

$$\Omega = 2/3\Lambda (c^2/H^2)$$

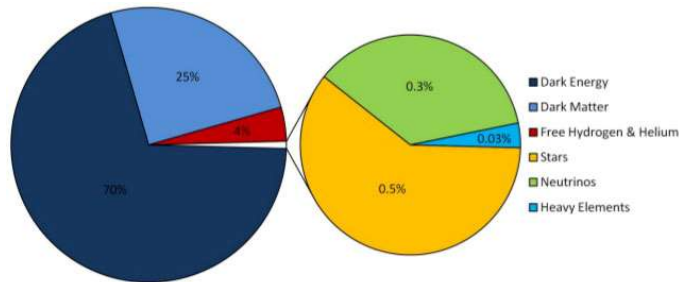
## თანამედროვე კოსმოლოგიური მოდელი

### $\lambda$ -CDM

Lambda - კოსმოლოგიური მუდმივა (ფარული ენე)

Cold Dark Matter – “ცივი” ფარული მასა

“ცივი” = ფარული მასის “აირის” დაბალი “წნევა”

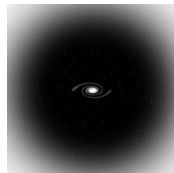


### ფარული მასის განაწილება

ფარული მასის განაწილების შესწავლა:

1. გალაქტიკებში;

ვარსკვლავების ბრუნვის დინამიკა;



2. გალაქტიკების გროვებში;

გალაქტიკების მოძრაობის დინამიკა;



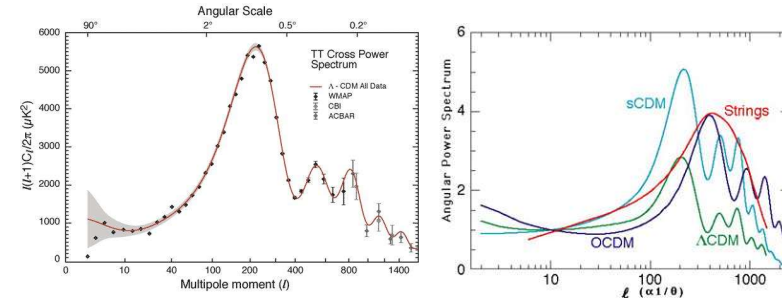
3. დიდ მასშტაბებზე;

გრავიტაციული ლინზირება;

რიცხვითი მოდელირება;

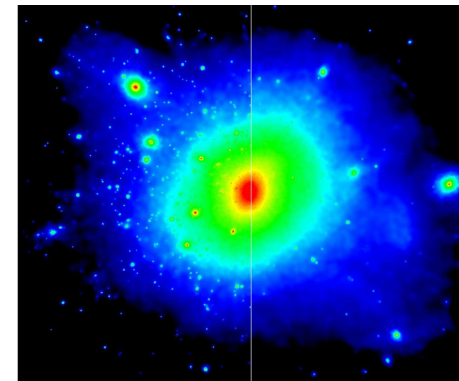
### $\lambda$ -CDM

რატომ  $\lambda$ -cdm?



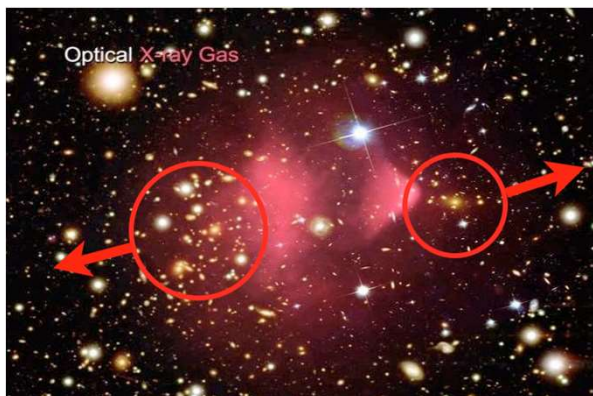
### ფარული მასის განაწილება

“ცივი” ფარული მასა: ფარული მასის “სითხის” წნევა დაბალია, მაგრამ არა ნულოვანი.



