

ბნელი მატერია



პრეზენტაციის გეგმა

1. აღმოჩენა

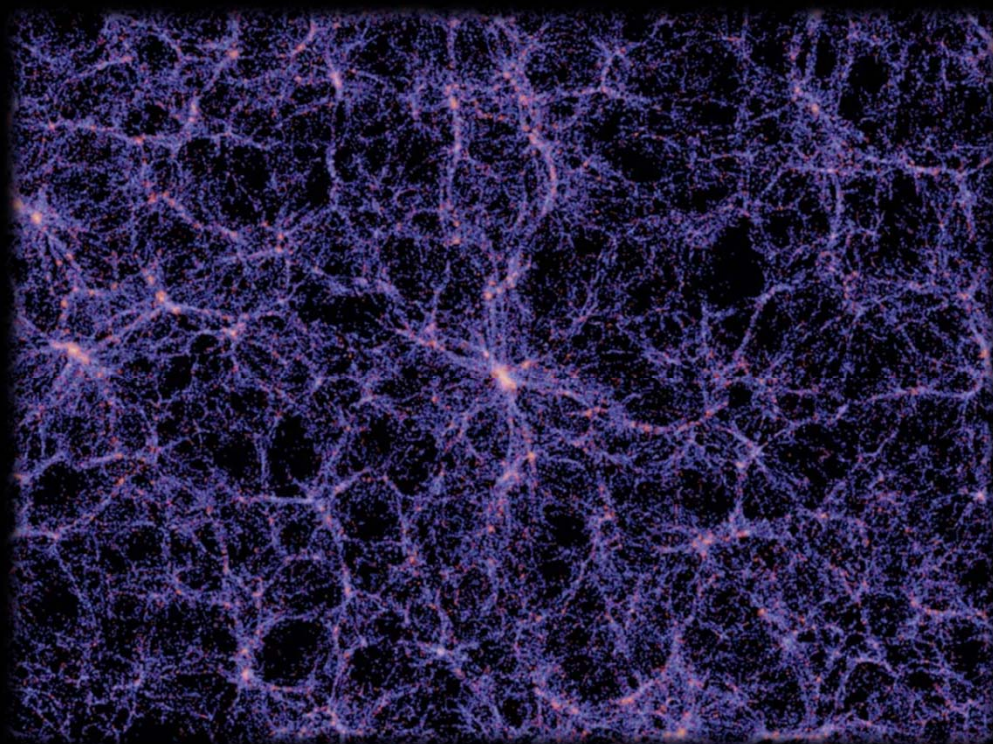
2. რას წარმოადგენს ბნელი მატერია

3. ბნელი მატერიის ტიპები

- ❖ ბარიონული
- ❖ არაბარიონული
 - ❖ ცივი
 - ❖ ცხელი
 - ❖ შერეული

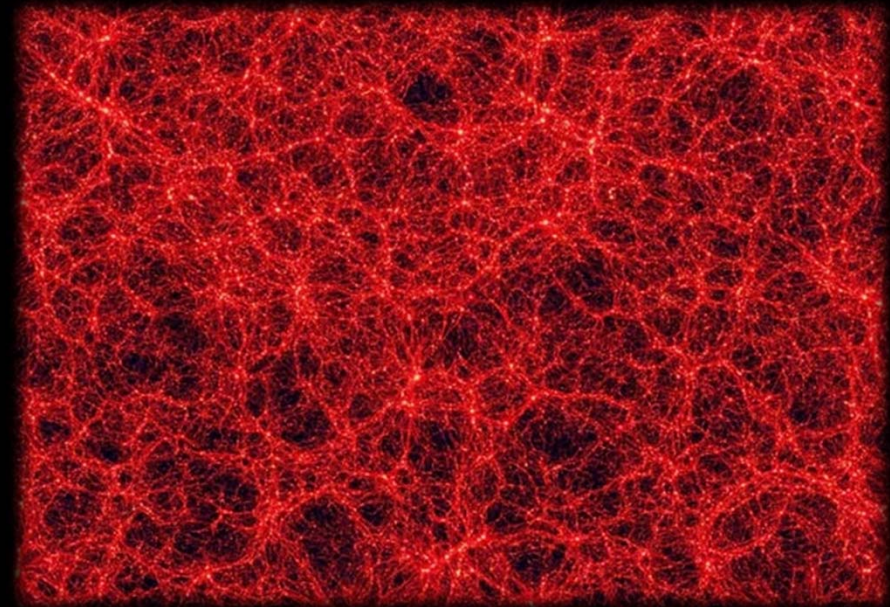
4. ბნელი ენერგია

5. დასკვნა



აღმოჩენა

- 1929-ში ჰაბლით დადგინდა - სამყარო ფართოვდება რამდენი ხანი?
- გრავიტაციის გამო ყველაფერი ერთმანეთს იზიდავს და გაფართოება უნდა შენელებოდეს.
- თუმცა გვაქვს 2 ვარიანტი:
 1. სამყაროს მასა კრიტიკულზე მეტია
 2. სამყაროს მასა კრიტიკულზე ნაკლებია
- I შემთხვევაში სამყარო გარკვეულ მომენტში დაიწყებს შეკუმშვას და შეიკუმშება
- II შემთხვევაში კი გაფართოება უსასრულოდ გაგრძელდება

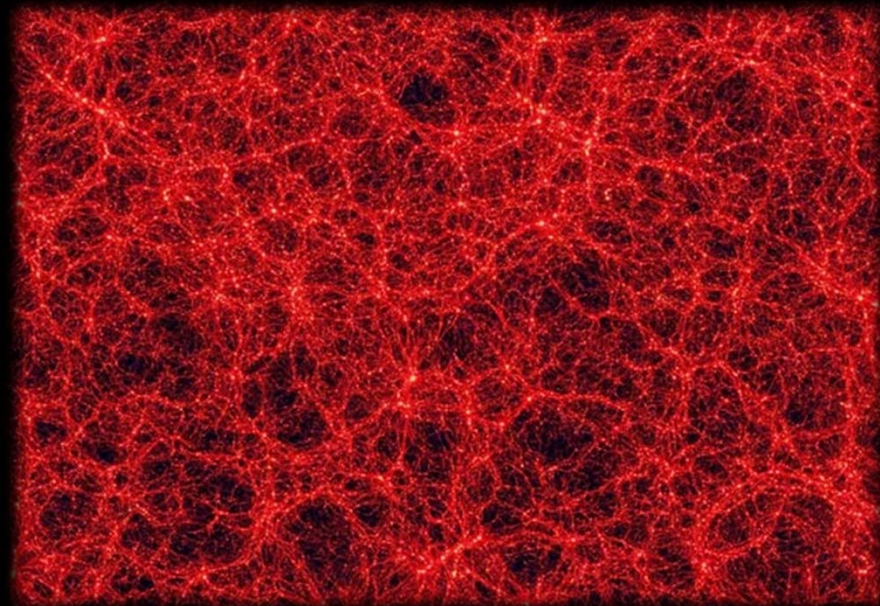


