



Космология

Современное состояние

(продолжение)

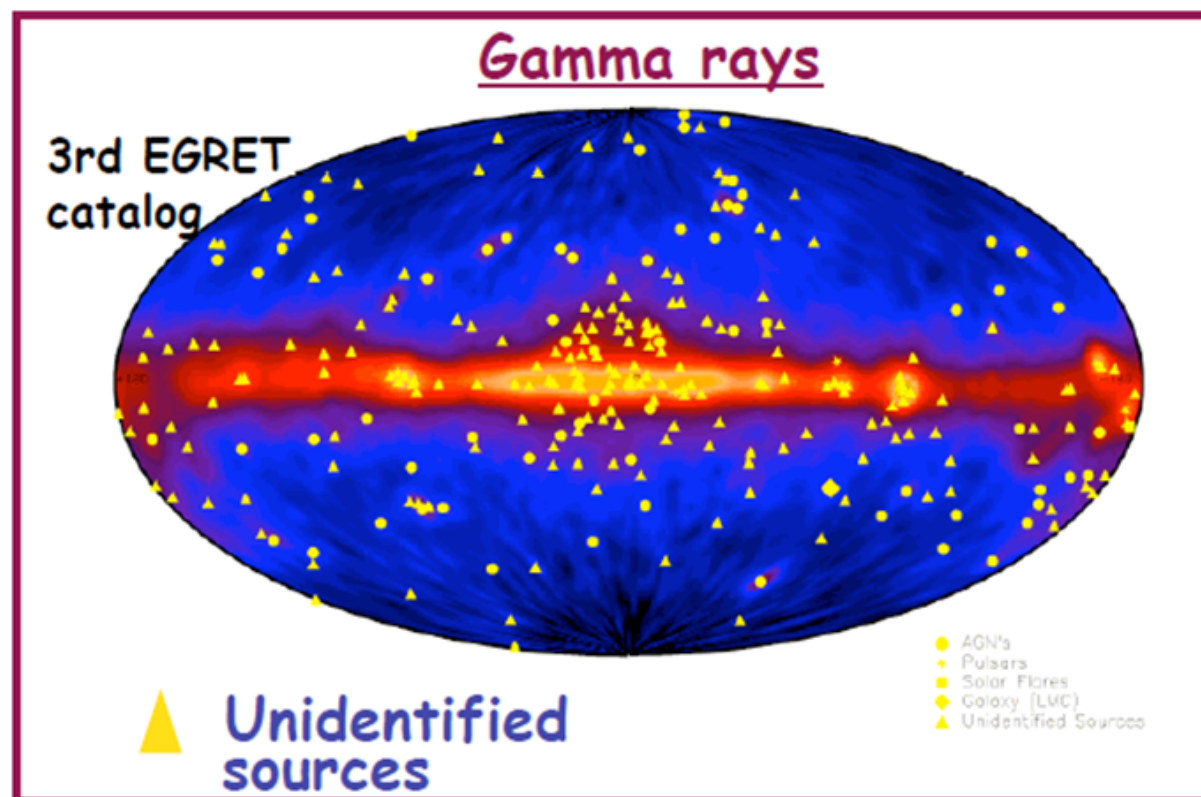


**Как образовывалась
крупномасштабная структура Вселенной**

Компьютерное моделирование

Видео - 6

Какие проблемы остались?



Еще проблемы:

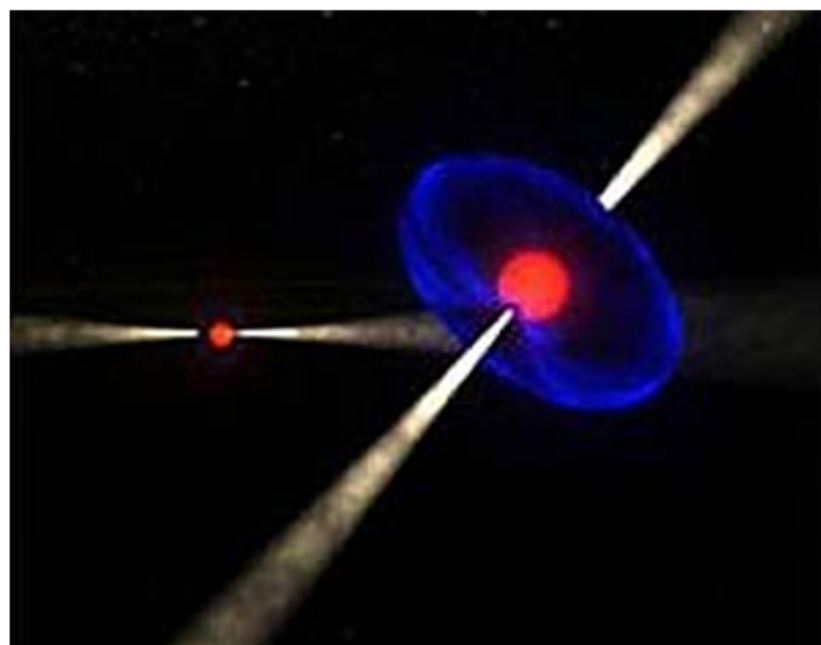
Аномалия Пионеров – раскрыта в 2012

Происхождение массивных черных дыр

Происхождение Галактик

Малость космологической постоянной

Гравитационные волны



Кротовые норы – фантастика или реальность?