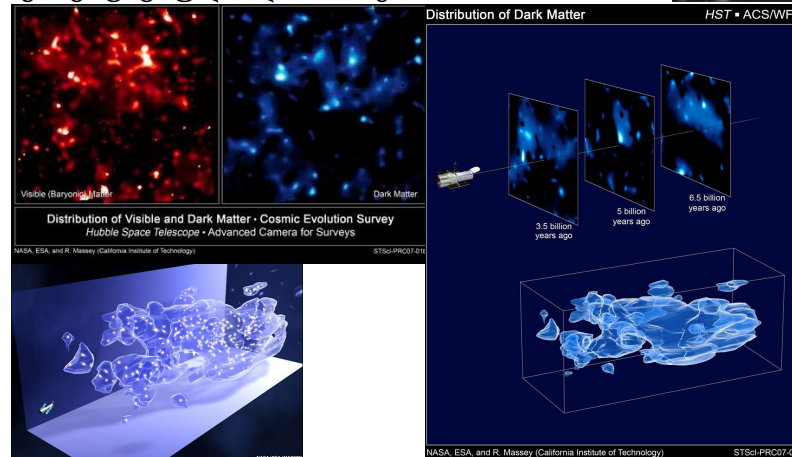
## ფარული მასის განაწილება

“ვირიალის მასის” შეფასება გალაქტიკათა კლასტერებში



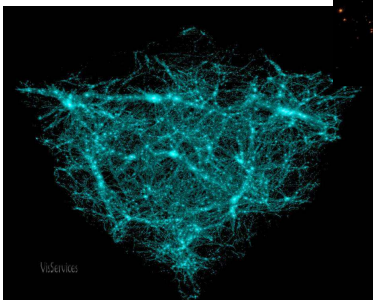
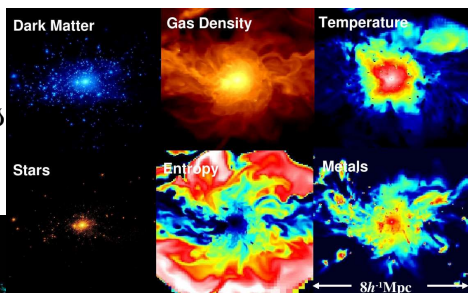
## ფარული მასის განაწილება

გრავიტაციული ლინზირება:



## ფარული მასის განაწილება

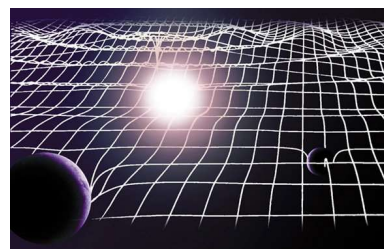
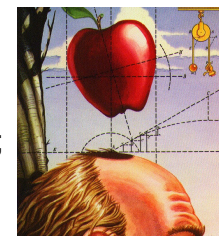
რიცხვითი  
მოდელირება:  
გალაქტიკების  
ჯგუფები



გრავიტაციული  
ფრაგმენტაცია  
ადრეულ სამყაროში

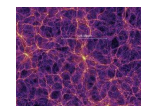
## გრავიტაცია დიდ მასშტაბებზე

მცირე მასშტაბები:  
ნიუტონის მსოფლიო  
მიზიდულობის კანონი;



დიდი მასშტაბები?

