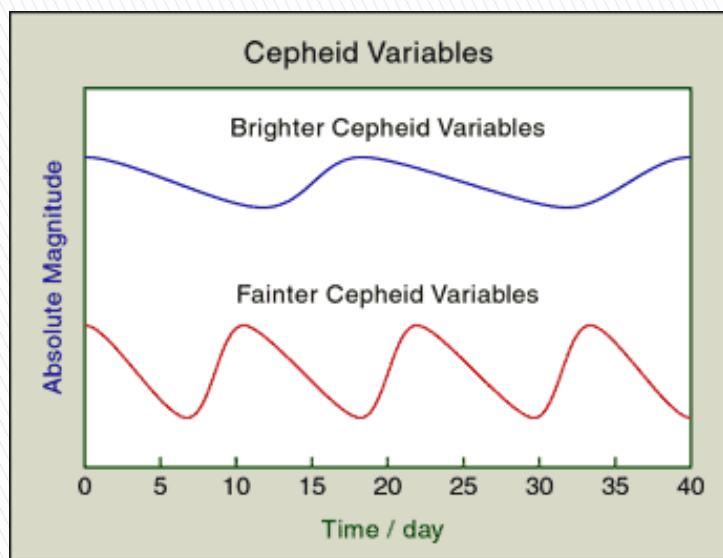
- ცეფეიდები (Cepheid Variables)

Cepheid Variable Star V1 in M31

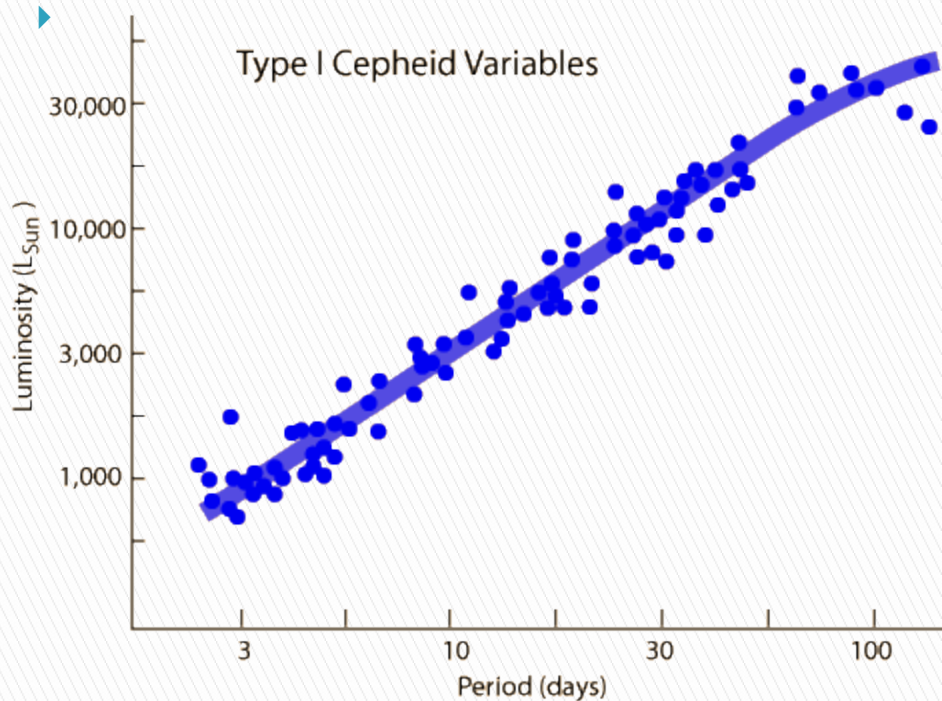
Hubble Space Telescope ■ WFC3/UVIS



- ▶ ცეფეიდები ცვლადი სიკაშკაშის მქონე ვარსკვლავები არიან (სიკაშკაშის ცვლილების პერიოდი - 1-50 დღე). შეგვიძლია გავზომოთ მათი ნათობის ცვლილების პერიოდი.
- ▶ Henrietta Leavitt (1868-1921)– ასტრონომი, რომელმაც შენიშნა - რაც უფრო მეტია ცეფეიდას ნათობის ცვლილების პერიოდი, მით მეტია მისი სიკაშკაშე.