აღმოჩენა

- სამყაროს კრიტიკული საშუალო სიმკვრივეა 10^{-29} გ/სმ³ – 5 ნუკლონი 1მ³-ში
- ჩვენში ნუკლონების საშუალო რაოდენობაა 10^{30} კუბურ მეტრში
- გაზომილი ნუკლონების საშუალო რაოდენობა გალაქტიკათაშორის სივრცეში კრიტიკული რაოდენობის რამდენიმე პროცენტია



- სულ ვფართოვდებით - სითბური სიკვდილი:
 - ერთი ტემპერატურა
 - ყველაფერი უძრავია
 - წყალი ორმოებში



აღმოჩენა

თანდათან გაირკვა - სამყაროს მასა ახლოსაა კრიტიკულთან როგორ გაირკვა?

- ვერონიკას თმაში გალაქტიკათა სიჩქარეები ბევრად დიდი აღმოჩნდა - უჩინარი გრავიტაცია

- დამადასტურებელი ფაქტები:

დადასტურდა

1. გალაქტიკებში რადიალურად არ მცირდება ვარსკვლავთა

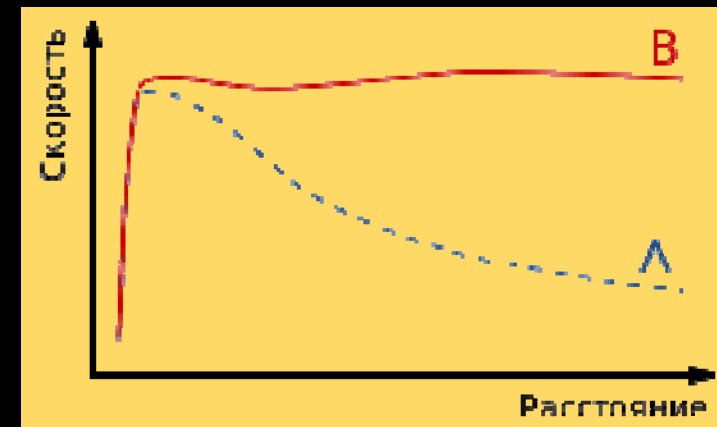
ბნელი ძალების - ბნელი მატერიის არსებობა
ტრიალის სიჩქარე