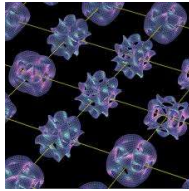
საშუალო მასშტაბები:  
აინშტაინის  
გრავიტაცია;



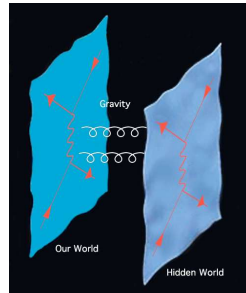


## გრავიტაცია დიდ მასშტაბებზე

თანამედროვე ველის თეორიები  
სიმეტრიები და სუპერსიმეტრიები  
(მაღალგანზომილებიანი სივრცე)



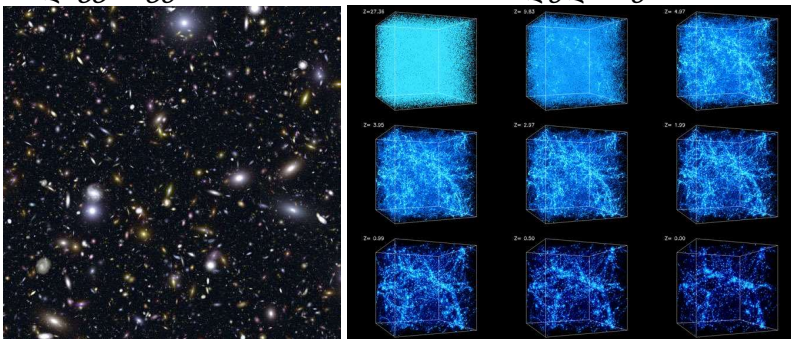
სიმები, ბრანა  
გრავიტაციის  
დიდმასშტაბოვანი  
მოდელირება,  
ბრანების  
ურთიერთქმედება



## სტრუქტურის ფორმირება

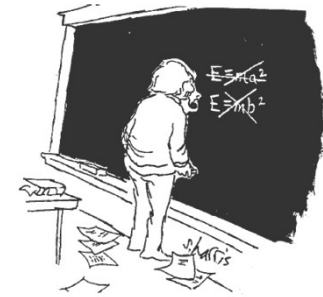
გალაქტიკების დღევანდელი განაწილება უნდა  
ჩამოყალიბებულიყო სამყაროს სტრუქტურის  
ფორმირების დროს (ჯუჯა გალაქტიკების სიმცირე)  
დაკვირვება

მოდელირება

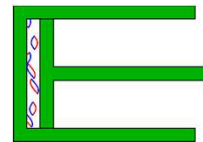


## კოსმოლოგიური მუდმივა

კოსმოლოგიური მუდმივა  
პირობითად აღნიშნავს  
ვაკუუმის ენერგიას,  
რომელიც იწვევს  
სივრცის გაფართოებას



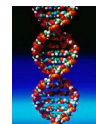
$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$



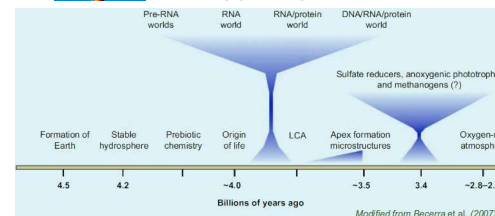
ვაკუუმის ენერგიის  
სიმკვრივე მუდმივია

## სიცოცხლე დედამიწაზე

დედამიწა ჩამოყალიბებისას  
იყო ცხელი ციური  
სხეული



სიცოცხლე  
განვითარდა  
მოგვიანებით

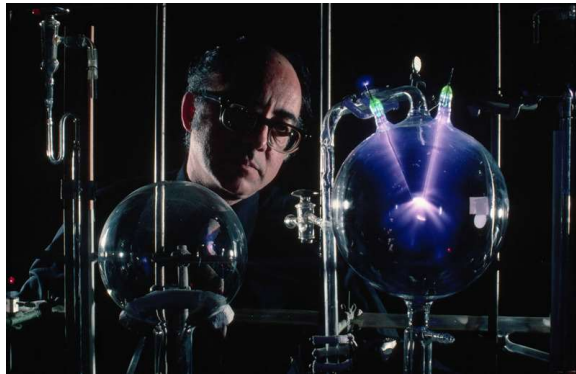


## აბიოგენეზი

არაორგანული ნივთიერებებიდან ორგანული  
ნაერთების სინთეზი

მილერის ექსპერიმენტი: “სიცოცხლის დაბადება”

