



## სამყაროს ევოლუცია

### ლექცია 8

გალაქტიკების ლოკალური ჯგუფი,  
გალაქტიკების კლასიფიკაცია  
გალაქტიკების ევოლუცია, ფარული მასა

### გალაქტიკები

სავარაუდოა რომ სამყაროში გალაქტიკების სრული რაოდენობა აღემატება 500 მილიარდს.

გალაქტიკების გროვა (კლასტერი) გრავიტაციულად დაკავშირებული სხვადასხვა ტიპის გალაქტიკებია რომლებიც მოძრაობენ ერთმანეთის მიზიდულობის ველში.

ჩვენი გალაქტიკა ირმის ნახტომი არის გალაქტიკური ლოკალური გროვის წევრი

### წინა ლექციაში

- ჩვენი გალაქტიკა
- სპირალური სტრუქტურა
- გალაქტიკური ქარი
- სფერული გროვები

### გალაქტიკების ლოკალური ჯგუფი

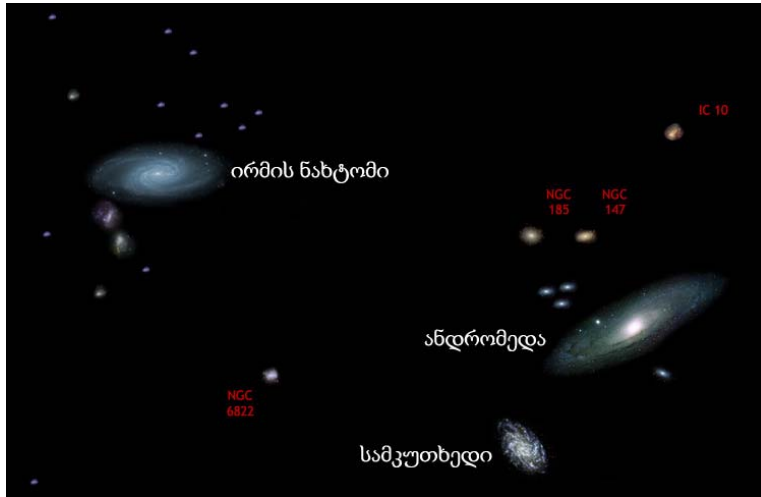
გალაქტიკების სრული რაოდენობა ჩვენს გროვაში: **36 გალაქტიკა**

**3 ძირითადი + 27 სატელიტი გალაქტიკები**

ძირითადი (მასიური) გალაქტიკები:

1. ანდრომედა;
2. ირმის ნახტომი;
3. სამკუთხედი;

## გალაქტიკების ლოკალური ჯგუფი



## გალაქტიკების ლოკალური ჯგუფი

	ვარსკვ. რაოდენობა	მსა ( $M_{\odot}$ )	ტიპი
ანდრომედა	$10 \cdot 10^{11}$	$12 \cdot 10^{11}$	სპირალური
ირმის ნახტომი	$4 \cdot 10^{11}$	$7 \cdot 10^{11}$	სპირალური
სამკუთხედი	$0.4 \cdot 10^{11}$	$0.5 \cdot 10^{11}$	სპირალური

$10^9 =$  მილიარდი;  $10^{12} =$  ტრილიონი

## ანდრომედა (M31)



## ანდრომედა (M31)

### ულტრაიისფერი დიაპაზონი



### ანდრომედა (M31) რენტგენის დიაპაზონი



### ანდრომედა (M31) ინფრაწითელი დიაპაზონი

× Outer ring center  
○ Inner ring center  
+ Galaxy center

2 kpc

Inner ring  
Outer ring  
Hole in the outer ring  
M32

გალაქტიკური დისკის გაღუნვა:  
სხვა გალაქტიკებთან  
ურთიერთქმედების ნაკვალევი

### საგიტარიუს ჯუჯა გალაქტიკა

ირმის ნახტომის  
სატელიტი გალაქტიკა  
M54

დიამეტრი:  
10 000 ს.წ.

