

“КОНЦЕПЦІЇ СУЧАСНОГО ПРИРОДОЗНАВСТВА. МЕГАСВІТ». ЧАСТИНА 4

(курс за вибором студентів)

Лектор доц. Опанасюк Анатолій Сергійович

Метою курсу є формування у студентів світоглядних орієнтацій і установок особи, що засновані на науковому методі пізнання навколишнього світу. Формування уявлень про сучасну науково-природничу картину світу і місце людини у ній, синтез гуманітарної і природничої складових культури

МЕГАСВІТ

ПАРАДОКС ЖИЗНИ

Философский грук

Когда я думаю о замысле Творца,
когда меня загадка жизни мучит,
встают перед глазами два ларца,
и в каждом заперт от другого ключик.



ХОТЕЛ БЫ

Хотел бы знать,
постичь,
понять,
успеть составить мнение,
пока не кончили давать
все это представление.



В ОДИН МИГ

Когда ты образ
вечности постиг,
Вся жизнь вмещается в
единый миг

Пит Хейн

МЕГАСВІТ

Вивченням навколишнього світу у мегамасштабах займається наука, яка називається *космологією*.

Космологія – розділ астрономії, що описує найзагальніші властивості навколишнього Всесвіту у цілому.

Основним методом наукового дослідження загальних закономірностей розвитку Всесвіту у сучасній космології є метод *побудови космологічних моделей*.

Побудувати модель Всесвіту - означає визначити, як змінюються з часом t його параметри: густина, температура та відстані між довільно взятими точками.

Становлення сучасної космології пов'язують з розробленням А.Ейнштейном ЗТВ (1907-1917 рр.). Ця теорія вперше в історії фізики дозволила описати Всесвіт у цілому. У рамках ЗТВ Ейнштейн зробив спробу побудувати модель статичного (стаціонарного) однорідного Всесвіту, тобто Всесвіту, для якого тиск (P) і густина матерії (ρ) у всіх точках простору є сталими величинами, що не залежать від часу. Однак виявилось, що при будь-яких значеннях $P > 0$ і $\rho > 0$ рівняння ЗТВ не сумісні з уявленнями про статичний Всесвіт, оскільки *гравітаційні сили у такому Всесвіті є некомпенсованими*.

Під впливом загальноприйнятої фізичної парадигми того часу про незмінність Всесвіту, Ейнштейн був змушений ввести у свої рівняння додатковий доданок Λ , який одержав назву *космологічної сталої*. Цей доданок фактично враховує наявність у Всесвіті деяких сил відштовхування ($\Lambda > 0$) чи притягання ($\Lambda < 0$) не гравітаційної природи. Саме ці сили, врівноважуючи гравітаційні, забезпечили незмінність Всесвіту у моделі Ейнштейна. Як показують розрахунки, відповідні сили повинні зростати при збільшенні відстані між точками Всесвіту і не залежати від маси тіл.

СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ У ВСЕСВІТІ



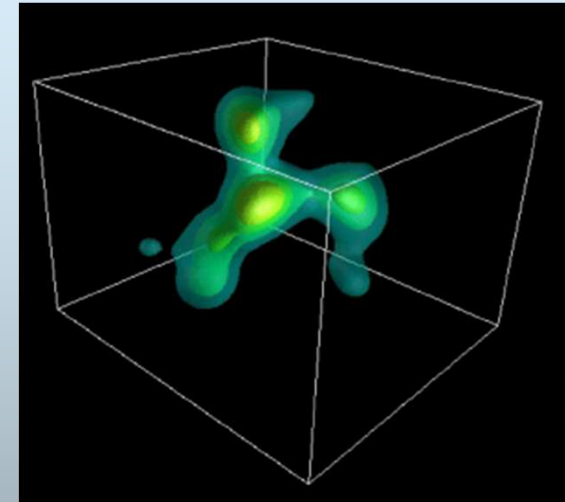
СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ У ВСЕСВІТІ



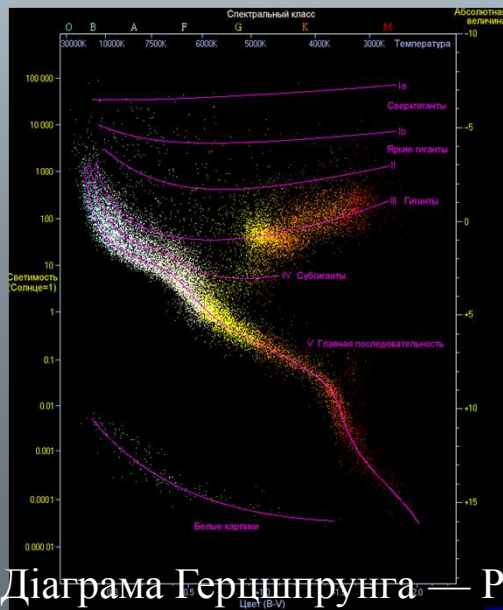
Альфа Терезів, кратна зірка



Шарове скупчення зірок



Об'ємне зображення найбільш
крупного об'єкта Всесвіту



Діаграма Герцшпрунга — Рассела

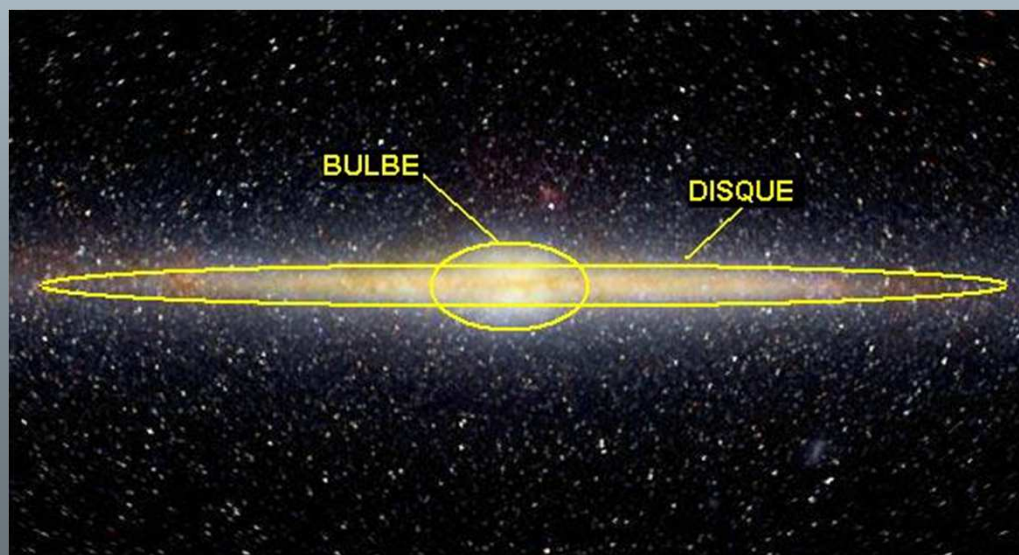


Галактика М31 (Туманість
Андромеди). Для порівняння в
кадрі розміщено Місяць, що дає
уявлення про розмір М31 на
небесній сфері.

НАША ГАЛАКТИКА



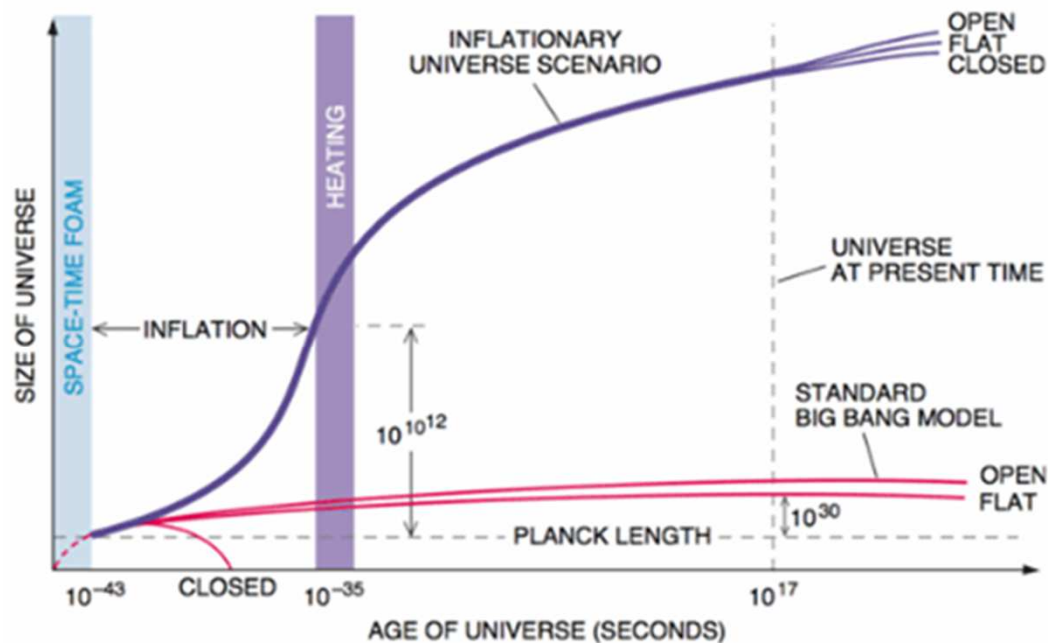
Основний диск *Чумацького Шляху* складає близько 80 000 - 100 000 світлових років у діаметрі та близько 250 000-300 000 у периметрі. Поза межами ядра галактики товщина Чумацького Шляху складає приблизно 1 000 світлових років. Якщо зменшити діаметр галактики до 130 кілометрів, то Сонячна система займала б лише 2 міліметри. Гало Чумацького шляху простягається набагато далше його фізичних розмірів, але обмежується орбітами двох галактик-супутників: *Великої та Малої Магелланових Хмар*, відстань до яких складає біля 180 000 світлових років.



ФРІДМАНІВСЬКА МОДЕЛЬ

$$\frac{R'^2}{R^2} + \frac{2R''^2}{R} + \frac{8\pi GP}{c^2} = -\frac{kc^2}{R^2} + \Lambda c^2 \quad \frac{R'^2}{R^2} + \frac{8\pi G\rho}{3} = -\frac{kc^2}{R^2} + \frac{1}{3}\Lambda c^2$$

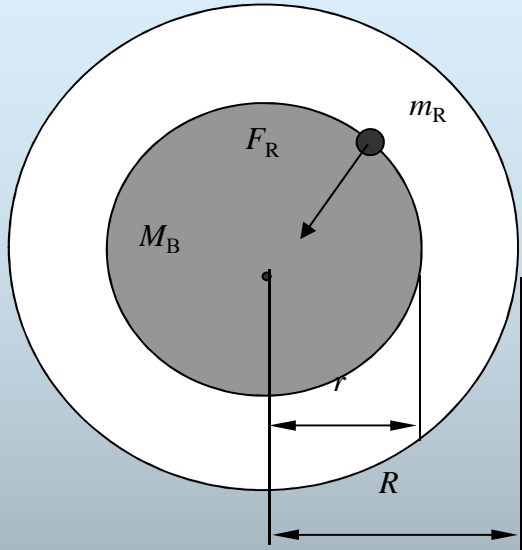
Інфляційний Всесвіт



**Інфляція - це найшвидше прискорення
Всесвіту невдовзі після його прискорення**

Хоча перша модель Всесвіту, що розширюється, була побудована на основі ЗТВ, її загальні висновки, можуть бути *одержані у рамках ньютонівської теорії гравітації*

НЬЮТОНІВСЬКЕ НАБЛИЖЕННЯ



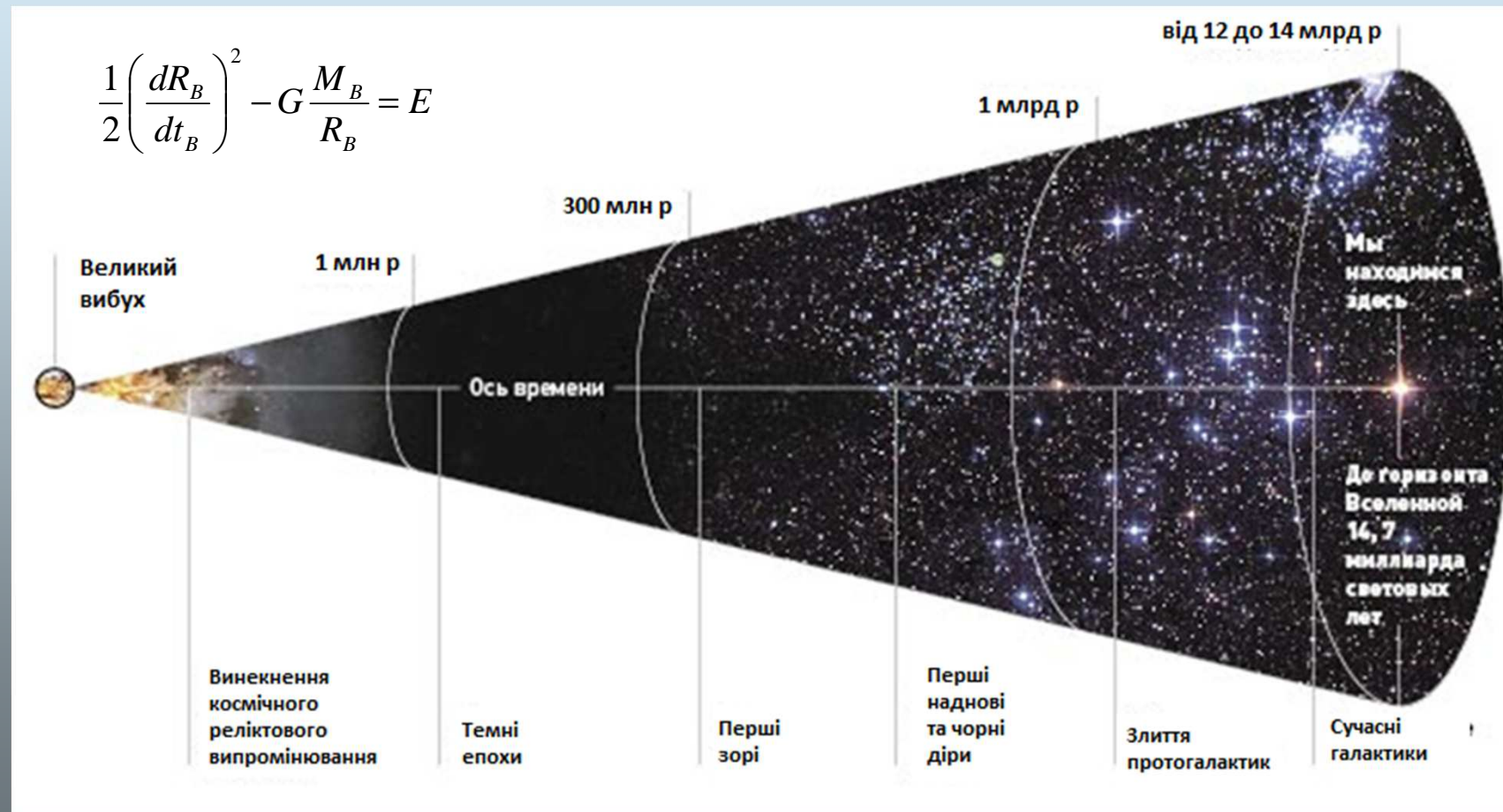
- При розгляді основних етапів еволюції Всесвіту вважають, що динаміка його розширення визначається **винятково гравітаційними силами**.
- Постулати однорідності та ізотропності матерії у Всесвіті приблизно відповідають образу сфери, рівномірно заповненої речовиною. Отже, у ньютонівському наближенні задача про розширення Всесвіту зводиться до **розгляду динаміки однорідної та ізотропної сфери речовини у власному гравітаційному полі**.
- Записавши 2-закон Ньютона і розв'язавши його отримаємо

$$-G \frac{Mm}{r^2} = ma \quad -G \frac{M_B m}{R_B^2} = m \frac{d^2 R_B}{dt_B^2} \quad \frac{1}{2} \left(\frac{dR_B}{dt_B} \right)^2 - G \frac{M_B}{R_B} = E$$

- Останнє співвідношення має просту фізичну інтерпретацію. **Воно є законом збереження енергії** “ізолюваного” елемента Всесвіту з масою m і містить кінетичну і потенціальну енергії цього елемента.
- Якщо кінетична енергія є більшою потенціальної, розширення сфери речовини буде продовжуватися нескінченно довго (аналогія – тіло, кинуте із землі зі швидкістю, що перевищує першу космічну). Цей випадок відповідає моделі так званого **відкритого Всесвіту** (ВВ). В іншому випадку рух пробної частинки буде відбуватися з **уповільненням** і у момент часу, коли її швидкість v обертається у нуль, розширення Всесвіту зміниться на стискання (аналогія – тіло, кинуте зі швидкістю, яка менша, ніж перша космічна). Такий сценарій називають **моделлю замкнутого (закритого) Всесвіту** (ЗВ).

ВЕЛИКИЙ ВИБУХ

У момент часу $t = 0$ радіус Всесвіту дорівнював нулю. Цей стан одержав назву *сингулярності*. Саме в даний момент в результаті *Великого Вибуху (Big Bang)* виник наш Всесвіт. При цьому, оскільки повна енергія Всесвіту дорівнює нулю, витрат енергії на його розширення не знадобилося!



КРИТИЧНА ГУСТИНА МАТЕРІЇ

- Рівняння отримані раніше можна звести до вигляду, більш зручного для аналізу. Для цього врахуємо, що масу Всесвіту можна записати у вигляді

$$M_B = \frac{4}{3}\pi\rho R_B^3$$

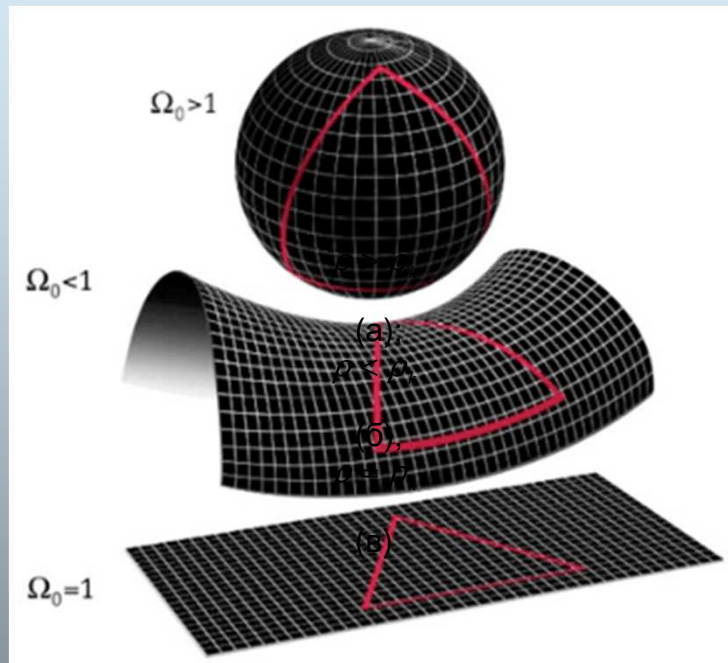
і згідно із законом, відкритим Хабблом: $v = \frac{dR_B}{dt_B} = HR_B$

- Тоді отримаємо $H^2 - \frac{8}{3}\pi\rho G = \frac{2E}{R_B^2}$

- З цього рівняння випливає, що в процесі еволюції Всесвіт **буде розширюватися необмежено**, якщо $\rho < \rho_k$ ($E > 0$). У випадку, коли $\rho > \rho_k$ ($E < 0$), його розширення з часом зміниться на стискання. Відповідно, такий Всесвіт періодично гине і знов народжується в результаті нового Великого Вибуху. Величина $\rho_k = \frac{3H^2}{8\pi G}$ одержала

назву **критичної густини матерії** і може бути легко розрахована. Проте значно частіше для визначення моделі розширення Всесвіту використовується безрозмірна величина $\Omega = \frac{\rho}{\rho_k}$, яка може набувати значення $\Omega \leq 1$

РЕЛЯТИВІСТСЬКИЙ ВСЕСВІТ



Різні геометрії Всесвіту, що відповідають різній густині його матерії

В релятивістському наближенні потрібно враховувати викривлення простору-часу. Кривина простору Всесвіту визначається співвідношенням

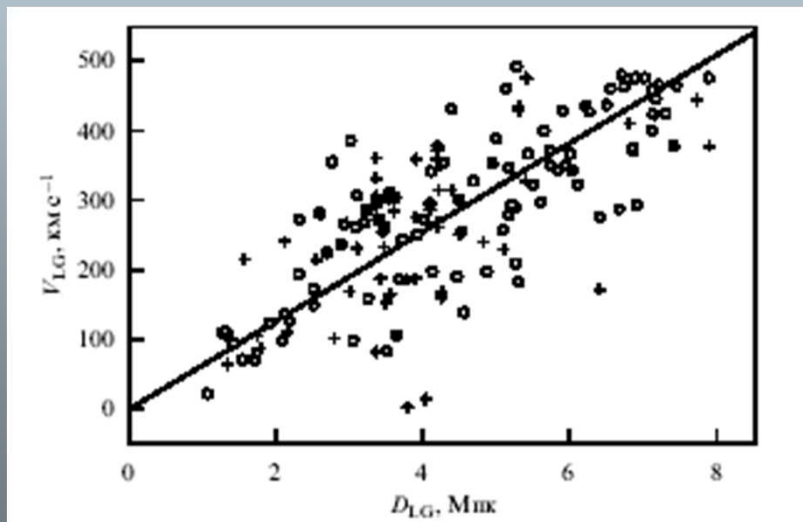
$$K = \frac{1}{R^2} = \frac{8\pi G}{3c^2}(\rho - \rho_k)$$

Відповідно, у замкненому Всесвіті ($\rho > \rho_k$, $\Omega > 1$, $K > 0$) властивості простору визначає сферична геометрія (геометрія простору з додатною кривиною або геометрія Римана). Якщо $\rho = \rho_k$ ($\Omega = 1$, $K = 0$), то геометрія Всесвіту евклідова (кривина простору дорівнює нулю). У випадку, коли $\rho < \rho_k$ ($\Omega < 1$, $K < 0$), геометрія Всесвіту аналогічна до геометрії на поверхні Лобачевського (простір від'ємної кривини).

У випадку якщо $\rho > \rho_k$ ($\Omega > 1$) Всесвіт – замкнений об'єм (**гіперсфера**) у тривимірному, неевклідовому просторі

ЧЕРВОНЕ ЗМІЩЕННЯ

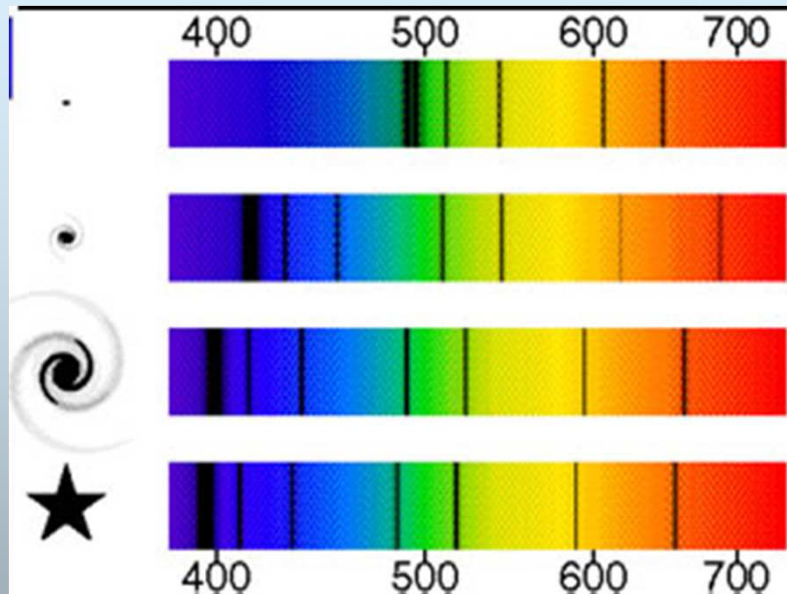
- Теорія Фрідмана була остаточно підтверджена дослідженнями В. Слайфера і Е. Хаббла. Згідно з даними Слайфера *усі галактики віддаляються від нашої*. Про це свідчить той факт, що *лінії в їх спектрах випромінювання є зміщеними до червоного краю*. Це зміщення виникає внаслідок ефекту Доплера і характеризується параметром $z = \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$, де λ - довжина хвилі світла, що випромінюється; λ_0 - довжина хвилі світла, що сприймається; v - швидкість руху об'єкта. Звідси можна визначити швидкість віддалення будь-якої зірки або галактики, яка дорівнює $v = cZ$. Даний ефект одержав назву **червоного зміщення випромінювання**.



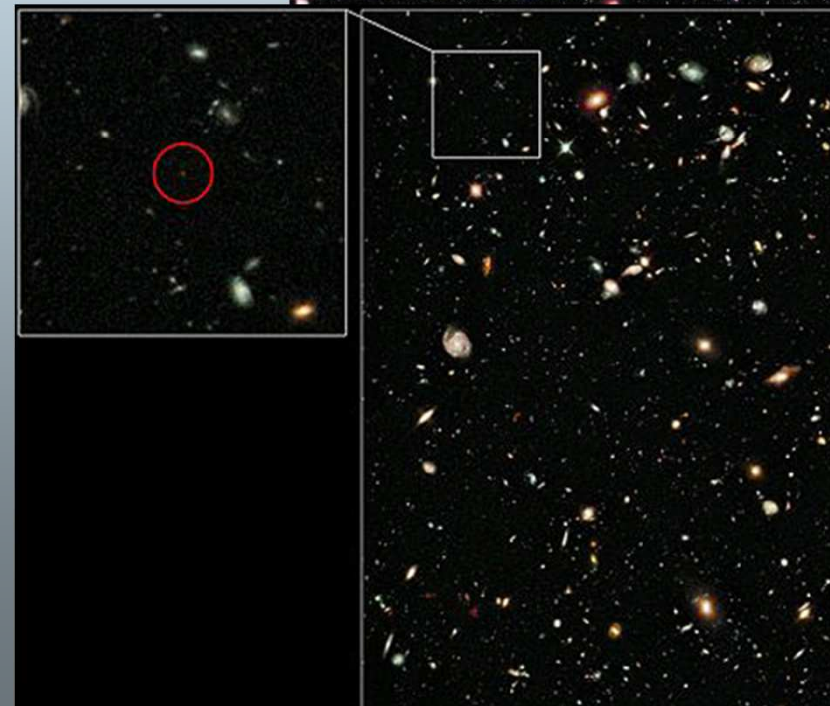
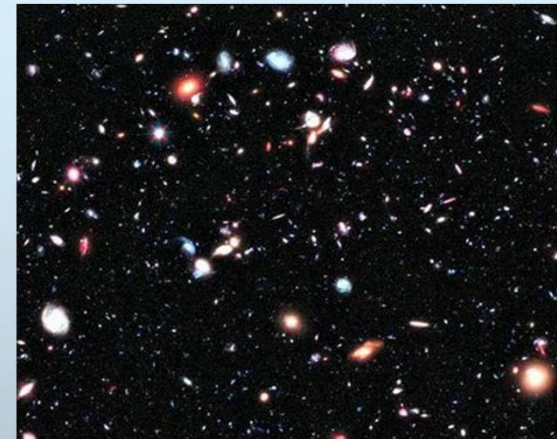
Діаграма Хаббла побудована для 145 галактик Місцевого об'єму, в який входить і наша галактика.