(Miller 1953)



## აბიოგენეზი

პლანეტის ატმოსფეროს პირობებში ორგანული  
ამინომჟავების სინთეზი

$(\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2, \text{NH}_3, \text{H}_2)$

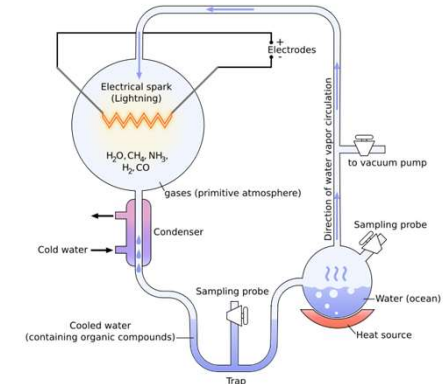


20-მდე ამინომჟავა

$\text{HCN}$  (ციანიდი)



ადენინი



## რთული ფორმების სინთეზი

ამინომჟავები, რნმ, დნმ, მცენარეები, ცოცხალი  
ორგანიზმები, ..., ცივილიზაცია

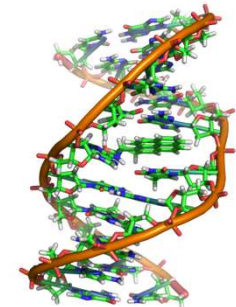


## ასტრობიოლოგია

სიცოცხლის წარმოშობის და ევოლუციის შესწავლა  
კოსმოსში (არამიწიერი ბიოლოგიური ფორმები)

ნახშირბადოვანი სიცოცხლე  
(დნმ)

მარსი  
“ცუდი  
ასტრონომია”

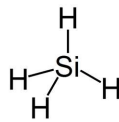


## ასტრობიოლოგია

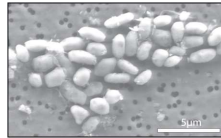
არა-ნახშირბადოვანი სიცოცხლე?

ჰიპოთეტური ბიოლოგიური ფორმები

- სილიციუმის “ორგანული ფორმები”
- ფოსფორი “ორგანული ფორმები”



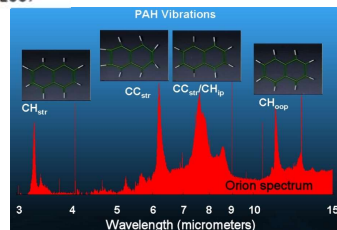
- დარიშხანის ბაქტერია?  
(Nasa 2010)



## ორგანული ნივთიერებები კოსმოსში

|                |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                             |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IRAS16293-2422 | HCOOH, CH <sub>3</sub> CHO, CH <sub>3</sub> OCHO, CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub> , HCOOCH <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> CN, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CN, CH <sub>3</sub> CCH | Gazaux et al. 2003 ; Kuan et al. 2004; Bottinelli et al. 2004b; Chandler et al. 2005; Remijan & Hollis 2006 |
| NGC1333-IRAS4A | HCOOH, HCOOCH <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> CN                                                                                                                                      | Bottinelli et al. 2004a, 2007, 2008                                                                         |
| NGC1333-IRAS4B | HCOOCH <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> CN                                                                                                                                             | Sakai et al. 2006, Bottinelli et al. 2007a                                                                  |
| NGC1333-IRAS2A | CH <sub>3</sub> CN, CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>                                                                                                                                 | Jorgensen et al. 2005; Bottinelli et al. 2007                                                               |

[2009]  
Propanal (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CHO)  
Propenal (CH<sub>2</sub>CHCHO)  
Cyanoallene (CH<sub>2</sub>CCCHN)