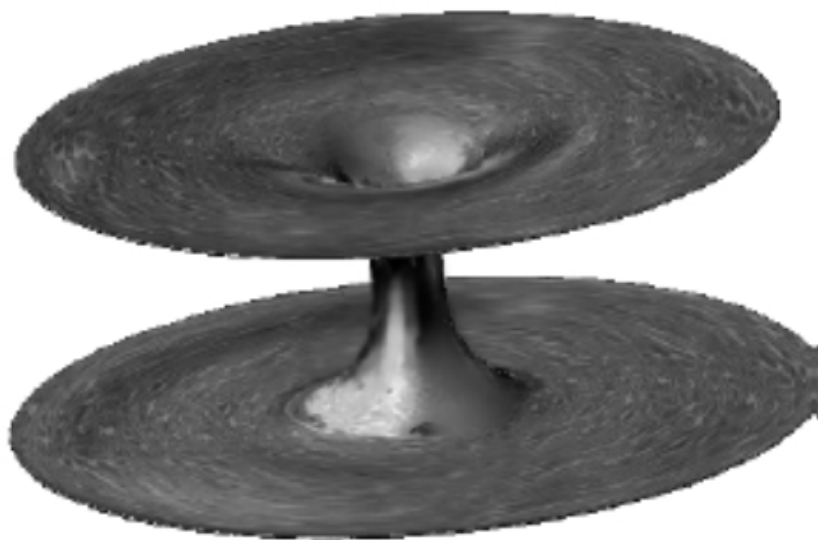


Рис. 1.23. «Кротовая нора», соединяющая два пространства (две вселенные).



Наблюдение кротовых нор

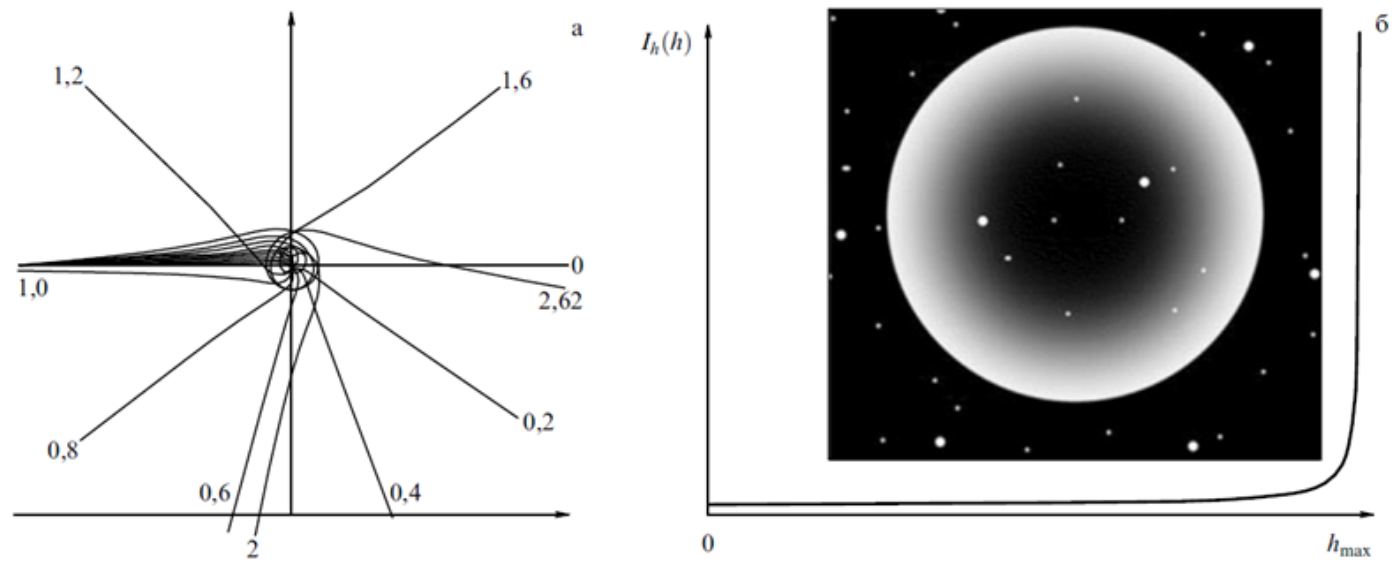


Рис. 3. (а) Отклонение фотонов, проходящих через горловину КН (числами показаны величины прицельных параметров). (б) Зависимость интенсивности света I_h , проходящего через горловину КН, от прицельного параметра h .

