

РОЖДЕНИЕ, ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ ВСЕЛЕННЫХ

(космология: классическая и квантовая)

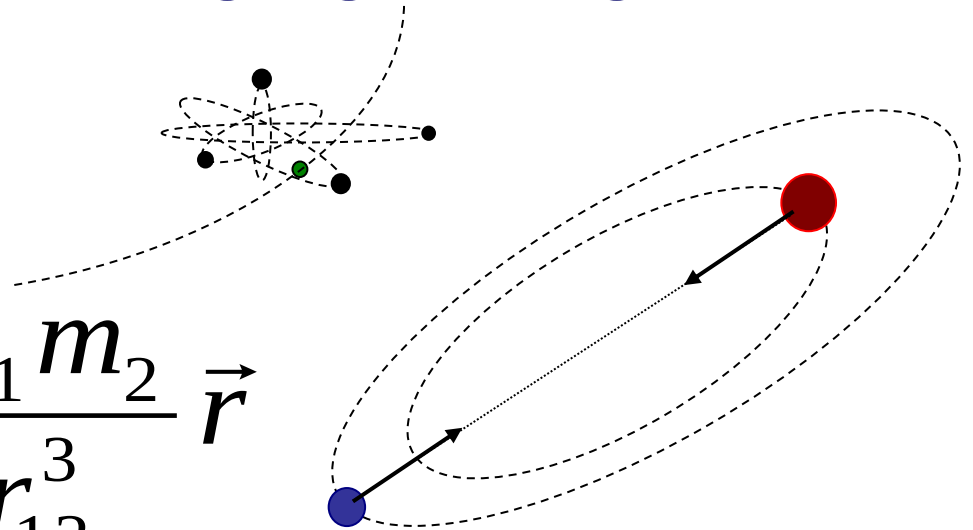
*Парфенов К.В., физический факультет
МГУ им.М.В.Ломоносова*

Космология Ньютона и Лапласа

На больших расстояниях движение тел в основном определяется

ЗАКОНОМ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ:

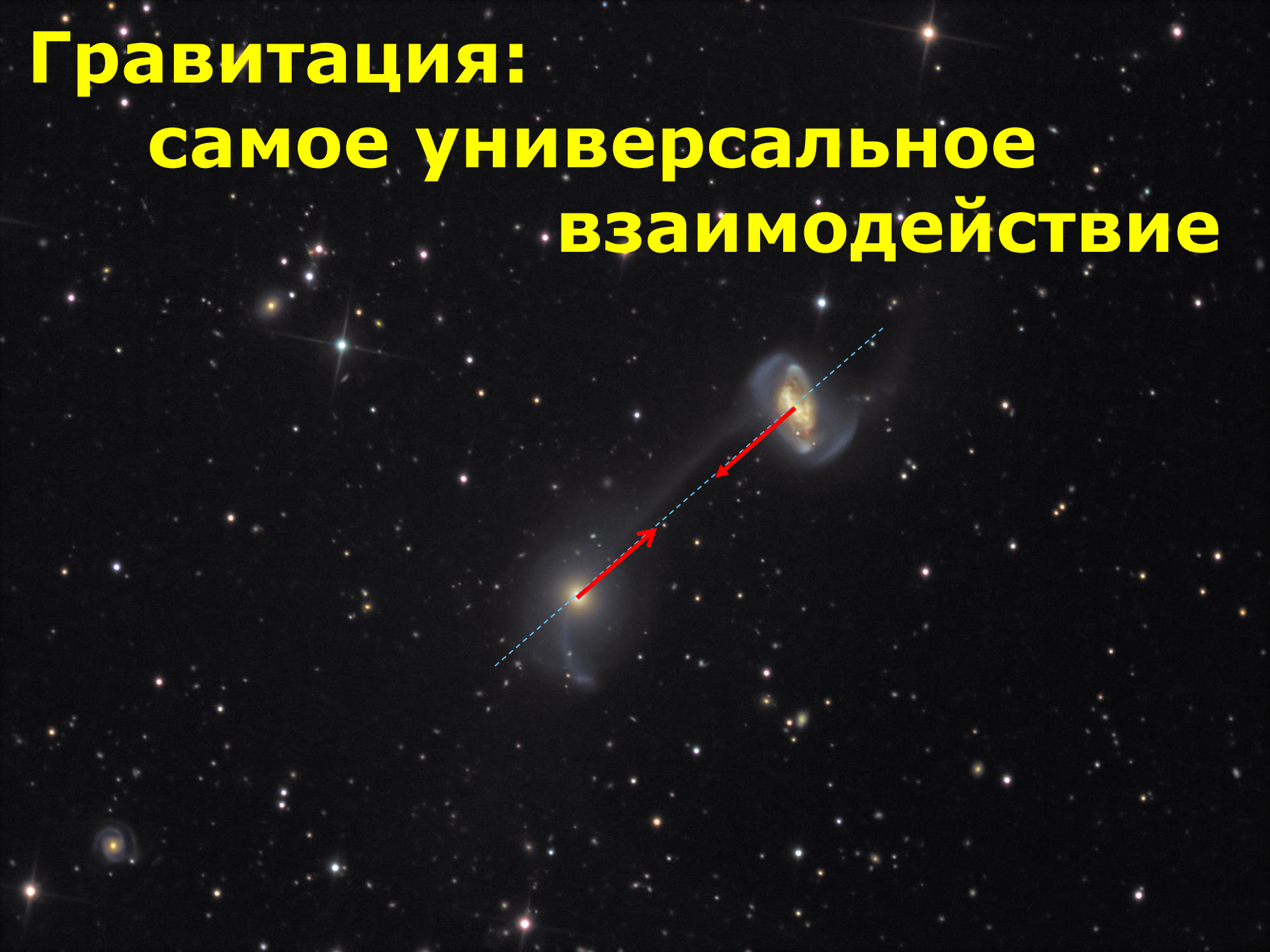
$$\vec{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^3} \vec{r}$$



**Вселенная – облако движущейся
материи, удерживаемое силами
тяготения.**

**Существует «центр мира»,
находящийся в состоянии
абсолютного покоя, вокруг
которого вращается вся
материя Вселенной.**

Гравитация: самое универсальное взаимодействие



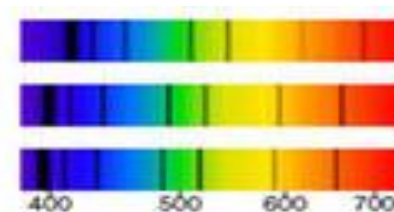
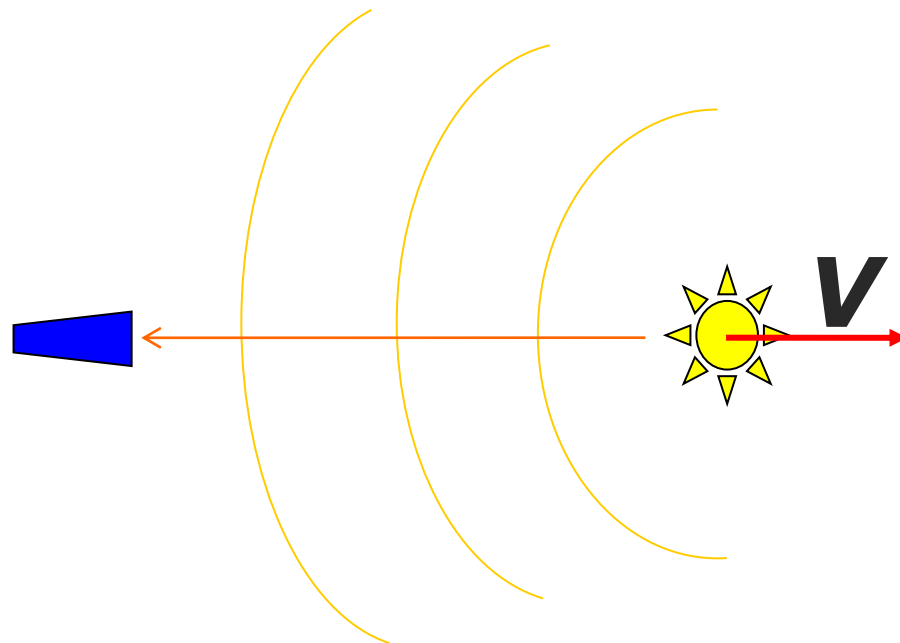
Первое открытие: закон Хаббла