Хаббл, скориставшись спостереженнями Слайфера, визначив відстань до багатьох галактик і у 1929 р. сформулював **закон Хаббла**. З цього закону випливає, що *галактики "розбігаються" у просторі з тим більшою швидкістю чим далі від нас вони знаходяться*. Це означає тільки одне: **Всесвіт дійсно розширюється**. При цьому мова йде про розширення простору-часу Всесвіту. Визначивши сталу Хаббла можна оцінити його час існування, який складає $13,77 \pm 0,2$ млрд. років. У сучасну епоху $H_0 \sim (73 \pm 8) \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ (1 парсек = 3,26 св. років).

ЧЕРВОНЕ ЗМІЩЕННЯ

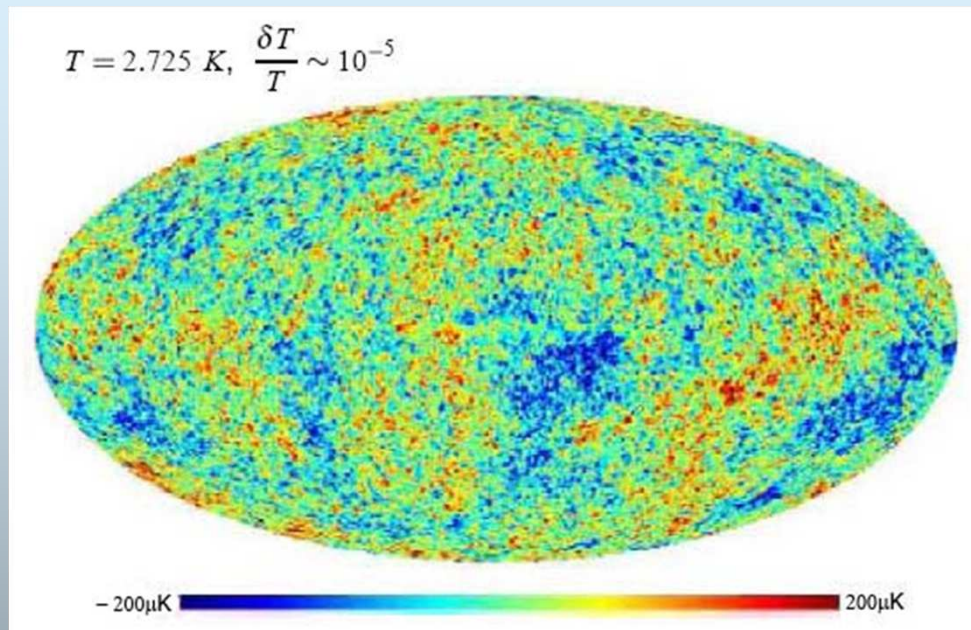


Телескоп Hubble
сфотографував
випромінювання
галактик, що
зародилися 13,2
млрд. років тому



Галактика UDFy -38135539, найбільш
далека з усіх відомих. До неї - 13,1
млрд. світлових років (червоне
зміщення 8,6). Знімок отримано Дуже
Великим Телескопом (Very Large
Telescope), який установлений у
Чилі.

МОДЕЛЬ ГАРЯЧОГО ВСЕСВІТУ



Варіації - реліктового випромінювання

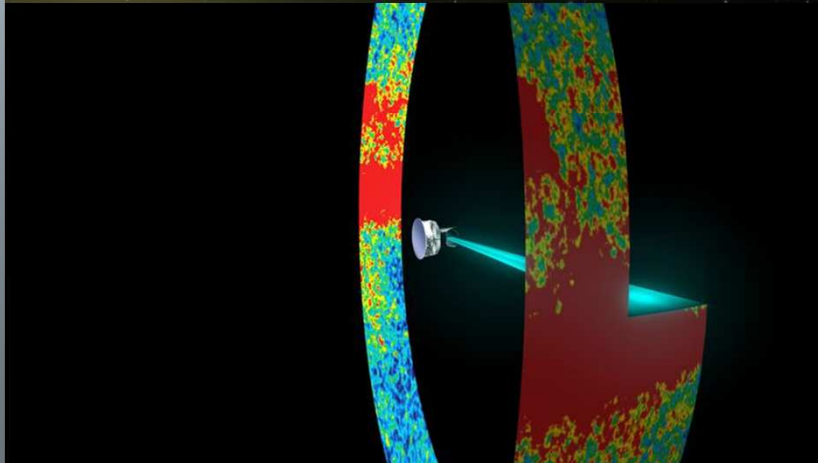
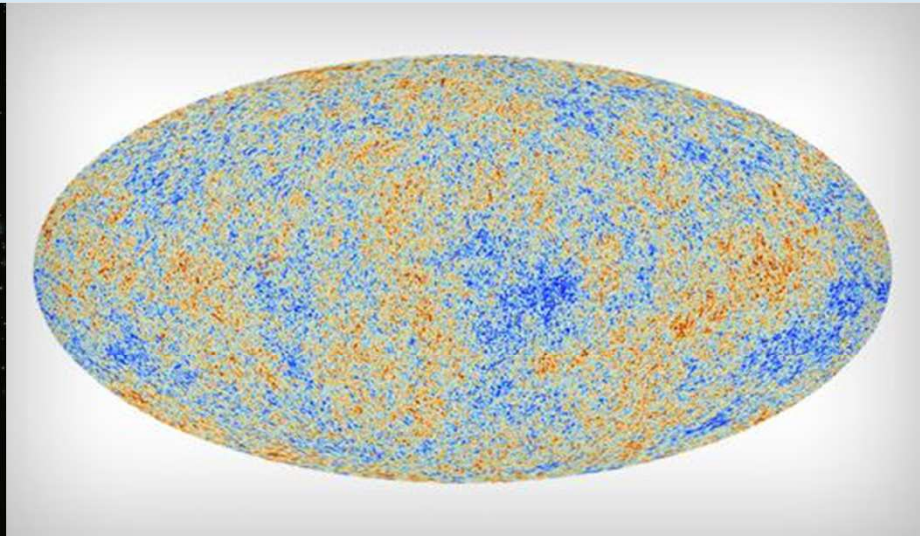
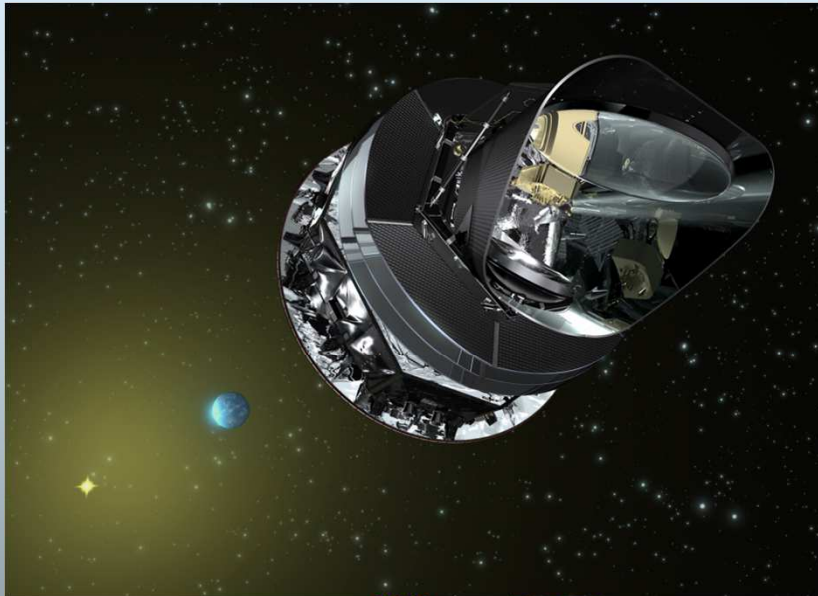
Матерія у Всесвіті існує у двох формах: *речовини і випромінювання*. Але аналіз, проведений Ейнштейном та Фрідманом, ґрунтувався на припущенні, що Всесвіт складається *тільки із речовини*. Крім того, припускалося, що ця речовина є "холодною", тобто кінетична енергія речовини є набагато меншою за масу спокою. Відповідна модель одержала назву моделі "*холодного Всесвіту*". Вона панувала у космології майже до 60-х років ХХ ст.

Початок нового етапу розвитку космології був пов'язаний з роботами Дж. Гамова (1948 р.), який показав, що "*ранній*" Всесвіт повинен бути *гарячим*. Запропонована ним космологічна модель свідчить, що в деякий момент часу ($t \sim 300$ тис. років) практично припиняється взаємодія випромінювання з речовиною. З цього моменту випромінювання еволюціонує незалежно від матерії. Подібне залишкове випромінювання, що заповнює Всесвіт і має спектр абсолютно чорного тіла, одержало назву *реліктового*.

Реліктове випромінювання було відкрито у 1965 р. американськими радіоастрономами А. Пензіасом та Р. Вілсоном. Після цього відкриття теорія "гарячого Всесвіту" стала загально визнаною і одержала назву *Стандартної космологічної моделі*.

Нейтрино відокремилися через $t \sim 1$ с після Великого Вибуху.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛІКТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТЕЛЕСКОПОМ ПЛАНК



•Планк - астрономічний супутник Європейського космічного агентства (ЄКА), створений для вивчення варіацій космічного мікрохвильового фону - реліктового випромінювання. Запущений 14 травня 2009 ракетою-носієм «Аріан-5». У період з вересня 2009 по листопад 2010 року «Планк» успішно закінчив основну частину своєї дослідницької місії, перейшовши до додаткової.

СЦЕНАРІЙ ІНФЛЯЦІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ

- У середині 70-х років ХХ ст. стало зрозумілим, що у рамках Стандартної моделі гарячого Всесвіту неможливо вирішити цілий ряд космологічних проблем. Серед них такі.
- **1 Проблема сингулярності**
- Згідно з моделлю Гамова *Всесвіт виник зі стану нескінченної густини у момент часу $t=0$ (сингулярний стан)*. Але тоді незрозуміло, що було до моменту Великого Вибуху і з чого утворився наш Всесвіт, адже у цей момент не було ні простору, ні часу.
- **2 Проблема евклідовості геометрії простору (проблема горизонту)**
- При відмінності густини матерії у Всесвіті від критичної геометрія світу повинна суттєво відрізнятися від евклідової. Разом з тим експерименти підтверджують, що *геометрія нашого світу є саме евклідовою*, але це можливо при збігу ρ і ρ_k з точністю до 50 знаків після коми!!!
- **3 Проблема однорідності і проблема виникнення галактик**
- Дослідження реліктового випромінювання показало, що у ранньому Всесвіті матерія була розподілена рівномірно. Тоді не зрозуміло, як *утворилися початкові неоднорідності матерії*, з яких потім виникли галактики та їх скупчення.
- **4 Проблема розмірності простору**
- Теорії, які розробляються останнім часом для пояснення будови Всесвіту, свідчать, що *його простір не є тривимірним*. Тоді зовсім не зрозуміло, чому простір нашого Всесвіту при цьому став саме тривимірним?
- **5 Проблема відсутності монополів Дірака**
- Частинки, що несуть магнітні заряди, весь час з'являються в багатьох новітніх фізичних теоріях, але *експериментально ці частинки не виявлені*. Необхідно відповісти на запитання, чому?
- **6 Проблема баріонної асиметрії Всесвіту**
- У нашому Всесвіті зовсім відсутня антиречовина. Хоча в результаті Великого Вибуху у однаковій кількості виникали як частинки, так і античастинки. Необхідно пояснити, *куди зникли античастинки у процесі еволюції Всесвіту?*

СЦЕНАРІЙ ІНФЛЯЦІЙНОГО РОЗШИРЕННЯ

- Необхідність вирішення зазначених і багатьох інших проблем (більше десяти), які не вирішені у рамках Стандартної космологічної моделі, привела до розроблення принципово нової **моделі Всесвіту, що розширюється інфляційно.**
- Згідно з новою моделлю розширення Всесвіту *відбувається у дві стадії.*
- На ранній стадії він роздувався так, що **масштабний фактор зростає із часом за експоненціальним законом** Причиною розширення Всесвіту на цьому етапі є *негативний тиск фізичного вакууму.* Внаслідок дії сили відштовхування за проміжок часу від 10^{-43} с до 10^{-35} с масштаби Всесвіту зросли в $10^{1000000000}$ разів.
- На другому етапі розширення Всесвіту відбувалося у відповідності до *Стандартної космологічної моделі за степеневим законом.*
- На стадії інфляційного роздування розміри Всесвіту збільшувалися зі швидкістю $v \sim 10^{10}$ см/с, яка **на багато порядків перевищувала швидкість світла.** Але це не суперечить висновкам ЗТВ, оскільки *швидкість збільшення розміру простору-часу, на відміну від швидкості передачі сигналу, може бути довільною.* В результаті інфляції розміри Всесвіту збільшилися неймовірно, у $10^{1000000000}$ разів.

ВСЕСВІТ- МІКРОЧАСТИНКА

Рівняння руху

Рівняння Ейнштейна

$$H^2 = \left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{m^2}{6} \phi^2$$

Рівняння Клейна-Гордона

$$\ddot{\phi} + 3H\dot{\phi} = -m^2\phi$$

Порівняйте з рівнянням для осцилятора з тертям

$$\ddot{x} + \alpha\dot{x} = -kx$$

Розв'язавши відповідне рівняння, можна одержати хвильову функцію Всесвіту. З вигляду якої можна знайти, яку залежність від часу матиме масштабний фактор в класичній області розширення Всесвіту. **Класичний світ у квантовій космології виявляється запрограмованим на квантовому рівні.**

З факту розширення Всесвіту випливає, що у *минулому він мав мікроскопічні розміри*. Але добре відомо, що у *мікросвіті діють закони квантової теорії*. Відповідно у міру повернення до моменту Великого Вибуху розширення Всесвіту спочатку можна описувати у рамках класичних теорій, потім необхідно за допомогою квантової теорії поля розглядати народження суб'ядерних частинок (і інші квантово-польові ефекти) у викривленому просторі - часі. Нарешті, у випадку, коли час життя Всесвіту стає меншим від 10^{-35} с, слід квантувати геометрію простору-часу. Така операція одержала назву **квантової геометродинаміки**. Її основним рівнянням є рівняння **Уйлера - де Вітта**. Відповідно нова космологія одержала назву **квантової космології**.

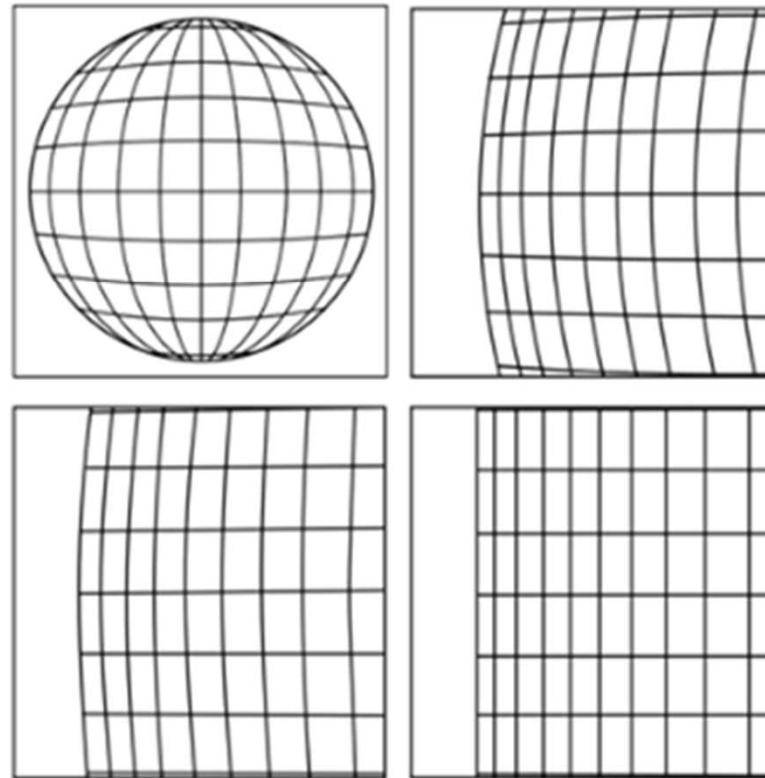
У простих випадках **квантова геометродинаміка формально зводиться до квантової механіки**.

ЧОМУ ВСЕСВІТ ЕВКЛІДІВ

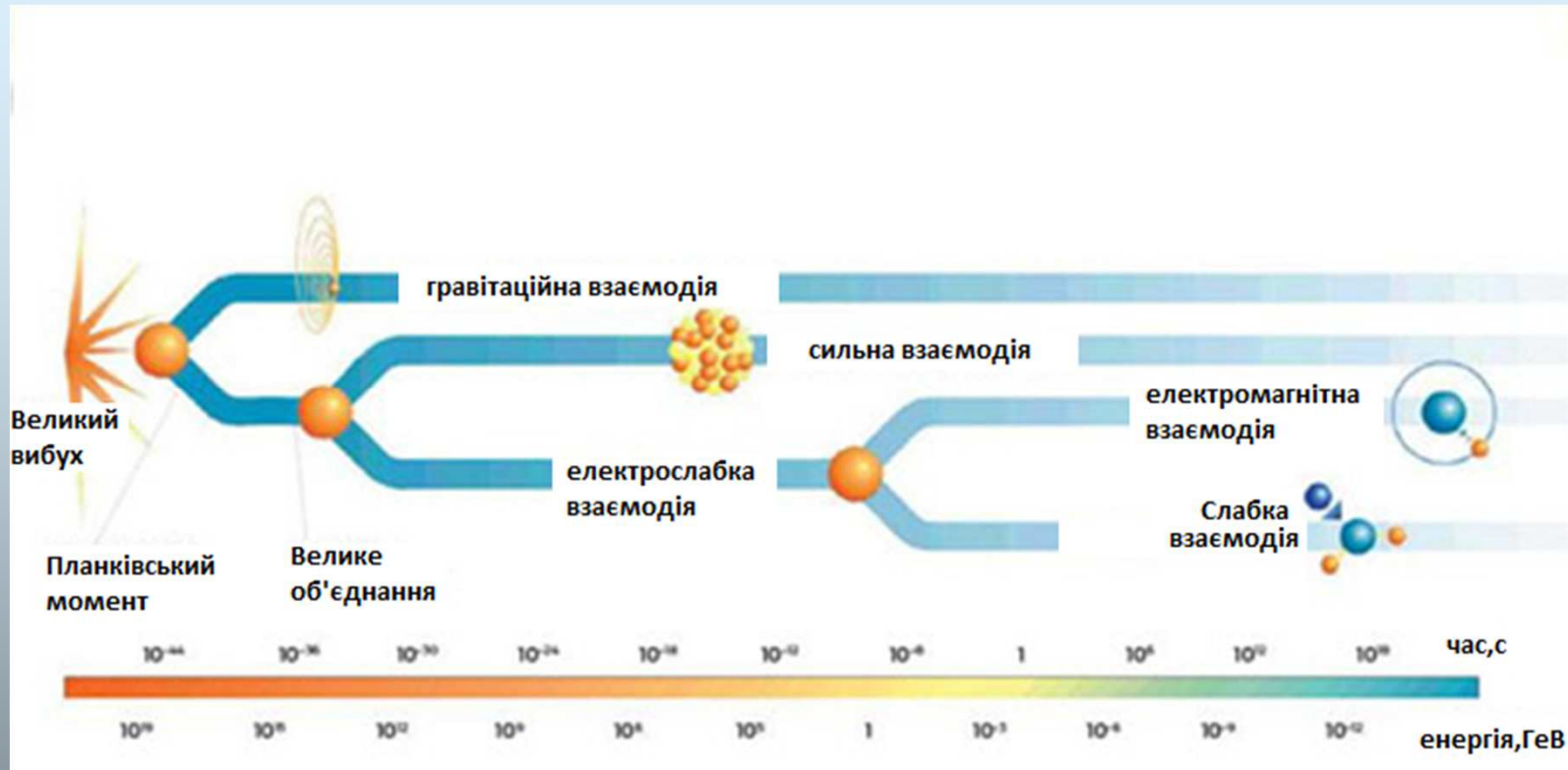
**Інфляція робить Всесвіт плоским,
однорідним та ізотропним**

В найпростіших варіантах інфляційної теорії, Всесвіт розширюється в $10^{100000000000000}$ раз під час інфляції

Ми можемо бачити тільки малу частину Всесвіту, розміром 10^{10} світових років. Тому вона і здається плоскою, однорідною та ізотропною.



ХРОНОЛОГІЯ ЮНОГО ВСЕСВІТУ

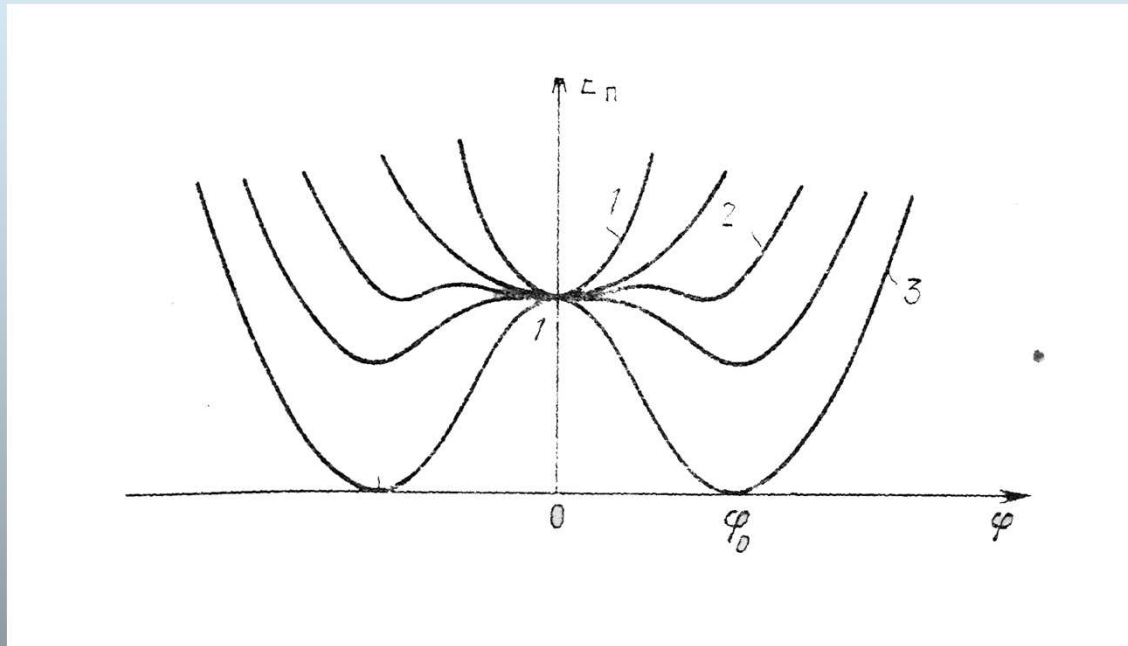


У міру розширення і остигання Всесвіту *фундаментальні взаємодії починають розділятися*. Відразу після Великого вибуху (10^{-43} с) відділяється гравітаційна взаємодія. Сильна, слабка і електромагнітна взаємодії до моменту 10^{-36} с представляють собою єдність (це епоха Великого об'єднання взаємодій). Після цього відділяється сильна взаємодія. І нарешті, електрослабка взаємодія розділяється на слабку і електромагнітну. Симетрія між силами спонтанно порушується при енергіях, які ми спостерігаємо у повсякденному житті, і відновлюється при переході до енергій, що є вищими критичних. Це явище, як вже зазначалося, можна розглядати як деякий *фазовий перехід*. 21

КВАНТОВЕ НАРОДЖЕННЯ ВСЕСВІТУ З ВАКУУМУ

- Згідно з ідеями П.І. Фоміна і Є. Тріона *Всесвіт виник з вакуумної флуктуації структури простору-часу (метрики)* з початковою густиною матерії $\rho = 10^{94}$ г/см³ і на початковій стадії був подібний до елементарної частинки. Розмір раннього Всесвіту дорівнював 10^{-35} см, що менше ніж планківська довжина.
- Народження Всесвіту в квантовій космології в найпростішому випадку моделюється проходженням *планкеона* (суб'ядерна частинка з масою 10^{-5} г, яка необхідна для об'єднання чотирьох видів взаємодії) через потенціальний бар'єр за рахунок тунельного ефекту, аналогічно до того як випромінюється α -частинка атомним ядром. Вихід планкеона з-під бар'єра відповідає народженню Всесвіту з вакууму. Розрахунки показують, що ймовірність такого народження дуже мала і не перевищує значення $\omega \sim \exp(-10^9)$.

ФАЗОВИЙ ПЕРЕХІД У СТАНІ ВАКУУМУ



Залежність потенціальної енергії взаємодії частинок від напруженості полів Хіггса при різних температурах.

Вакуум з первинного стану перейшов у новий стан, який характеризується значно меншою енергією. Відповідно властивості вакууму змінилися, з'явився так званий *бозе-конденсат Хіггса*. У цей момент у результаті захоплення бозонів Хіггса утворюється велика кількість частинок і античастинок, які *переходять з віртуального у реальний стан*. Відповідно до формули Ейнштейна ($E=mc^2$) маса Всесвіту зростає від величини 10^{-5} г до 10^{50} тон.