ჩვენი გალაქტიკის  
დისკის დიამეტრის  
მეათედი



### ირმის ნახტომის თანამგზავრები

მაგელანის დიდი და მცირე ღრუბელი  
მაგელანის დიდი ღრუბელი – ჩვენი გალაქტიკის  
უახლოესი კომპანიონი: მანძილი ~ 150 000 ს.წ.



## დაკვირვებები შორეულ გალაქტიკებზე

### - Hubble Deep Field (HDF)

ექსპოზიცია: 10 დღე (1995)

გალაქტიკები: 3 000

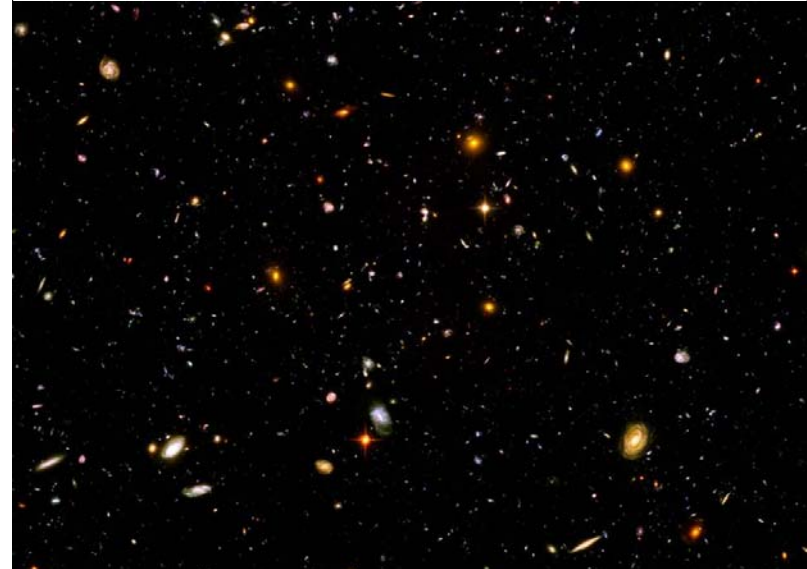
### - Hubble Ultra Deep Field (HUDF)

ექსპოზიცია: 11 დღე (4 სიხშირე, 2003)

გალაქტიკები: 10 000

ობიექტების

ასაკი: 13 მილიარდი წელიწადი



## ჰაბლის ულტრა ღრმა ველი

ფრაგმენტი:

სხვადასხვა

ტიპის

გალაქტიკები



## გალაქტიკების კლასიფიკაცია

გალაქტიკების კლასიფიკაცია შესაძლებელია მათი ხილულ თვისებებზე დაყრდნობით:

- გალაქტიკის ფორმა;
- სპირალების არსებობა;
- ცენტრალური ნაწილის გეომეტრია;

გალაქტიკების ოპტიკური მორფოლოგია

ჰაბლის მორფოლოგიური კლასიფიკაცია



### ჰაბლის გალაქტიკების კლასიფიკაცია

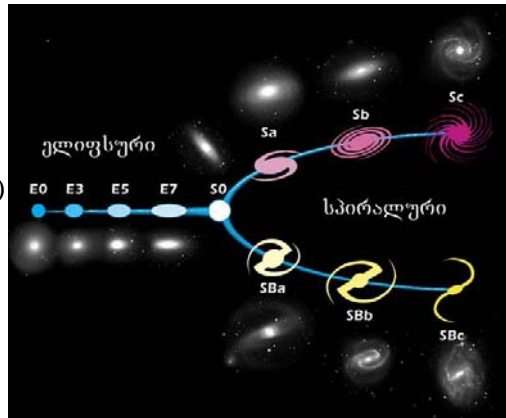
კლასები: **E0-E7, S0, Sa-Sc, SBa-SBc**

**E** - ელიფსური;  
**S** - სპირალური;

მართკუთხედი (bar)