2. გალაქტიკების თანამგზავრების სიჩქარეებით - გალაქტიკებს მეტი მასა უნდა ჰქონდეს

3. გალაქტიკების გროვებში უფრო დიდია ბნელი მატერიის წილი

4. ელიფსური გალაქტიკები ვერ დაიჭერდნენ ცხელ გაზს

5. გრავიტაციული ლინზირება



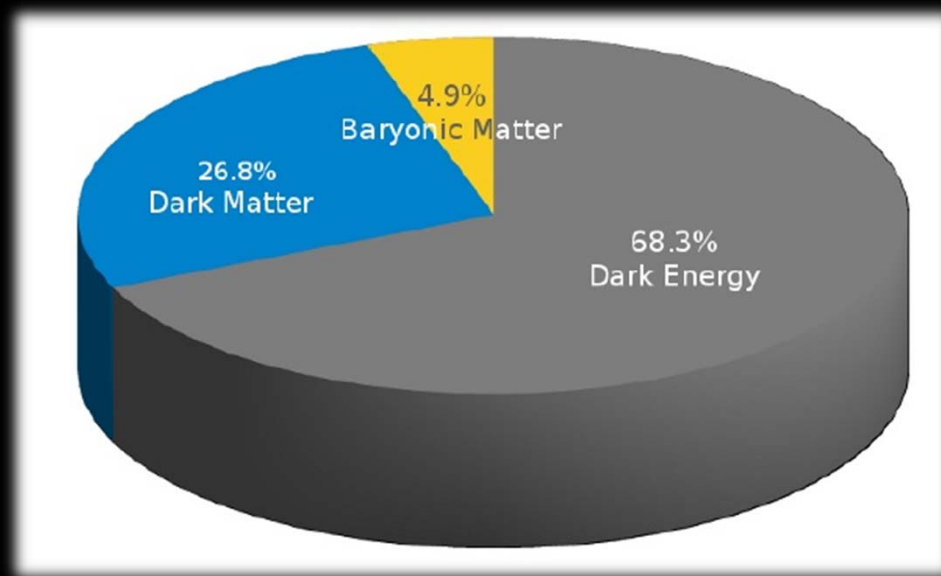
რას წარმოადგენს ბნელი მატერია

ჯამში:

ბნელი მატერია - უხილავი მატერია - ვლინდება გრავიტაციის სახით

არსებობს 2 ტიპის ბნელი მატერია:

1. ბარიონული
2. არაბარიონული
 - ცხელი
 - ცივი
 - შერეული



ენერგიათა ბალანსი სამყაროში:

ბნელი მატერიის ტიპები

ბარიონული

- ბნელი მატერიის 4-5%
- თვითონ არ ასხივებს => არ ჩანს
- ჩვეულებრივი ნივთირება

კანდიდატები:

1. ჩამქრალი ვარსკვლავები (ყავისფერი ჯუჯები)
 2. პლანეტისებრი ობიექტები, რომლებიც ვარსკვლავებთან შებმულნი არ არიან
 3. გალაქტიკის გროვებში მყოფი ცხელი გაზი (არ ასხივებს)
- აღმოაჩინეს გრავიტაციული ლინზირებით და „გალაქტიკის დაბნელებით“

ბნელი მატერიის ტიპები

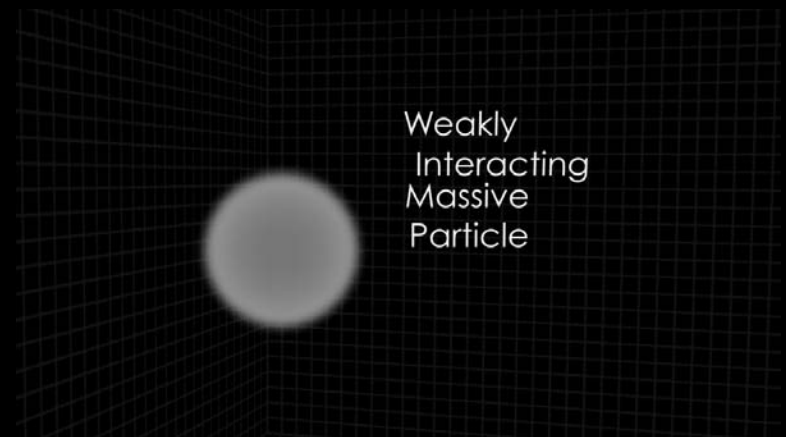
არაბარიონული

მთავარი კანდიდატი:

Weakly Interactive Massive Particles (WIMP) - სუსტად ურთიერთმქმედი მასიური ნაწილაკები

- ძალიან სუსტად ურთიერთმქმედი ნაწილაკებია - აღმოჩნეა ძალიან რთულია
- *WIMP* მასა ~ 10 -ჯერ დიდია პროტონის მასაზე
- 20-30 წელია ეძებენ - ჯერაც ვერ აღმოაჩინეს

აღმოჩენას ცდილობენ 3 გზით



ბნელი მატერიის ტიპები

არაბარიონული

მეთოდი 1

დედამიწა იცვლის მზის გარშემო ტრიალის გამო სიჩქარესა და მოძრაობის მიმართულებას
WIMP ქარის მიმართ

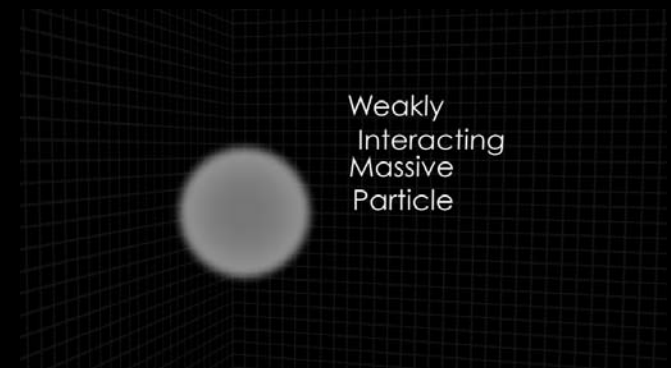


წლის განმავლობაში უნდა გვექონდეს სხვადასხვა რაოდენობის *WIMP* რეგისტრაცია

ურთიერთქმედების ძალიან მცირე ალბათობა არსებობს

...
მაგრამ არსებობს!

გრან სასსო (იტალია) - ამტკიცებენ ვნახეთო
სხვები ჯერჯერობით ვერ ხედავენ



ბნელი მატერიის ტიპები

არაბარიონული

მეთოდი 2

ასტრონომიული ობიექტები იჭერენ *WIMP* -ებს და ცენტრებში აგროვებდნენ

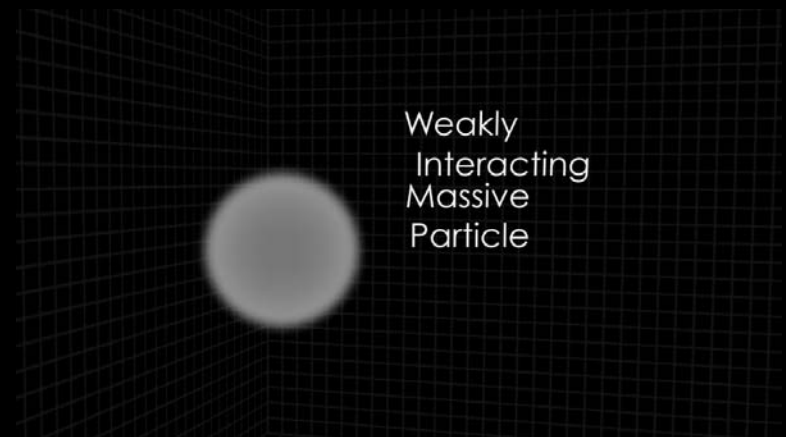


ისინი ანიჰილირდებიან - ნეიტრინოების ჭარბი ნაკადი

ვერცერთმა დაკვირვებითმა ცენტრმა ვერ მოახერხა
ამის დაფიქსირება

მეთოდი 3

ამაჩქარებელზე ნაწილაკების დიდი ენერგიებით
დაჯახებისას დაბადება



ბნელი მატერიის ტიპები

არაბარიონული

ცხელი

- შედგება ულტრარელატივისტური სიჩქარეებით მოძრავი ნაწილაკებისგან
- ცხელი თეორიით აიხსნება კლასტერებისა და სუპერკლასტერების წარმოქმნა
- ცხელი თეორია ვერ ხსნის ინდივიდუალური გალაქტიკების წარმოქმნას
 - ზედმეტად დიდი სიჩქარეები აქვთ ნაწილაკებს, რომ შეერთდნენ გლუვად (დაკვირვება)
- სამყაროს პატარა მასშტაბებზე შესასწავლად საჭიროა ცივი ან შერეული თეორიის შემოტანა
- ცხელი თეორია აღარ ითვლება აქტუალურად