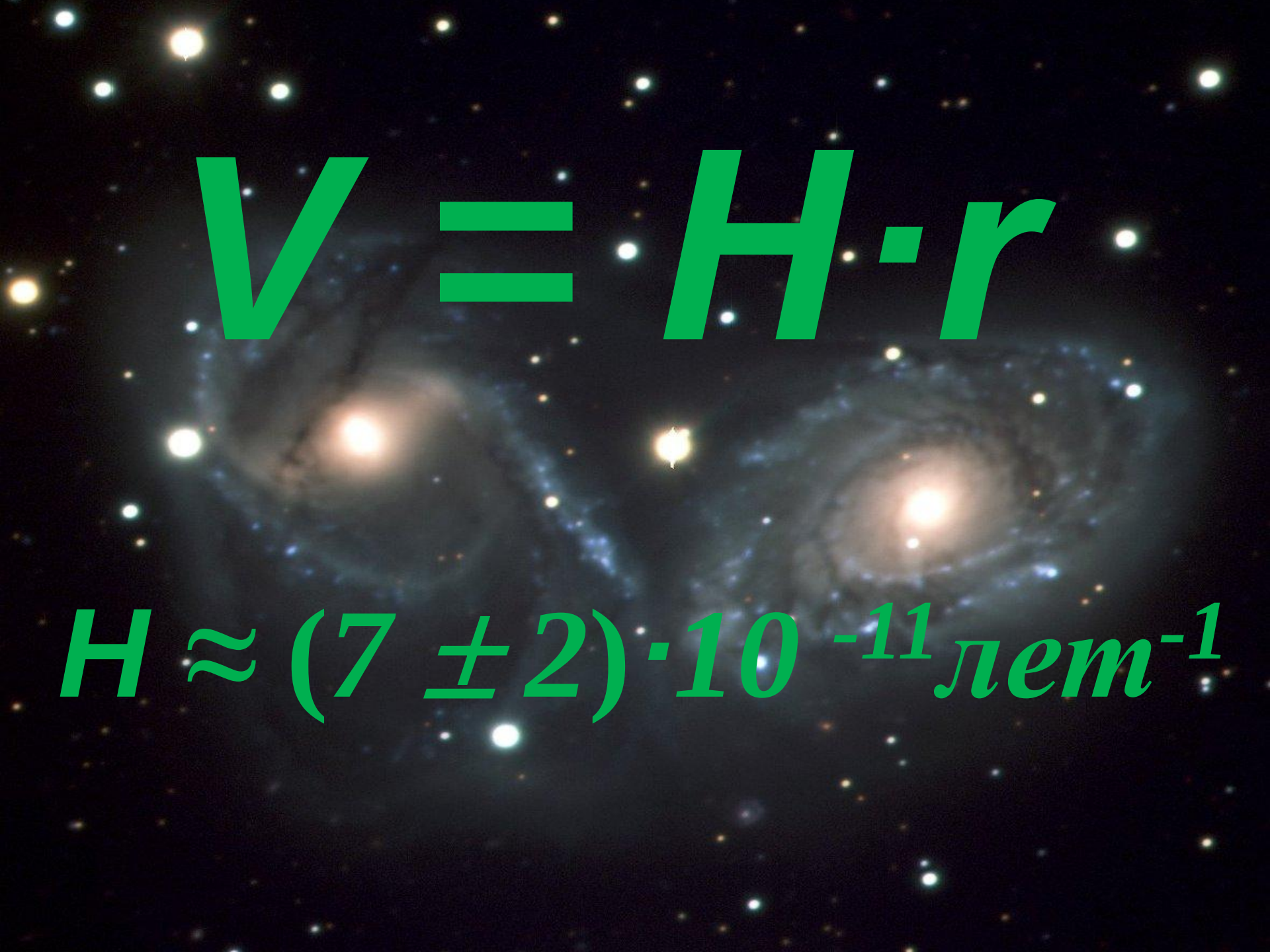
Дальние галактики удаляются от нас примерно по лучу зрения:

$$T = T_0 + \frac{V T_0}{C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = T_0 \left(1 + \frac{V}{C} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \nu = \frac{\nu_0}{1 + V / C}$$

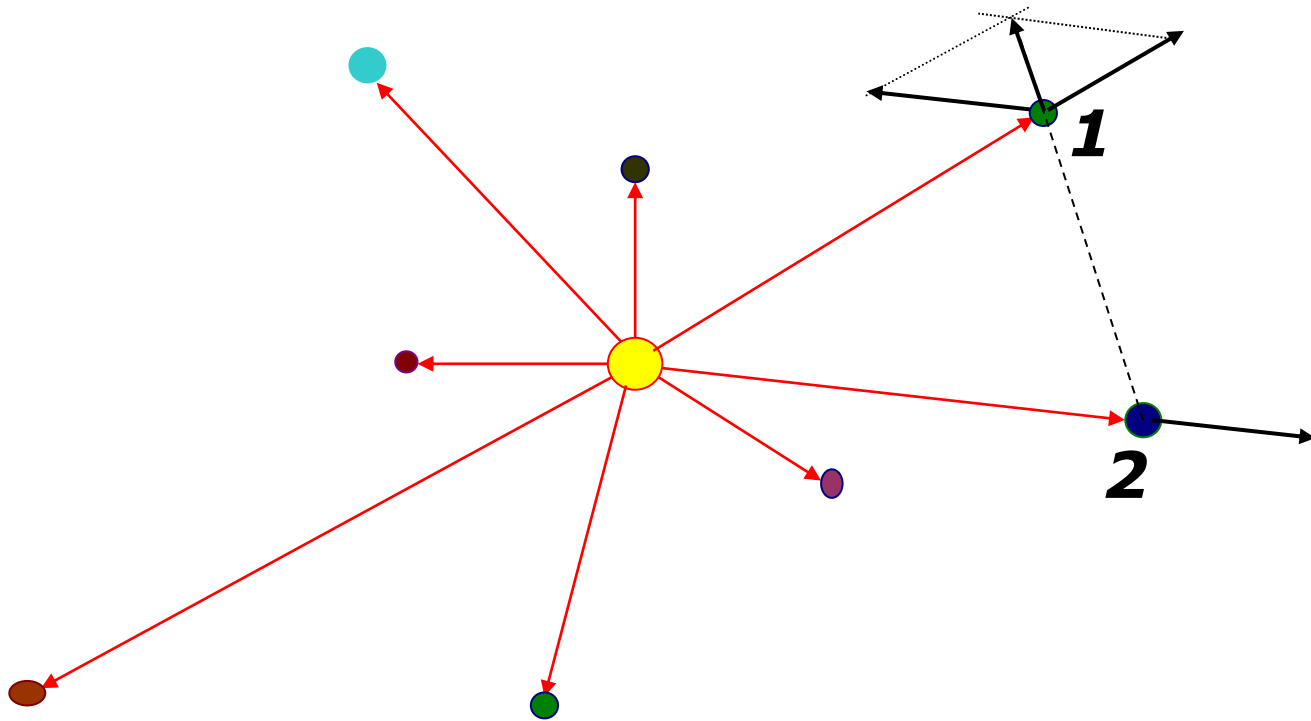



$$v = H \cdot r$$

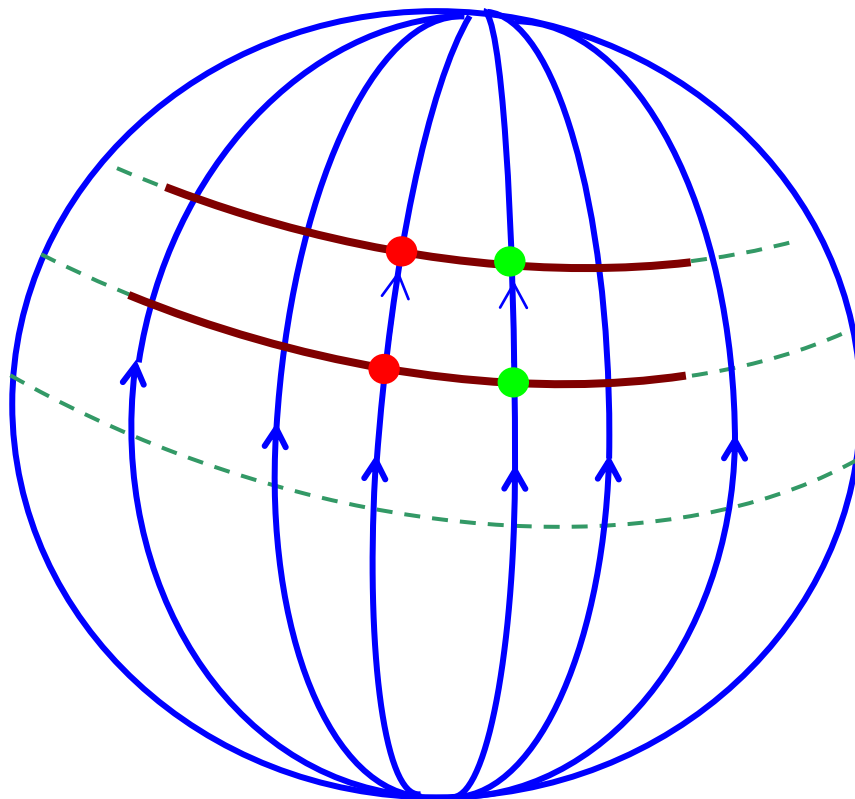
$$H \approx (7 \pm 2) \cdot 10^{-11} \text{ лет}^{-1}$$

Кинематическая картина мира

$$\vec{V}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 = H\vec{r}_1 - H\vec{r}_2 = H(\vec{r}_1 - \vec{r}_2) = H\vec{r}_{12}$$



геометрия Римана (двумерный образ)



Большой Взрыв

и горячая Вселенная

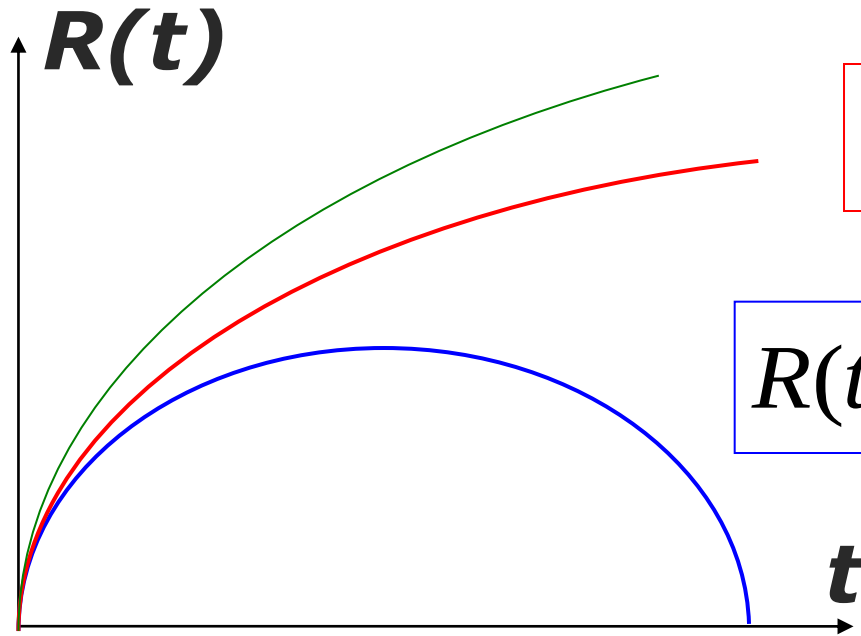
Александр Фридман и Георгий Гамов:

Построение **«релятивистской»** космологии
– теории, описывающей эволюцию
Вселенной на основе **теории**
относительности.