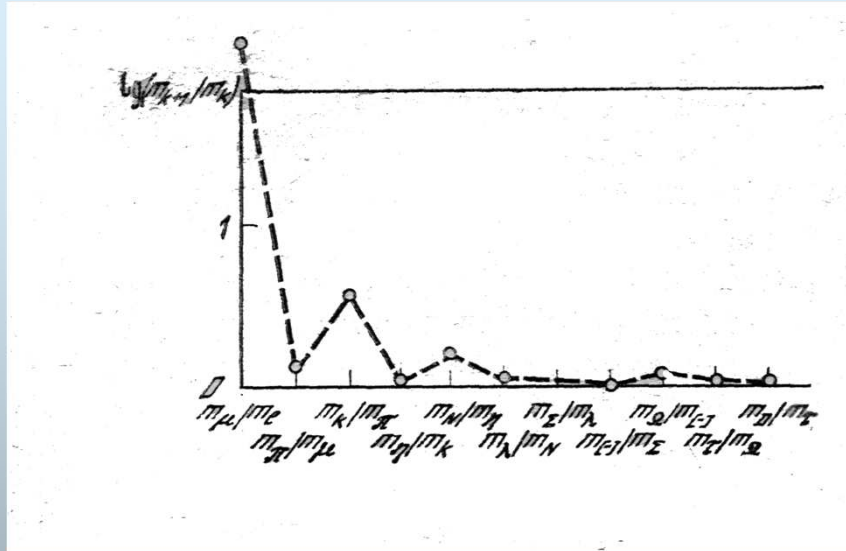
ТЕОРІЯ ЧИСЛЕННИХ ВСЕСВІТІВ

- У середині восьмидесятих років фізики звернули увагу на *нестійкість структури Всесвіту відносно числових значень фундаментальних фізичних сталих*. Незначна варіація цих величин приводить до якісної зміни будови Всесвіту. Ця зміна зводиться до зникнення одного чи декількох основних елементів (стійких станів) Всесвіту: ядер, атомів, зірок або галактик, - тобто суттєвого його спрощення. Доказ нестійкості Всесвіту ґрунтується на докорінній зміні його властивостей при незначній варіації таких фундаментальних параметрів, як маса електрона m_e , нейтрона m_n та протона m_p , розмірність простору N , значення сталих гравітаційної α_g , електромагнітної α_e , слабкої α_w та сильної взаємодій α_s . Всесвіт подібний нашому може реалізуватися при неймовірному збігу фундаментальних констант.
- Сукупність численних випадковостей такого типу була влучно названа П.Девісом "*тонким настроюванням Всесвіту*". Такий факт, якщо виключити гіпотезу існування Бога, має єдину інтерпретацію - *існування великої кількості всесвітів*. Як правило, ці всесвіти мають набагато простішу структуру, ніж наш, у якому відповідний набір фундаментальних сталих забезпечує його безпрецедентно складну архітектуру.
- *Відповідно наш Всесвіт є космічним феноменом.*

ВПЛИВ ЗМІНИ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ СТАЛИХ НА ВИГЛЯД ВСЕСВІТУ

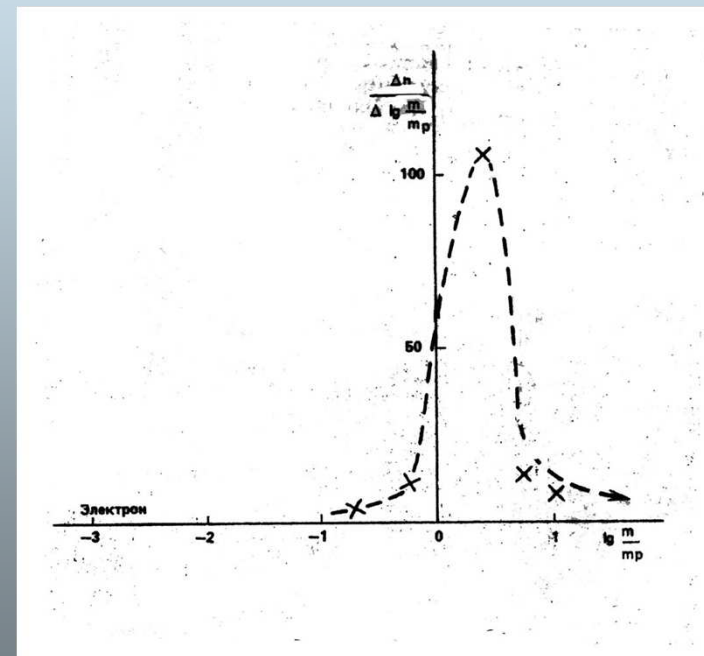
Обґрунтування	f_{-}	Стала	f_{+}	Обґрунтування
Флуктуативність сталої	?	m_e	1,5	Існування атомів
Існування атомів	0,4	Δm_N	1,6	Існування ядер
Можливість побудови єдиної теорії поля	0,8	α_e	1,6	Стабільність протонів
Існування складних ядер	0,9	α_s	1,1	Існування складних ядер; існування водню
Існування водню	0,1	α_w	10	Існування складних елементів
Флуктуативність сталої	?	α_g	10^4	Утворення галактик; антропний принцип
Антропний принцип Відсутність планетних систем	1	N	1	Відсутність планетних систем і атомів
Кількість можливих видів взаємодій	1	k	?	

ТЕОРІЯ ЧИСЛЕННИХ ВСЕСВІТІВ



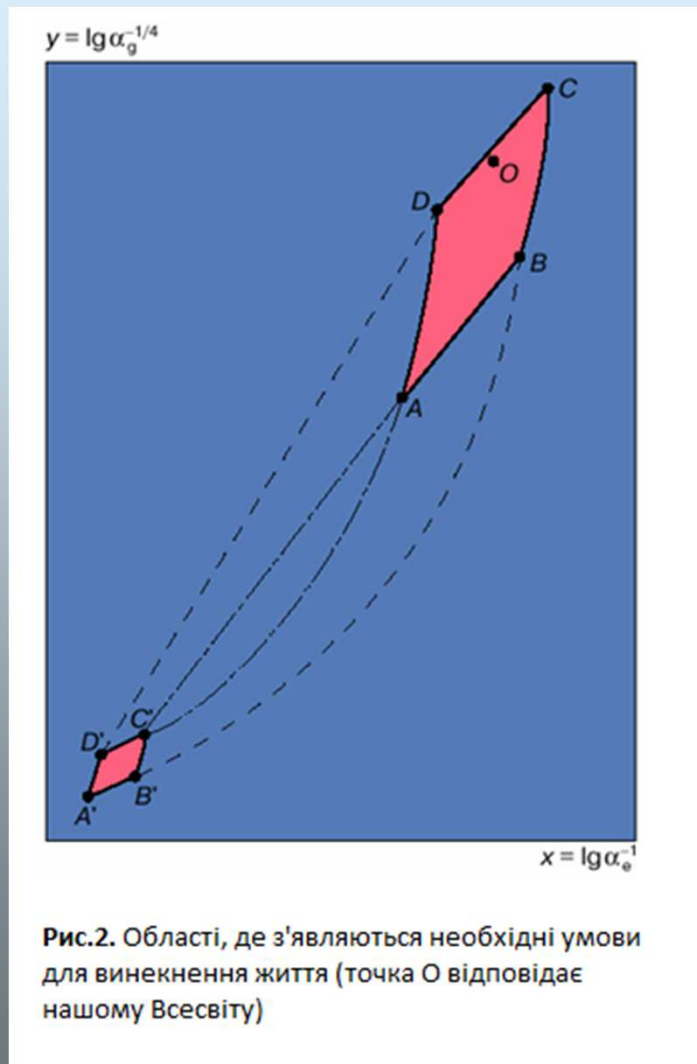
Для оцінювання загальної кількості існуючих всесвітів, як правило, спираються на розподіл елементарних частинок за масою. Використовуючи визначені апроксимативні розподіли, можна зробити оцінку ймовірності того, що одна з елементарних частинок (наприклад, електрон) має масу в інтервалі значень від 0 до $3m_e$, тобто у тому інтервалі, який забезпечує стабільність основних структурних елементів Всесвіту. Виявляється, що ця ймовірність дорівнює $\omega \sim 10^{-5} - 10^{-6}$. Ще більше враження справляє оцінювання ймовірності виникнення частинок з масою X -бозона ($m_x \sim 10^{15}$ ГеВ) і планкеона ($m_{pl} \sim 10^{19}$ ГеВ). Розрахунок показує, що ймовірність утворення цих частинок дорівнює 10^{-100} .

Відношення мас елементарних частинок одного ізотопічного мультиплету. При значеннях маси електрона, що перебуває нижче горизонтальної лінії, атом стає нестійким



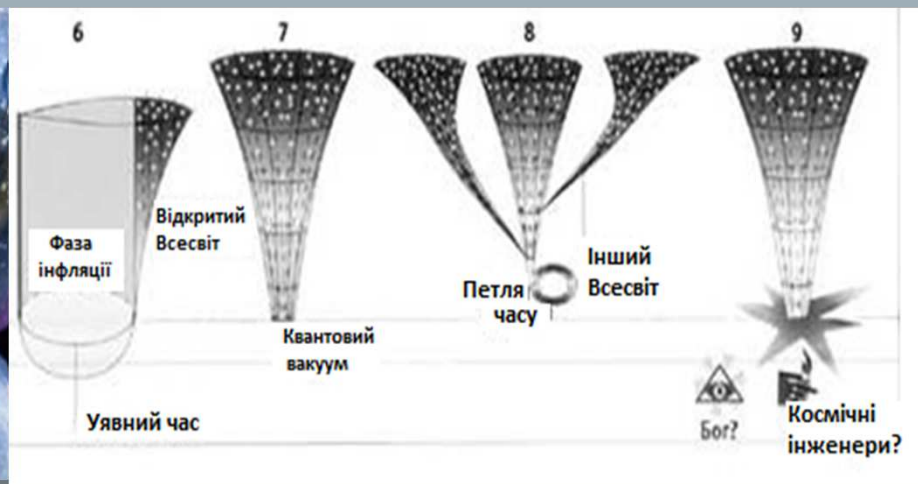
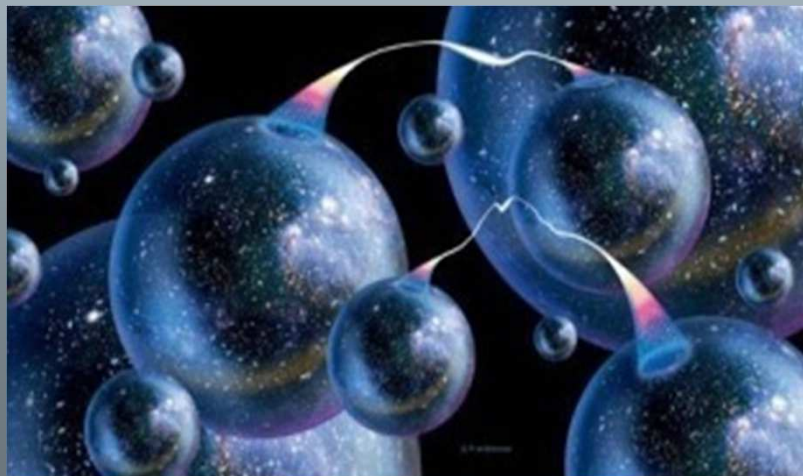
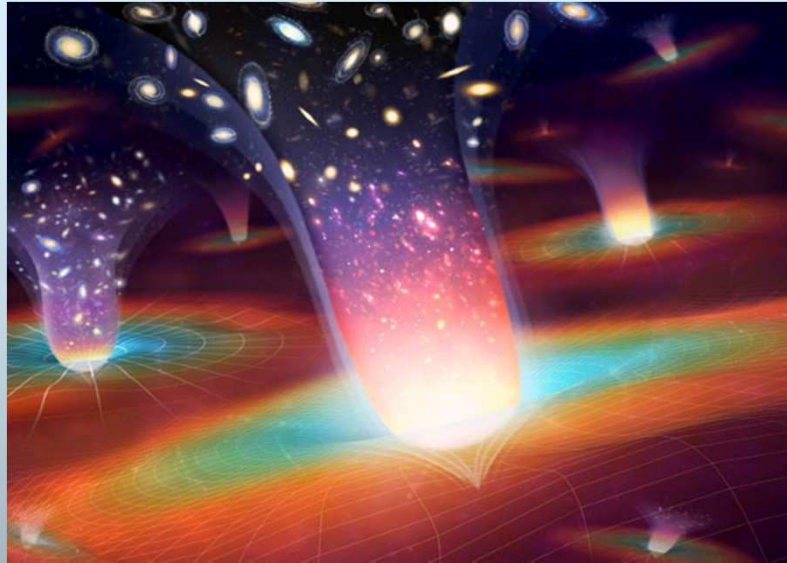
Розподіл елементарних частинок за масами, який спостерігається на прискорювачах

ВПЛИВ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ КОНСТАНТ НА ВЛАСТИВОСТІ ВСЕСВІТІВ

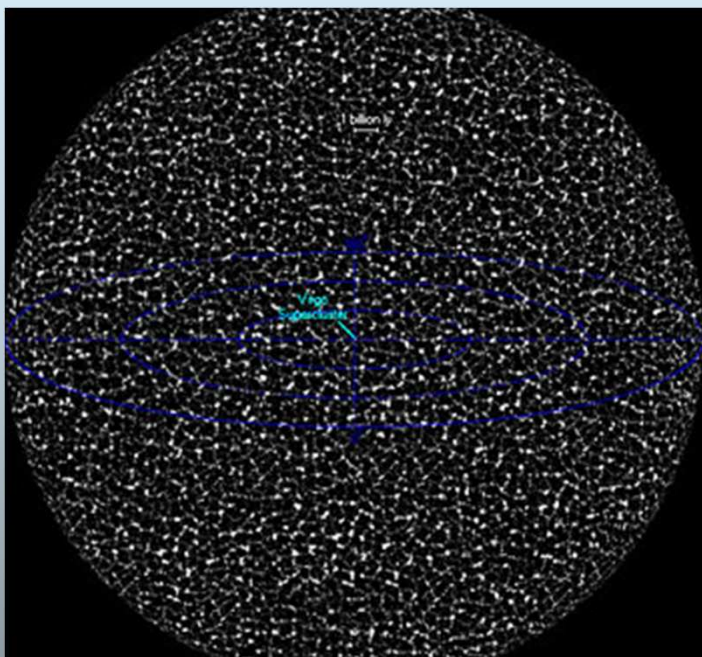


- Цікавою є задача визначення набору фізичних констант та параметрів (а як остаточна мета і фізичних законів) інших всесвітів, *в яких виконані якщо не достатні, то хоча б необхідні умови для виникнення складних структур, зокрема життя*. На сьогодні така задача у повному обсязі поки що не розв'язана, тому вчені поки що обмежилися розглядом можливих взаємопов'язаних змін двох констант взаємодій α_g і α_e .
- З'ясувалося, що дозволені області параметрів і утворюють два острівці стійкості структур. Точка O на рис. відповідає нашому Всесвіту. Розрахунки показують, що в області A`B`C`D` утворення складних структур і відповідно життя неможливе, оскільки мінімальна маса об'єкта в цій області $\sim 10^{-5}$ г (маса порошинки). Всесвіти, в яких значення фундаментальних сталих дещо відрізняються від таких в нашому Всесвіті, але в яких можливе існування життя, все ж є, їм відповідає область ABCD. Саме у цій області виконуються умови, необхідні для утворення складних структур, область же необхідних і достатніх умов може бути істотно меншою.

МОДЕЛІ ЧИСЛЕННИХ ВСЕСВІТІВ

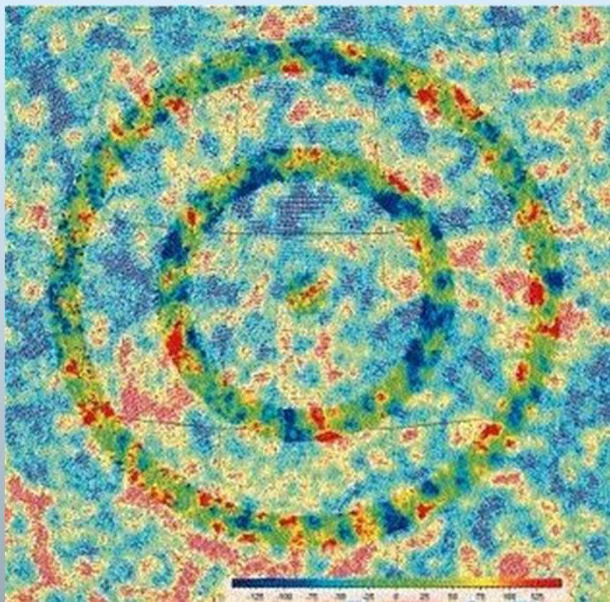


ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТЕОРІЇ

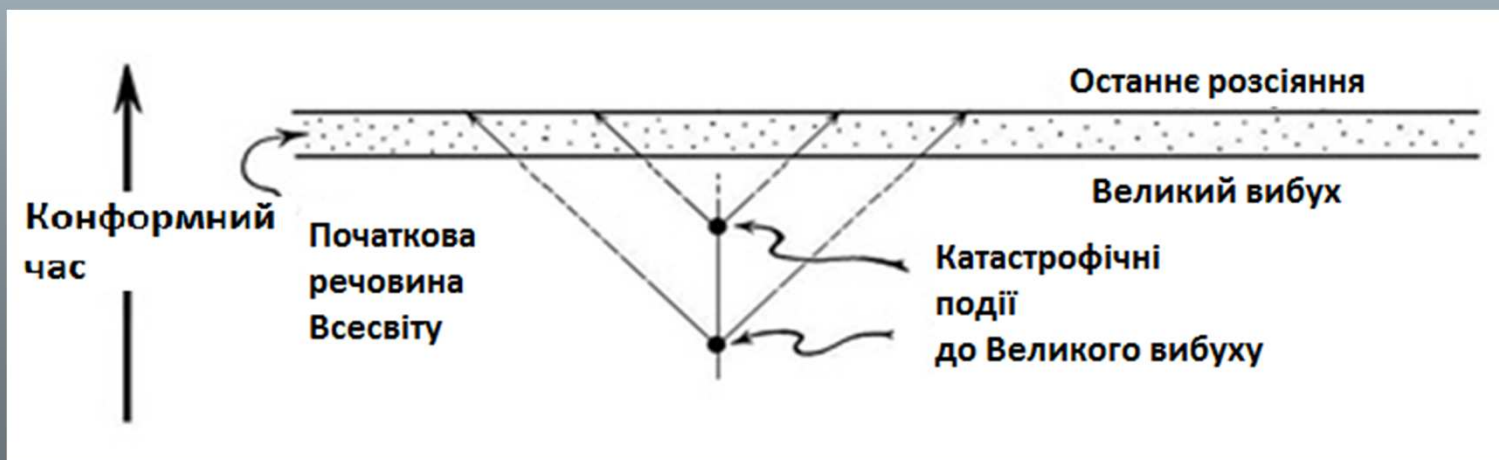


Спостереження свідчать, що *поряд з нашим Всесвітом можуть існувати інші*. Два роки тому група фахівців НАСА під керівництвом астрофізика Олександра Кашлінського виявила дивну поведінку приблизно у 800 віддалених галактичних скупчень. Виявилось, що усі вони летять в одному напрямі зі швидкістю 1000 кілометрів в секунду. Це вселенське переміщення було назване *"темним потоком"*. Нещодавно з'ясувалося, що "темний потік" охоплює аж 1400 галактичних скупчень і несе їх в район, *розташований за межами нашого Всесвіту*. По одному з припущень, десь там - за межами, не доступними спостереженням - розташована величезна маса яка і притягує матерію. Лаура Мерсіні-Хоутон з Університету Північної Кароліни вважає, що ці галактики засмоктують інший Всесвіт, розташований поруч з нашим.

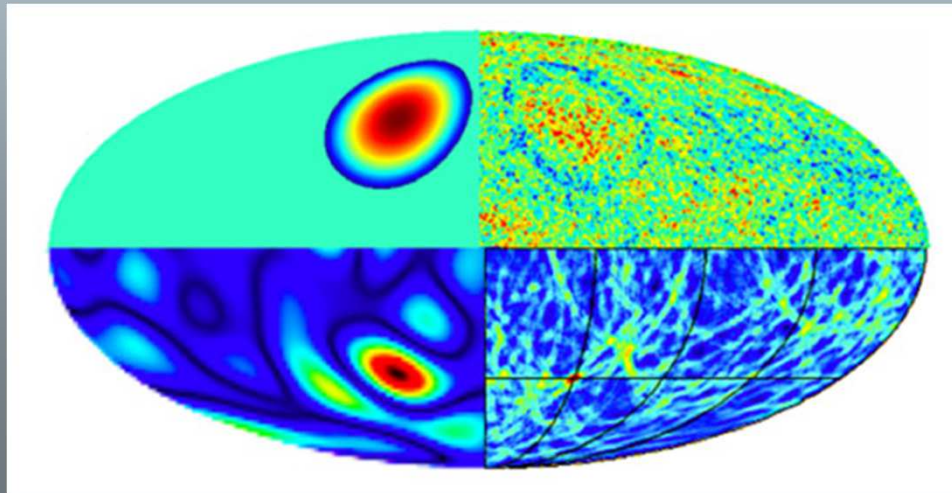
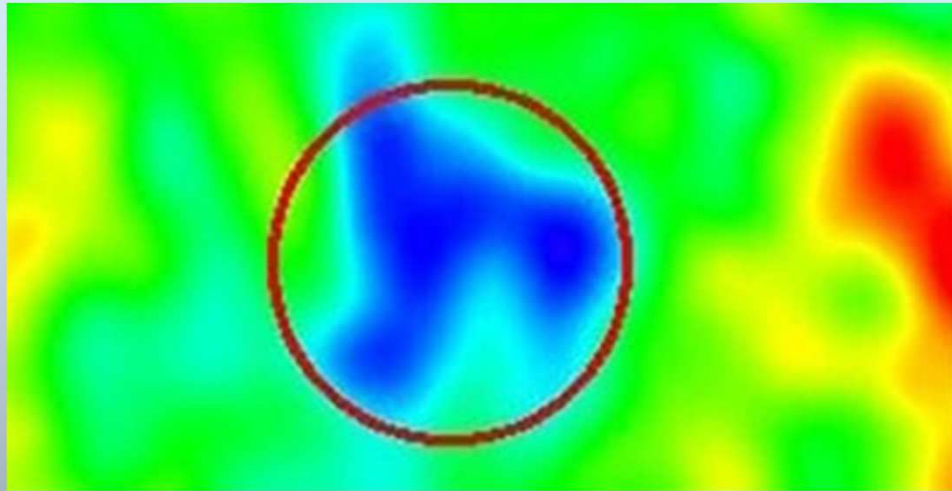
ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТЕОРІЇ



До нашого Всесвіту можливо існував попередній. До такого висновку прийшли Роджер Пенроуз з Оксфорду і Ваган Гурзадян з Єреванського фізичного інституту. Вони досліджували реліктове випромінювання - мікрохвильовий фон, що залишився після Великого вибуху і зберіг інформацію про зародження Всесвіту. *На цьому фоні вони виявили дивні неоднорідності, які виглядають концентричними колами.* Вчені вважають що ці кола - не з нашого простору-часу. Це гравітаційні сліди зіткнення колосальних, надмасивних чорних дір, які утворилися в попередньому Всесвіті у кінці його існування. Якщо вірити вченим, то всесвіти виникають чергою - один за одним. І кінець попереднього стає початком наступного.



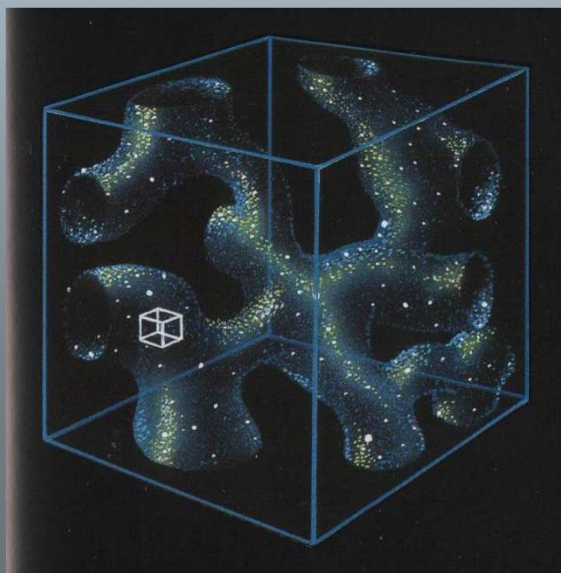
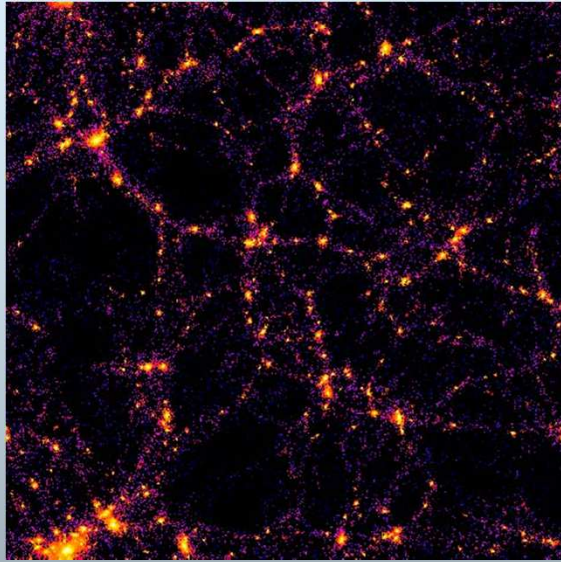
ПІДТВЕРДЖЕННЯ ТЕОРІЇ



За останніми оцінками телескопу WMAP у Всесвіті існує область простору поперечником порядку півмільярда світлових років Cold Spot (пляма обведена колом) в якій практично нічого немає. Ця пляма могла виникнути в результаті зіштовхування нашого Всесвіту з іншими.

