



Космология. Современное состояние.

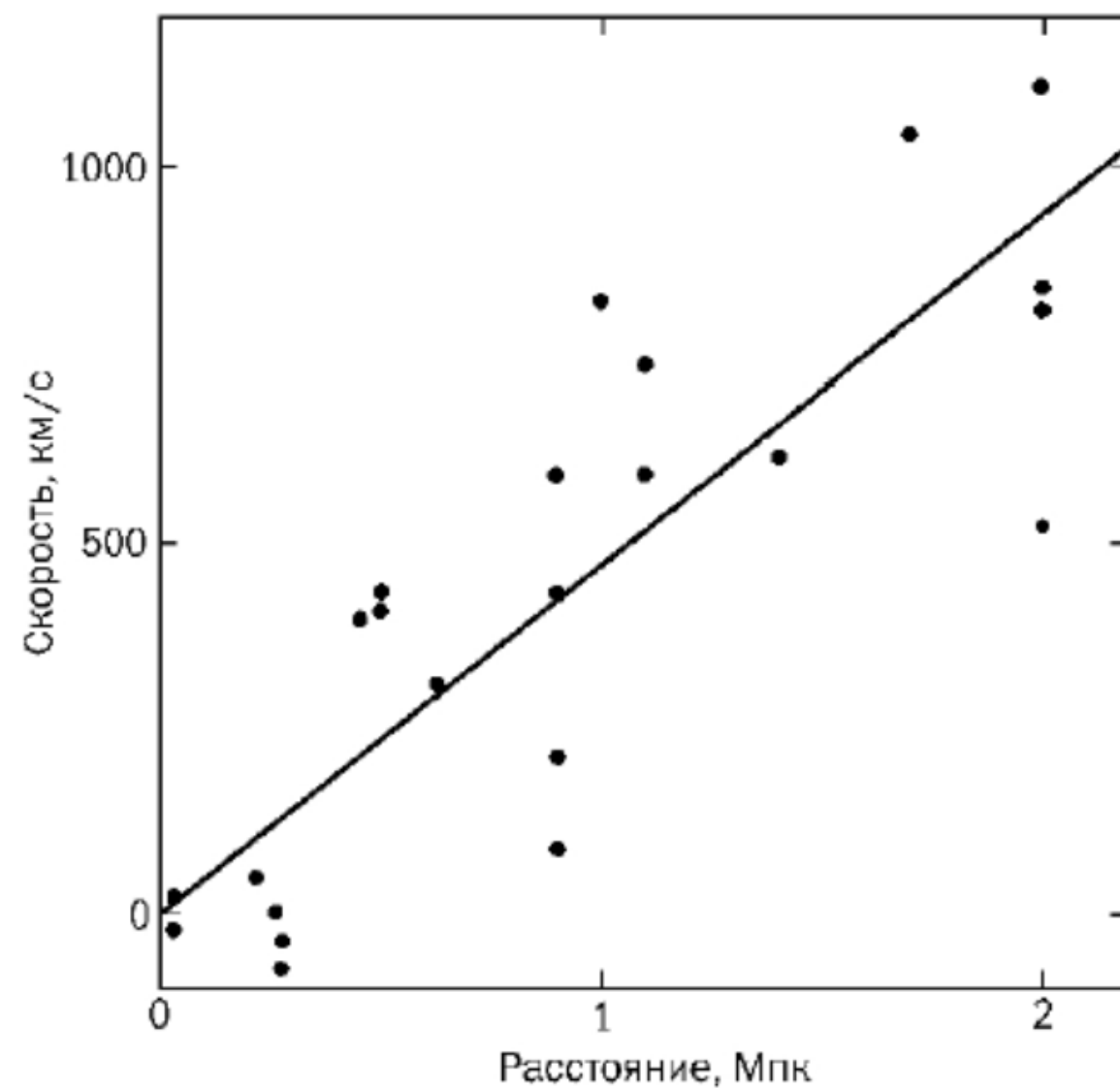


Рис. 1.16. График, опубликованный Хабблом в 1929 г.