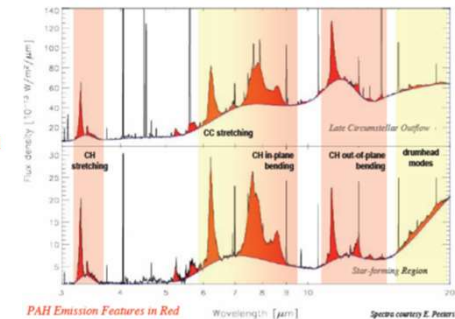
## ორგანული ნივთიერების სპექტრი

ნახშირბადის სამი ტიპის ბმა სინათლის სპექტრში ტოვებს სხვადასხვა შთანთქმის ხაზებს

$sp$   $H-C\equiv C-H$  Triple bond

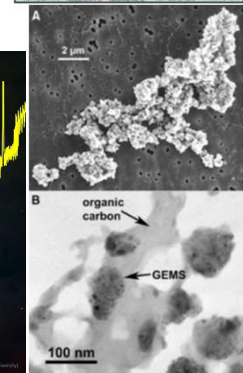
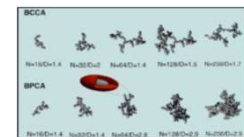
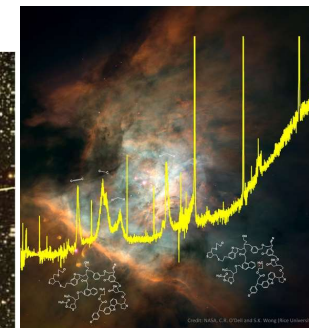
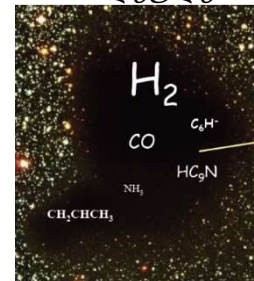
$sp^2$   $H_2C=CH_2$  Double bond

$sp^3$   $H_3C-CH_3$  Single bond



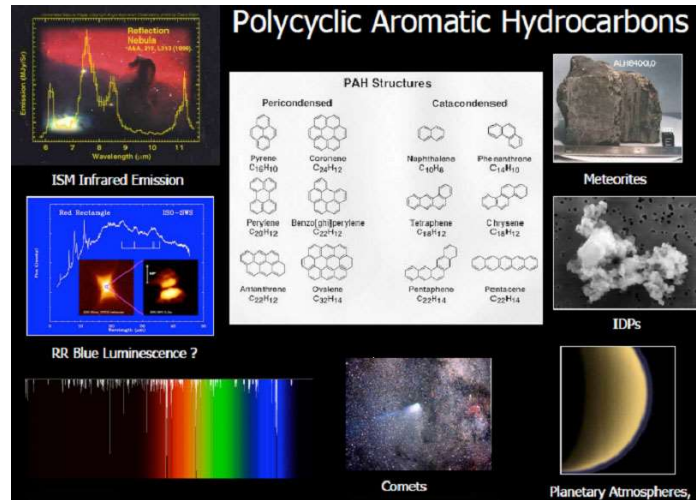
## ორგანული ნივთიერება კოსმოსში

- პლანეტშიორისი მტვერი
- მოლეკულური ღრუბლები
- პროტოპლანეტარული დისკები
- კომეტები
- ნისლეულები