Так за даними моделювання виглядає зіштовхування всесвітв-пихирців і відбиток цієї події у мікрохвильовому фоні на різних стадіях

КОМІРЧАСТИЙ ВСЕСВІТ



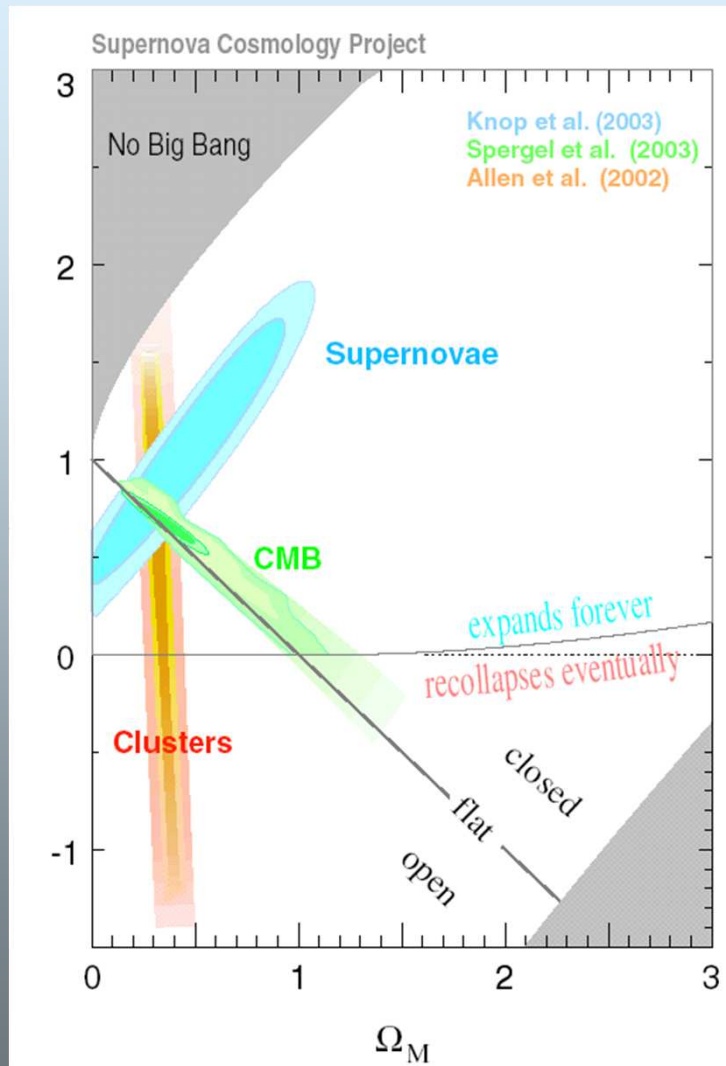
- Всі сучасні космологічні моделі базуються на припущенні, що матерія у Всесвіті розподілена в середньому рівномірно. Але в останні десятиріччя експериментально було встановлено, що у просторовому розподілі галактик і їх скупчень на великих масштабах відстаней спостерігається зовсім інша закономірність – Всесвіт має *комірчасту (волокнусту) структуру*. Стінки виявлених комірок, які складаються з великої кількості галактик та їх скупчень, мають товщину 3 - 4 Мпк (1 пк = 3,26 св. року), а розміри самих комірок складають близько 100 Мпк. При цьому надвеликі скупчення галактик, зазвичай, створюють вузли комірок.
- Таким чином, аналіз експериментальних даних свідчить про те, що *Всесвіт має ієрархічну структуру*, яка нагадує будову крони дерева або бронхи легенів людини, тобто він влаштований за *фрактальним принципом*.

ВІДКРИТТЯ ПРИСКОРЕНОГО РОЗШИРЕННЯ ВСЕСВІТУ



Швидкість галактик, які розносяться простором, що роздувається, завдяки існуванню сил гравітаційного притягання повинна зменшуватися з часом. Однак дослідження астрономів спалахів дуже віддалених наднових зірок визначеного типу (I a), які завершилися у 1998 р., дозволили встановити, **що розширення простору Всесвіту відбувається з прискоренням**. З'ясувалося, що зменшення яскравості зірок у середньому відбувається помітно швидше, ніж цього було слід чекати за космологічною моделлю, яка ще недавно вважалася стандартною. Але це можливо тоді, коли космологічне розширення відбувається з прискоренням! Пізніше (2002 р.) такі ж висновки були зроблені іншою групою вчених на основі аналізу характеру анізотропії реліктового випромінювання та даних про кластеризацію галактик. Нарешті, у жовтні 2003 року висновки про прискорене розширення Всесвіту були остаточно підтвержені великою міжнародною групою астрономів, які одержали дані про спалахи 23 наднових зірок, серед яких 7 дуже далеких (~8-10 млрд. світлових років) .

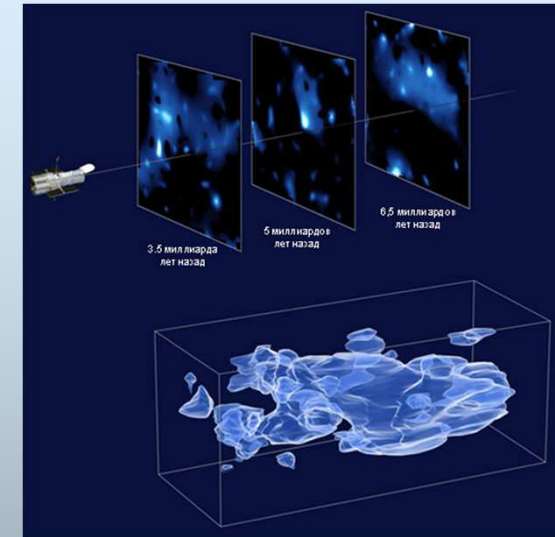
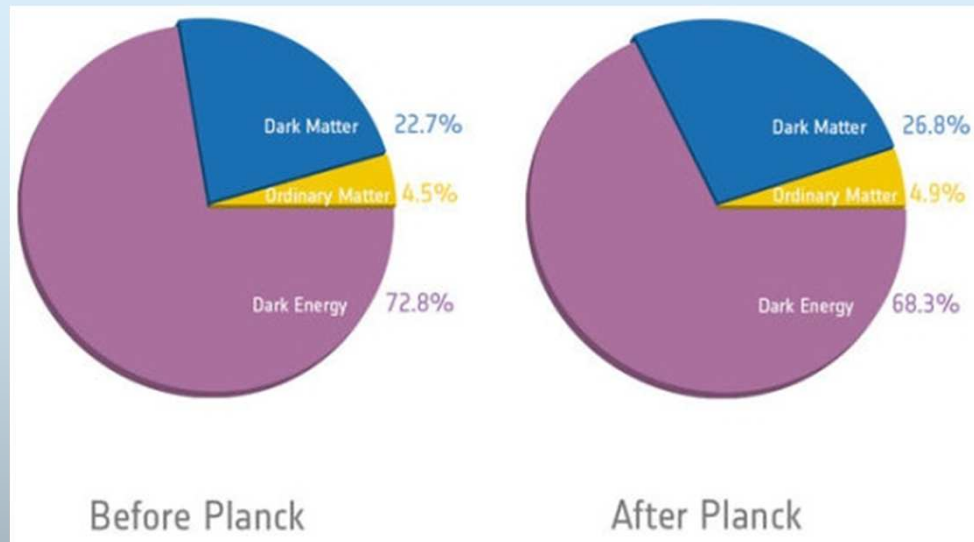
ТЕМНА МАТЕРІЯ ТА ЕНЕРГІЯ



Схематичне зображення можливих розв'язків рівнянь ЗТВ з відмінною від нуля вакуумною енергією (космологічною сталою Λ), що зіставлені з даними спостережень спалахів наднових зірок, реліктового випромінювання і скупчень галактик. На осі x відкладене відношення ($\Omega = \rho/\rho_k$) густини матерії ρ (повної енергії) до її критичного значення, що дорівнює $\rho_k = 2 \cdot 10^{-29}$ г/см³ для просторово плоского Всесвіту при нульовій вакуумній густині. **Видно, що дані космологічних спостережень сходяться у точці, що відповідає просторово плоскому Всесвіту, який заповнений приблизно на 30% баріонами і темною речовиною та на ~70% темною енергією**

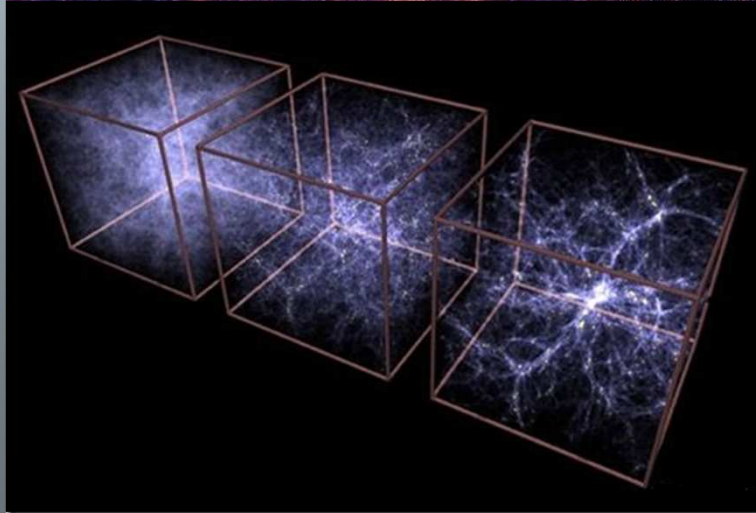
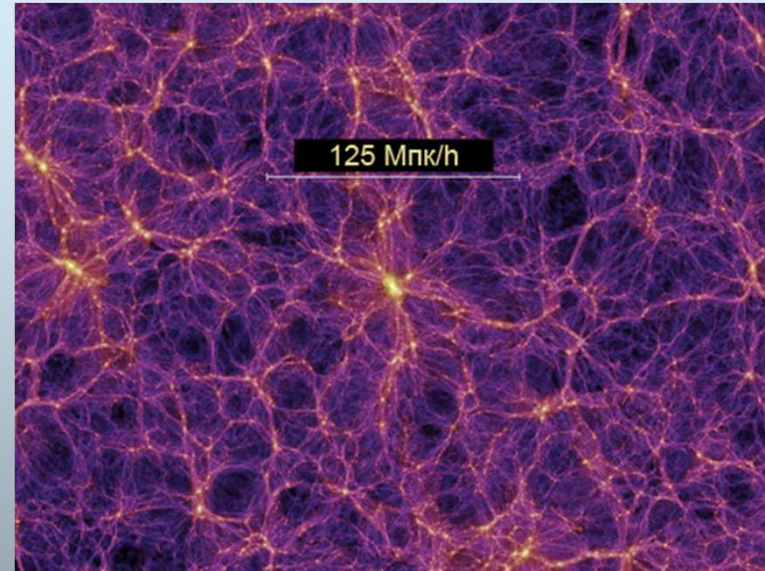
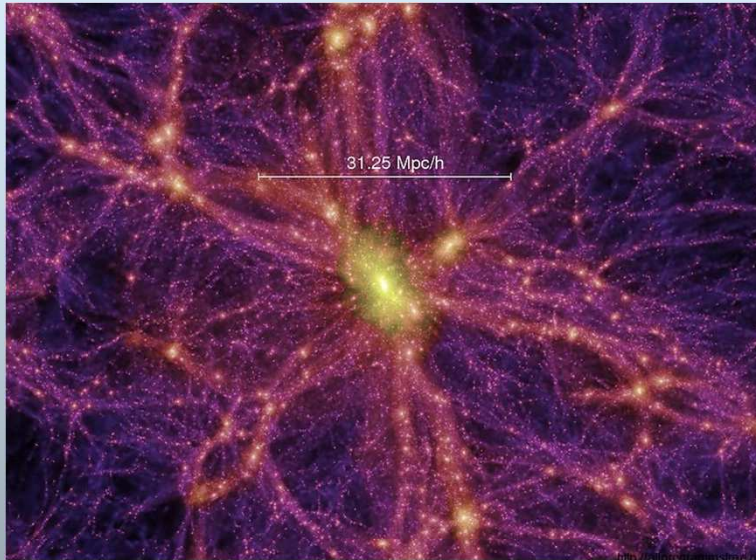
-

ТЕМНА МАТЕРІЯ ТА ЕНЕРГІЯ



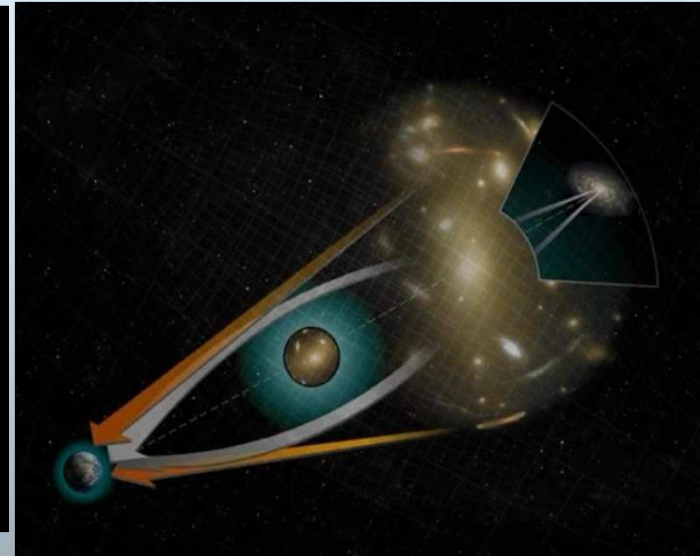
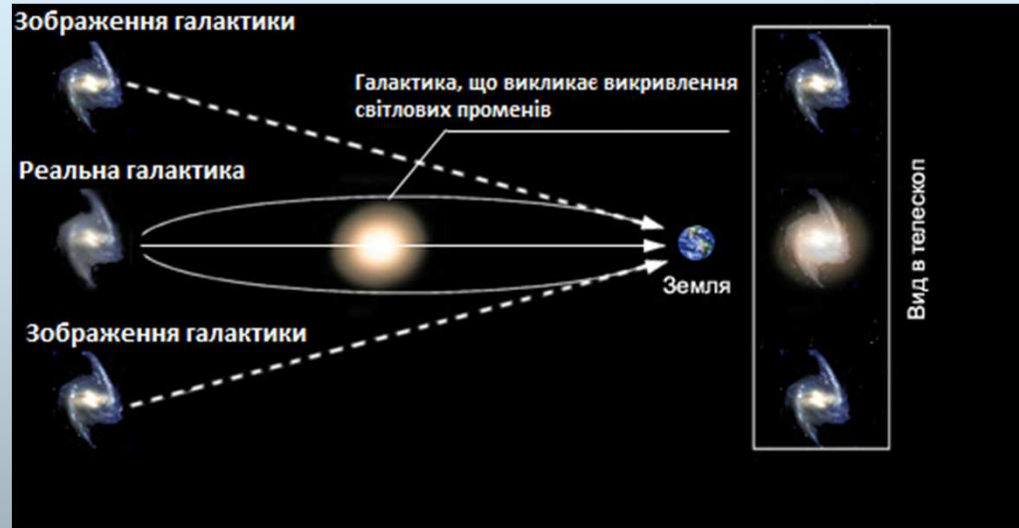
Результати останніх спостережень можна пояснити, якщо припустити, що у Всесвіті *існують деякі сили, які не тільки переборюють дію сил гравітації, але всупереч фрідманівській теорії змушують його збільшувати свої розміри з швидкістю, що зростає*. Такі сили повинні бути подібними до антигравітації, вони слабкі на малих відстанях, але визначають великомасштабну структуру і довгострокову історію Всесвіту. У відповідності до сучасних уявлень виникнення таких сил обумовлене невідомою дотепер гіпотетичною субстанцією, *новим фізичним полем - темною енергією, або квінтесенцією (quintessence)*, яка складає 68% маси Всесвіту. Темна речовина дає ще 27% , а відома людству баріонна речовина лише 5%. При цьому загальна маса газу, пилу та зірок не перевищує 0,4% повної маси матерії Всесвіту.

РОЗПОДІЛ ТЕМНОЇ ТА ЗВИЧАЙНОЇ МАТЕРІЇ У ВСЕСВІТІ



- Розрахункова структура Всесвіту за даними моделювання Millennium simulation. Жовтим позначена матерія, фіолетовим - темна матерія, що спостерігається лише побічно. Кожна жовта точка являє собою галактику

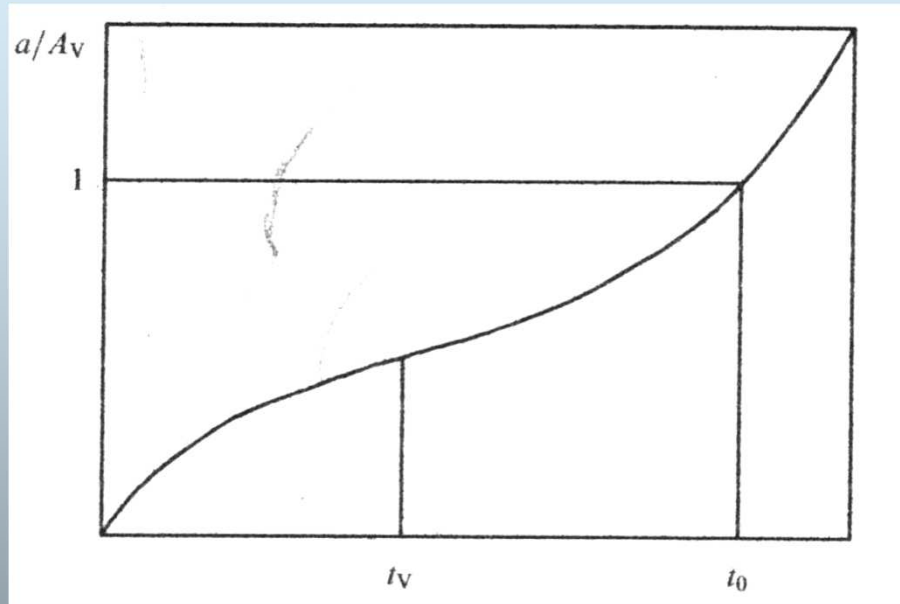
МІКРОЛІНЗУВАННЯ – МЕТОД ПОШУКУ ТЕМНОЇ МАТЕРІЇ



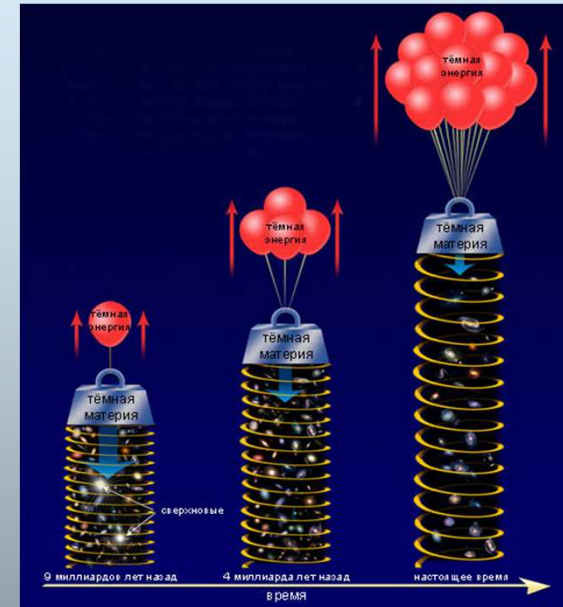
Гравітаційна лінза - масивне тіло (планета, зірка) або система тіл (галактика, скупчення галактик), що викривляє своїм гравітаційним полем напрям поширення випромінювання, подібно до того, як викривляє світловий промінь звичайна лінза. Як правило, гравітаційні лінзи, здатні істотно спотворити зображення фонового об'єкту, є досить великими зосередженнями маси: галактиками і скупченнями галактик. Компактніші об'єкти, наприклад, зірки, теж відхиляють промені світла, проте на такі малі кути, що зафіксувати таке відхилення не представляється можливим. В цьому випадку можна лише помітити короткочасне збільшення яскравості об'єкту-лінзи у той момент, коли лінза пройде між Землею і фоновим об'єктом.



ПРИСКОРЕННЕ РОЗШИРЕННЯ ВСЕСВІТУ

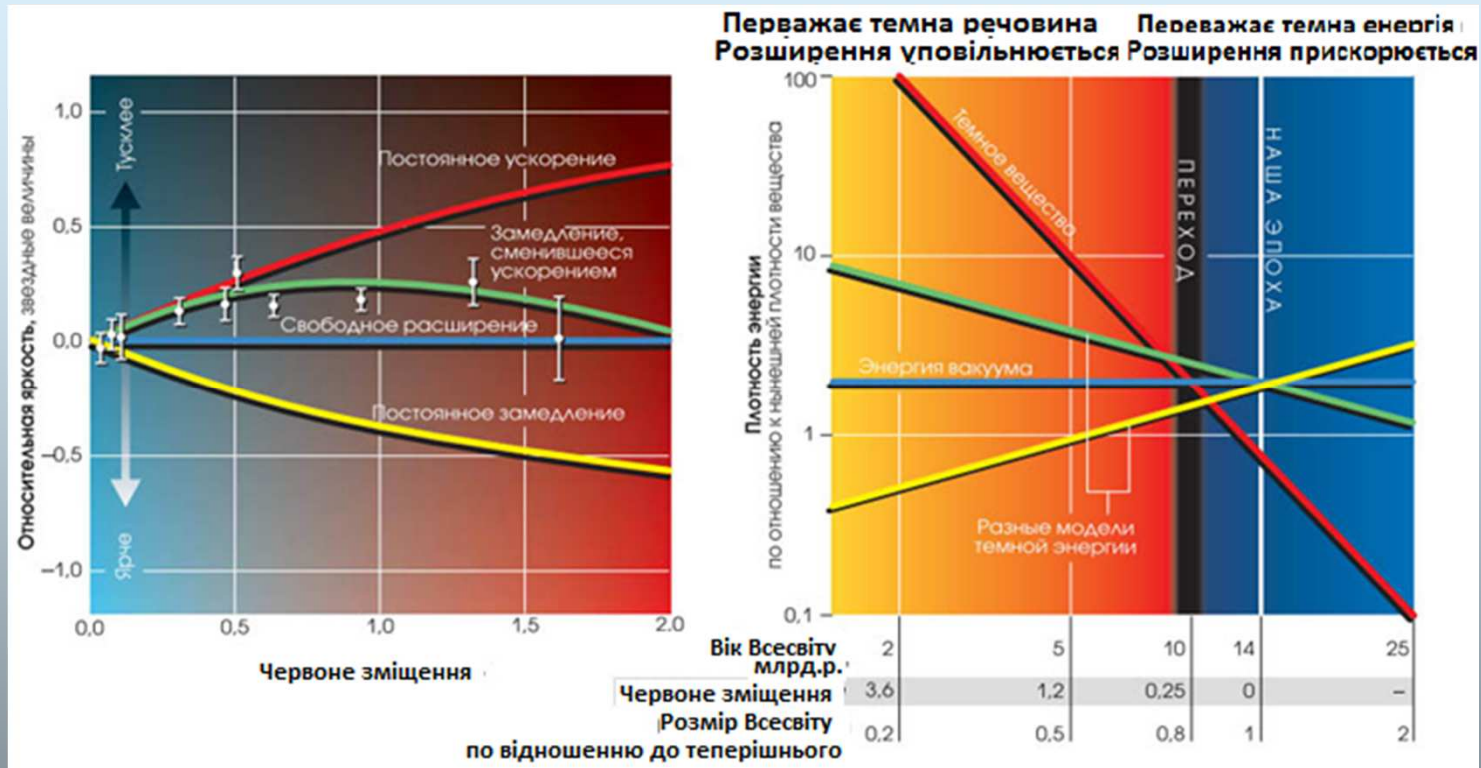


Фрідманівська модель Всесвіту: залежність масштабного фактору від віку. Бачимо, що розширення матерії зі сповільненням у момент часу $t_v \sim 8-9$ млрд. років після Великого Вибуху переходить в розширення з прискоренням. Відповідно розширення Всесвіту буде відбуватися необмежено довго і ніколи не зміниться стискуванням



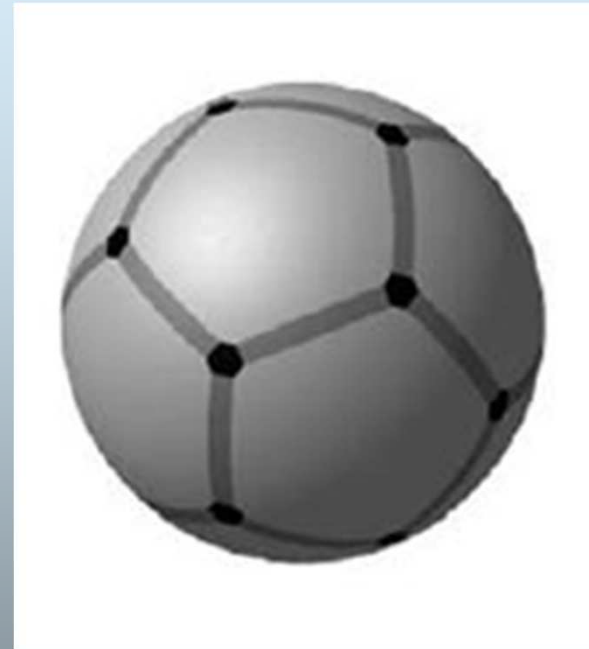
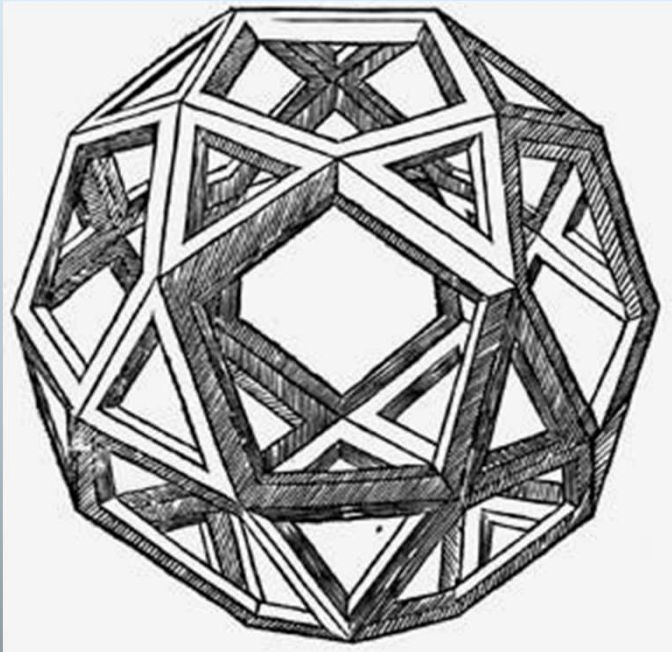
Оскільки вакуум є домінуючим компонентом Всесвіту, темп розширення матерії повинен бути однаковим у будь-якій його точці і не залежати від розподілу світної матерії. Найявністю космологічного вакууму пояснює чому фрактальний Всесвіт добре описується моделями, що базуються на ЗТВ у припущенні ізотропності розподілу матерії.

