



სამყაროს ევოლუცია

ლექცია 7

ჩვენი გალაქტიკა ირმის ნახტომი
გალაქტიკის სტრუქტურა და
დინამიკა

წინა ლექციაში

- ვარსკვლავების ევოლუცია
- ზეახალი ვარსკვლავები
- თეთრი ჯუჯები
- ნეიტრონული ვარსკვლავები
- შავი ხვრელები



ჩვენი გალაქტიკა

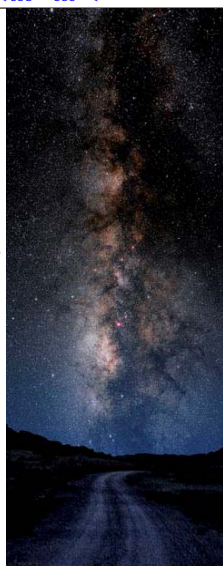
Democritus (460-370 BC):

ჰიპოთეზა:

“ღამის ცის ნათელი ზოლი შედგება
მრავალი მილიონი ვარსკვლავისაგან”



გალაქტიკის
ინდივიდუალური
ვარსკვლავების
პირველი დაკვირვება:
გალილეო გალილეი



გალაქტიკის ბრუნვა ღამის ცაზე



ჩვენი გალაქტიკა

ბერძნული სახელწოდება: **Galaxy (Γαλαξίας რძე)**

ინგლისურად: **Milky Way**

ქართული სახელწოდება: **ირმის ნახტომი**

*სვადასხვა კულტურის თვალთ ღამის ცაზე
დანახული გალაქტიკა:*

იაპონია: “ზეციური მდინარე”

ტაილანდი: “თეთრი სპილოს ნაკვალევი”

კორეა: “ვერცხლის მდინარე”,

სომხეთი: “თივის ქურდის ნაკვალევი”,

ჩვენი გალაქტიკა

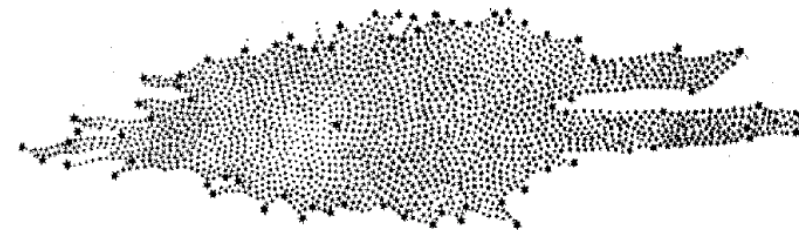
გალაქტიკის ფოტოგრაფია გრძელი ექსპოზიციით



ჩვენი გალაქტიკა

ჰერშელი (1785)

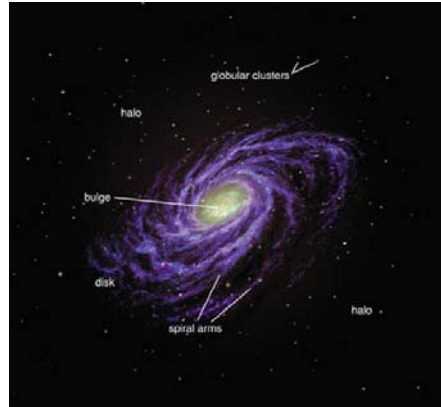
მახლობელ ვარსკვლავების დაკვირვებებზე
დაფუძნებული ჩვენი გალაქტიკის პირველი
(მცდარი) მოდელი: მზე გალაქტიკის ცენტრში



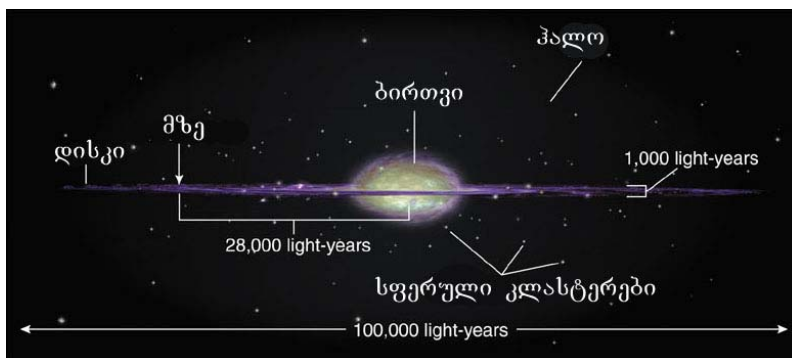
ჩვენი გალაქტიკა

ვარსკვლავების გროვის თვისებები:

- დისკური გროვა;
- ბრუნვა მასიური ცენტრის გარშემო;
- სპირალური სტრუქტურა;



ჩვენი გალაქტიკა



ჩვენი გალაქტიკის სტრუქტურა

გალაქტიკის ცენტრი;

ოვალური ფორმის მასიური ცენტრალური ნაწილი

გალაქტიკის დისკი;

- ბრუნვა ცენტრის გარშემო;
- სპირალური მხრები;

გალაქტიკის ჰალო;

გალაქტიკის ბრუნვის სიბრტყიდან ამოვარდნილი ობიექტები

ჩვენი გალაქტიკა

პარამეტრები:

დიამეტრი: 100 000 ს.წ. (~30 კილო პარსეკი)

სისქე: 1 000 ს.წ.

ვარსკვლავების რაოდენობა: 100–400 მილიარდი ($1-4 \cdot 10^{11}$)

მასა: $5.8 \cdot 10^{11} M_{\odot}$

ყველაზე

ხანდაზმული

ვარსკვლავი: 13.2 მილიარდი წელი

მზე ჩვენს გალაქტიკაში

მზე: გალაქტიკის პერიფერია;

მანძილი ცენტრამდე: 25 000 ს.წ.

ცენტრის ირგვლივ

ბრუნვის პერიოდი: 250 მილიონი წელი

სპირალური სტრუქტურის

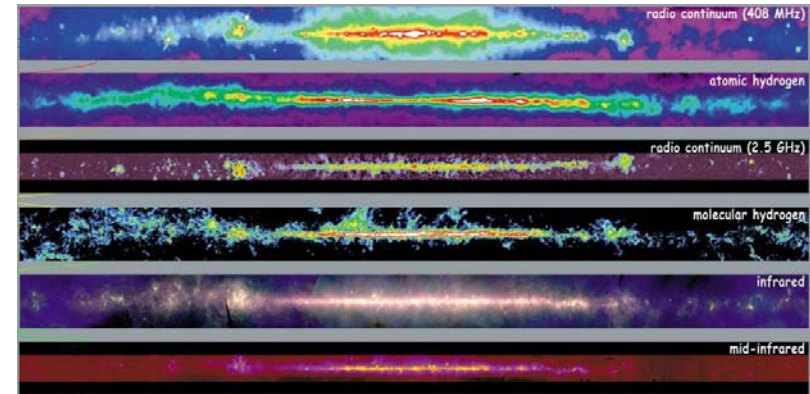
ბრუნვის პერიოდი: 500 მილიონი წელი

ცენტრალური

ნაწილის ბრუნვის

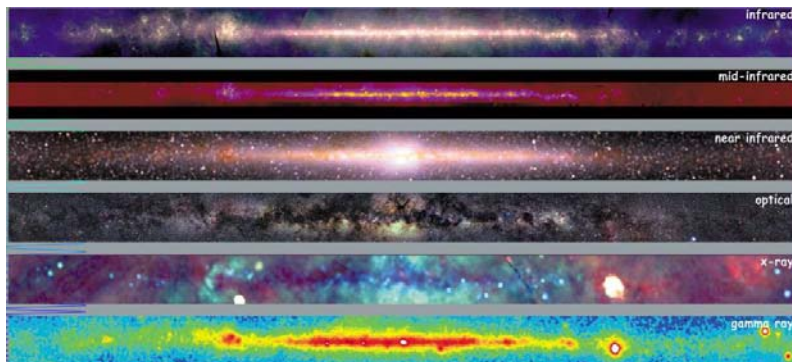
პერიოდი: 15–18 მილიონი წელი

გალაქტიკა სხვადასხვა სპექტრულ უბანში



ინფრაწითელი: გალაქტიკის ცენტრი
ატომური და მოლეკულური წყალბადის განაწილება

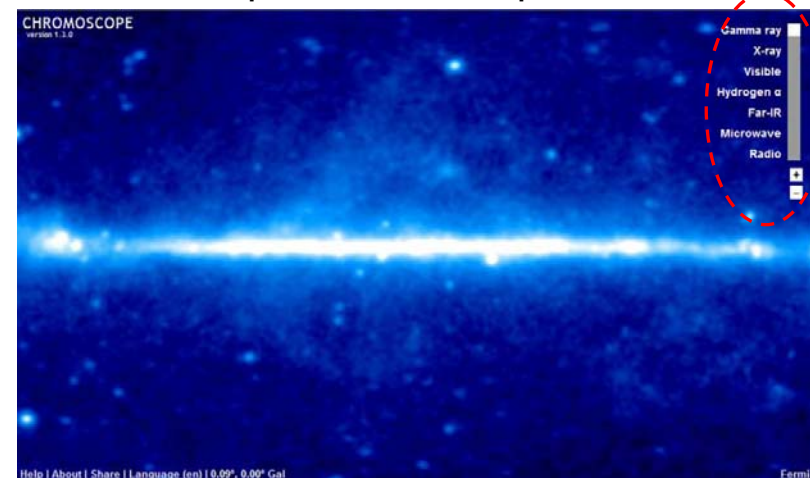
გალაქტიკა სხვადასხვა სპექტრულ უბანში