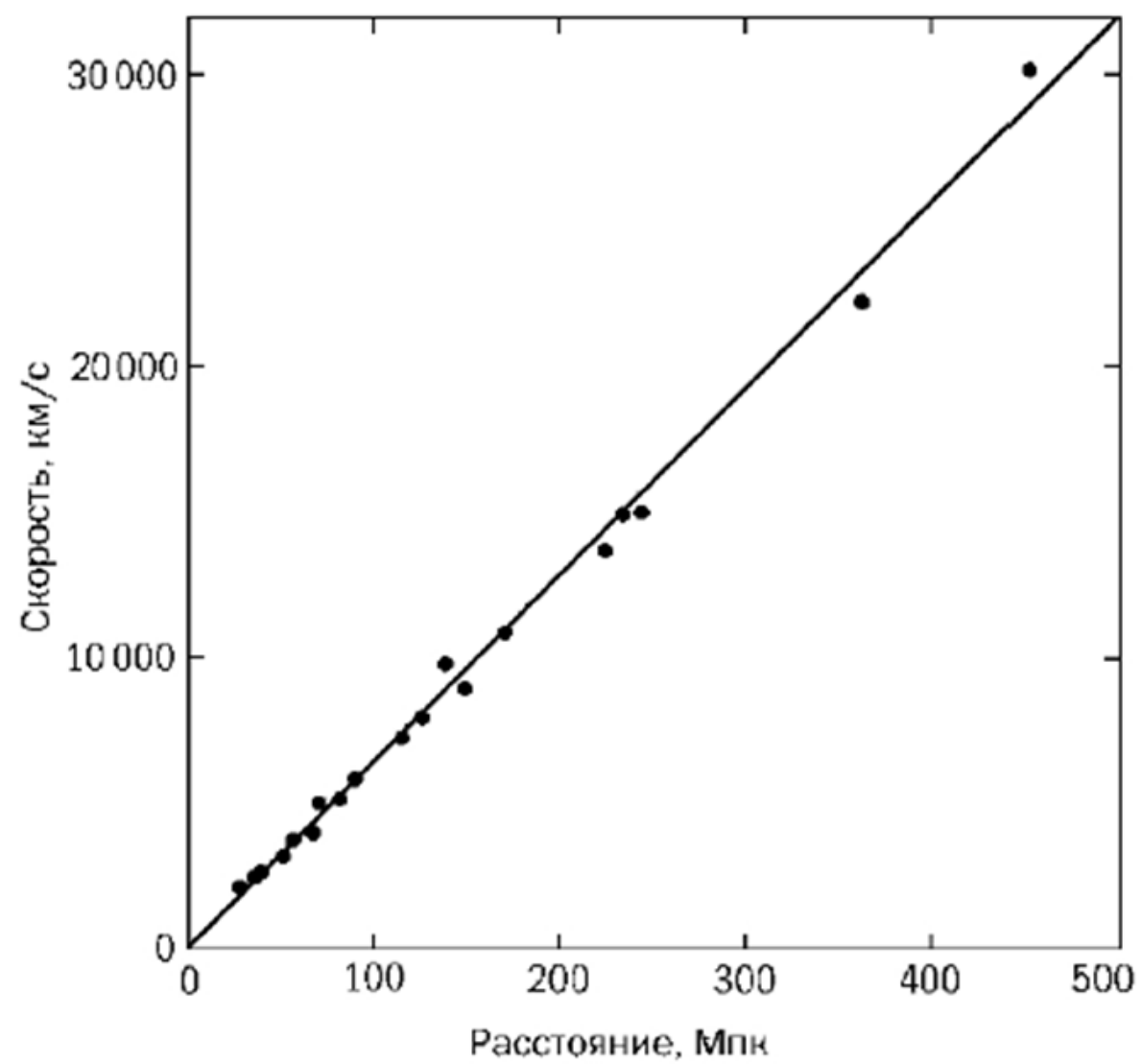
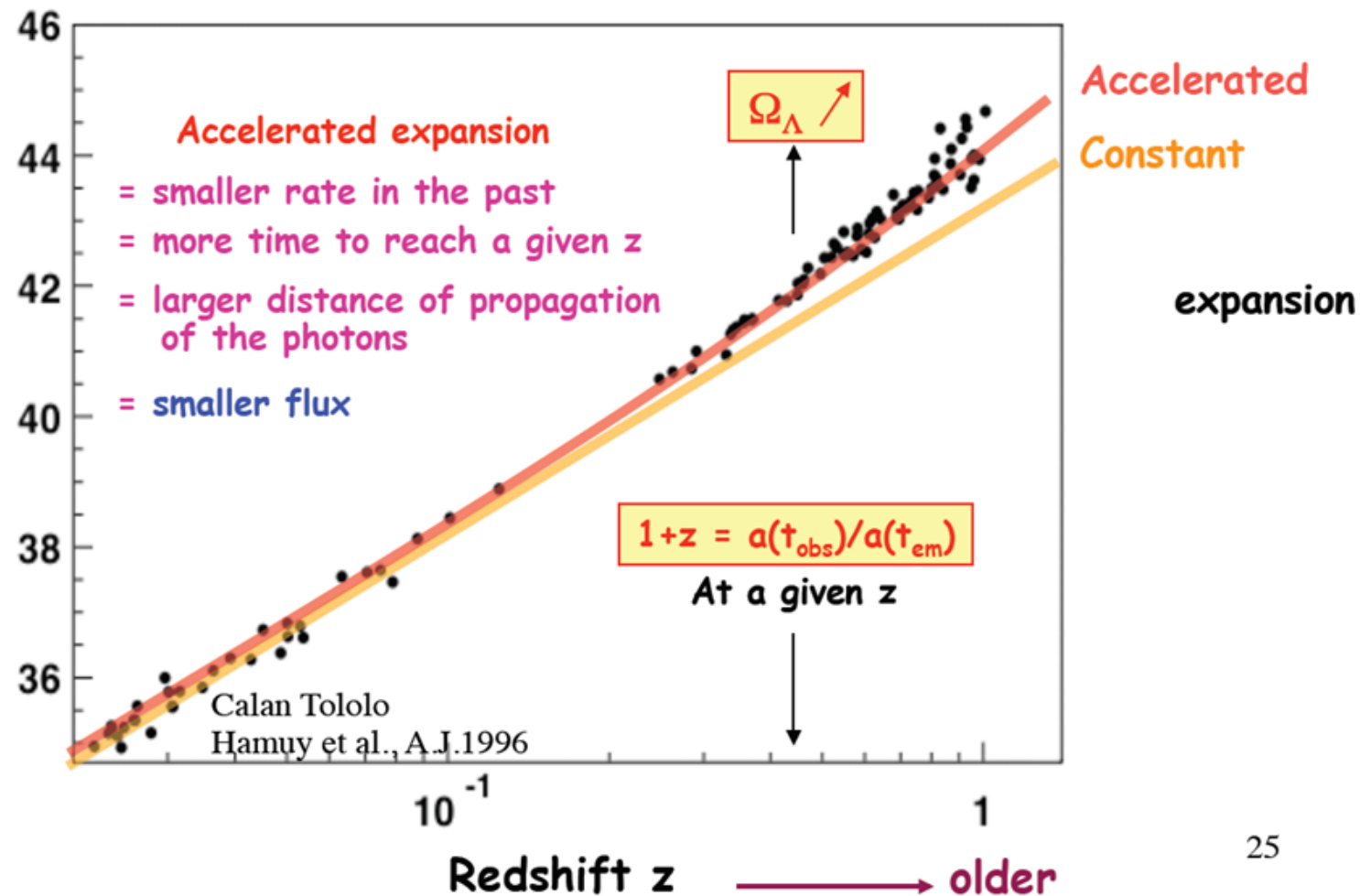