ПРИСКОРЕННЕ РОЗШИРЕННЯ ВСЕСВІТУ



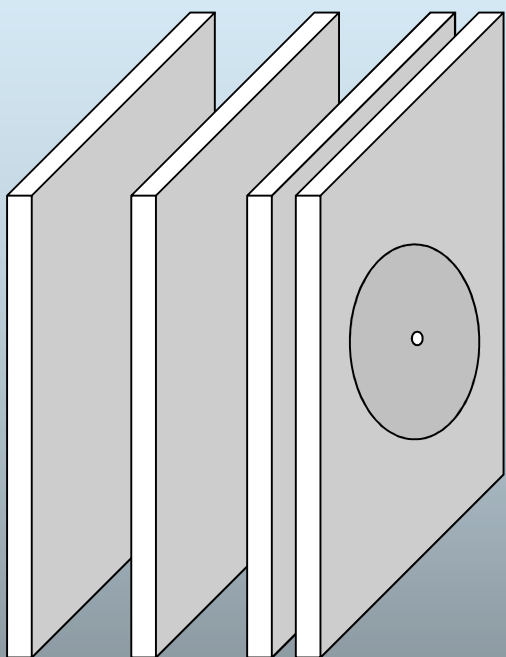
•Спостереження далеких наднових показують, що *до початку прискорення розширення Всесвіту сповільнювалося* (див. лівий графік). Астрономи знайшли, що наднові типу Ia з червоними зміщеннями більшими 0,6 яскравіші, ніж вони мали бути, якщо б розширення Всесвіту завжди прискорювалося або якби їх світло послаблював міжгалактичний пил. (Кожна точка на графіку є усереднення для наднових з близькими значеннями червоного зміщення.) Точка переходу від сповільненого руху до такого що прискорюється відстоїть від нашої епохи приблизно на 5 млрд. років у минуле. Якщо астрономи зможуть визначити даний момент точніше, вони дізнаються густину темної енергії в той час і, можливо, зрозуміють природу цієї енергії (правий графік).

ФОРМА ВСЕСВІТУ



- Форма Всесвіту, яка одержана з досліджень анізотропії реліктового випромінювання за допомогою космічного апарата НАСА *Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*

ЕКПІРИЧНА МОДЕЛЬ БАГАТОВИМІРНОГО ВСЕСВІТУ

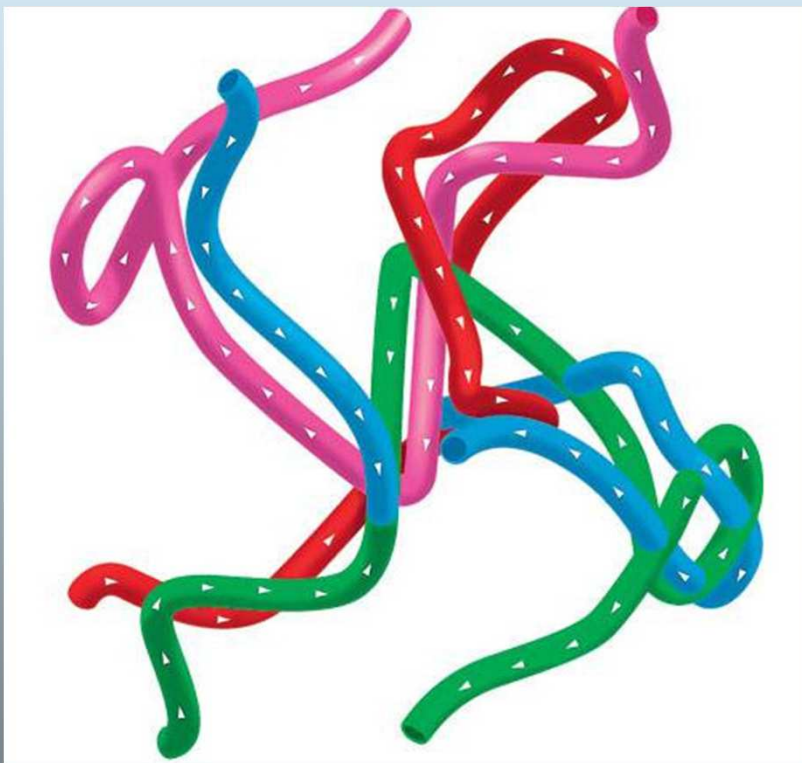


11-й вимір

Сучасні спостереження свідчать, що *Всесвіт, незалежно від густини його матерії, буде розширюватися вічно.* У 2001 р. Стейнхардт і Турок розробили модель, яка врахувала результати новітніх спостережень і претендує на те, щоб замінити загальноприйнятту інфляційну модель, де етапи розширення та стискання матерії чергуються. Ця модель базується на *узагальненій теорії суперструн*, яка має назву *М-теорії*.

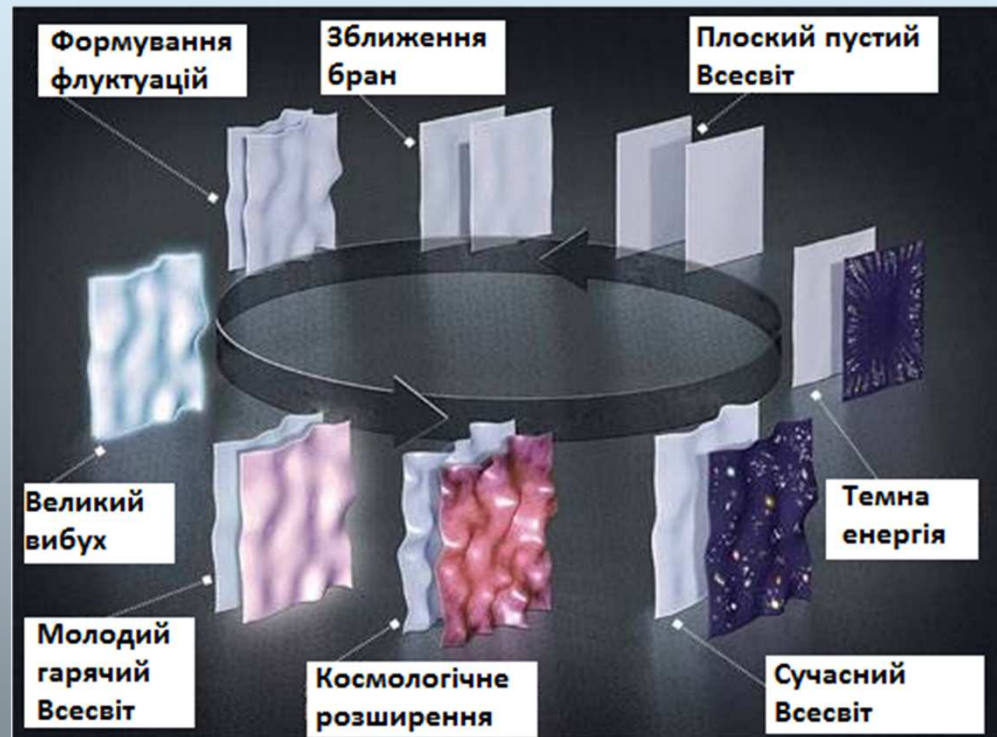
Всесвіт у моделі Стейнхардта і Турока має такий вигляд. Простір-час цього Всесвіту є одинадцятивимірним, сім просторових вимірів якого компактовані у трубочки, але деякі з них не такі тонкі, як вважалося раніше ($l \gg 10^{-33}$ см). Розрахунки показують, що діаметр частини згорнутих вимірів може досягати 0,1 мм, тоді *виникає можливість спостерігати ці “зайві виміри” вже на сучасному рівні експериментальної техніки!*

ЕКПІРИЧНА МОДЕЛЬ БАГАТОВИМІРНОГО ВСЕСВІТУ



У одинадцятивимірному всесвіті плавають простори меншої розмірності, так звані брани. *Наш Всесвіт - просто одна з таких бран, що має три просторові виміри.* Її заповнюють різні квантові частинки (електрони, кварки, фотони та ін.), які насправді є розімкненими вібруючими струнами з єдиним просторовим виміром, - довжиною. Кінці кожної струни намертво закріплені усередині тривимірної брани, і покинути брану струна не може. Але є і замкнуті струни, які можуть мігрувати за межі бран, - це гравітони, кванти поля тяжіння.

ЕКПІРИЧНА МОДЕЛЬ БАГАТОВИМІРНОГО ВСЕСВІТУ



Момент Великого вибуху - це зіткнення бран. Виділяється величезна кількість енергії, брани розлітаються, відбувається розширення, що сповільнюється, речовина і випромінювання остигають, утворюються галактики. Розширення знову прискорюється за рахунок позитивної густини міжбранової енергії, а потім сповільнюється, геометрія стає плоскою. Брани притягуються одна до одної, перед зіткненням квантові флуктуації посилюються і перетворюються в деформації просторової геометрії, які в майбутньому стануть зародками галактик. Відбувається зіткнення, і цикл починається спочатку.

АСТРОСОЦІОЛОГІЧНИЙ ПАРАДОКС

Чудеса не суперечать

законам природи.

Вони суперечать лише нашим

уявленням про закони природи

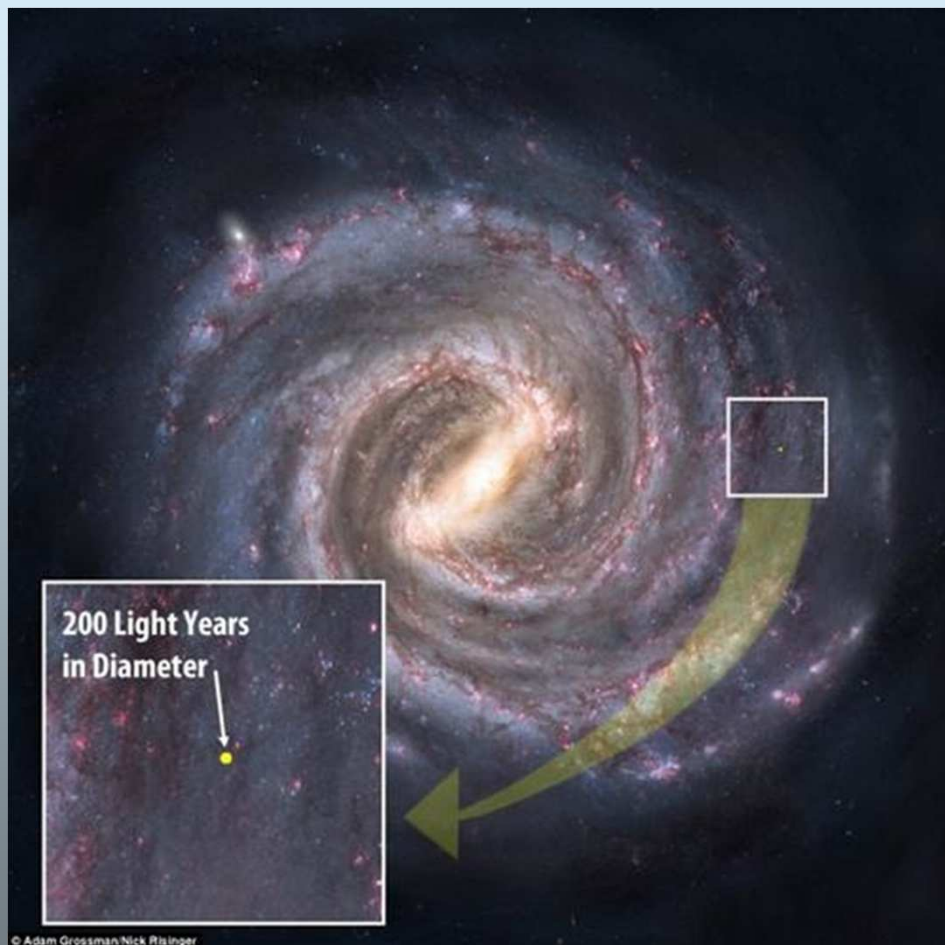
Августін Блаженний

Включення життя та розуму у фізичну картину світу є основним завданням сучасної наукової революції. У зв'язку з цим останнім часом проблема виникнення, існування і розповсюдженості життя у Всесвіті інтенсивно розробляється вченими як теоретично, так і експериментально. Важливу роль тут відіграє розуміння так званого астросоціологічного парадоксу (АС-парадоксу).

*АС - парадокс формулюється так. З сучасних уявлень про будову навколишнього світу випливає, що **життя та розум повинні неминуче повсюдно виникати у Всесвіті**, а людство повинно спостерігати прояви діяльності позаземних цивілізацій (ПЦ) як у космосі, так і на Землі. Разом з тим експериментальний пошук сигналів ПЦ та інших проявів їх існування, що здійснюється людством вже протягом більше ніж 40 років у рамках програм *CETI* (*Communication with Extra Terrestrial Intelligence* – “Зв’язок з ПЦ”) та *SETI* (*Search of Extra Terrestrial Intelligence* – “Пошук ПЦ”), до позитивних результатів не привів. Виникає вражаюче протиріччя між теорією і експериментом, яке і одержало назву *АС-парадокса*. Фактично АС-парадокс є викликом основним установкам та принципам сучасного еволюційно-синергетичного мислення і тому вимагає свого конструктивного розв’язку.*

*Під АС - парадоксом у найбільш загальному вигляді розуміють **суперечність між уявленнями про множинність ПЦ, які впливають з сучасної картини світу, і відсутністю явних проявів їх діяльності**. У вузькому значенні його пов'язують з негативними результатами експериментів з пошуку сигналів ПЦ (*слабка форма АС-парадокса*); в більш широкому значенні – з відсутністю будь-яких спостережуваних проявів діяльності ПЦ у космічному просторі (спостереження так званого “*космічного дива*”); в цій формі АС-парадокс називають також *парадоксом Мовчання Всесвіту* (або *Великого Мовчання*). В найсильнішій формі парадокс трактується як суперечність між множинністю ПЦ, що передбачає теорія, і відсутністю колонізації або хоча б слідів діяльності, інопланетян на Землі (*парадокс Фермі-Харта*).*

МІХУР ЛЮДСТВА



•Радіо було винайдено в 1895 році. Ось з тих пір штучні електромагнітні сигнали і летять у простір - в усі його сторони зі швидкістю світла. З такою ж швидкістю розширюється і сфера, наповнена цими сигналами. Тільки в цій області можна почути людство. Астроном Адам Гроссман (Adam Grossman) відзначив на карті галактики цю сферу - маленьку жовту точку. Її діаметр всього 240 світлових років - дійсно крихітка в порівнянні з усією галактичною спіраллю, діаметр якої більше 100 тисяч світлових років. Цю сферу назвали міхур людства. Реально сфера ще менше тому не всі електромагнітні сигнали виходять за межі іоносфери. Радіохвилі з Землі, що поширюються з початку ери радіомовлення, "обмили" більш 6000 зоряних систем. І кожен день сигнали людської цивілізації досягають, як мінімум, однієї нової системи.

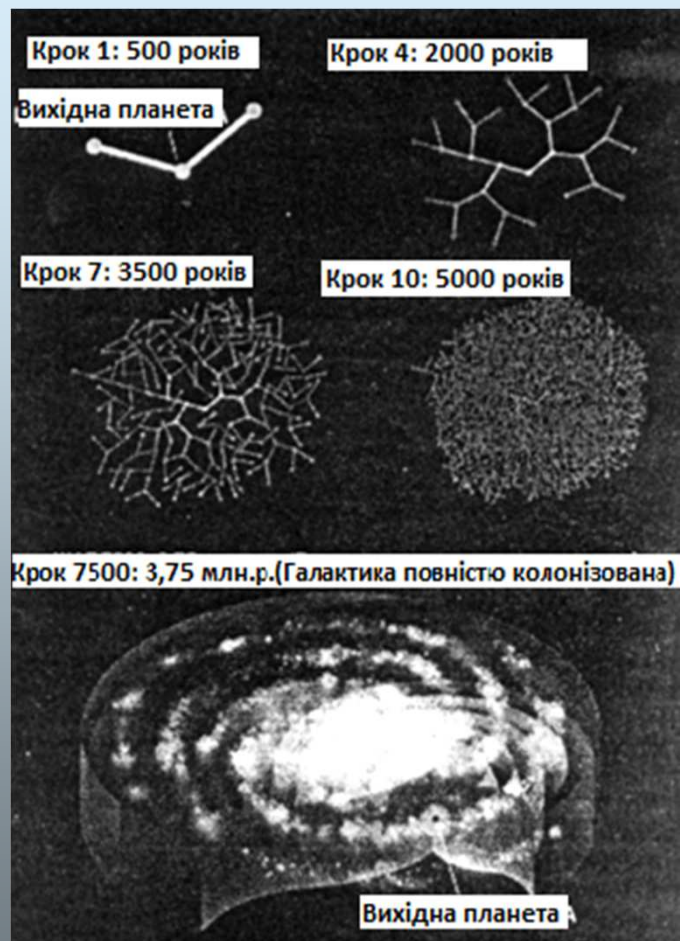
ПАРАДОКС ФЕРМІ-ХАРТА

- Вперше питання “де Вони всі?”, маючи на увазі відвідування Землі ПЦ, було поставлено відомим фізиком Енріко Фермі ще у 1950 році. У подальшому ця проблема вивчалась широким колом дослідників, серед яких астрофізики М. Харт, Д. В'юїнг, Ф.Тіплер, Д. Берроу, радіоастрономи Р.Брейсвел, І.С. Шкловський та ін. Оскільки йдеться про сліди відвідування Землі ПЦ “парадокс Фермі-Харта” тісно пов'язаний з проблемою міжзоряних перельотів.
- Схема міркувань, що приводить до цього парадокса, будується приблизно так.
- Відомо, що наш Всесвіт утворився в результаті Великого Вибуху 13,7 млрд років тому. Останні спостереження свідчать, що умови, необхідні для виникнення перших зірок, створилися у ньому вже десь **через 200-400 млн років після народження**. Після цього почалася зоряна еволюція: одні зірки закінчували своє життя, інші утворювалися знов із міжзоряного пилу та газу. Як показало моделювання великомаштабної структури Всесвіту проведене в останні роки, вже через мільярд років після початку розширення в ньому існувала тверда речовина з важких хімічних елементів необхідних для подальшої еволюції, отже, міг початися процес формування планет та виникнення на них життя.
- Виявлення в Галактиці гігантських пилових хмар з органічними молекулами свідчить про те, що в космосі існують природні резервуари синтезу основної речовини життя - нуклеїнових амінокислот. Органічні молекули знайдені і в речовині комет, які також можна розглядати як концентратори органіки і первинних реакцій синтезу, особливо при наближенні до Сонця та інших зірок. Останнім часом одержані свідчення, що деякі форми життя у далекому минулому могли існувати (а, можливо, і існують зараз) на Марсі та на супутниках Сатурна і Юпітера (Європі, Титані та ін.). Отже, **жива речовина є особливим, але природнім станом матерії Всесвіту – таким, як мінерали, плазма** та ін. Одночасно дослідження останніх двадцяти років показали, що найпростіші земні мікроорганізми надзвичайно стійкі і здатні виживати протягом тисячоліть навіть в умовах космічного вакууму.
- Усі ці факти свідчать про те, що життя не обов'язково зародилося на Землі (або навіть на Марсі), а швидше за все заселило її, як тільки на планеті після охолодження виникли відповідні умови. На користь цього свідчить і факт дуже раннього виникнення життя на планеті (3,9 млрд років тому). Таким чином, земна біосфера не є унікальною і єдиною ні в Галактиці, ні у Всесвіті. Загальними у Всесвіті є й закони еволюції відкритих систем, включаючи біологічні та соціальні, які приводять до безперервного зростання ступеня їх впорядкованості та самоорганізації. Оскільки наше Сонце належить до третього покоління зірок і є відносно молодим утворенням (5 млрд років), стає зрозумілим, що **технологічно розвинені цивілізації на інших планетах могли виникнути значно раніше, ніж наша.**

КЛАСИФІКАЦІЯ ПЦ

- Результати моделювання свідчать, що будь-яка складна система, наприклад, цивілізація в умовах необмеженості ресурсів, як правило, розвивається за експоненціальним законом. Зокрема, за таким законом вже протягом декількох сторіч зростають параметри (енергоспоживання, чисельність населення та інше), що характеризують людство в цілому. Будемо вважати, що інкримент експоненти, що описує розвиток людської цивілізації (він характеризує час подвоєння чисельного значення параметрів), складає 15 років. Для порівняння, подвоєння знань людства на сучасному етапі розвитку відбувається за 5 років і цей час продовжує скорочуватися. Тоді досить швидко, вичерпавши ресурси планети, така цивілізація, стає перед вибором, або різко знизити темпи свого розвитку і неминуче деградувати, або зберегти тенденції зростання, **і почати освоєння найближчого космічного простору навколо материнської зірки.**
- **Цивілізація, технологічний рівень якої є близьким до теперішнього у людства, за термінологією Кардашева, одержала назву цивілізації I типу.** Подібна цивілізація, як показують розрахунки, використовує енергетичну потужність $P \sim 10^{13}$ Вт.
- Час освоєння всіх матеріальних ресурсів зіркової системи при експоненціальному зростанні параметрів цивілізації, за оцінками вчених, складе приблизно 500-1000 років. За класифікацією Кардашева **цивілізація, що оволоділа енергією, яку випромінює її зірка, належить до цивілізацій II типу** ($P \sim 10^{26}$ Вт). Така «цивілізація II типу» буде якісно відрізнятися від нашої сучасної, але в процесі розвитку перед нею стане, по суті, та ж проблема, що в наші дні стоїть перед Земною: обмеженість ресурсів зіркової системи при експоненціальному зростанні параметрів її розвитку. Подолання цієї суперечності неминуче штовхне цивілізацію II типу з її величезним технологічним потенціалом на освоєння ресурсів спочатку найближчих областей Галактики, а потім і всієї зоряної системи. Настане процес «дифузії» цивілізації II типу в Галактику (**її зоряна експансія**), що буде супроводжуватися перетворенням на розумній основі зірок і особливо міжзоряного середовища. Втім цей процес Шкловський називає не «дифузією», а поширенням «сильної ударної хвилі» розуму по неживій матерії.

ЗОРЯНА ЕКСПАНСІЯ



- Гарною моделлю зоряної експансії є *відома побудова Гюйгенса*, що описує поширення сферичної світлової хвилі у середовищі. Згідно з принципом Гюйгенса кожна точка простору, до якої дійшло збурення, стає центром вторинних сферичних хвиль. В нашому випадку роль такої «точки» виконує зірка, навколо якої за допомогою місцевих ресурсів колоністи, що прилетіли, будують штучну біосферу – раковину Покровського. У такому випадку, враховуючи максимальні розміри Галактики (близько 100 тисяч світлових років, $\sim 9,5 \cdot 10^{17}$ км), час колонізації і кардинального перетворення всієї зоряної системи не перевищить 10 мільйонів років. **Цей час близький до тривалості еволюції людини від мавпи до розумної істоти на Землі і дуже малий порівняно з віком Всесвіту (13,7 млрд років).**
- Висновки, що впливають з наведених міркувань, такі: **перша технічно розвинута цивілізація, яка має можливості і намір колонізувати галактику, могла б зробити це раніше ніж будь-яка інша цивілізація – суперник еволюціонувала б до технічно розвинутої!!!** Нещодавне відкриття планет HIP 11952 b і HIP 11952 c - екзопланет у зірки HIP 11952 віком 12,8 млрд. років відкриває принципову **можливість існування у нашій галактиці цивілізацій, які старіші від нашої на 6-8 млрд. років.**

БОГ, ЩО ВІДКРИВАЄТЬСЯ НАУКОВО

- Такі ПЦ настільки випередили людство, що **їхні технології здаються нам проявом чуда** (а це як відомо особливість Бога). Невипадково В.М.Ліпунов, маючи на увазі ці цивілізації, говорить про **Бога, що відкривається науково**. Чому ж тоді ми не бачимо слідів експансії високорозвинутих ПЦ? Адже за всіма даними вони давно повинні були б бути і в Сонячній системі, і безпосередньо на Землі.
- Якщо припустити існування цивілізацій, більш розвинених, ніж наша, то правомірно поставити і інше питання: а чи не спостерігаються у Всесвіті сліди їх діяльності, якісь „надприродні явища” у космосі, що можуть свідчити про свідому діяльність розумних істот? Це і є проблема „космічного дива”, яка вперше була висунута І.С. Шкловським. **В практичному плані вона зводиться до пошуків слідів астроінженерної діяльності ПЦ у Всесвіті.**
- Цей шлях досить перспективний оскільки за оцінками вчених з використанням сучасних засобів спостереження сліди техногенного перетворення навколосорянного простору можна виявити на відстанях, що перевищують 10000 світлових років. Це складає 0,1 діаметра Галактики!
- За розрахунками Ліпунова ймовірність відсутності космічних чудес у космосі складає $10^{-43\ 000\ 000}$, тобто практично дорівнює нулю, і, проте, саме ця ситуація реалізується на практиці. Автор відзначає, що визнання нескінченності світу у часі та прийняття гіпотези про існування множинних всесвітів, до яких прийшла сучасна космологія, означає вже не парадокс, а **тупик у проблемі позаземного розуму**, який мав більше ніж достатньо часу для свого розвитку до безмежного технологічного рівня, тобто Бога у нашому розумінні.