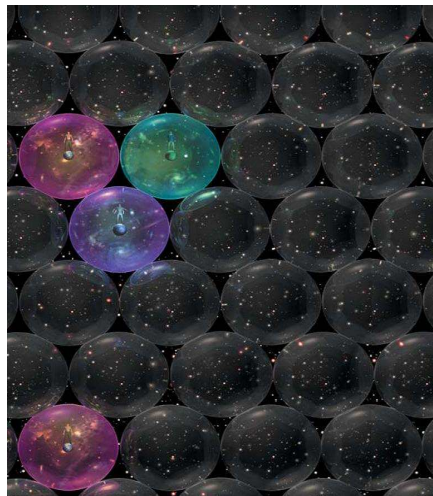
## არომატული ნახშირწყლები



## სამყაროები

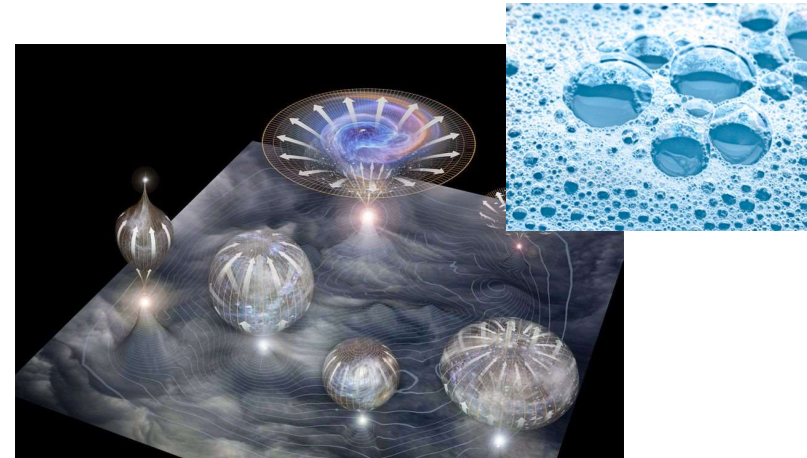
Universe  
სამყარო

Multiverse  
სამყაროები



## კოსმოსური ინფლაცია

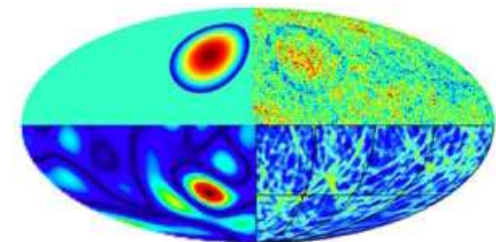
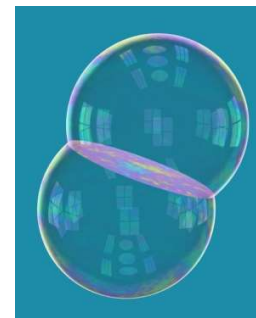
სამყარო წარმოიშვა საწყისი ბუმტისაგან: ქვანტური ქაფი



## სამყაროები

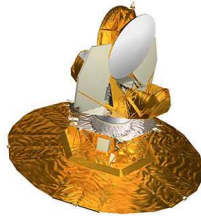
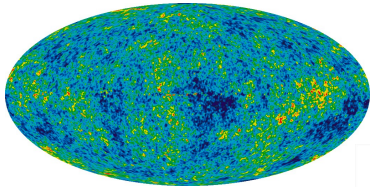
მრავალი სამყაროს არსებობის ჰიპოთეზის დაკვირვებითი ტესტი: ლაქები რელიქტური ფონის გამოსხივებაში.

**ჰიპოთეზა:** სამყაროების დაჯახების ნაკვალევი?

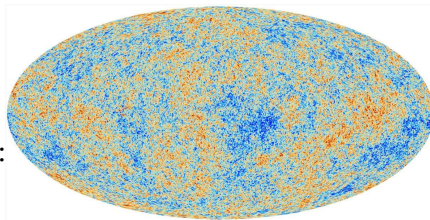


## რელიქტური ფონის კვლევა

Wilkinson Microwave Anisotropy Probe  
WMAP 2011: 7 წლის მონაცემები



PLANCK 2013:



## ანთროპული პრინციპი

ჩვენი სამყაროს ევოლუცია:  
ძირითადი ფაქტორი – ინფლაცია

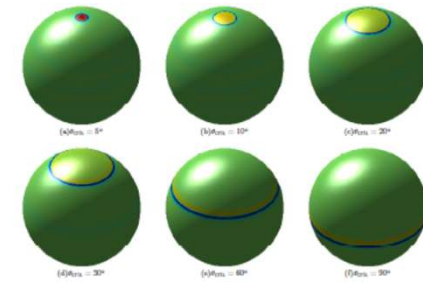
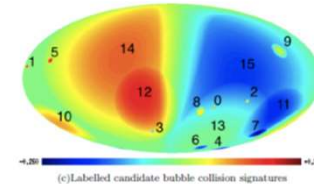
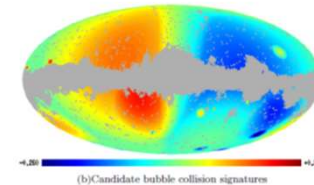
ექსპონენციალური გაფართოება:  
სამყაროს თვისებები  
დამოკიდებულია საწყის  
ქვანტურ (სტოქასტურ) შემფოთებებზე