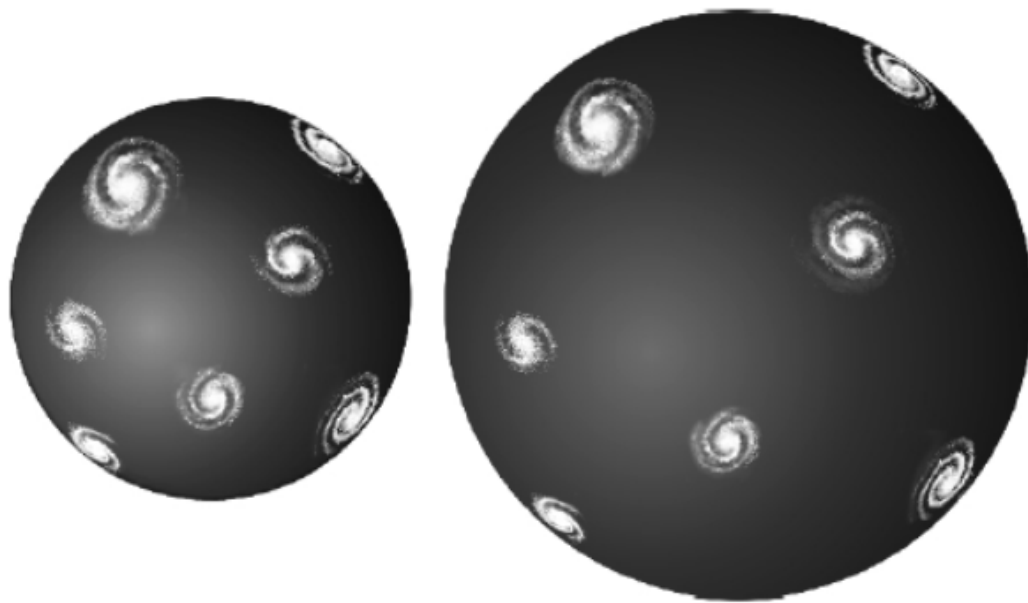