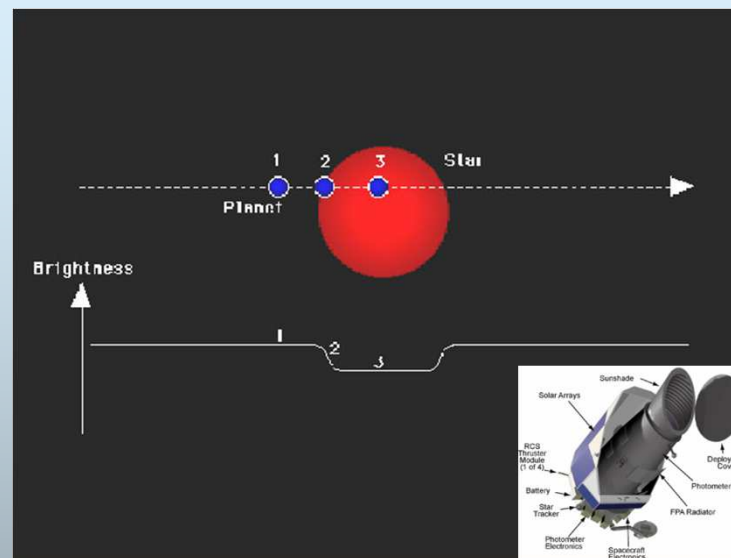
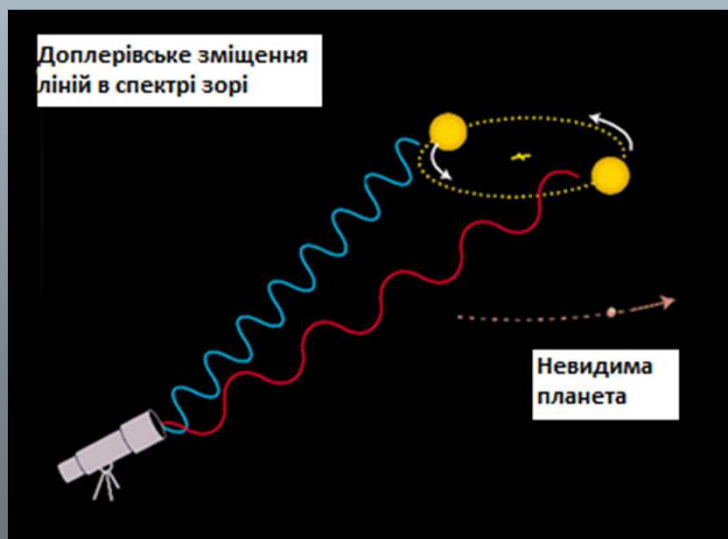
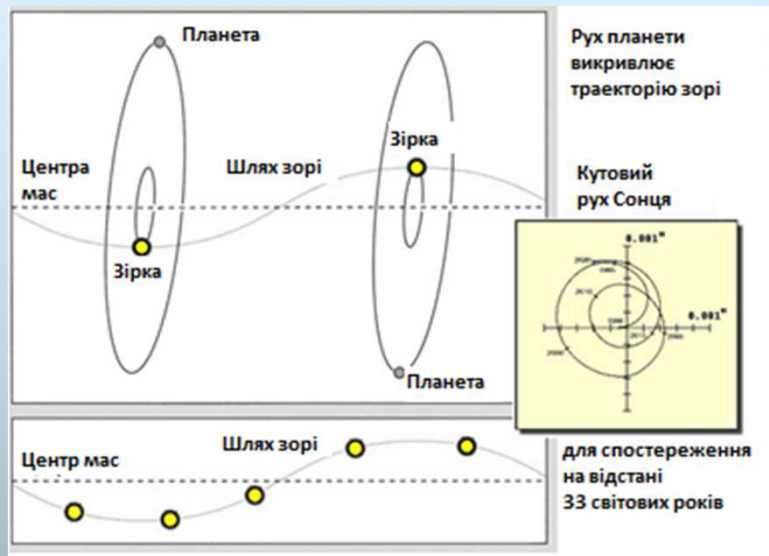
КІЛЬКІСТЬ ПЦ У ВСЕСВІТІ

- Формулу для розрахунку кількості цивілізацій, що можуть обмінюватися між собою інформацією за допомогою електромагнітних хвиль, запропонував Френк Дрейк у 1961 р. Фактично *формула Дрейка дає можливість зробити оцінку кількості технологічно розвинених цивілізацій у галактиці, що існують у даний час:*

$$N = f_n f_m n_e f_1 f_2 f_3 L N_0$$

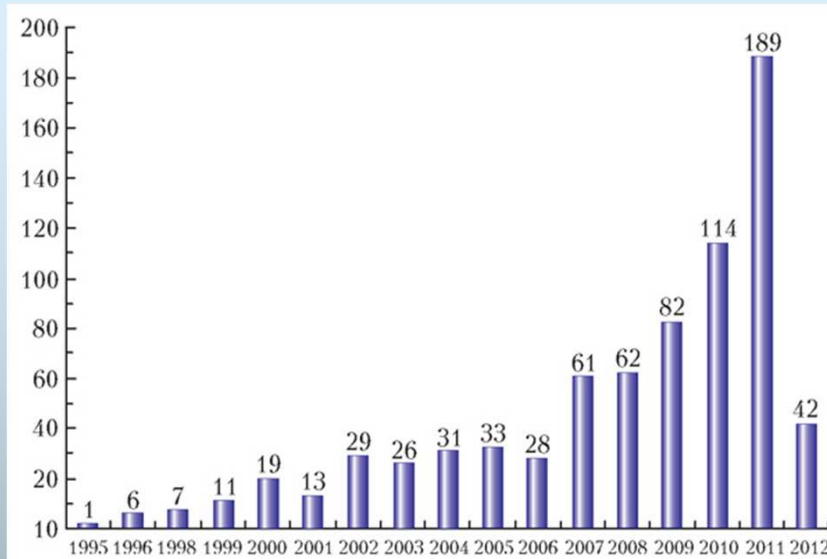
- де N – кількість цивілізацій у нашій галактиці, чиї електромагнітні сигнали можна зареєструвати; N_0 - кількість зірок, біля яких може виникнути розумне життя; f_n - частка зірок придатних для підтримання життя; f_m – ймовірність утворення планет; n_e – середнє число населених планет, що обертаються навколо зірки; f_1 – ймовірність виникнення життя на планеті; f_2 – ймовірність виникнення цивілізації; f_3 – частка цивілізацій, що мають технології, необхідні для відсилання у космос електромагнітного сигналу; L – часовий проміжок, протягом якого цивілізація відсилає такий сигнал у космос.
- За оцінками вчених, у Галактиці знаходиться близько 200-400 млрд зірок. Приблизно 10% з них подібні до Сонця за температурою та світністю, а 70-90% мають планети. **Близько 3-4% зірок (~10 млрд!!!) можуть мати планети, умови на яких є сприятливими для зародження життя.** Три чверті з цих планет повинні бути старішими від Землі. Це повинно вселяти оптимізм у прихильників можливості виявлення ПЦ, особливо якщо врахувати, що на даний час людство відкрило вже 50000 млрд галактик, де повинно знаходитись $\sim 10^{23}$ зірок і судячи з усього це мала частина дійсної кількості зоряних систем у Всесвіті (в одному з 10^{100} !!!).

ПОШУК ЕКЗОПЛАНЕТ



Орбітальний телескоп «Кеплер» (англ. Kepler) — космічний телескоп НАСА, призначений для пошуків екзопланет. Названий на честь Йоганна Кеплера (1571-1630), німецького філософа, математика, астронома, астролога і оптика. Телескоп був запущений 7 березня 2009 р. На орбіту апарат вивела ракета-носіє Delta II. Місія коштуватиме приблизно 467 мільйонів доларів. Місія «Кеплер» продовжиться три з половиною роки. Весь цей час телескоп спостерігатиме близько **100 тисяч схожих на Сонце зірок**, навколо яких можуть обертатися екзопланети.

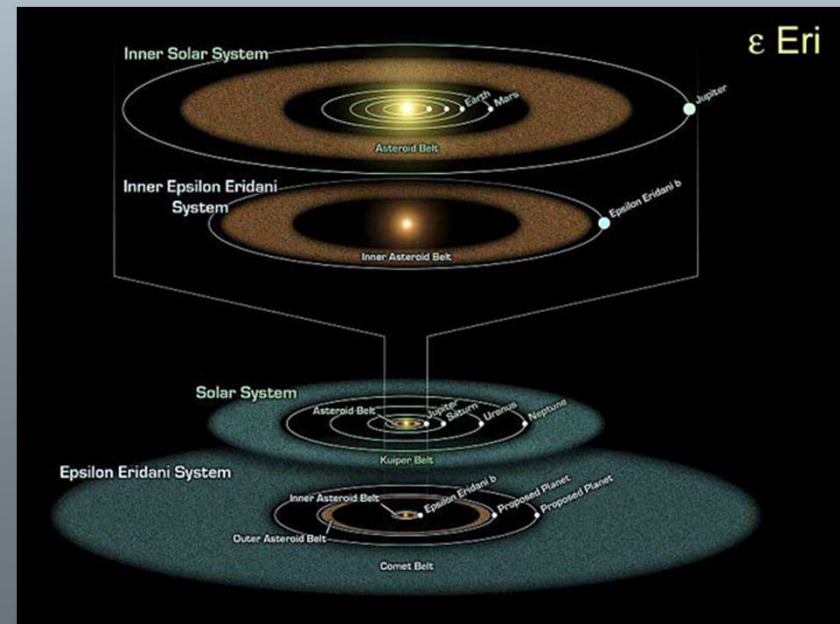
ЕКЗОПЛАНЕТИ



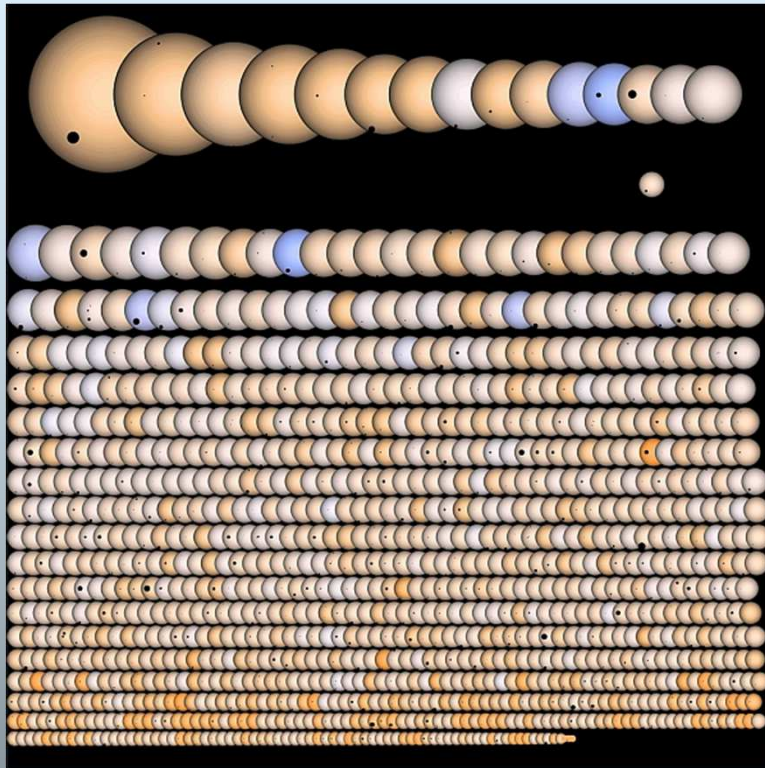
Графік відкриття екзопланет за роками. Основними методами їх відкриття є: радіоспостереження пульсарів; метод радіальних швидкостей; транзитний метод; метод синхронізації; візуальне спостереження; гравітаційне лінзування; астрометричний метод.

Зараз виявлено ~ 853 екзопланет в 672 планетних системах, з яких у 126 є більше однієї планети. Кількість надійних кандидатів в екзопланети значно більша. Так за проектом «Кеплер» на 21 грудня 2011 числиться ще 2326 екзопланети, однак для отримання статусу підтверджених потрібна повторна реєстрація таких планет за допомогою наземних телескопів.

Порівняння Сонячної системи і системи біля зірки епсілон Ерідана .

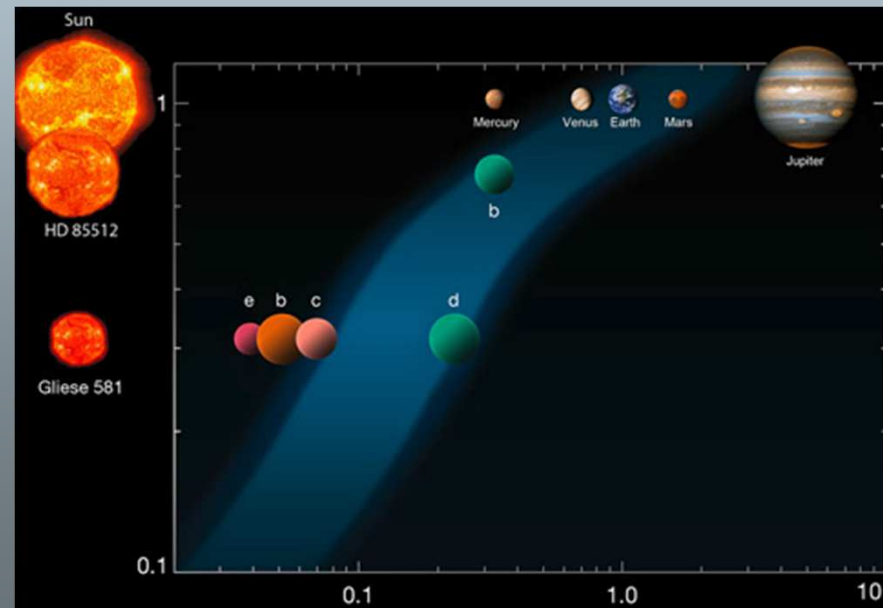


ЕКЗОПЛАНЕТИ

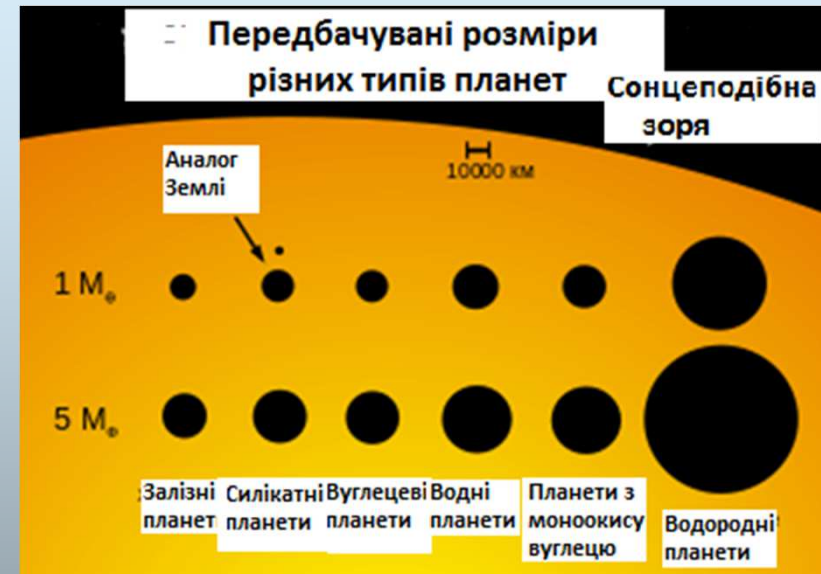
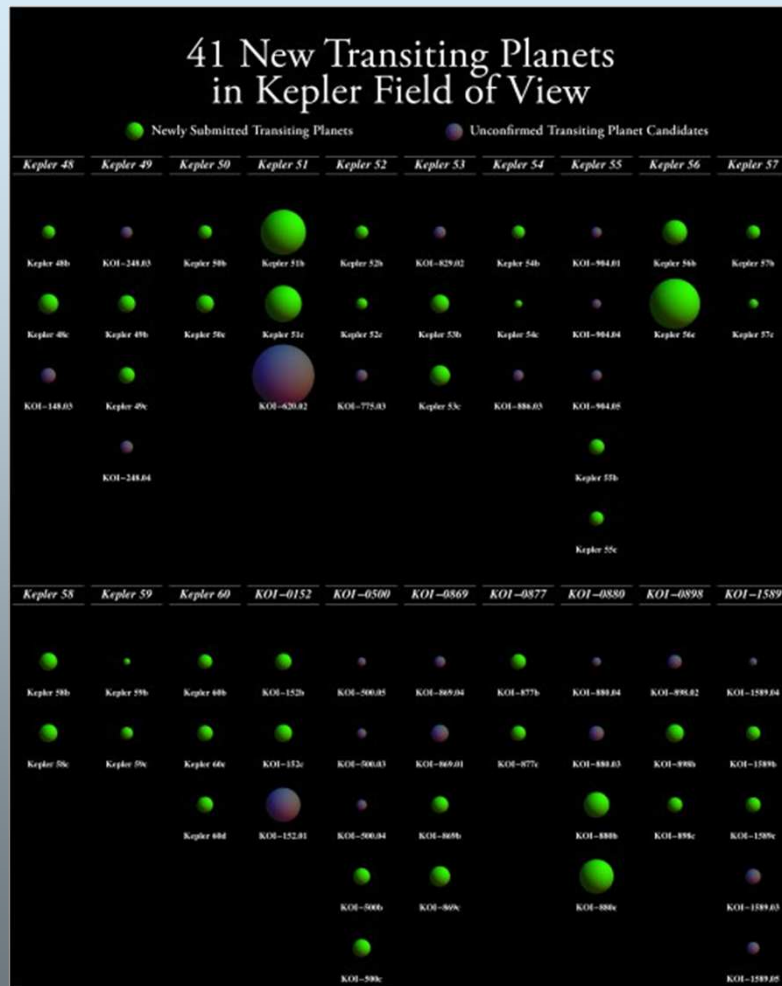


На рисунку зображені зірки, у яких «Кеплер» виявив потенційні планети (1 235 штук), вони показані як темні плями на диску світила. Частина з відкритих планет по своїх характеристиках нагадують Землю (*207 тіл порівнянні з нашою планетою за розміром, а ще 680 відносяться до класу так званих Суперземель*).

Порівняння зон населеності і розташування планет у Сонячній системі (вгорі) і системах зірочок HD 85512 (в центрі) і Gliese 581 (внизу). Шкала по вертикалі - маса зірки (у сонячних масах), шкала по горизонталі - відстань планети від світила (в астрономічних одиницях). Гарантована зона населеності відзначена світло-синьою смугою. Темно-синя окантовка праворуч і ліворуч від неї показує можливе розширення зони населеності через низку невідомих поки параметрів.



ОСТАННІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ТЕЛЕСКОПА “КЕПЛЕР”



Таблиця нових екзопланет виявлених телескопом Кеплер. Зеленим позначені планети виявлені за допомогою транзитного методу. Фіолетовим — ймовірні кандидати в планети, виявлені в тій же системі за допомогою методу варіації часу транзитів. З 2740 кандидатів, виявлених телескопом Кеплер, 207 мають приблизно земний розмір, 680 має розміри суперземлі, 1181 - Нептуна, 203 - розмір, порівнянний з юпітеріанських, і 55 - більший, ніж у Юпітера.

ЕКЗОТИЧНІ ПЛАНЕТНІ СИСТЕМИ

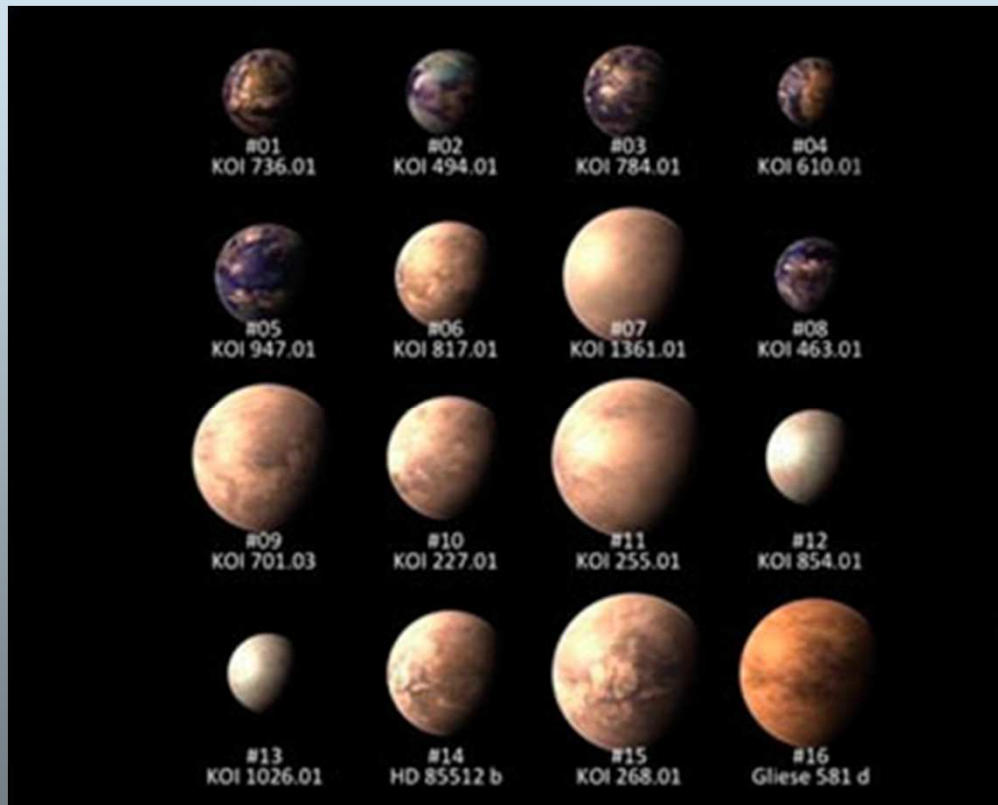


Планета Кеплер-16b, обертається навколо подвійної зірки, немов горезвісний Татуїн (зображення NASA / JPL-Caltech).

Погляд художника на захід трьох світил на передбачуваному супутнику планети HD 188753 Ab

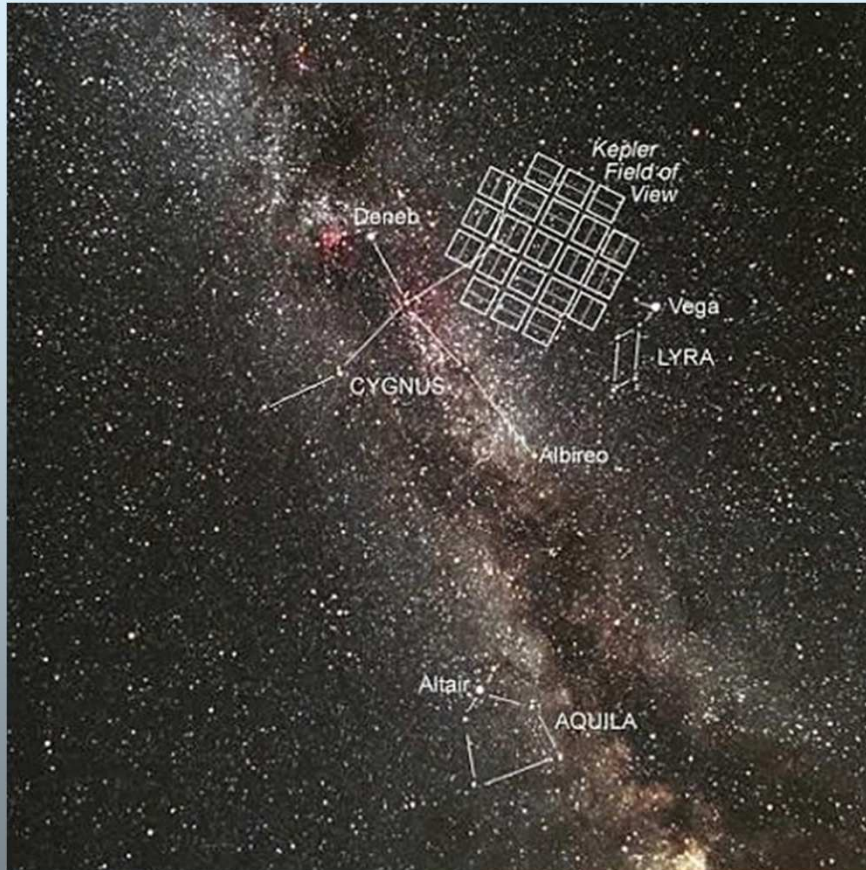
HIP 11952 b і HIP 11952 c - екзопланети у зірки HIP 11952 є найстарішими з відкритих з оцінним віком **12,8 млрд. років**. Раніше це місце займала планета PSR B1620-26c з віком 12,7 млрд. років. Альфа Центавра B b - найближча до Землі екзопланета.

ПОТЕНЦІАЛЬНО ЗАЛЮДНЕНІ ЕКЗОПЛАНЕТИ



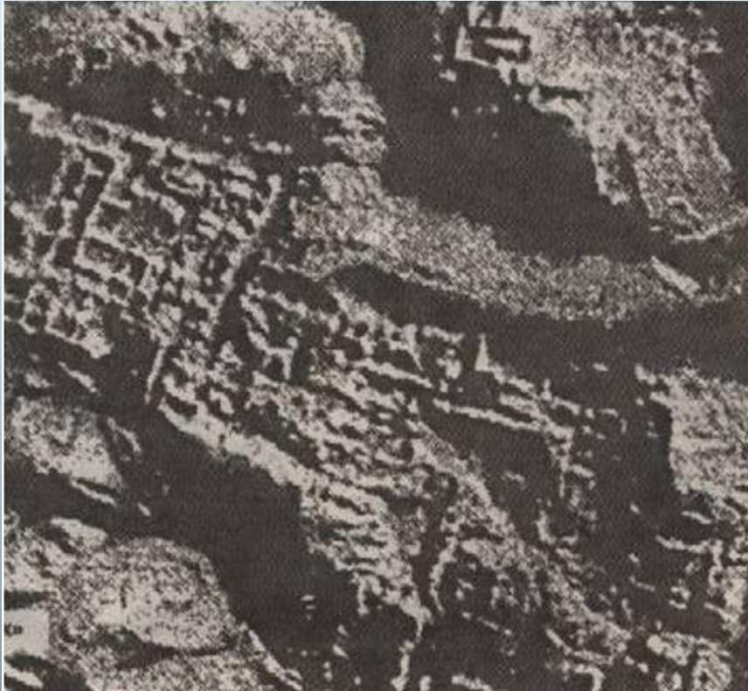
Директор Лабораторії вивчення населеності планет (PHL) Університету Пуерто-Ріко в Аресібо Абель Мендес і його колеги склали список з 16 екзопланет (якщо бути точним, це дві підтвержені планети і 14 надійних кандидатів), відсортувавши їх за найбільшою подібністю до Землі. Мендес розраховує, що запропоновані його командою параметри будуть використовуватися іншими вченими і сприяти поповненню каталогу знову відкритими небесними тілами. За останніми даними НАСА, з лютого 2012 року було виявлено **461 нових планет**, на яких, можливо, є життя.

ПІДСУМКИ



Вчені провели облік відкритих екзопланет в нашій галактиці Чумацький шлях. Виявилось, що це число, що давно перевалила за тисячу, занадто велике. Тільки космічний телескоп НАСА Кеплер (Kepler) всього за 136 днів роботи в 2011 році виявив 1235 екзопланет. І це після обстеження невеликої ділянки нашої галактики. У поле зору телескопу потрапило не більше чотирьохсот частині небесної сфери. Конкретно та зона, де розташоване сузір'я Лебідь. У результаті був зроблений висновок, що у Всесвіті набагато більше планет, ніж зірок. За оцінками астрономів, які працювали з Кассані в Європейській південній обсерваторії, кожна зірка, має, як мінімум, одну планету. Але зазвичай - їх більше. **Загальна кількість екзопланет в галактиці Чумацький Шлях за новими даними від 100 млрд, з яких 17 мільярдів можливо є «землеподібними».** Також, згідно з поточними оцінками, близько 34 відсотків сонцеподібних зірок мають у жилій зоні планети, порівнянні з Землею.