Основное предположение: Вселенная
является **однородной и изотропной.**

Расширение Вселенной в моделях Фридмана

$$R(t) = \sqrt{t(\tau + t)} \quad (\rho < \rho_{\text{KP}})$$



$$R(t) = \sqrt{\tau t} \quad (\rho = \rho_{\text{KP}})$$

$$R(t) = \sqrt{t(\tau - t)} \quad (\rho > \rho_{\text{KP}})$$

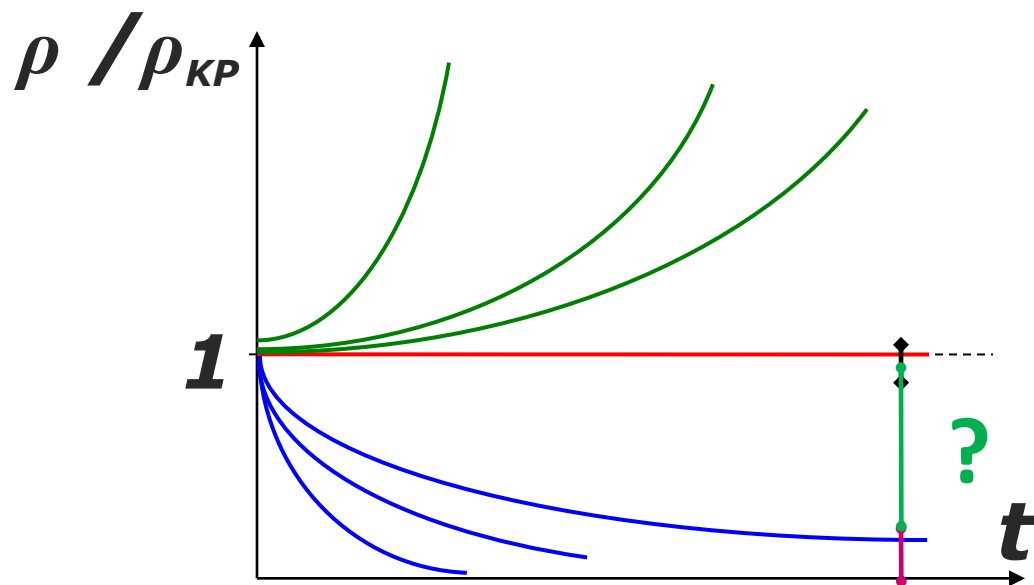
$$\tau \approx \frac{G M}{c^3}$$

Определение сценария

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{3M}{4\pi R^3} \Rightarrow R = \left(\frac{3M}{4\pi\rho} \right)^{1/3} \Rightarrow \\ \Rightarrow E_0 &= \frac{(3M)^{5/3}}{10(4\pi\rho)^{2/3}} \left[H^2 - \frac{8\pi G}{3} \rho \right] \Rightarrow \\ \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} E_0 > 0, \quad \text{если } \rho < \frac{3H^2}{8\pi G} \\ E_0 = 0, \quad \text{если } \rho = \frac{3H^2}{8\pi G} \equiv \rho_{\text{кр}} \\ E_0 < 0, \quad \text{если } \rho > \frac{3H^2}{8\pi G} \end{array} \right.\end{aligned}$$

Изменение плотности

$$\left. \frac{\rho}{\rho_{KP}} \right|_{t \approx 0} = 1 \pm 10^{-55} !$$



$$\left. \frac{\rho_{BM}}{\rho_{KP}} \right|_{t_c} \approx 0,05$$

$$\left. \frac{\rho_{TM}}{\rho_{KP}} \right|_{t_c} \approx 0,22$$

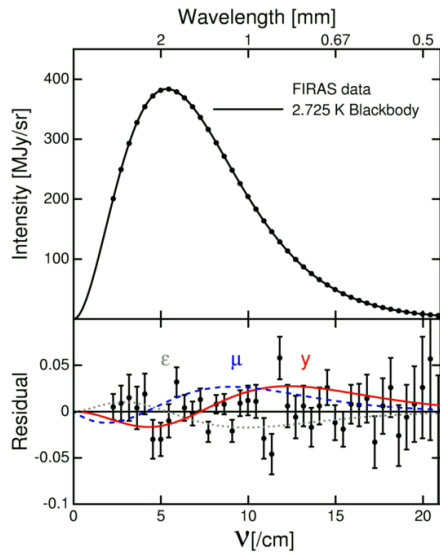
Температура и плотность

$$T \approx T_0 \cdot \frac{R_0}{R(t)}$$

$$\rho \approx \frac{3}{32\pi G} \cdot \frac{\tau^2}{R^4(t)}$$

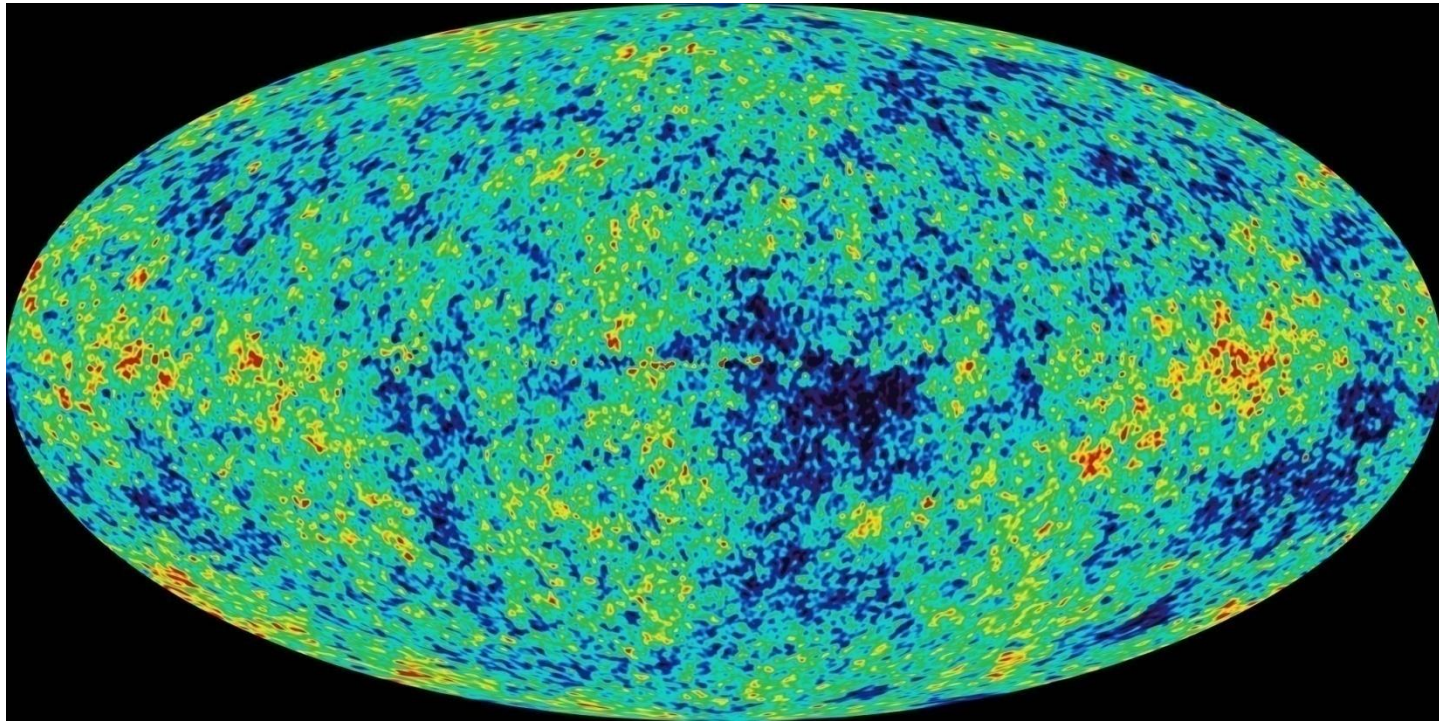


Реликтовое излучение – электромагнитное «эхо» Большого Взрыва



В горячей и плотной Вселенной излучение и вещество находились в равновесии. По мере остывания и расширения Вселенной равновесие нарушилось, и излучение, рожденное в ранней Вселенной, стало остывать самостоятельно.

Сейчас реликтовое излучение – почти изотропное, с температурой $T_{\text{эм}} \approx 2,725$ К.