Рис. 1.17. Данные по сверхновым Ia, полученные Рисом, Прессом и Киршнером.

Скорость разбегания далеких галактик отличается
от закона Хаббла





Некорректный вопрос: куда мы расширяемся?

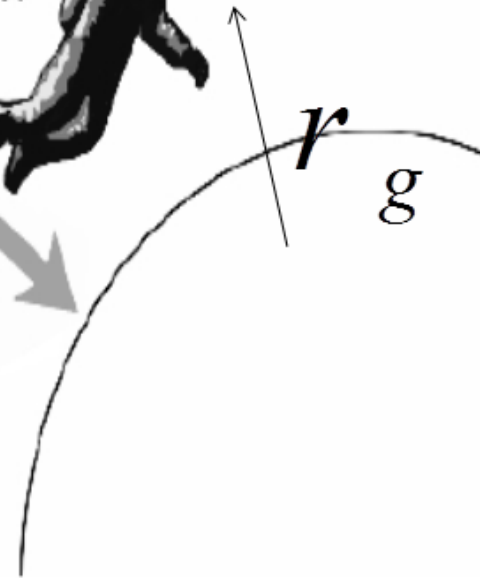
Ход времени в разных системах отсчета



$$c\Delta t = r_1 - r + r_g \ln \frac{r_1 - r_g}{r - r_g}$$



$$\Delta T = \frac{2}{3} r_g \left[\left(\frac{r_1}{r_g} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{r}{r_g} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$