- ჰერცშპრუნგმა იცოდა რა იმ კლასტერებამდე მანძილი (სპექტროსკოპიული პარალაქსის მეშვეობით), რომელშიც ცეფეიდებიც იყვნენ, შეედლო განესაზღვრა L – Luminosity და აეგო ცეფეიდებისათვის $L(\text{period})$ დიაგრამა.



- ✓ Period
- ✓ Luminosity
- ✓ R – distance

$$F = \frac{L}{4\pi R^2}$$

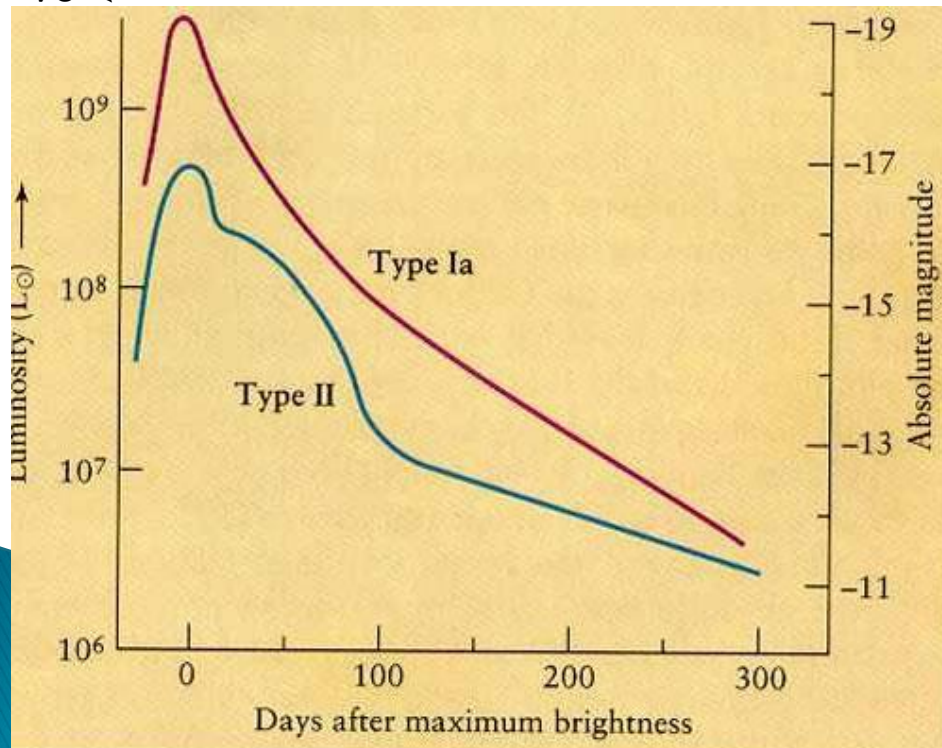
Each dot – individual
Cepheid Variable, L
compared to sun luminosity

- ამ დიაგრამის მიხედვით შესაძლებელია იმ ობიექტებამდე მანძილის განსაზღვრა რომლებშიც ცეფეიდები არიან. პერიოდის მიხედვით დავადგენთ ნათობას, რის მიხედვითაც ვიპოვით მანძილს.
- **Andromeda Galaxy – V1** ცეფეიდისთვის ამ გალაქტიკაში, დათვალეს მანძილი = 2.35 Mly \approx 2.5 Mly (ანდრომედას დაშორება ჩვენგან, მიღებული ჰაბლის მიერ). ამ მანძილის დათვლის შემდეგ მიიჩნევა რომ Milky Way არ არის ერთადერთი გალაქტიკა სამყაროში.

- ზეახალი ვარსკვლავი (Supernova)

- ვპოულობთ იმ ზეახალ ვარსკვლავებამდე მანძილს, რომლებიც საკმარისად ახლო გალაქტიკებში არიან რომ გამოვიყენოთ ცეფეიდების მეთოდი - ვპოულობთ ზეახალის ნათობას L .
- ვაგებთ $L(\text{time})$ გრაფიკს (standard candle)

არე - მილიარდობით სინათლის წელი!



მადლობა ყურადღებისთვის

წყარო: <https://www.youtube.com/channel/UCUiEnhomWoqL5K1zQNs5t4Q>
wikipedia