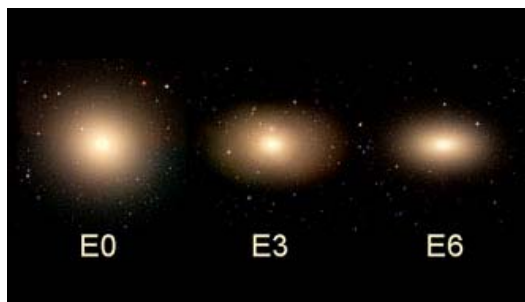
- კი
- არა

ჩვენი გალაქტიკა:  
**SBc**



### ელიფსური გალაქტიკები

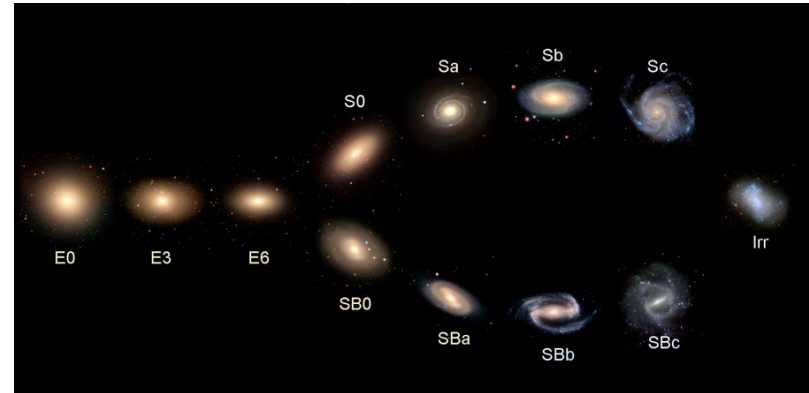
ვარსკვლავების  
ბირთვული  
ჯგუფი



**E 0 ← E6**



### ჰაბლის გალაქტიკების კლასიფიკაცია



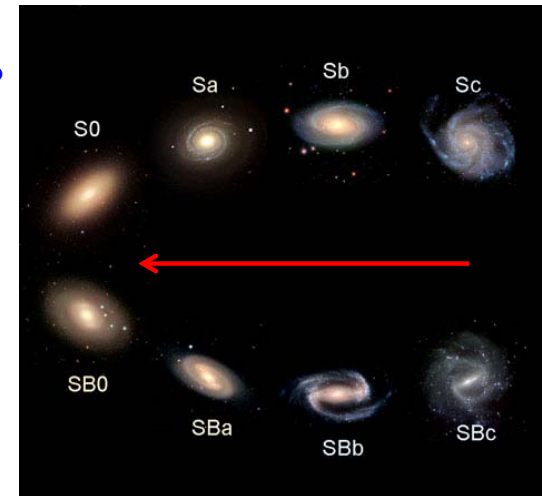
ელიფსური, სპირალური და არარეგულარული გალაქტიკები

### სპირალური გალაქტიკები

უფრო მასიური  
ბირთვი

ნაკლები  
მტვერი

უფრო  
დახვეული  
სპირალები



### ელიფსური გალაქტიკები

“ცრუ კომეტების” მესიეს კატალოგი:  
არა წერტილოვანი გამოსხივების წყარო

ელიფსური გალაქტიკა M60

ვარსკვლავების ბრუნვა  
ცენტრის გარშემო ყველა  
სიბრტყეში



### სპირალური გალაქტიკა

სპირალური  
გალაქტიკა  
(bar)

NGS1300



### სპირალური გალაქტიკა

სპირალური  
გალაქტიკა

M101



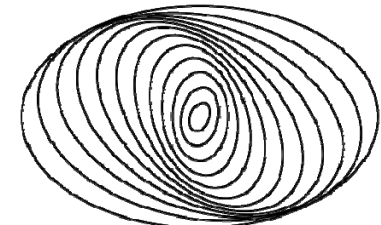
### სპირალური გალაქტიკა

მკვეთრად გამოხატული სპირალები  
ცენტრალური მართკუთხედი: S / SB

სპირალები: სპირალურ-გრავიტაციული ტალღები

დიფერენციული ბრუნვა:  
არა-მყარტანოვანი ბრუნვა;

ცენტრის ბრუნვის სიხშირე  
მაღალია გარეუბნებთან შედარებით (კეპლერის კანონი)