ЗАГАДКИ МІСЯЦЯ



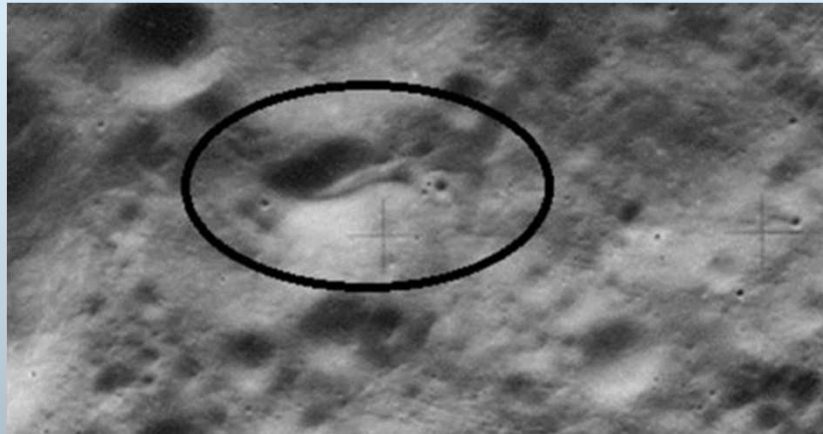
Знімки отримані космічним зондом «Клементіна»

У січні 1994 року, з метою відпрацювання нових військових технологій, США запустили до Місяця новий космічний апарат-зонд *Клементина*. За два місяці проведених на орбіті Місяця Клементина передала близько 1.8 мільйона зображень Місяця.

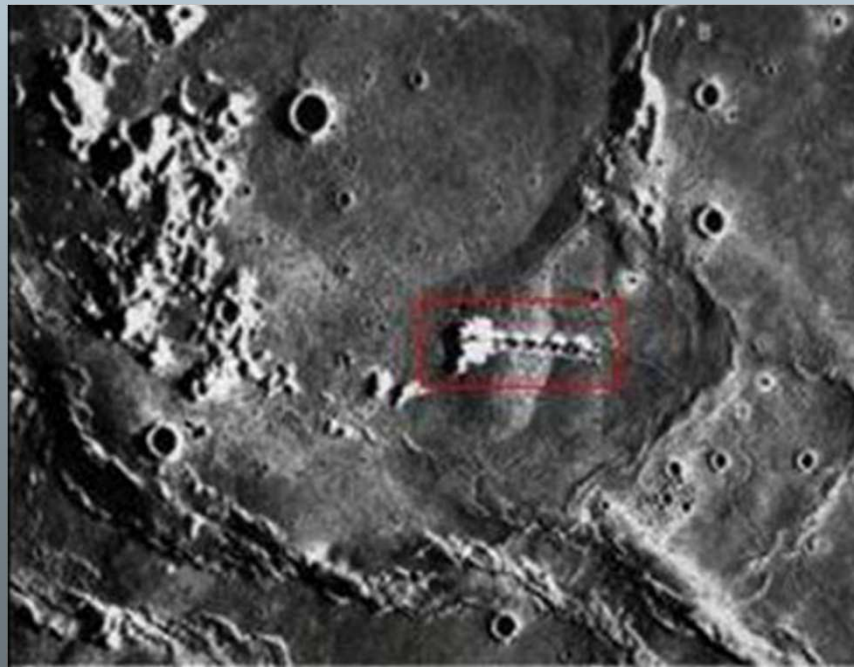


Китайський місячний супутник Чан'є-2 є безпілотним місячним зондом і запущений 1 жовтня 2010 року в якості продовжувача роботи місячного зонда Чан'є-1. Видання Examiner приносить фотографію, де чітко видно будівлі і споруди на поверхні Місяця, які можливо мають штучний характер

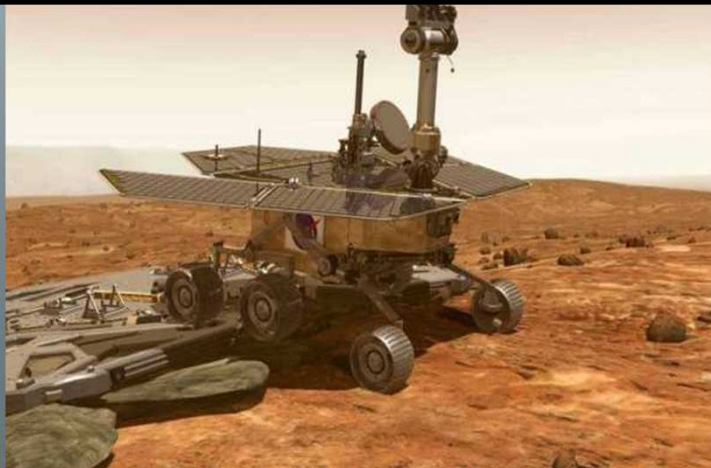
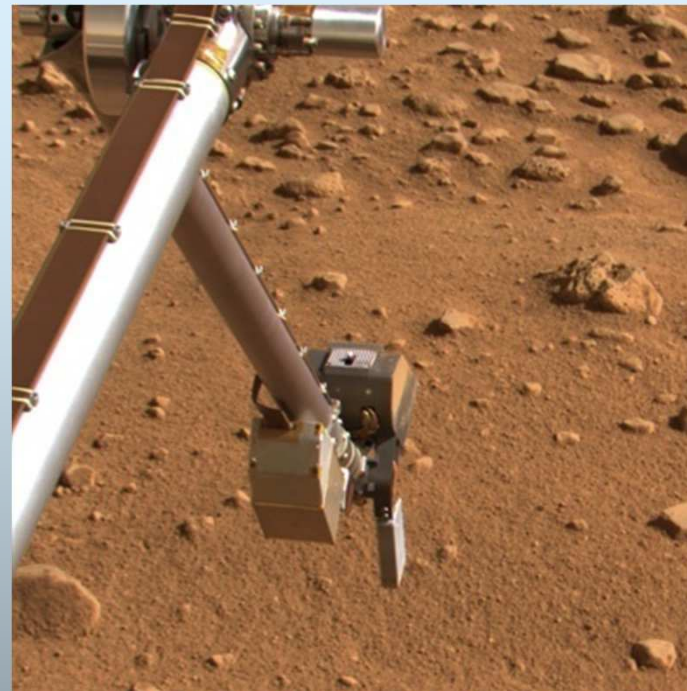
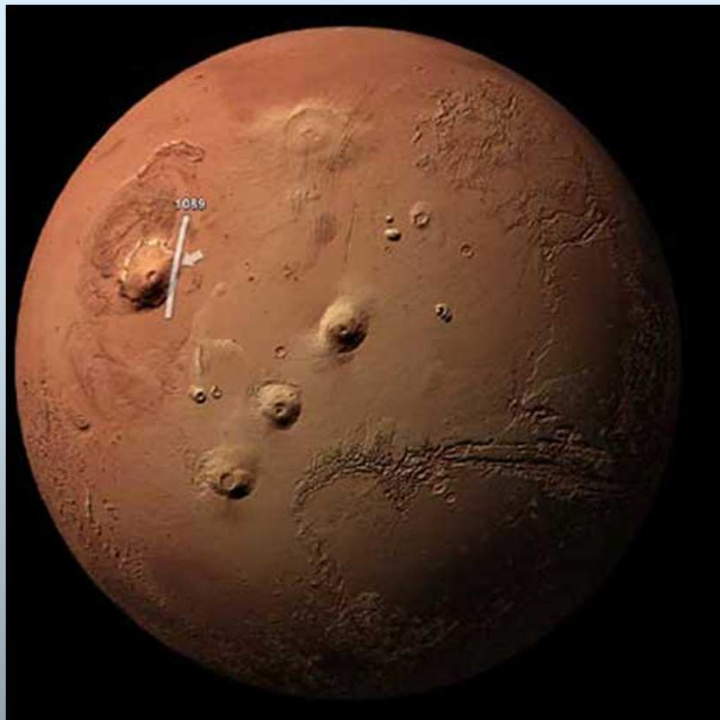
ЗАГАДКИ МІСЯЦЯ



На Місяці зареєстровано 1361 аномальні об'єкти

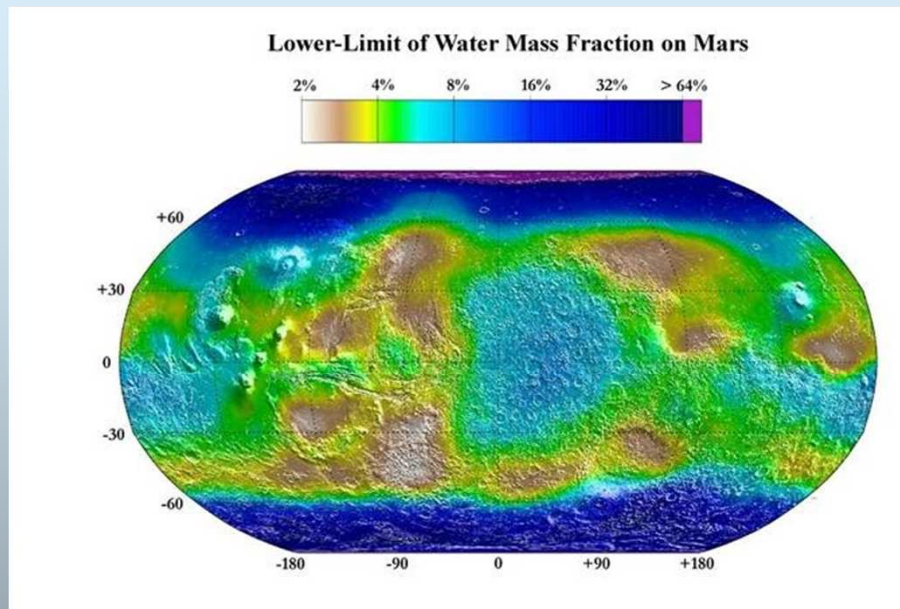


ЗАГАДКИ МАРСУ



В рамках проекту Mars Exploration Rover на Марсі з 2004 р. працювало два марсоходи: Spirit та Opportunity 31 липня 2008 року вода в стані льоду була знайдена на Марсі космічним апаратом НАСА «Фенікс» (англ. «Phoenix»).

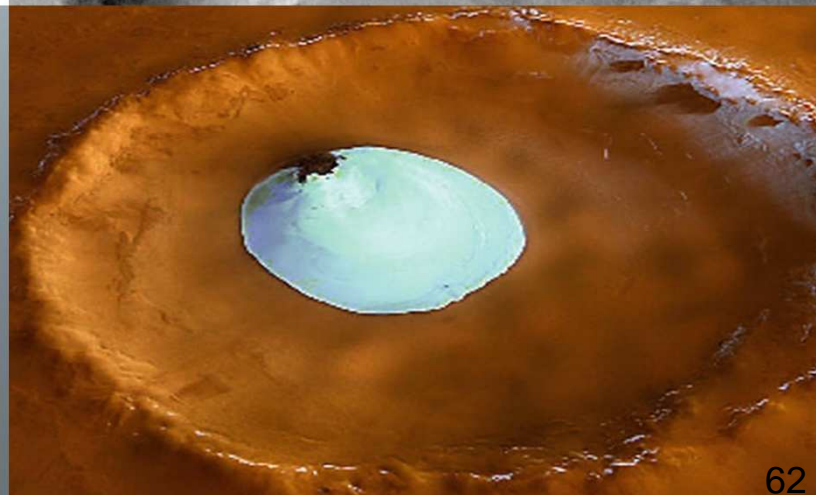
ЗАГАДКИ МАРСУ



Сукупність водяних запасів
планети Марс.

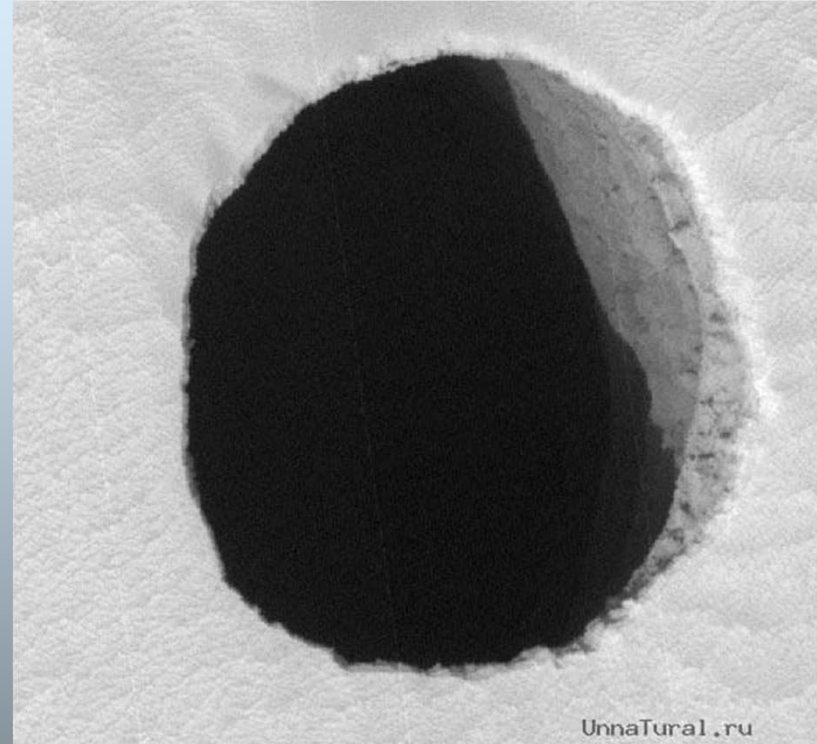
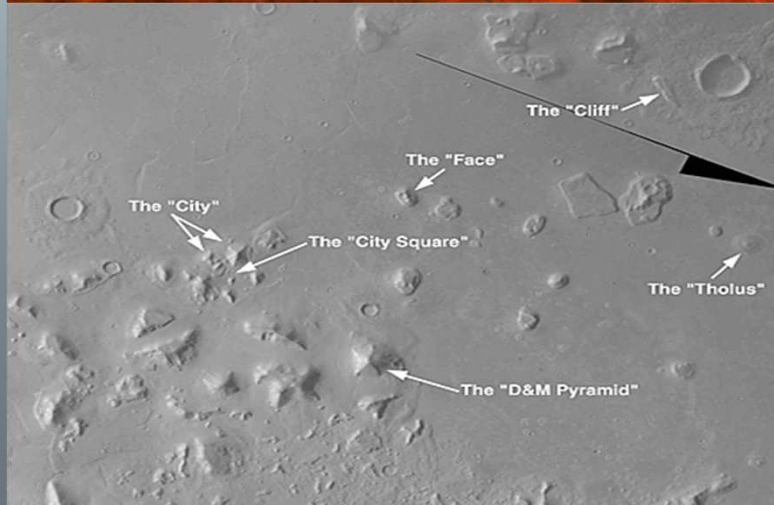
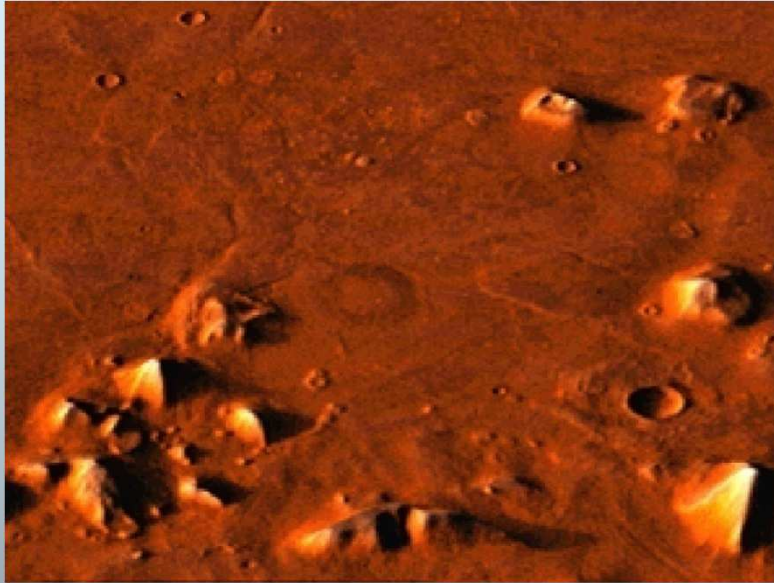
Русло висохшої річки

Льодяне озеро на Марсі



62

ЗАГАДКИ МАРСУ



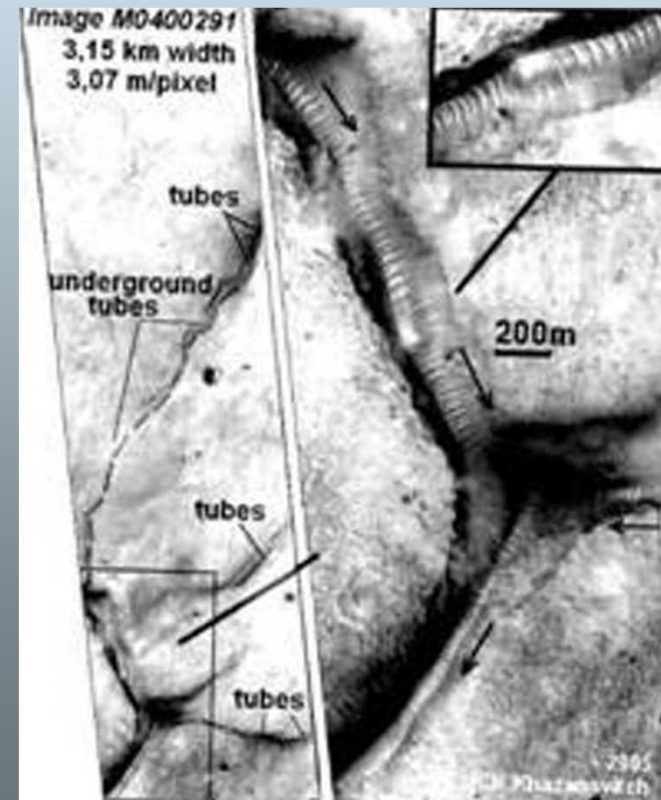
Район Марсу Сідонія

«Чорна дірка» (колодець) діаметром
більше ніж 150 м на поверхні Марсу.
Видно частину бокової стінки.

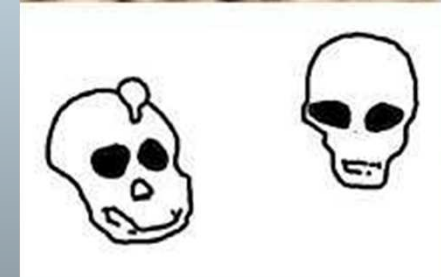
ТРУБОПОДІБНІ ОБЄКТИ НА МАРСІ



Приватна американська компанія МССС (Malin Space Science Systems) в якості підрядника НАСА відповідає за процеси космічного фотографування з розроблених нею камер і відає усіма знімками, які надходять з американських космічних апаратів. У серпні 1999 року МССС отримала з регіону рівнини Ацідалія знімок «гофрованих» трубоподібних об'єктів величезного діаметру - від 40 до 180 м, довжиною в кілька кілометрів.

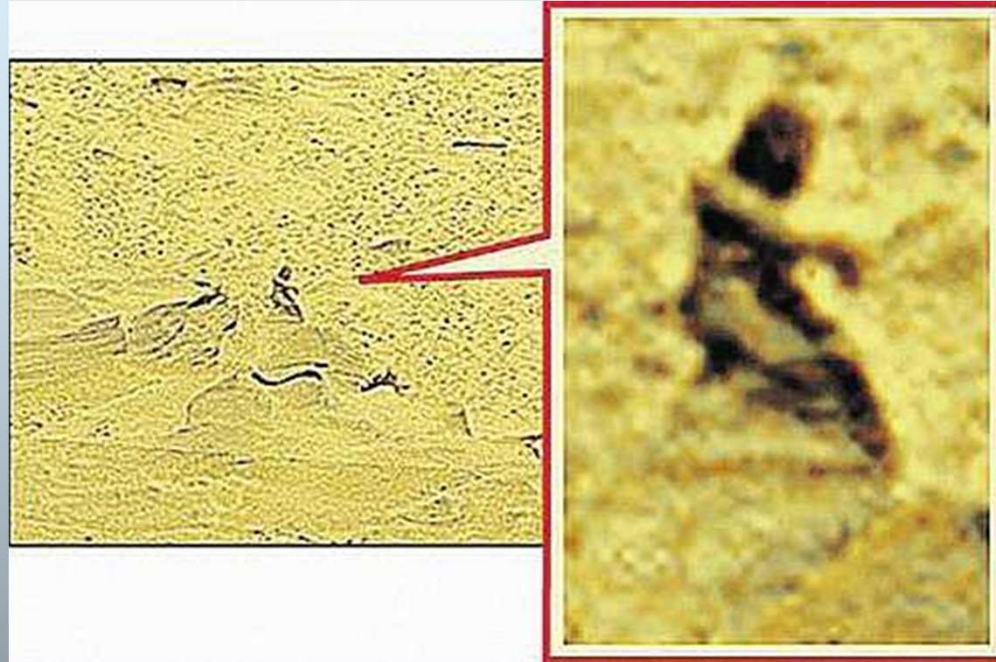


ЗАГАДКИ МАРСУ



Дошки на поверхні Марсу?
Череп у кратері Гусева та у інших місцях?
Знімки робота Spirit (Привід)

ЗАГАДКИ МАРСУ



Черепок.

Монета.

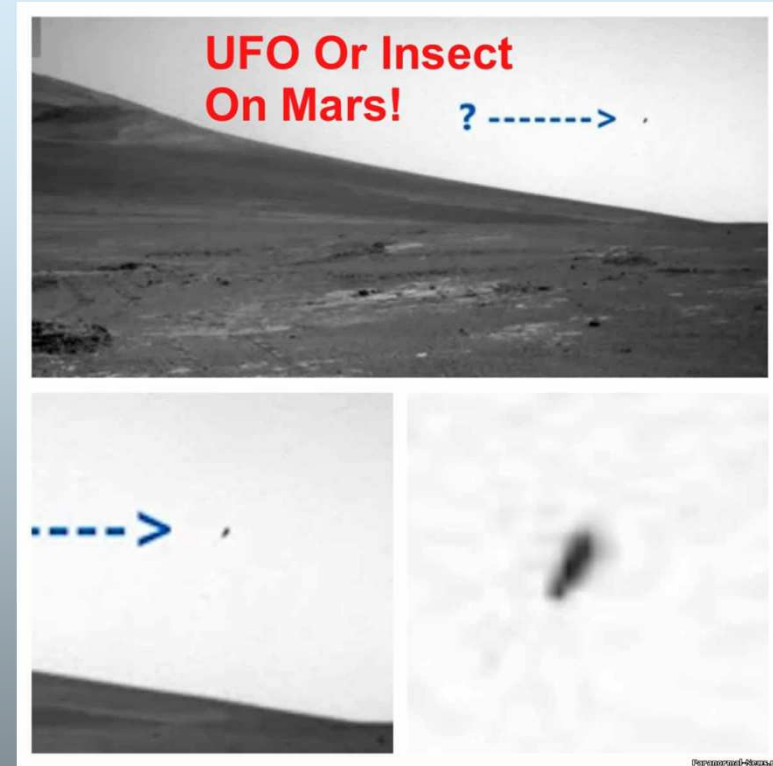
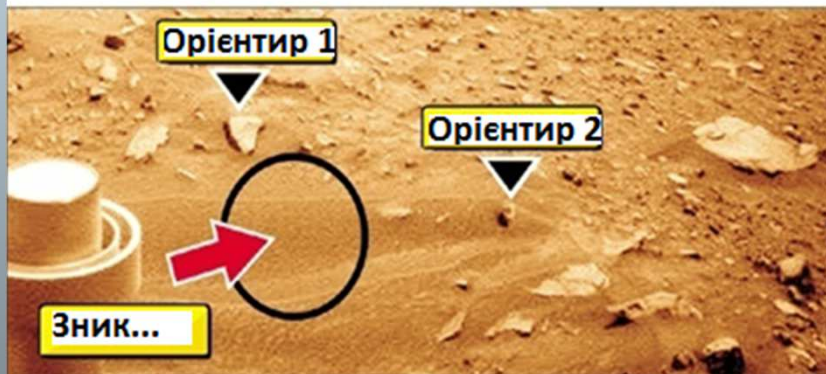
У кратері Гусева, була знайдена 30 – 50-сантиметрова жіноча фігурка з простягнутою рукою

ЗАГАДКИ МАРСУ



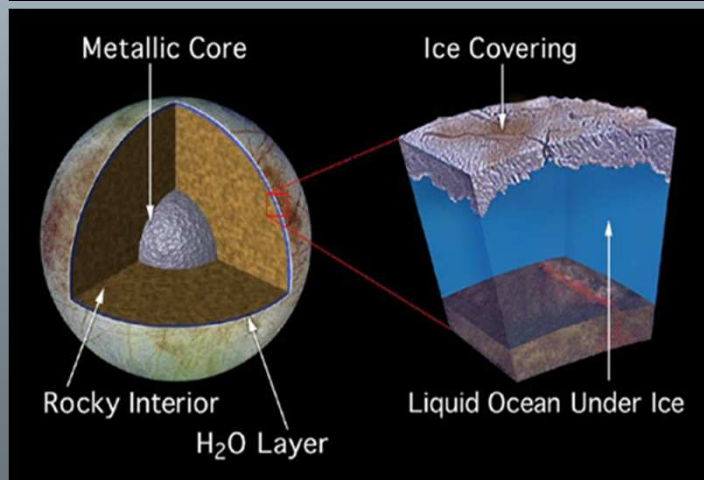
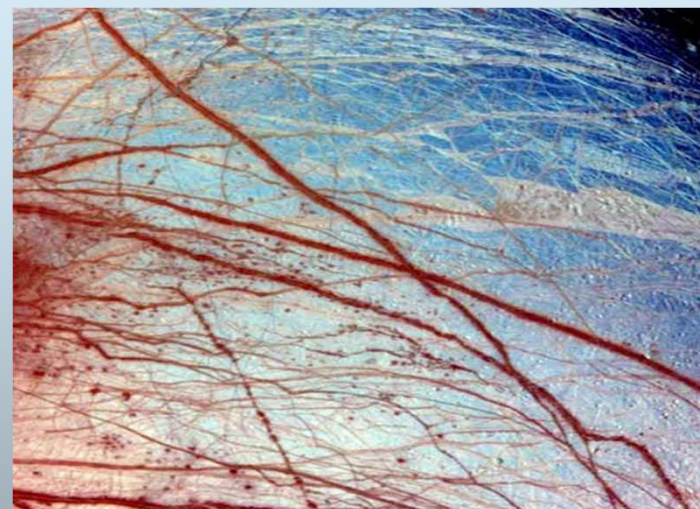
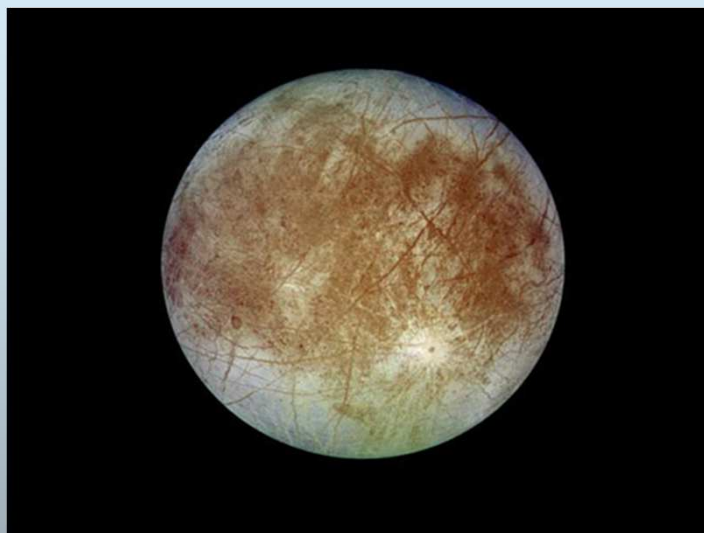
- Лазерный диск?
- Яма з шариками