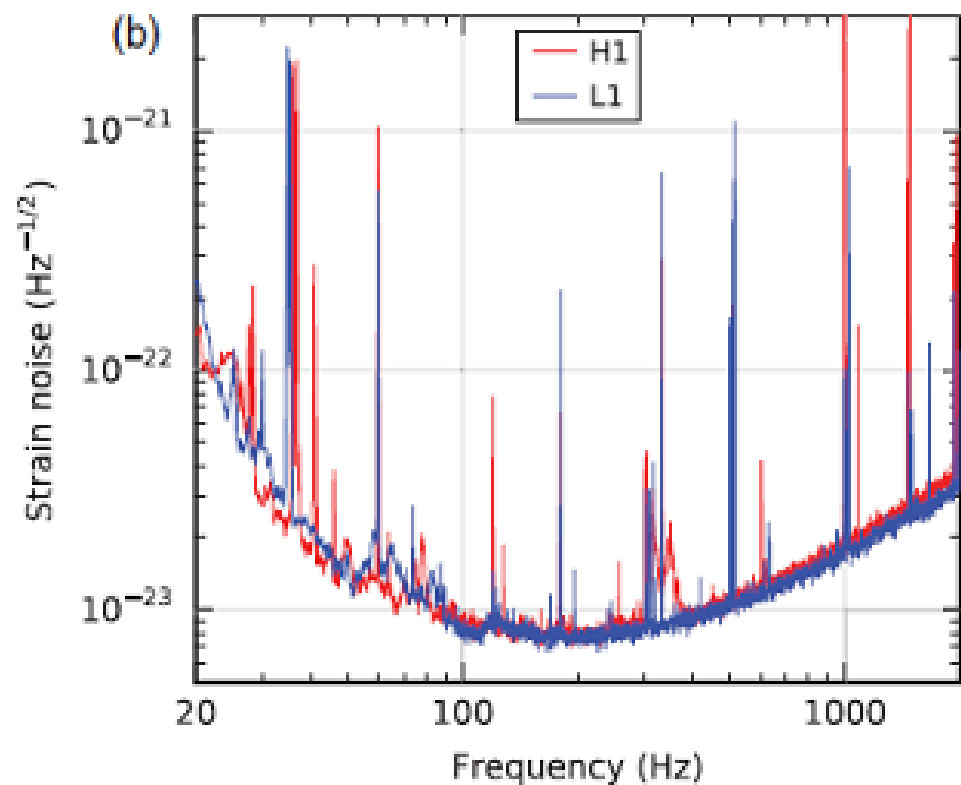
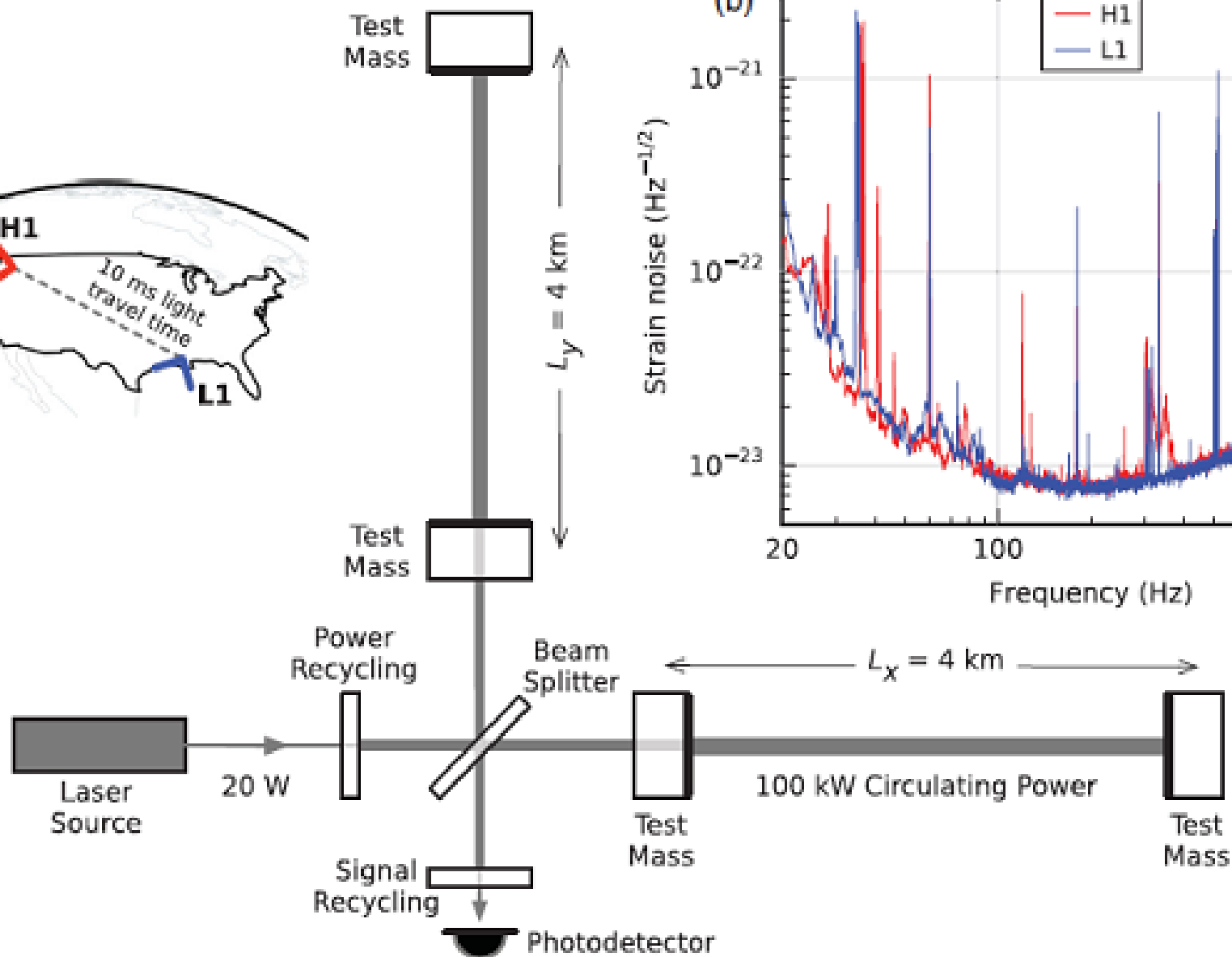
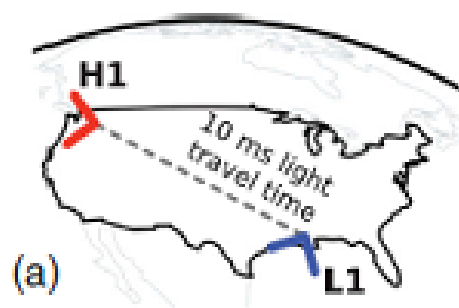




**ГРАВИТАЦИОННАЯ
ВОЛНА – ЭТО ВОЛНА
ДЕФОРМАЦИЙ
ПРОСТРАНСТВА
И ВРЕМЕНИ**

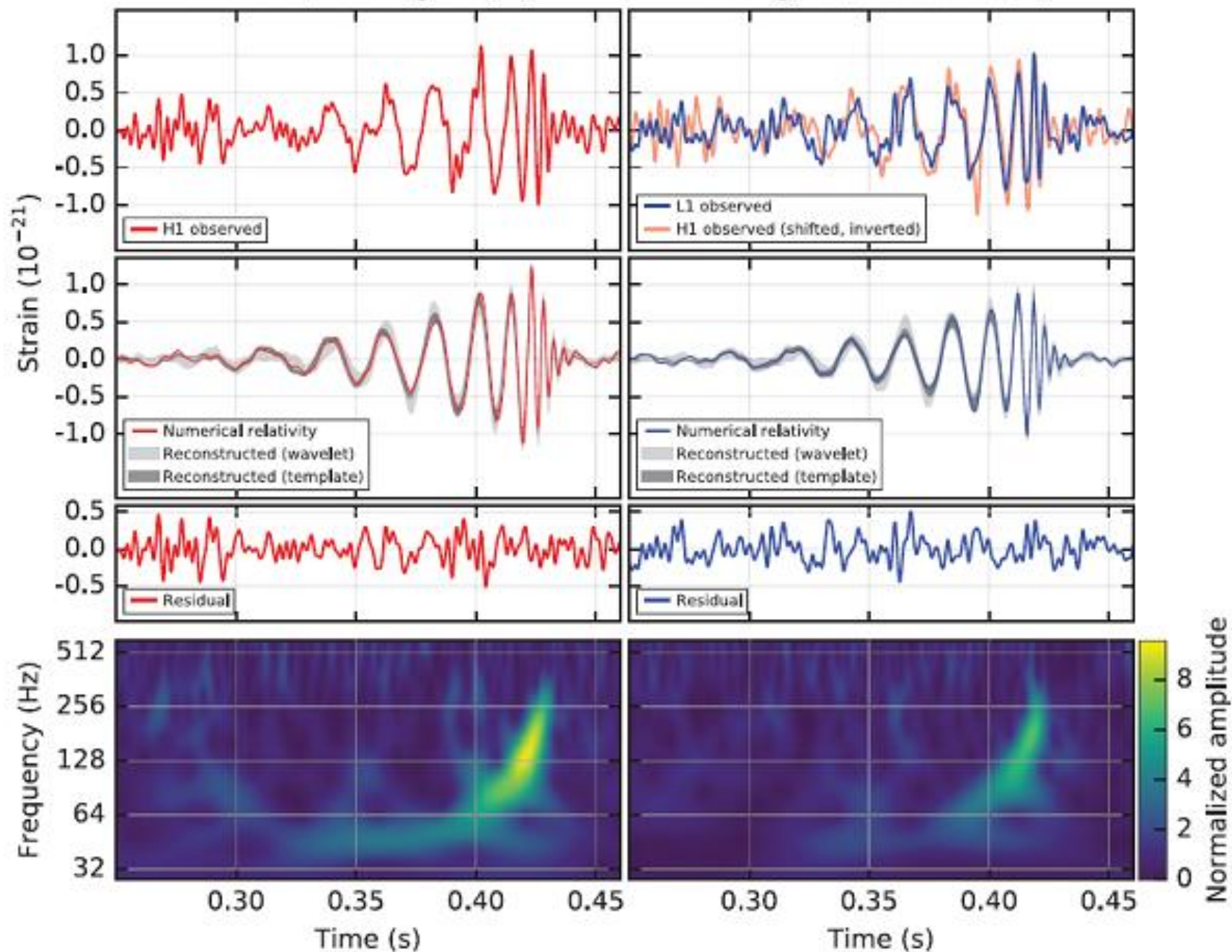
ПРОЕКТ **LIGO**





Hanford, Washington (H1)

Livingston, Louisiana (L1)



Основные «проблемы» классической космологии

- Как Вселенная стала такой большой?
- Почему Вселенная такая «плоская»?
- Куда делись «экзотические» объекты, рожденные в ранней горячей Вселенной?
- Почему Вселенная такая однородная и изотропная?
- Почему вокруг нас так много вещества и так мало антивещества?