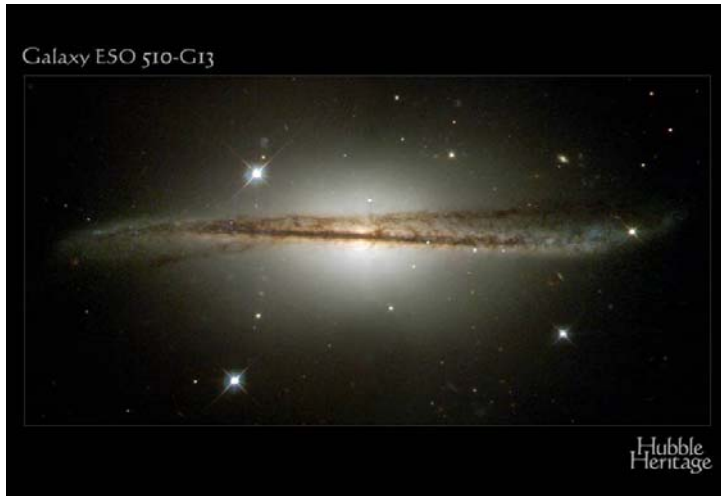
### გარდამავალი ტიპი

Lenticular გალაქტიკები (S0)



სომბრერო გალაქტიკა

### ზოგიერთი ცნობილი გალაქტიკა



### ზოგიერთი ცნობილი გალაქტიკა

მზესუმზირა (M63)



მანძილი: 37 მილიონი სინათლის წელი

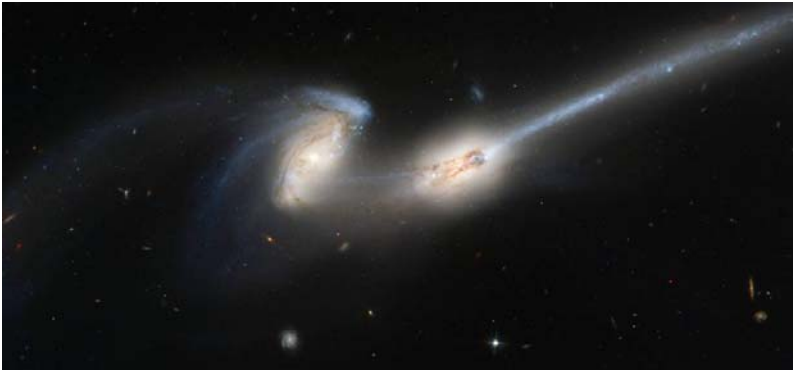
### ზოგიერთი ცნობილი გალაქტიკა

Whirlpool (მორევი) M51a



### გალაქტიკების ურთიერთქმედება

გალაქტიკების დაჯახება: “თაგვების გალაქტიკა” (NGC4676)



### არაწესიერი (irregular) გალაქტიკები

გალაქტიკების დაჯახებამ შეიძლება წარმოქმნას მორფოლოგიურად “არაწესიერი ფორმის” ობიექტი