ЗАГАДКИ МАРСУ



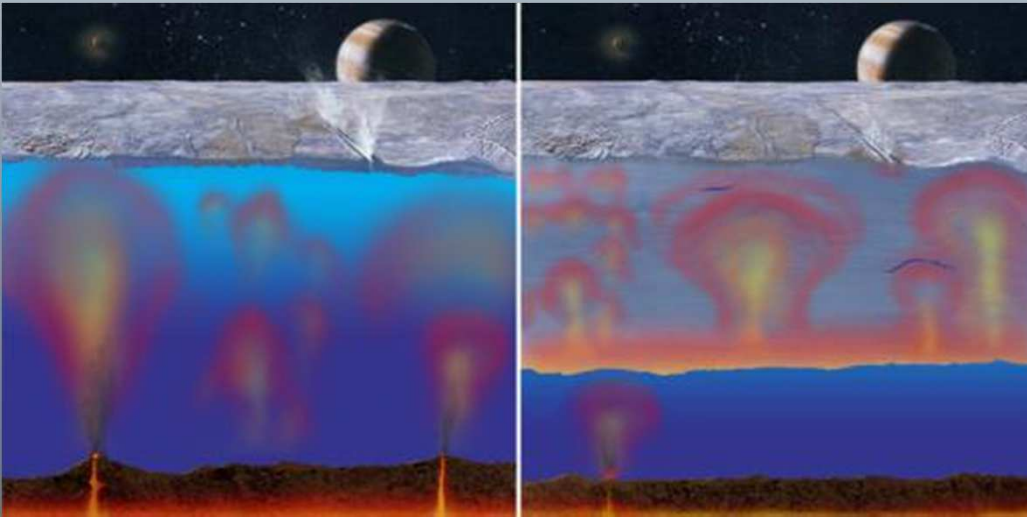
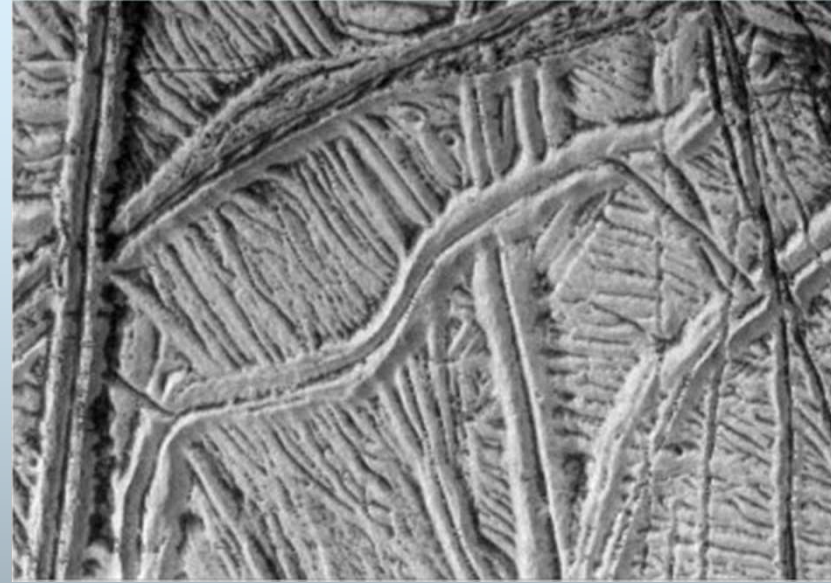
Комахи на Марсі?

ОКЕАНИ ЕВРОПИ



Європа (др.-грецьк. Ευρώπη) - супутник Юпітера, найменший з чотирьох галілеєвих супутників. Це один з найбільших супутників планет Сонячної системи і за розміром близький до Місяця. Європа схожа на планети земної групи, значною мірою складена гірськими породами. Це - планета-океан, яка вкрита шаром води товщиною близько 90-100 км (частково - у вигляді льоду товщиною 10-30 км; частково, як вважають, - у вигляді підповерхової рідкої води - рідинного океану). Глибше залягають гірські породи, а в центрі імовірно знаходиться невелике металічне ядро.

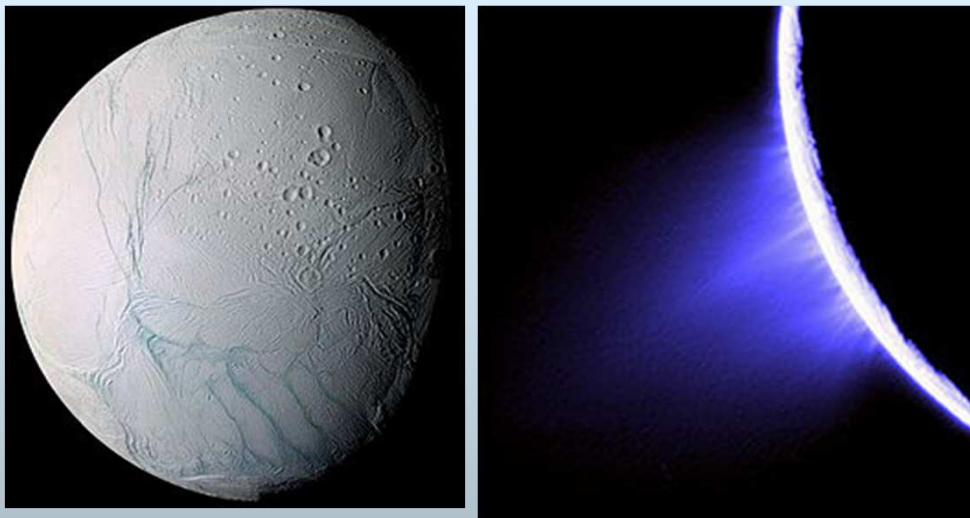
ОКЕАНИ ЕВРОПИ



Підлідний океан на супутнику Юпітера Європі

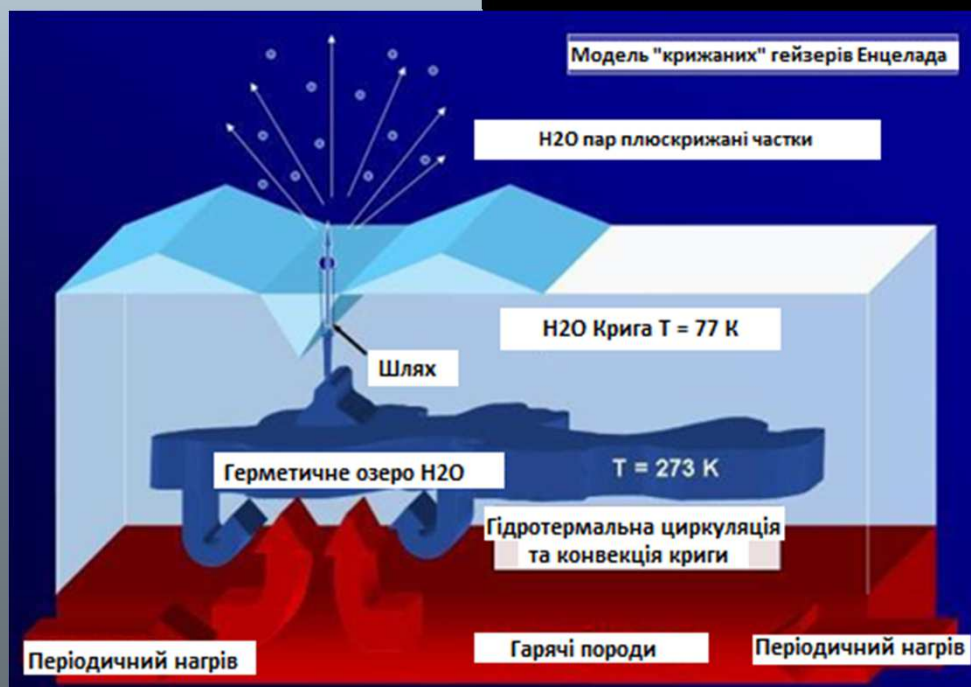
Те, що ви бачите, це зовсім не розвилка магістралей на Землі, а система гірських хребтів і розломів на крижаній поверхні супутника Юпітера, Європи. Відстань між сусідніми поздовжніми хребтами на цій фотографії складає приблизно 1 км. Складна структура розломів і хребтів свідчить про бурхливе минуле Європи, яке геологи намагаються зрозуміти хоча б у загальних рисах. Відмітна риса - повсюдне присутність білого нальоту, можливо, інею. Інша особливість - темні проміжки між хребтами. Можливо, так виглядає замерзла вода, яка прорвалася в розломи з підземного океану.

КРІОВУЛКАНИ ЕНЦЕЛАДУ



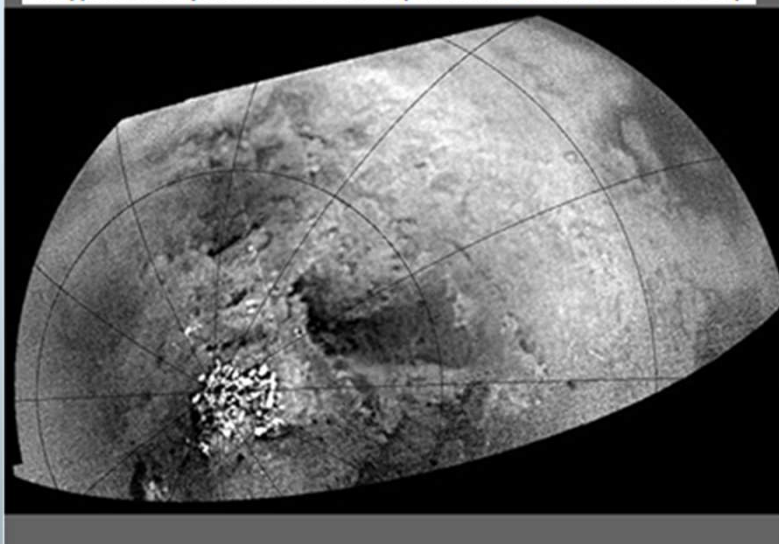
•Енцелад - шостий за розмірами супутник Сатурна. Завдяки спостереженням з «Вояджер» було встановлено, що діаметр Енцелада складає приблизно 500 км (близько 0,1 від діаметра найбільшого супутника Сатурна Титана) і що поверхня Енцелада відбиває майже весь падаюче на неї сонячне світло. «Вояджер-2» виявив, що на поверхні невеликого супутника представлені різноманітні ландшафти: від старого сильно кратерізованого рельєфу, до молодого, на якому вік деяких ділянок не старше 100 млн. років.

•У 2005 році міжпланетний зонд "Кассіні" кілька разів пройшов поблизу Енцелада, завдяки чому були отримані більш детальні відомості про поверхню супутника і процесах, що відбуваються на ній. **Зокрема, вдалося розглядити своєрідний багатий водою шлейф, що випаровується з південного полюса** (крижані фонтани, що ймовірно, сформували кільце Е). Це відкриття, поряд з ознаками наявності внутрішнього тепла і малим числом ударних кратерів на південному полюсі, вказує на те, що геологічна активність на Енцеладі зберігається донині. Супутники у великих супутникових системах газових гігантів часто потрапляють у пастку орбітальних резонансів, які призводять до лібрації або орбітального ексцентриситету; близькість до планети може викликати періодичне нагрівання надр супутника, що в принципі може пояснювати геологічну активність.

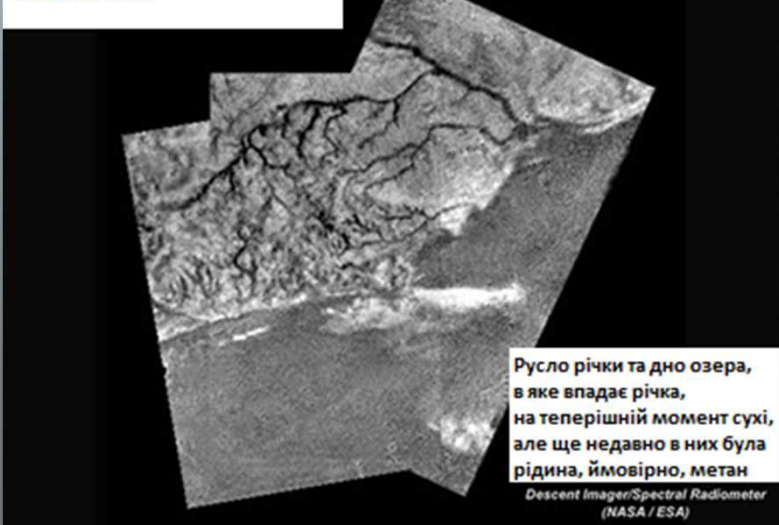


ДОСЛІДЖЕННЯ ТИТАНУ

Південна полярна область Титана ("Кассіні", НАСА, 2 липня 2004)

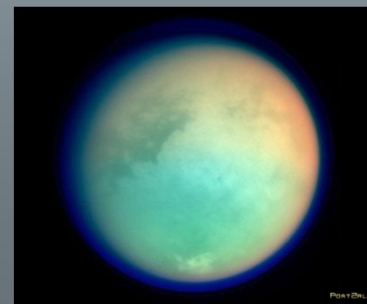
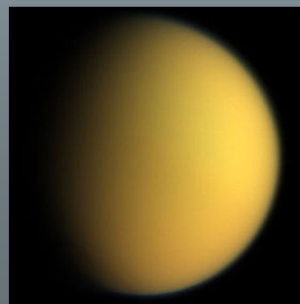


Посадка "Гюйгенса" на Титан
14 січня 2005

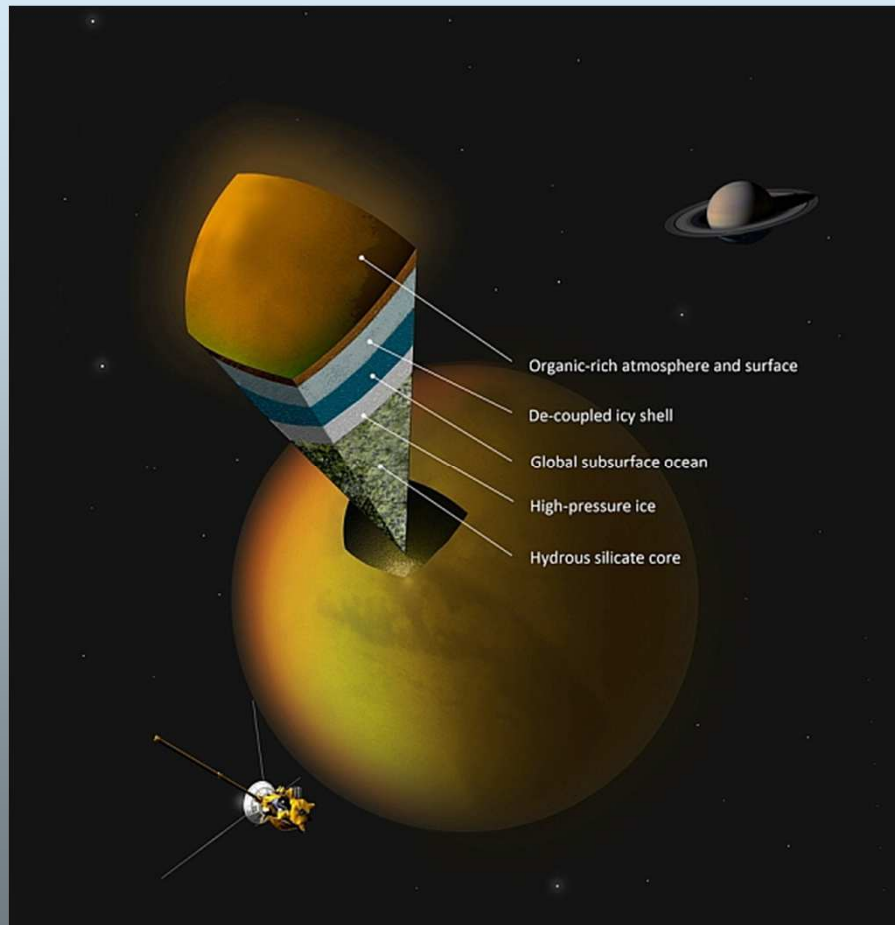


Титан - найбільший за розміром супутник Сатурна і другий за розміром (після Ганімеда) у Сонячній системі. Діаметр Титана близько 4400 км, а маса вдвічі більша за масу Місяця. *Титан - єдиний супутник у Сонячній системі, який має щільну атмосферу і єдиний супутник, поверхню якого не можливо спостерігати у видимому діапазоні через хмари.* Тиск біля поверхні приблизно в 1,6 разів перевищує тиск земної атмосфери. Температура - мінус 170-180°C. На Титані, ймовірно, є метанові моря і ріки, а також гори, які складаються з льоду. Титан складається майже наполовину з водяного льоду і наполовину - з кам'янистих матеріалів. Такий склад схожий із деякими іншими великими супутниками газових планет: Ганімедом, Каллісто, Тритоном.

Знімки отримані космічними апаратами «Гюйгенс» і "Кассіні».

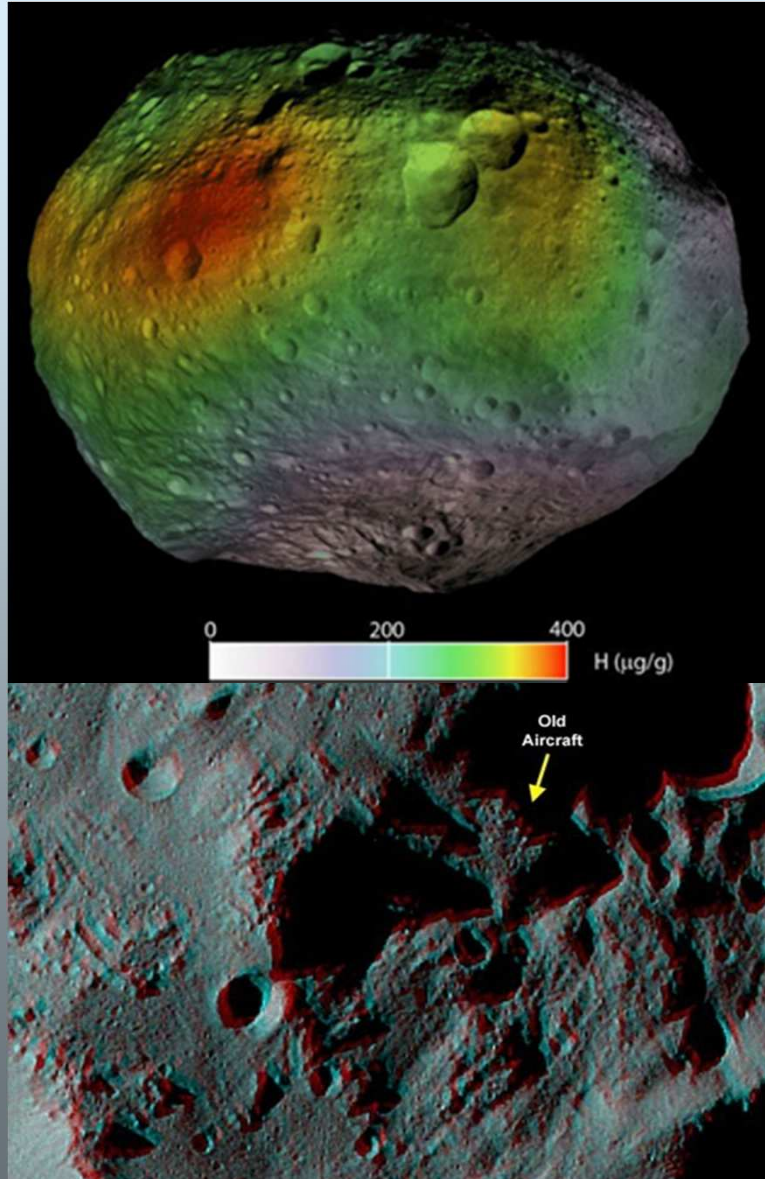


ПІДЛЬОДНИЙ ОКЕАН ТИТАНУ



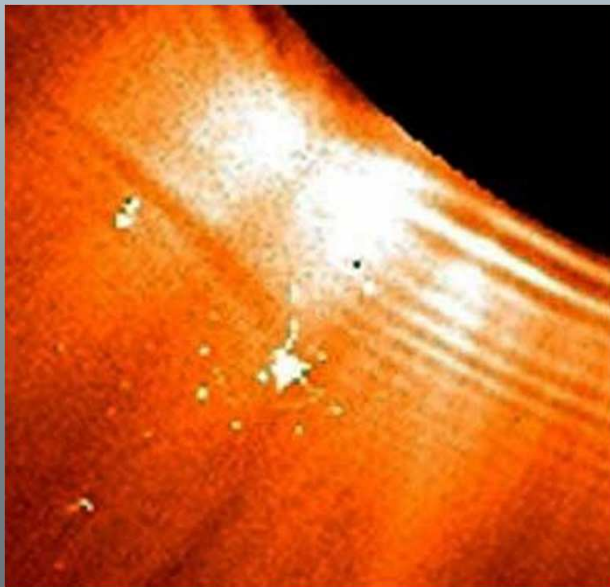
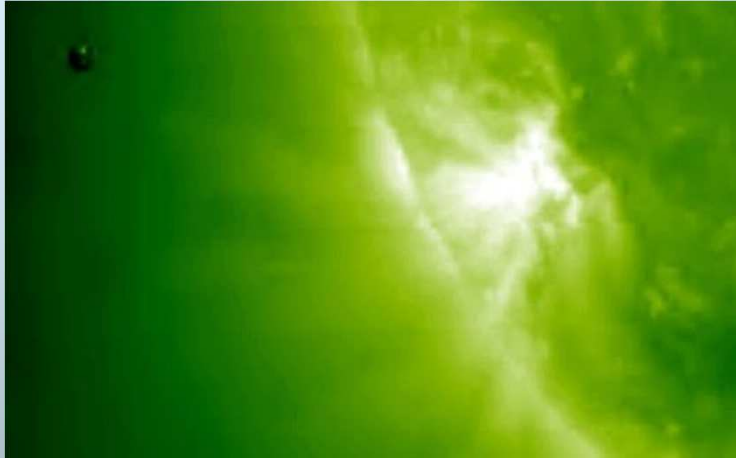
• Дані, зібрані зондом "Кассіні" під час прольотів повз Титана, стали кращим на сьогодні свідченням того, що найбільший супутник Сатурна *має під товстою крижаною кіркою океан води*. Аналіз показав, що протягом орбітального циклу поверхня Титана може підніматися і опускатися на 10 м. Це говорить про те, що кора Титана теж піддається істотній деформації. Це може бути пояснено тим що крижана оболонка товщиною понад 100 км плаває на вершині «світового океану». Приливна деформація крижаної кори Титана не дасть достатньої кількості тепла, щоб зберегти підземний океан в рідкому вигляді. Але енергія, що виділяється при розпаді радіоактивних елементів в ядрі супутника, а також хімічні реакції, що призводять до зневоднення силікатів, і невелика кількість аміаку в океані, швидше за все, не дозволяють йому замерзнути.

АСТЕРОЇД ВЕСТА



Веста, брила поперечником в 550 кілометрів, знаходиться між Марсом і Юпітером - в поясі астероїдів. І по одній з досить популярних гіпотез, пояс цей являє собою останки зруйнованої планети Фаетон. А на ній - це вже по іншій гіпотезі - колись було життя. Можливо, навіть розумне. Схоже, що невтомний шукач інопланетних артефактів Джозеф Скіппер (Joseph P. Skipper, Investigator) з колегами знайшли підтвердження цій фантастиці. Вони розгледіли на Весті останки відразу двох технічних об'єктів. Поруч з астероїдом зараз знаходиться американський автоматичний зонд "Світанок" (Dawn), який зблизився з ним 12 грудня 2011 року. Зонд передає на Землю знімки високої роздільної здатності. НАСА викладає їх на своєму офіційному сайті (NASA Photojournal). На одному зі знімків вдалося розгледіти зруйнований диск, частково прихований під шаром ґрунту. Об'єкт дуже схожий на "літаючу тарілку", що потерпіла аварію. А трохи віддалік на поверхні астероїда можливо лежить і літак.

СЕКРЕТИ НАСА



На фотографіях, отриманих космічним апаратом SOHO, можна побачити дивні сферичні об'єкти, що знаходяться поблизу Сонця. У своїй більшості, знімки були зроблені за допомогою ультрафіолетового телескопа EIT (Extreme ultraviolet Imaging Telescope).

Згідно версії НАСА, що послідувала безпосередньо за публікацією фото, сфери є наслідками стискування зображення або присутністю дефектів зображення.

В той же час, якщо порівняти ці об'єкти з тим, як виглядає Меркурій на тлі Сонця, можна переконатися у тому, що різниця між вказаними "дефектами зображення" і реальним зображенням планети дуже невелика. Таким чином, вірогідність того, що на наведених фото ми маємо справу з матеріальними об'єктами, здається не такою вже малою.