ბნელი მატერიის ტიპები

არაბარიონული

ცივი

- შედგება არარელატივისტური სიჩქარეებით მოძრავი ნაწილაკებისგან
- ცივი თეორიით პატარა ობიექტები საკუთარი გრავიტაციით კოლაფსირებენ
- კოლაფსირებული ობიექტები ერთიანდებიან უფრო მასიურ ობიექტებად იერარქიულად
- უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობენ ჯუჯა გალაქტიკები - ისინი საშენ ბლოკებად ითვლებიან
- ცხელ თეორიაში ასე იერარქიულად არ მიმდინარეობს პროცესი - იქ ფრაგმენტაციაა
- ცივი ცხელთან შედარებით უფრო ზუსტად ხსნის განვითარებას (დაკვირვება)

ბნელი მატერიის ტიპები

არაბარიონული

შერეული

- შერეული თეორია 1990-ბამდე იყო აქტუალური = (ცხელს + ცივი) თეორია
- შედგებოდა 80% ცივი და 20% ცხელი ნეიტრინოებისგან
- უფრო ზუსტი იყო, ვიდრე ცივი და ცხელი
- დღესდღეობით სუფთა ცივი თეორია რჩება კანდიდატად
- შერეული თეორია გაფართოების ტემპის აჩქარებამ გააბათილა
- დღეს რეალურად ითვლება (ბნელი მატერია + ბნელი ენერგია)

ბნელი ენერგია

- კოსმოლოგიური მუდმიის აღმოჩენის შემდეგ ბნელი ენერგია დამოკიდებულია დროზე
- Λ - თავიდან ფიზიკურ აზრს მოკლებული მუდმივა
- სამყაროს გაფართოების აღმოჩენისას Λ -ს საჭიროება დაეკარგა

Λ -ს

$$ds^2 = -(1 - \Lambda r^2) dt^2 + \frac{1}{1 - \Lambda r^2} dr^2 + r^2 d\Omega^2$$

ამ წვლილს ეწოდება ბნელი ენერგია

ბნელი ენერგია

- ბნელი ენერგია თანაბრადაა განაწილებული სამყაროში - ბნელი მატერია არა
- ბნელ ენერგიის თვისებები:
 - განიცდის ანტიგრავიტაციას - ეხმარება სამყაროს გაფართოების ტემპის ზრდას
 - ბნელი ენერგია თავის თავს განაბნევს - წაიყოლებს მატერიასაც
 - უარყოფითი წნევა აქვს - ეწინააღმდეგება ნივთიერების გაფართოებას

მთავარი კანდიდატი - ვაკუუმი

აქვს უარყოფითი წნევა - მისი ენერგია არ იცვლება გაფართოებისას

მეორე კანდიდატი - ზესუსტი ველი

კვინტესენცია

დასკვნა

- ✓ შევისწავლეთ ბნელი მატერია
- ✓ განვიხილეთ ბნელი მატერიის ტიპები
 - ❖ ბარიონული
 - ❖ ანაბარიონული
 - ❖ ცივი
 - ❖ ცხელი
 - ❖ შერეული
- ✓ განვიხილეთ ბნელ ენერგიას
- ✓ გავაკეთეთ გარკვეული დასკვნები თითოეული თეორიის რეალობაზე
- ✓ დღესდღეობით ეს ერთ-ერთი ყველაზე იდუმალი ამოცანაა ფიზიკაში

გმადლობთ ყურადღებისთვის!

დამატებითი სლაიდები:

პრეზენტაციის გეგმა

1. აღმოჩენა

2. რას წარმოადგენს ბნელი მატერია

- ❖ მიმდინარეობა
- ❖ შეხედულებები სამყაროზე
- ❖ რა მემკვიდრეობა დაგვიტოვა

3. ბერძენი და რომაელი გმირების შედარება

- ❖ მიმდინარეობა
- ❖ შეხედულებები სამყაროზე
- ❖ რა მემკვიდრეობა დაგვიტოვა

4. დასკვნა

აღმოჩენა

აღმოჩენა

- ❖ *სციპიონი* იყო პატრიციების ოჯახის წარმომადგენელი
- ❖ მოღვაწეობა დაიწყო მეორე პუნიკური ომის დროს
- ❖ გახდა სამხედრო მოღვაწე
- ❖ ტიცინუსის ბრძოლა (ძვ.წ. 218)
- ❖ 25 წლის ასაკში გენერალი გახდა
- ❖ მას მერე ბრძოლა არ წაუგია