ინფრაწითელი, ოპტიკური,
რენტგენი: ზეახალის ნარჩენები
გამა სხივები: ნეიტრონული ვარსკვ. აკრეციული დისკები

ჩვენი გალაქტიკა

<http://www.chromoscope.net/>



ჩვენი გალაქტიკა: ბირთვი

მასიური ცხელი ბირთვი;



ოპტიკური გამოსახულება:

- დიფუზიური გაზისა და მტვრის შთანთქმა;
- ინფრაწითელი გამოსახულება:
- + გალაქტიკის ბირთვი;

ჩვენი გალაქტიკა: ბირთვი



ოვალის სიგრძე: ~ 5–10 კილო პარსეკი

პირდაპირი დაკვირვებები გართულებულია
გარშემო დიდი რაოდენობით გაუმჭვირვალე
დიფუზიური გაზის არსებობის გამო

ჩვენი გალაქტიკა: ბირთვი

ვარსკვლავების სიმკვრივე ბირთვში:

200 მილიონი ვარსკვლავი / 1 (ს.წ.)³

მზის მახლობლობაში ვარსკვლავების შორის
საშუალო მანძილი: 4 ს.წ.

გალაქტიკის ცენტრი:

ზემასიური შავი ხვრელი: მასა $4 \cdot 10^6 M_{\odot}$

- სწრაფი მყარტანოვანი ბრუნვა;
- ბირთვის ოვალური ფორმა (central bar);

გალაქტიკური დისკი: სპირალები

ცენტრალური ბირთვის
ირგვლივ ბრუნავს
დისკურად
განაწილებული
მილიარდობით
ვარსკვლავი.



დისკის ნათობაში
შეიმჩნევა სპირალური სტრუქტურა

გალაქტიკის სპირალებზე დაკვირვება



ჩვენი გალაქტიკა: სპირალები

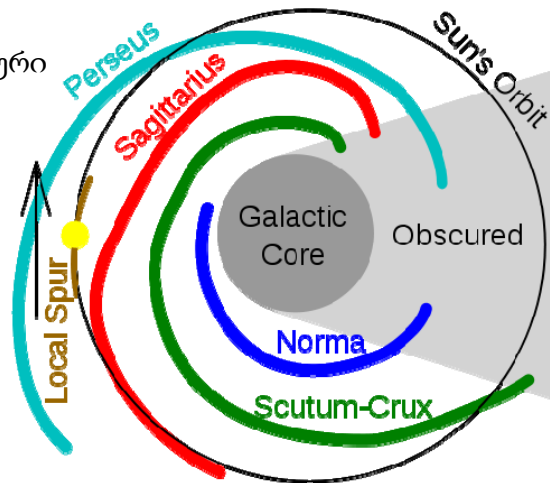
სპირალების გეომეტრია:

ლოგარიტმული სპირალები: $r = a \exp(b\phi)$



ჩვენი გალაქტიკა: სპირალები

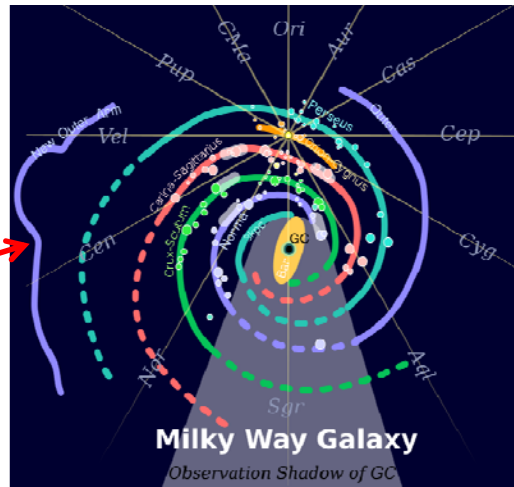
ინდივიდუალური
სპირალების
აღდგენა



მზის ბრუნვა გალაქტიკაში



ჩვენი გალაქტიკა: სპირალები

თანამედროვე
დაკვირვებებიახალი
გარე
სპირალი

დედამიწა ჩვენს გალაქტიკაში

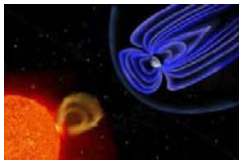
მაგნიტოსფერო: სივრცის ნაწილი, სადაც დომინირებს დედამიწის მაგნიტური ველი, რომელიც ეწინააღმდეგება მზის ქარს და იცავს დედამიწას დამუხტული ნაწილაკებისაგან.

ჰელიოსფერო: სივრცის ნაწილი, სადაც დომინირებს მზის მაგნიტური ველი, რომელიც ეწინააღმდეგება ვარსკვლავურ ქარებს (გალაქტიკურ ქარს).

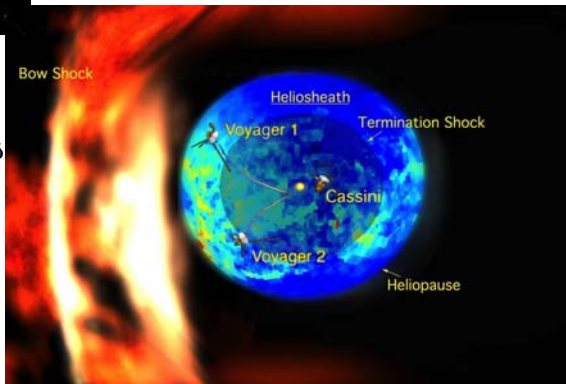
ვარსკვლავთშორისი გარემო: გარემო, სადაც დომინირებს გალაქტიკური ქარი და მაგნიტური ველები.

დედამიწა ჩვენს გალაქტიკაში

მაგნიტოსფერო



ჰელიოსფეროს
თანამედროვე
მოდელი
Voyager-1
Voyager-2

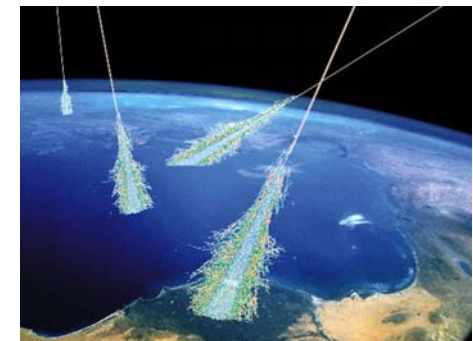


გალაქტიკური ქარი

მზის ქარის ანალოგიურად გალაქტიკიდან დედამიწას ეცემა მაღალენერგეტიკული იონების ნაკადი:

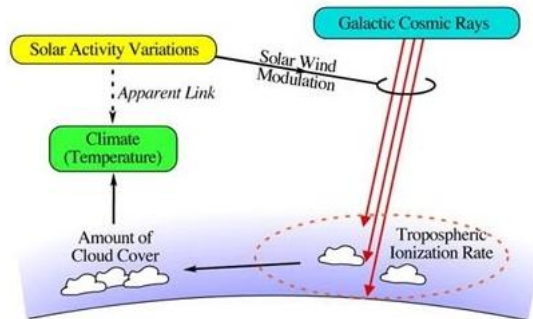
გალაქტიკური კოსმოსური სხივები

მაღალენერგეტიკული
ნაწილაკი
ატმოსფეროში
შემოსვლისას
იწვევს ნაწილაკების
ზევაურ გაჩენას:
“კოსმოსური
შხაპი”