ქვანტური ქაფის სხვა ბუმტებში სავარაუდოდ სხვა  
პირობებია: სივრცის სიმრუდე, გრავიტაციული  
მუდმივა, ელემენტარული ნაწილაკები,  
ელექტრონის მუხტი და მასა ...

## სამყაროების დაჯახება

ადრეულ ეპოქაში სამყაროების დაჯახების ნაკვალევი?



## “პარალელური” სამყაროები

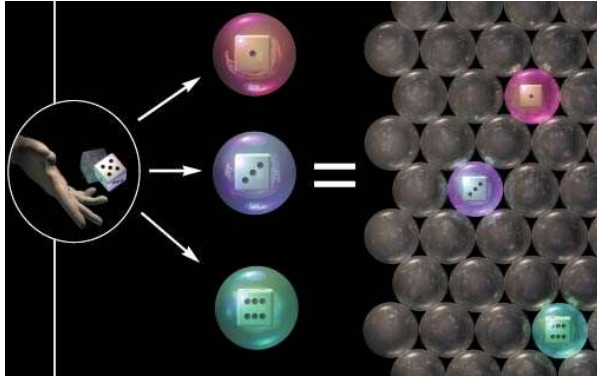
სხვადასხვა სამყაროში ჩამოყალიბდა სხვადასხვა  
ფიზიკური პირობები (ჰიპოთეზა)

- სიცოცხლე, ინტელექტი ☺
- სიცოცხლე ინტელექტის გარეშე;
- ძლიერი გრავიტაცია: შავი ხვრელები;
- სუსტი გრავიტაცია: სამყარო პლანეტების გარეშე;
- ძლიერი “სუსტი ურთიერთქმ.”: ძლიერი რადიაცია;
- სუსტი “ძლიერი ურთიერთქმ.”: სუსტი თერმობირთ.
- სუსტი “ელ.მაგ ურთიერთქმ.”: სიბნელე
- ბევრი ფარული მასა: მატერიის არ არსებობა;



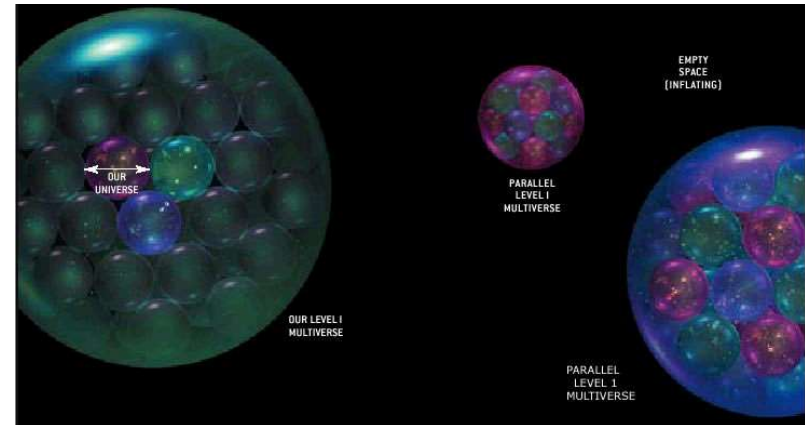
## სამყაროები

სიცოცხლის არსებობისათვის საჭირო ფიზიკური  
სამყაროს პირობების ჩამოყალიბება ნაკლებად  
აღბათურია



## სამყაროების ჯგუფები?

ჰიპოთეზა (ფანტაზია)



[www.tevza.org/home/course/universe2019](http://www.tevza.org/home/course/universe2019)