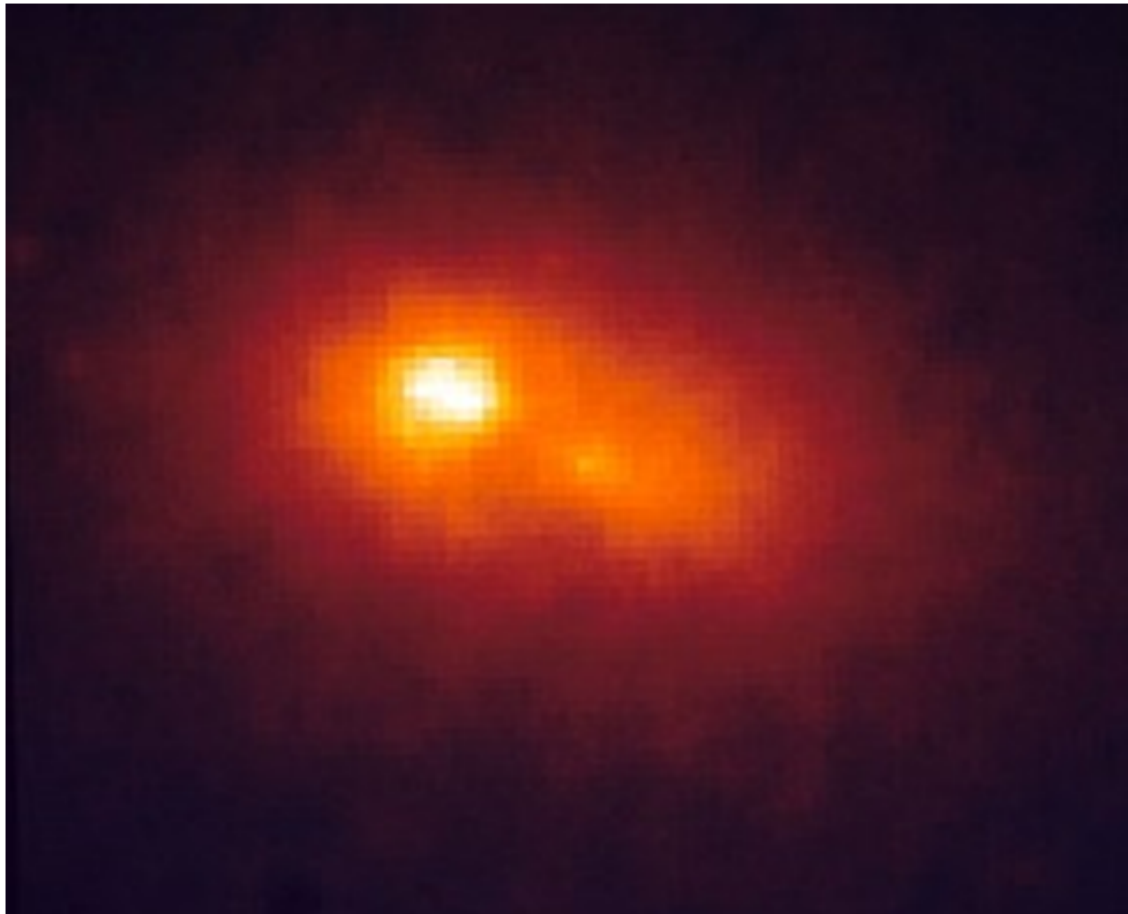


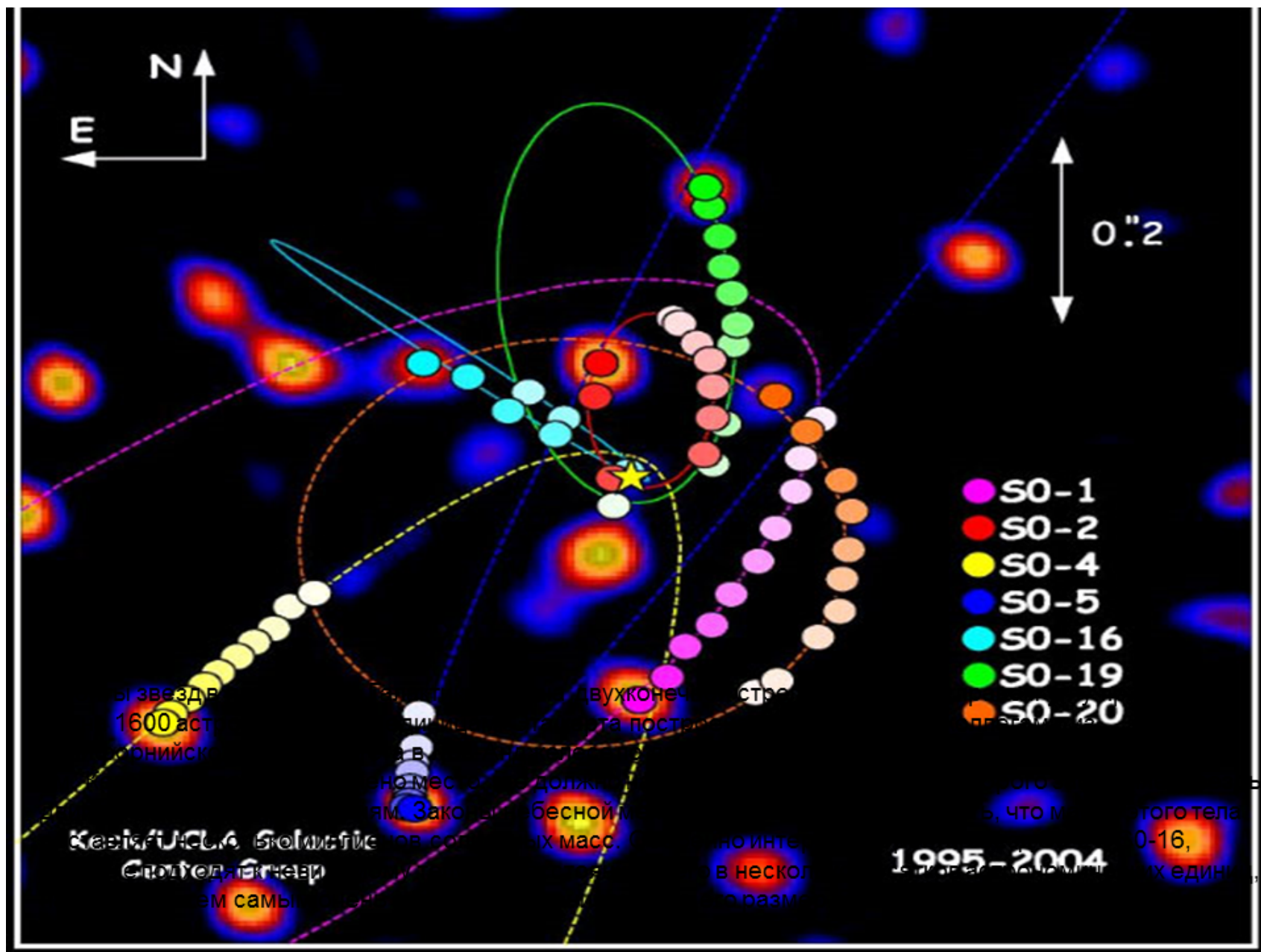


Галактика М87