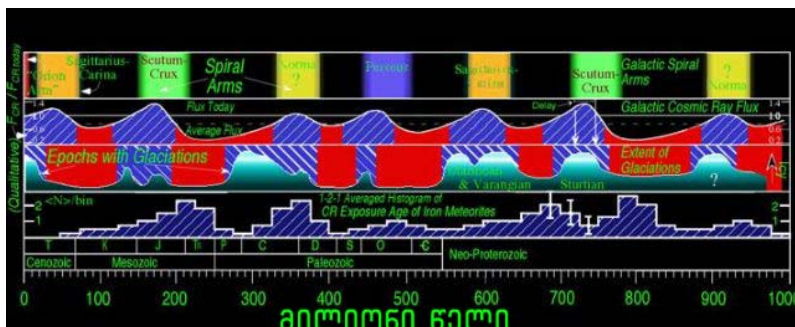
გალაქტიკური ქარი

გალაქტიკური კოსმოსური სხივების ზეგავლენა დედამიწის კლიმატზე: ატმოსფეროს ზედა ფენებში იონიზაციის ხარისხის ზრდა და ღრუბლიანობის შემცირება



გალაქტიკური ქარი

მზის მოგზაურობა სპირალურ გზაში:
დედამიწაზე გამყინვარების პერიოდების მიზეზი?

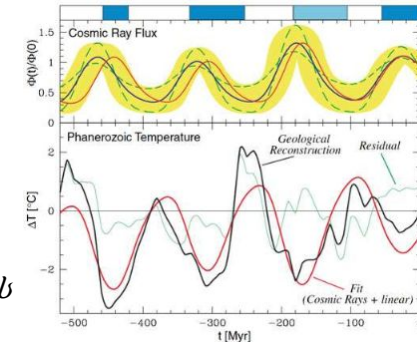


CO₂-ს გავლენა უმნიშვნელოა? ☹

გალაქტიკური ქარი

მზის გავლა გალაქტიკურ სპირალში:
გალაქტიკური კოსმოსური სხივების
ინტენსივობის მნიშვნელოვანი ზრდა.

გავლენა კლიმატზე:
კოსმოსური სხივების
მატება იწვევს
დედამიწაზე
გლობალური
ტემპერატურის კლებას



გალაქტიკური დისკი: კინემატიკა

გალაქტიკის დისკში მყოფი ვარსკვლავები ბრუნავენ
ბირთვის ირგვლივ სხვადასხვა კუთხური სიჩქარით:
დიფერენციალური ბრუნვა

რაც უფრო ახლოა ვარსკვლავი გალაქტიკის
ცენტრთან, მით უფრო ნაკლებია ბრუნვის პერიოდი;

(მყარტანოვანი ბრუნვა: $P = \text{const.}$)

დიფერენციულად ბრუნავენ პლანეტებიც:

კეპლერის კანონი:

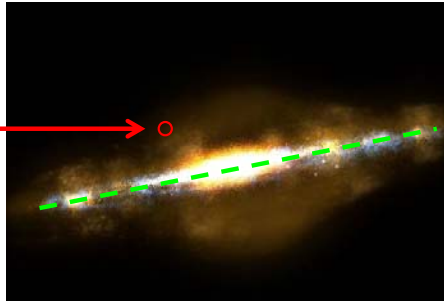
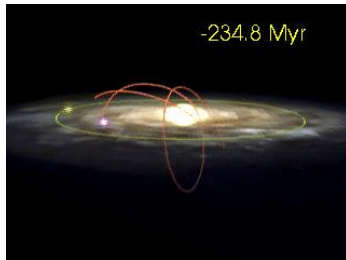
$$P \sim R^{3/2}$$

P - ბრუნვის პერიოდი;

R - ბრუნვის რადიუსი;