Масштабный фактор

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = 8\pi GT_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu}$$

Однородное пространство:



Уравнение Фридмана

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 + \frac{k}{a^2} = \frac{8\pi G}{3}\rho + \frac{\Lambda}{3}$$

Введем относительные плотности

$$\Omega_m = \frac{\rho_m(t_0)}{\rho_c}, \quad \Omega_r = \frac{\rho_r(t_0)}{\rho_c}, \quad \Omega_\Lambda = \frac{\rho_\Lambda(t_0)}{\rho_c}$$

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = H^2(t) = H_0^2 \left[\Omega_k a^{-2}(t) + \Omega_m a^{-3}(t) + \Omega_r a^{-4}(t) + \Omega_\Lambda \right]$$

Масштабный фактор – 6

- Выбрав $t = t_0$, получаем соотношение

$$\Omega_m + \Omega_r + \Omega_\Lambda + \Omega_k = 1$$

- Численные значения относительных плотностей

$$h = 0.73 \pm 0.03$$

$$\Omega_m h^2 = 0.24 \pm 0.006$$

$$\Omega_b h^2 = 0.023 \pm 0.001$$

$$\Omega_r h^2 = 2.47 \cdot 10^{-5}$$

$$\Omega_\Lambda h^2 = (1 - \Omega_m - \Omega_b - \Omega_r) h^2 = 0.73$$

современный параметр Хаббла $H_0 = 100h \text{ км сек}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$

Введем относительные плотности

$$\Omega_m = \frac{\rho_m(t_0)}{\rho_c}, \quad \Omega_r = \frac{\rho_r(t_0)}{\rho_c}, \quad \Omega_\Lambda = \frac{\rho_\Lambda(t_0)}{\rho_c}$$

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = H^2(t) = H_0^2 \left[\Omega_k a^{-2}(t) + \Omega_m a^{-3}(t) + \Omega_r a^{-4}(t) + \Omega_\Lambda \right]$$

Возраст вселенной

Время жизни Вселенной

$$\frac{\dot{a}^2}{a^2} = H_0^2 (\Omega_m a^{-3} + \Omega_\Lambda)$$

$$a(t) = a_0 \left(\frac{\Omega_m}{\Omega_\Lambda} \right)^{1/3} \left[\operatorname{sh} \left(\frac{3}{2} \sqrt{\Omega_\Lambda} H_0 t \right) \right]^{2/3}$$

$$a(t = t_0) = a_0 \rightarrow \left(\frac{\Omega_m}{\Omega_\Lambda} \right)^{1/3} \left[\operatorname{sh} \left(\frac{3}{2} \sqrt{\Omega_\Lambda} H_0 t_0 \right) \right]^{2/3} = 1$$

$$t_0 = H_0^{-1} \frac{2}{3\sqrt{\Omega_\Lambda}} \operatorname{arcsch} \sqrt{\frac{\Omega_\Lambda}{\Omega_m}} = 1.38 \cdot 10^{10} \text{ years}$$

$$t_0 \sim H_0^{-1}$$



Стадия рехитинга

$$a(t) \equiv a_{reh}(t) = a_I(t_e) \left(\frac{2}{3} H_e \right)^{2/3} (t - t_e)^{2/3}.$$

Стадия радиационной доминантности

$$a(t) \equiv a_{RD}(t) = a_{reh}(t_{reh}) \left[\frac{1}{2} H(t_{reh}) \right]^{1/2} (t - t_{reh})^{1/2}.$$

Стадия доминантности материи

$$a(t) \equiv a_{MD}(t) = a_{RD}(t_{RD}) \left[\frac{2}{3} H(t_{RD}) \right]^{2/3} (t - t_{RD})^{2/3}$$


Масштабный фактор – 6

- Выбрав $t = t_0$, получаем соотношение

$$\Omega_m + \Omega_r + \Omega_\Lambda + \Omega_k = 1$$

- Численные значения относительных плотностей

$$h = 0.73 \pm 0.03$$

$$\Omega_m h^2 = 0.24 \pm 0.006$$

$$\Omega_b h^2 = 0.023 \pm 0.001$$

$$\Omega_r h^2 = 2.47 \cdot 10^{-5}$$

$$\Omega_\Lambda h^2 = (1 - \Omega_m - \Omega_b - \Omega_r) h^2 = 0.73$$

современный параметр Хаббла $H_0 = 100h \text{ км сек}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$