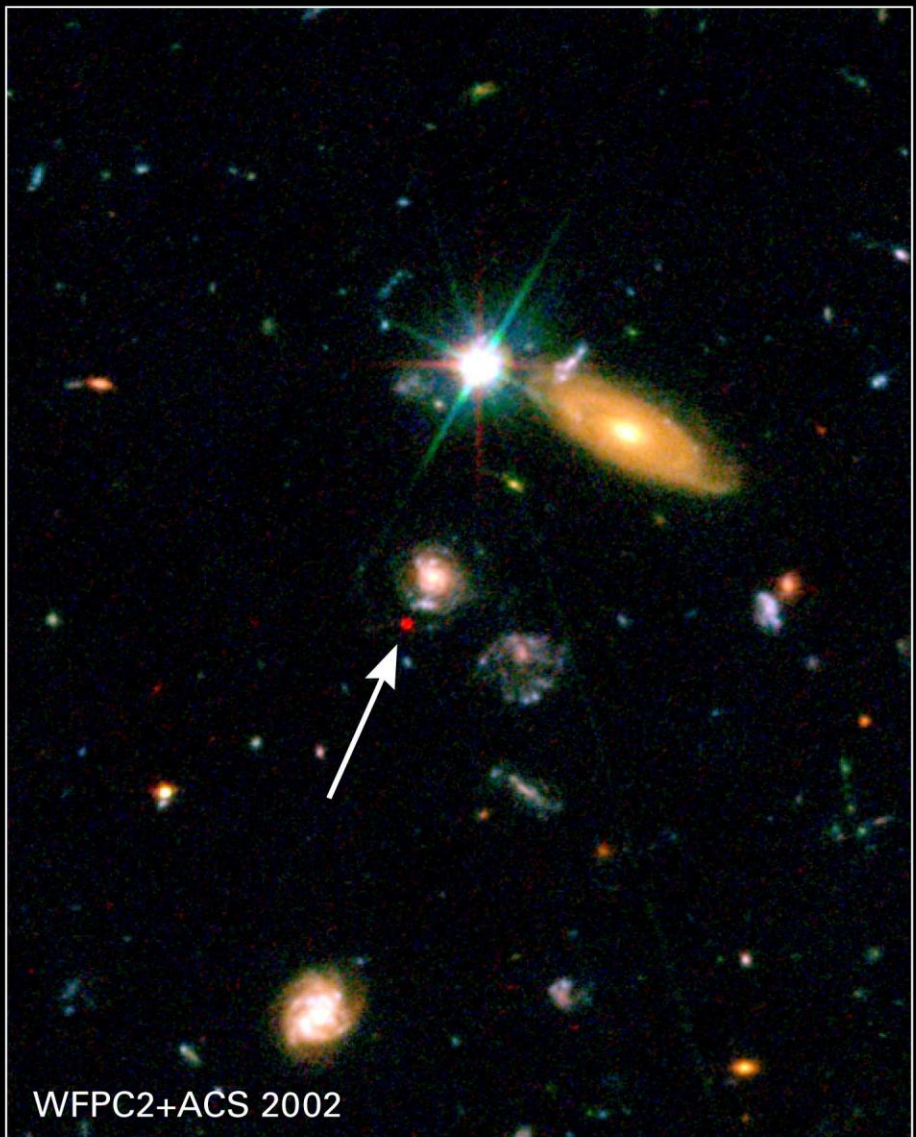


**Что представляет
собой**

**«недостающая»
масса?**



WFPC2 1995

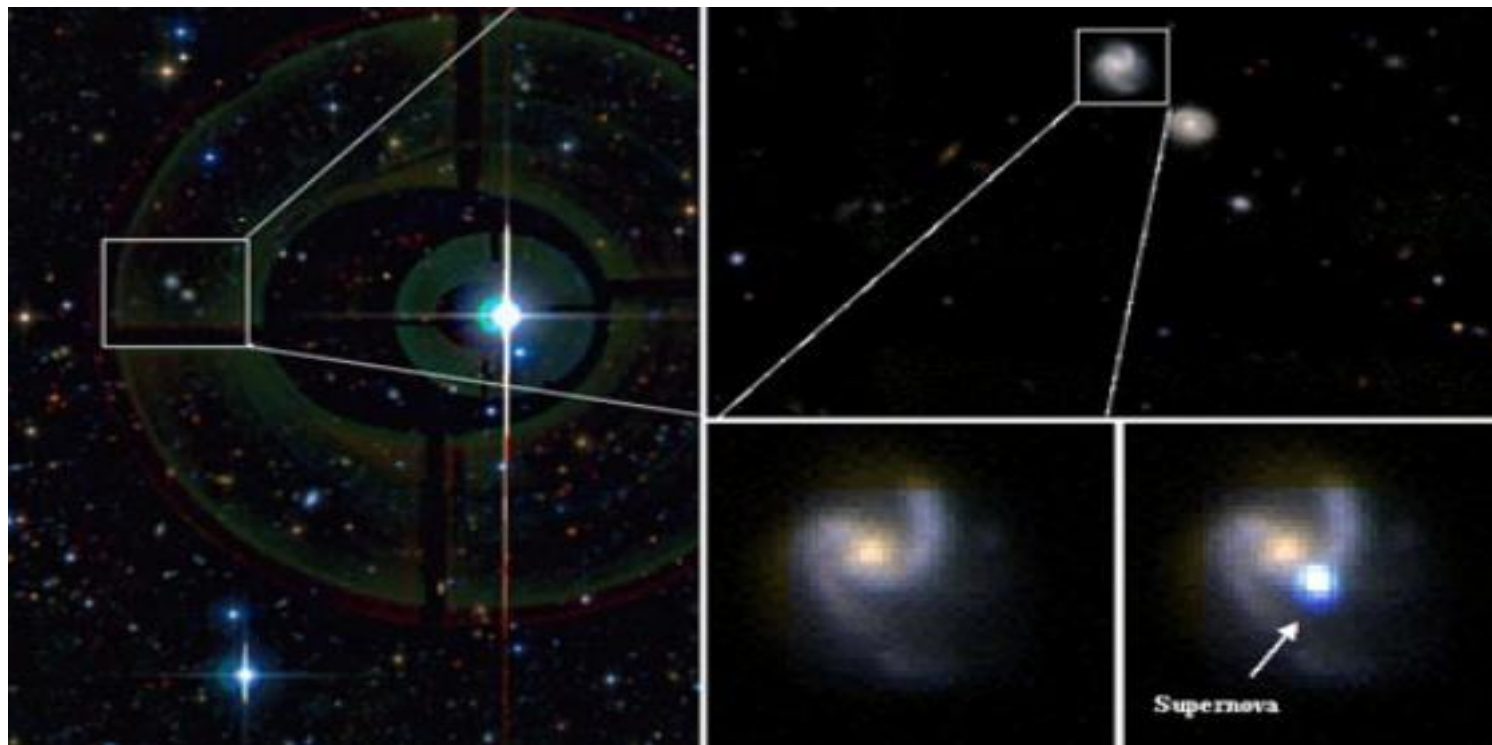


WFPC2+ACS 2002

Supernova SN2002dd in the Hubble Deep Field
Hubble Space Telescope • WFPC2 • ACS

Новое открытие:

Вселенная разгоняется!



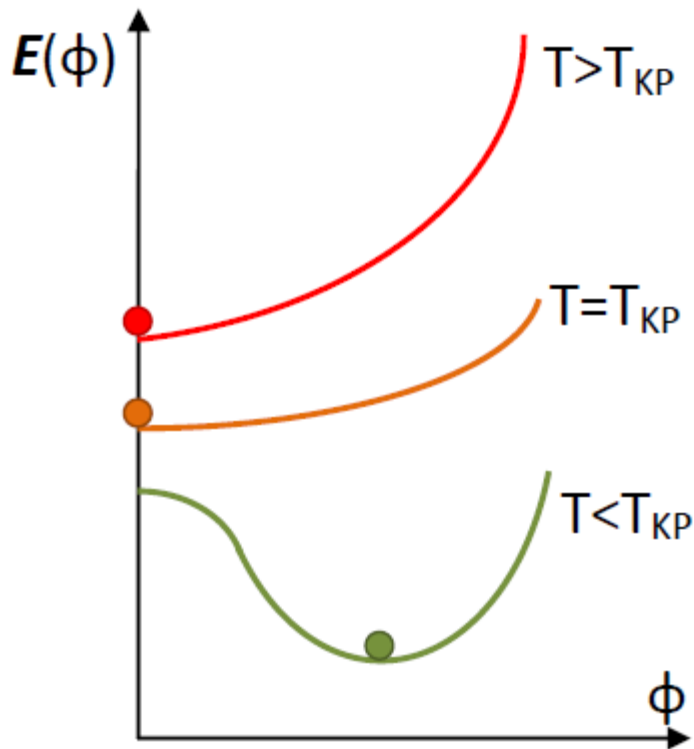
Сверхновая SNLS-03D4ag вспыхнула 3 миллиарда лет назад. Ее светимость в 100 миллиардов раз больше солнечной, однако ее видимый блеск (22m) в 25 тысяч раз меньше, чем у яркой голубой звезды (11m) в левой части снимка. В свою очередь, эта звезда в 100 раз слабее самых слабых звезд, различимых невооруженным глазом (6m). Иллюстрация с сайта www.cfht.hawaii.edu

Ускорение расширения Вселенной

Соотношение между красным смещением и светимостью дальних Сверхновых показывает, что последние 2-4 млрд. лет Вселенная расширяется ускоренно.