გალაქტიკის ჰალო

გალაქტიკის ბრუნვის
სიბრტყიდან
ამოვარდნილი
ობიექტები ქმნიან
გალაქტიკის ჰალოს



ჰალოს ობიექტები
ბრუნავენ ნებისმიერ
სიბრტყეში

სფერული გროვები

Mn - მესიეს კატალოგი (Charles Messier 1771)
ვარსკვლავური გროვებების კატალოგი



ჩვენი გალაქტიკის ჰალოს სფერული გროვები

ჩვენი გალაქტიკის ჰალოს ობიექტები

გალაქტიკის დისკიდან ამოვარდნილი ობიექტები:
ვარსკვლავების მჭიდრო სფერული გროვები

სფერული გროვების რიცხვი
ჩვენ გალაქტიკაში:
~ 150–180 გროვა
ვარსკვლავების
სიმკვრივე სფერულ
გროვაში
100–1000 (ვარსკვ./პარსეკ³)



მასიური სფერული გროვა NGC 6093

გამოსახულება:
Hubble
Space
Telescope



სფერული გროვები

ვარსკვლავების ასაკი სფერულ გროვებში:

13.2 მილიარდი წელი

ჰიპოთეზა: სფერული გროვები გაჩნდნენ გალაქტიკის ჩამოყალიბებასთან ერთად;

გალაქტიკის ასაკი $\sim 13.2 \cdot 10^9$ წ.

ჩვენი გალაქტიკა (ირმის ნახტომი) წარმოიშვა სამყაროს გაჩენიდან მცირე დროში:

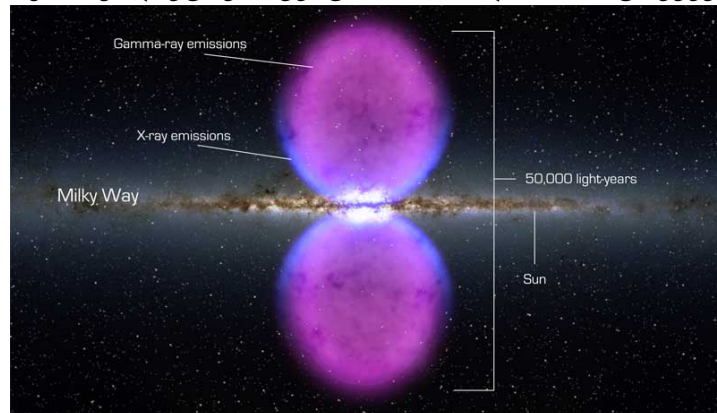
0.3–0.5 მილიარდი წელიწადი

სამყაროს ასაკის შეზღუდვა ქვევიდან

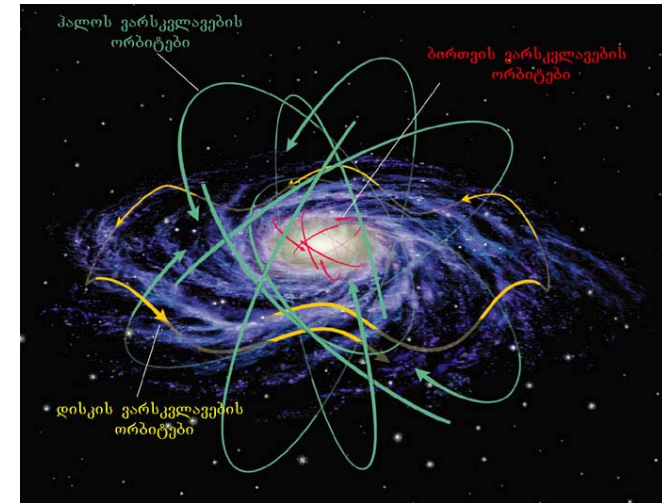
ჩვენი გალაქტიკა: აღმოჩენები

2010: გამა გამოსხივების სფერული ბუშტები

მიზეზი: გალაქტიკის ცენტრში მომხდარი ამოფრქვევა?



ჩვენი გალაქტიკა: კინემატიკა



www.tevza.org/home/course/universe2013

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

ქვეთავები: 24.1 (გვ.874-878)
24.2 (გვ.881-883)
25.1 (გვ.940-948)