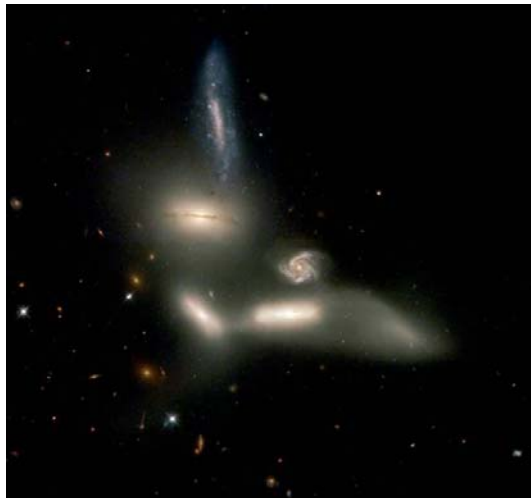


“ჩიტი” IRAS 19115-2124

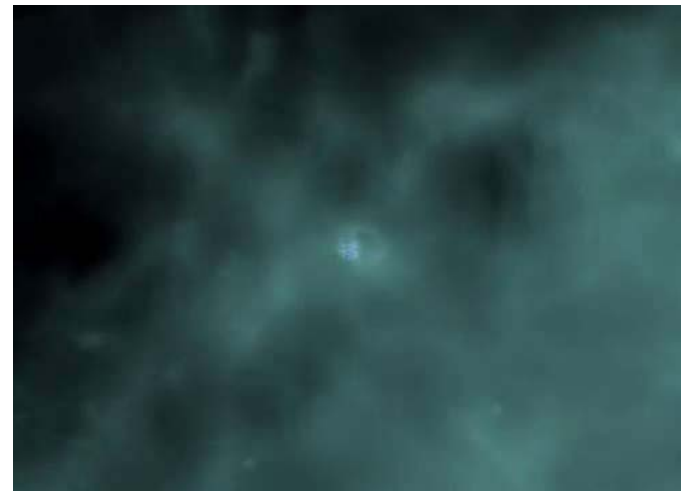


NGC1427A

### გალაქტიკების კომპაქტური ჯგუფები



### სპირალური გალაქტიკის წარმოქმნა

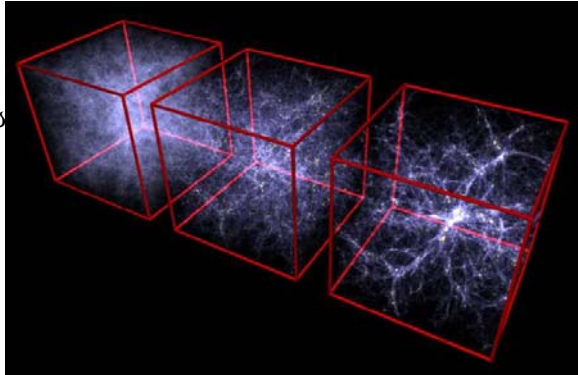




### გალაქტიკების ჯგუფების წარმოქმნა

სამყაროში ადრეული მატერიის გრავიტაციული ფრაგმენტაცია

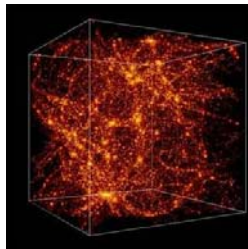
შემკვრივება:  
გალაქტიკების  
გროვა  
(კლასტერი)



### გალაქტიკების ევოლუცია

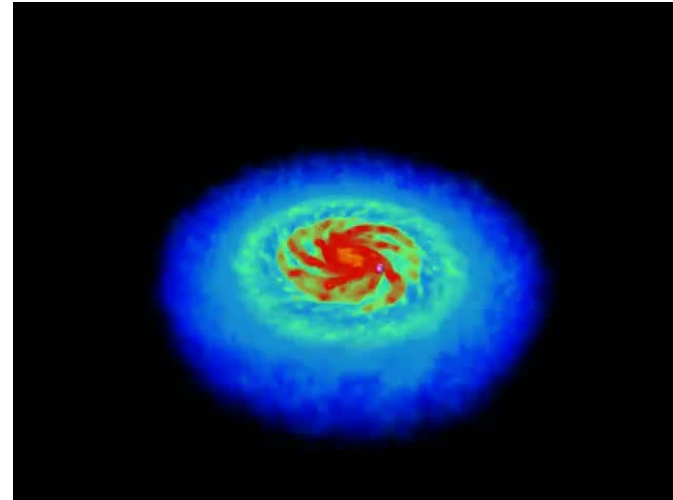
გალაქტიკების წარმოშობა:  
ადრეული სამყაროს ფიზიკა;

გალაქტიკებში შესაძლებელია  
ინახებოდეს ინფორმაცია ადრეული  
სამყაროს თვისებებზე;



კოსმოლოგიისათვის საინტერესო ობიექტები:  
გალაქტიკების განაწილების სტატისტიკა;  
მაგნიტური ველი; ...