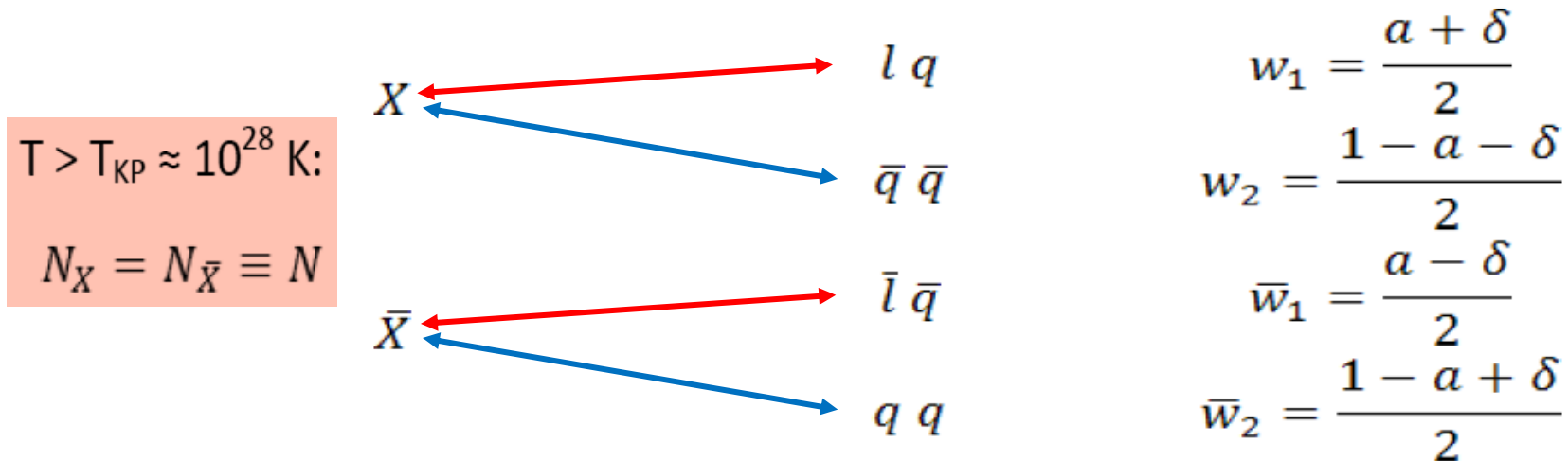
Косвенно об этом же свидетельствуют результаты работ по моделированию наблюдаемой анизотропии реликтового излучения и генерации неоднородностей распределения вещества во Вселенной.

Фазовые переходы, связанные с нарушением симметрии вакуума



ВАКУУМ – состояние квантового поля, отвечающее минимуму энергии. При остывании в вакууме возможны фазовые переходы, сопровождающиеся «перестройкой» вакуума с выделением энергии. Образуется состояние мира, большая часть энергии которого существует в виде вакуумной формы материи. Затем происходит рождение **ЧАСТИЦ** – мир заполняется веществом.

Генерация асимметрии между веществом и антивеществом



$$0 < a < 1, \quad \delta \sim 10^{-9}$$

$T < T_{\text{KP}} \approx 10^{28} \text{ K}:$

$$\left. \begin{aligned} N_l &= N(w_1 - \bar{w}_1) = \delta N \\ N_q &= N(w_1 + 2\bar{w}_2 - \bar{w}_1 - 2w_2) = 3\delta N \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{N_B}{N_\gamma} \sim \delta$$

Квантовая космология: инфляция и мириады миров



В мире, в котором доминируют вакуумные формы материи, раздувание пространства-времени происходит ускоренно. При очень существенном доминировании вакуумной энергии это раздувание – **ИНФЛЯЦИЯ** - происходит по экспоненциальному закону

$$R(t) = R_0 \cdot e^{Ht}$$

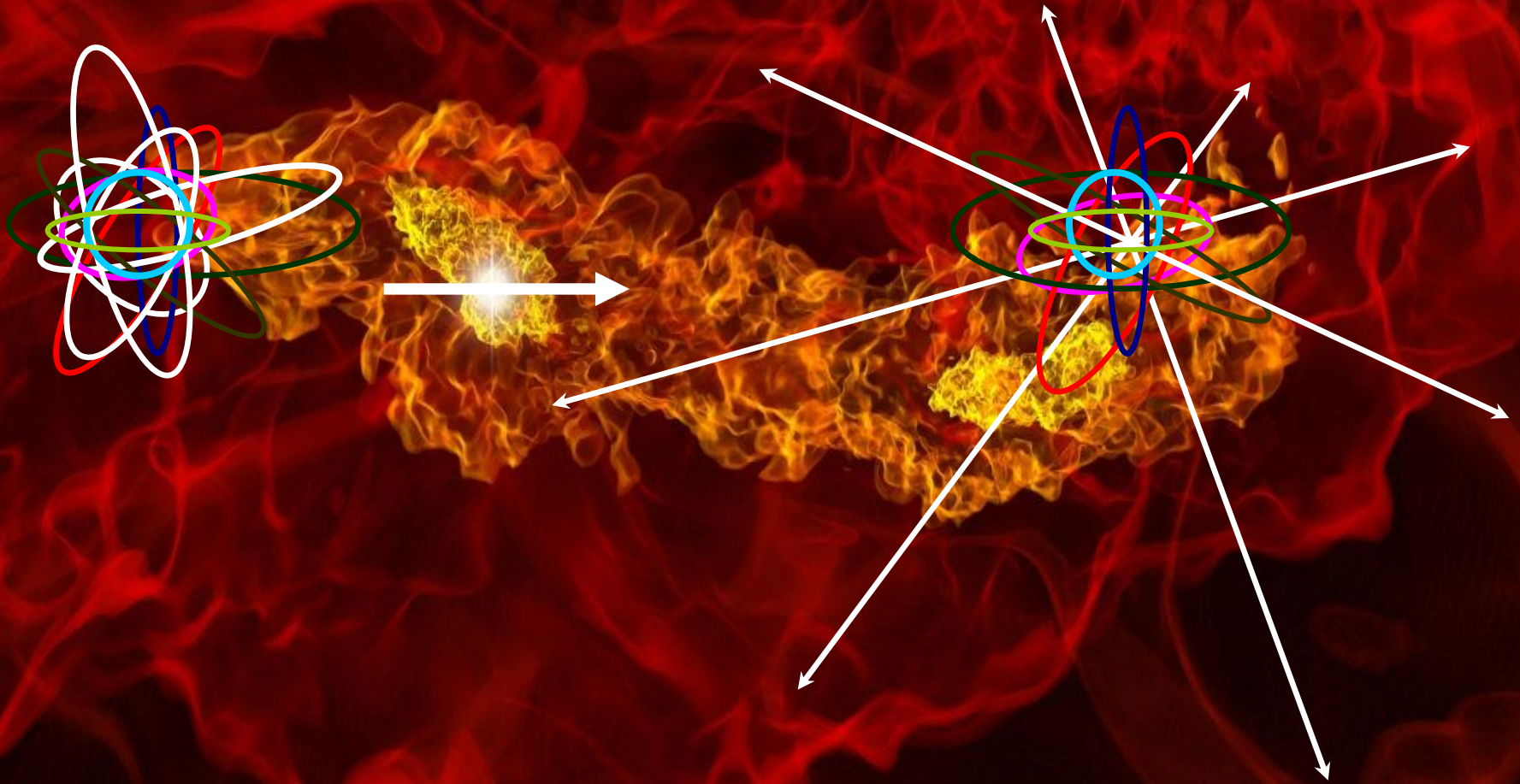
Главная загадка квантовой космологии:

Эра квантовой гравитации

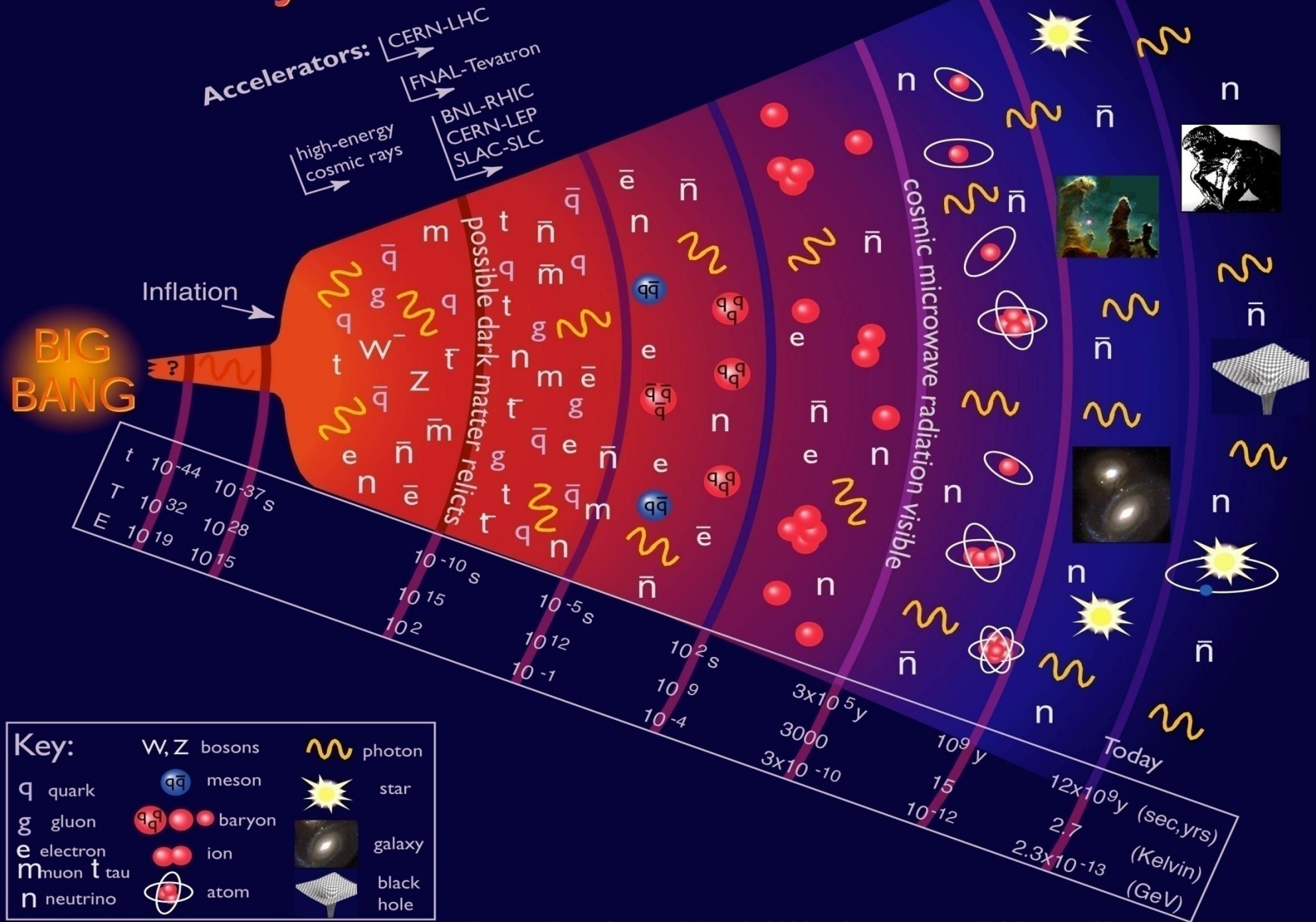
(«первые 10^{-43} с»):

по-видимому, существует «среда», в которой **квантовые флуктуации** способны рождать вселенные – миры с «оформленными» законами физики и геометрией. Знакомое нам «обычное» четырехмерное пространство-время есть часть нашей Вселенной, родившаяся вместе с ней.

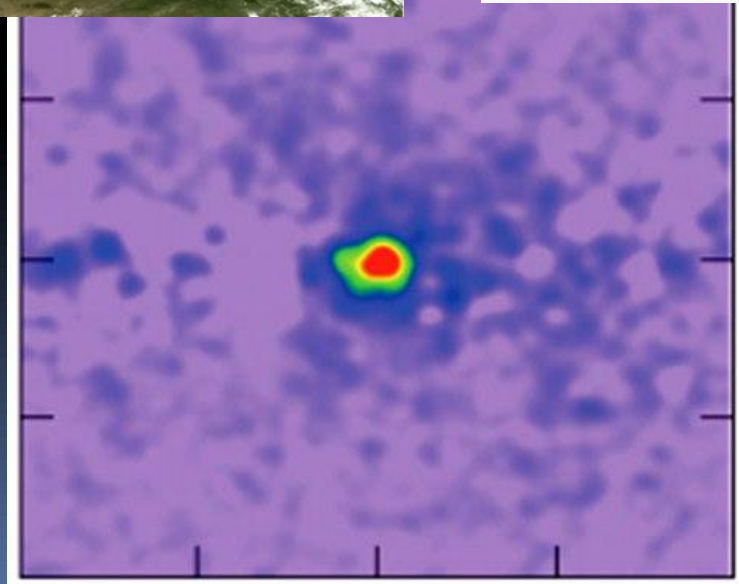
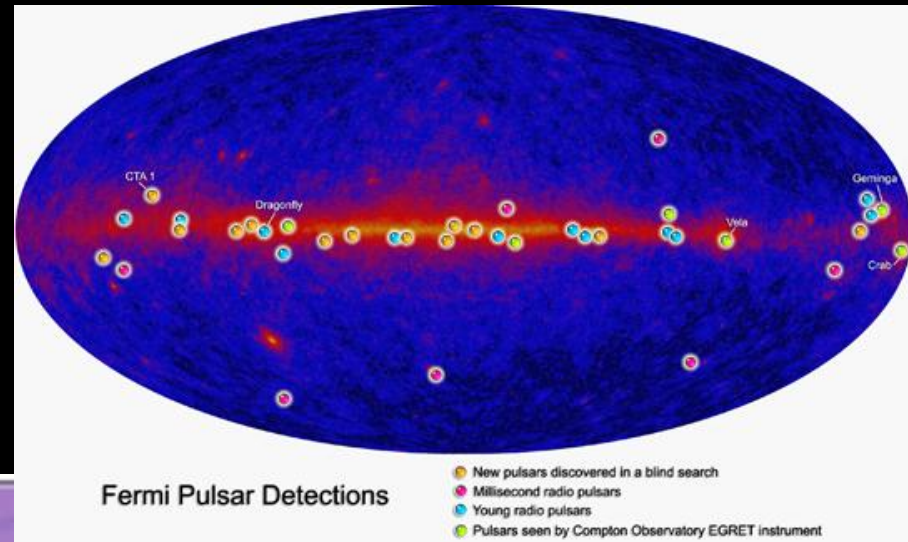
Разворачивание свернутых
измерений: $d=11 \rightarrow 4+7$



History of the Universe

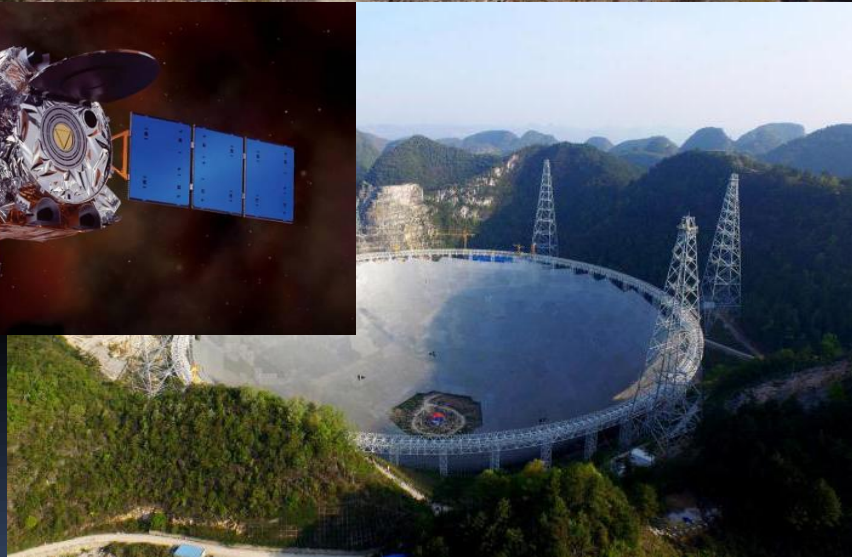


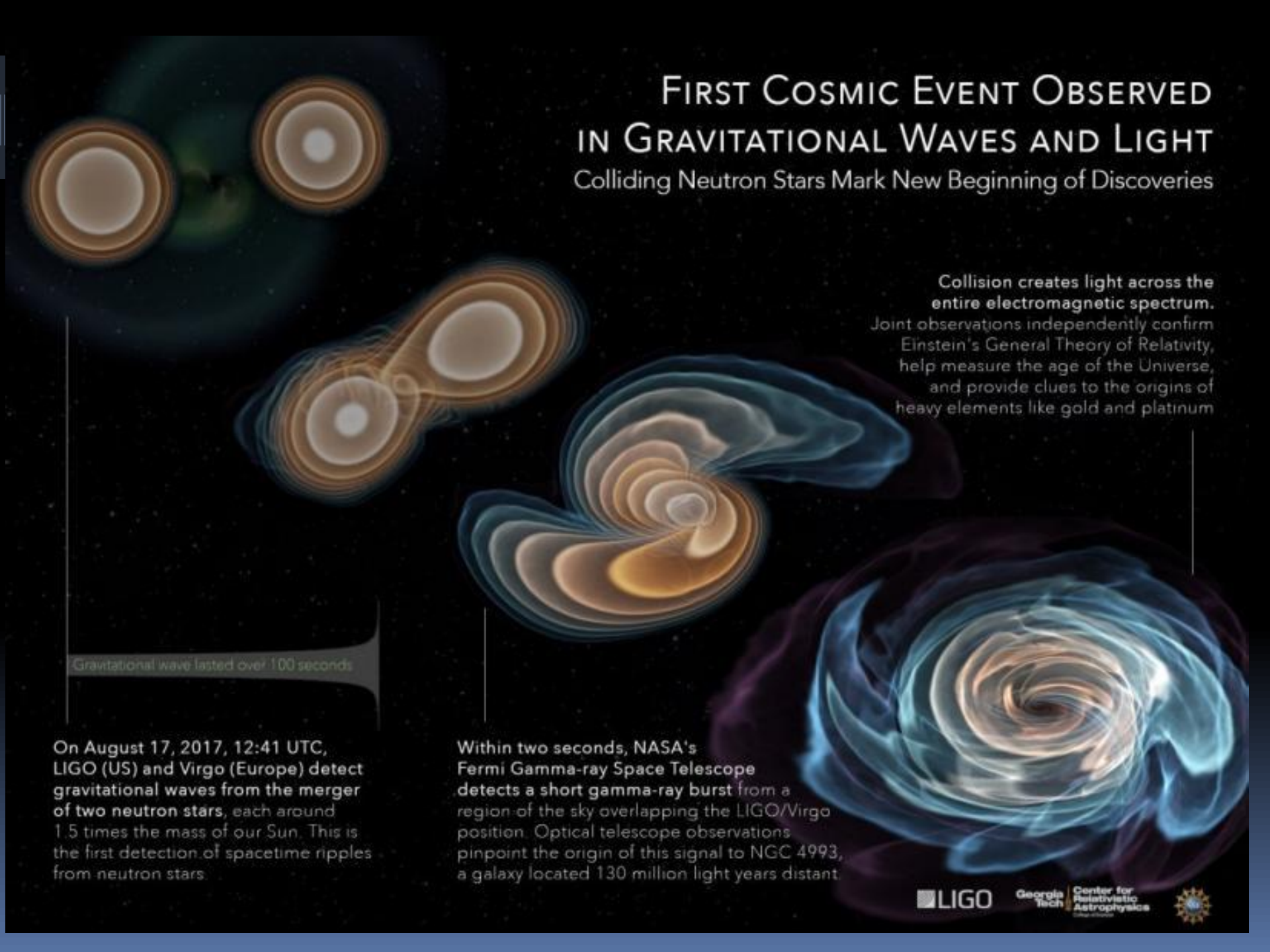
17 августа 2017 года (№ 5):
плюс гамма-всплеск!!!