### გალაქტიკების დაჯახება



### გალაქტიკების ევოლუცია

მასიური გალაქტიკის ცენტრი: შავი ხვრელი

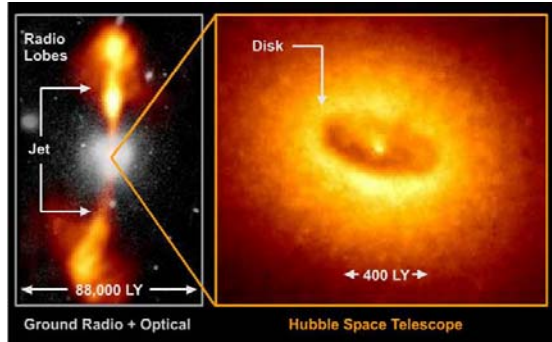
შავი ხვრელის მასა პროპორციულია გალაქტიკის  
საერთო მასის;

მიმდებარე მასის შთანთქმა შავი ხვრელის მიერ.

გიგანტური ცხელი მორევი: გრავიტაციული  
ენერჯის გამოთავისუფლება და სითბური  
გამოსხივება

## გალაქტიკების ევოლუცია

გალაქტიკის ბირთვის ნათობის ენერჯის წყარო



გალაქტიკების სიცოცხლის დასასრული:

სამყაროს ევოლუცია

## გალაქტიკების ბრუნვა

მასის დეფიციტი:

გრავიტაციული მიზიდულობის ძალის სიმცირე  
ხილული ორბიტალური სიჩქარეების ასახსნელად.

ნიუტონის გრავიტაცია:

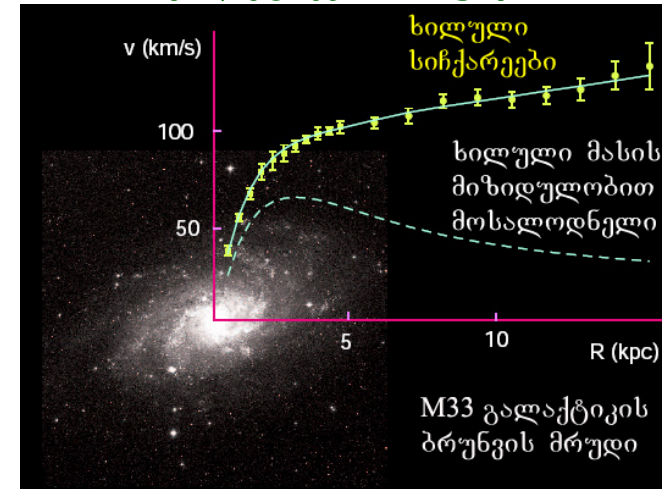
$$F = G M m / r^2 \ll F_{\text{ხილული}}$$

ფარული მასა:  $M_{\text{ფ}}$

$$F_{\text{ხილული}} = G (M + M_{\text{ფ}}) m / r^2$$

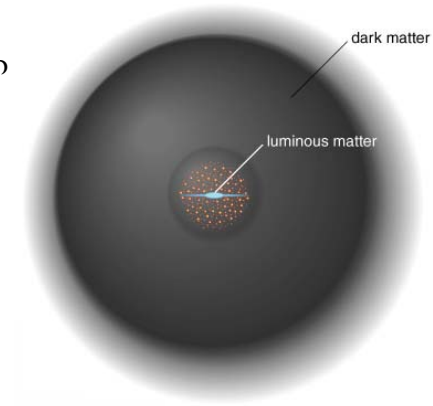
$$M_{\text{ფ}} \gg M$$

## გალაქტიკების ბრუნვა



## ფარული მასა (Dark Matter)

საჭირო დამატებითი გრავიტირებადი ფარული მასის განაწილება გალაქტიკაში: (ჰიპოთეტური)



## ფარული მასა

კანდიდატები: **ცხელი ნაწილაკები (ნეიტრინო)**

სუსტად ურთიერთქმედი მასიური ნაწილაკები (WIMP)

*ეგ ზოტიკური მატერია*

ალტერნატიული მიდგომა:

სუპერსიმეტრიები (ქვანტური გრავიტაცია)

მოდიფიცირებული გრავიტაცია:  $F \sim 1/r^n$  ( $n \neq 2$ )

[www.tevza.org/home/course/universe2013](http://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)