Оптика, радио, рентген ...





FIRST COSMIC EVENT OBSERVED IN GRAVITATIONAL WAVES AND LIGHT

Colliding Neutron Stars Mark New Beginning of Discoveries

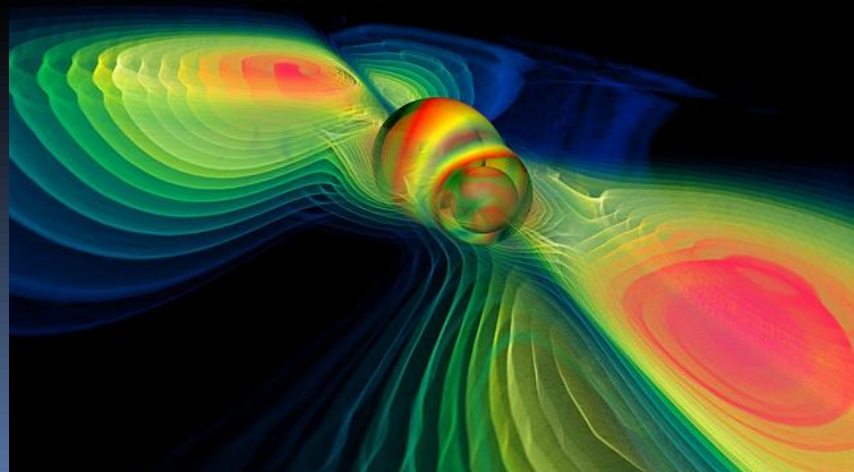
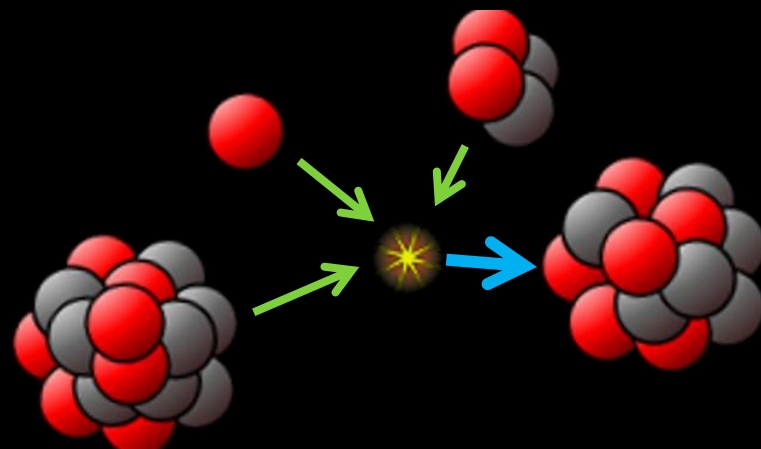
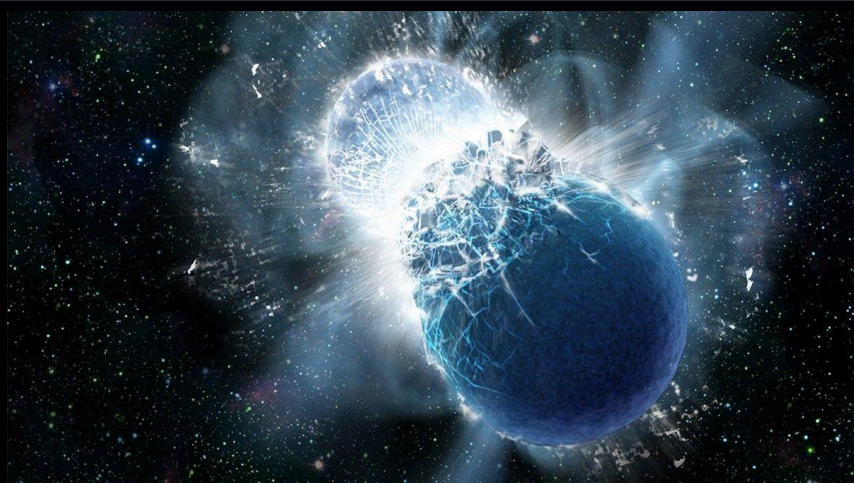
Collision creates light across the entire electromagnetic spectrum. Joint observations independently confirm Einstein's General Theory of Relativity, help measure the age of the Universe, and provide clues to the origins of heavy elements like gold and platinum

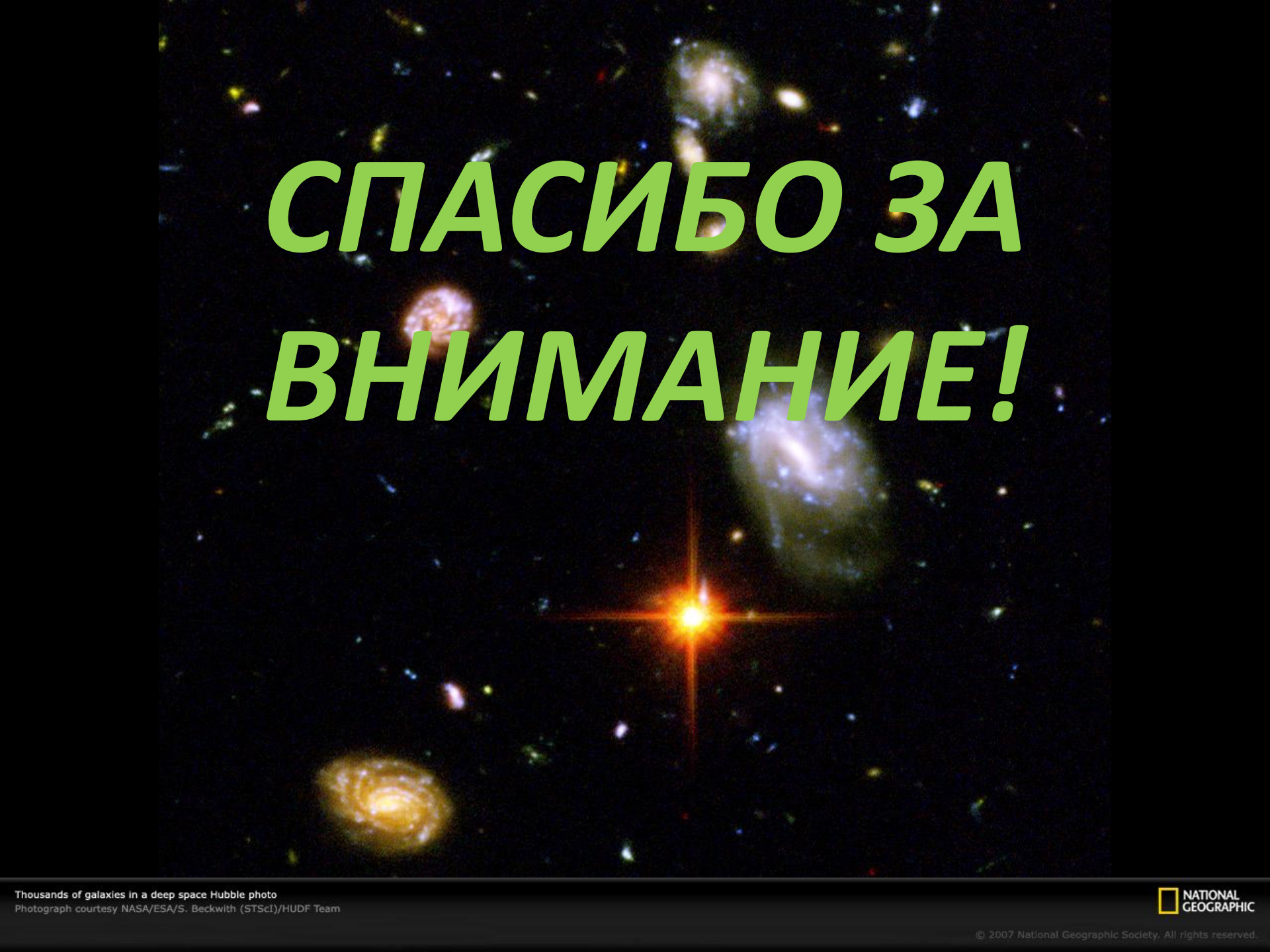
Gravitational wave lasted over 100 seconds

On August 17, 2017, 12:41 UTC, LIGO (US) and Virgo (Europe) detect gravitational waves from the merger of two neutron stars, each around 1.5 times the mass of our Sun. This is the first detection of spacetime ripples from neutron stars.

Within two seconds, NASA's Fermi Gamma-ray Space Telescope detects a short gamma-ray burst from a region of the sky overlapping the LIGO/Virgo position. Optical telescope observations pinpoint the origin of this signal to NGC 4993, a galaxy located 130 million light years distant.

«Золотые жилы» в Космосе?





***СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!***