Длина джета – 5000 световых лет

Двойное ядро

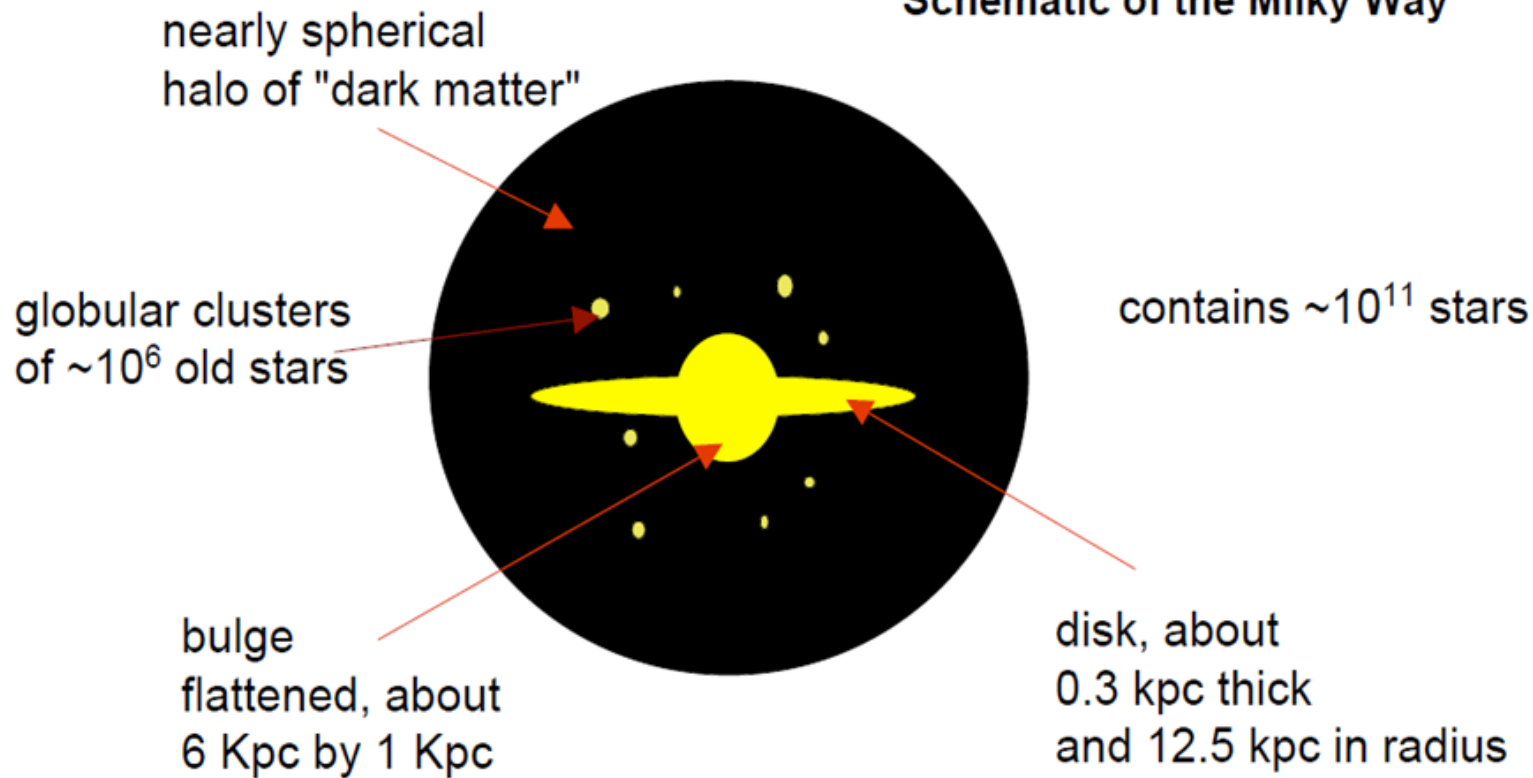




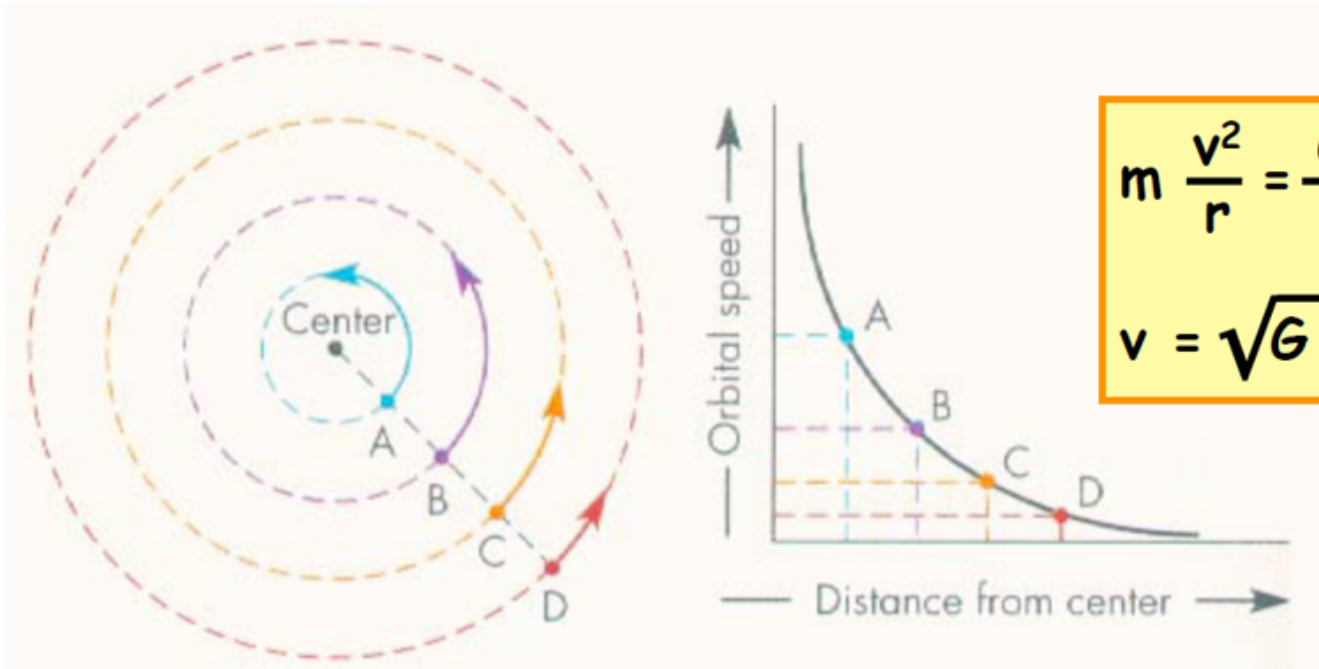
galaxies

Collections of $\sim 10^{11} \sim 10^{12}$ Stars

Schematic of the Milky Way



Темная материя



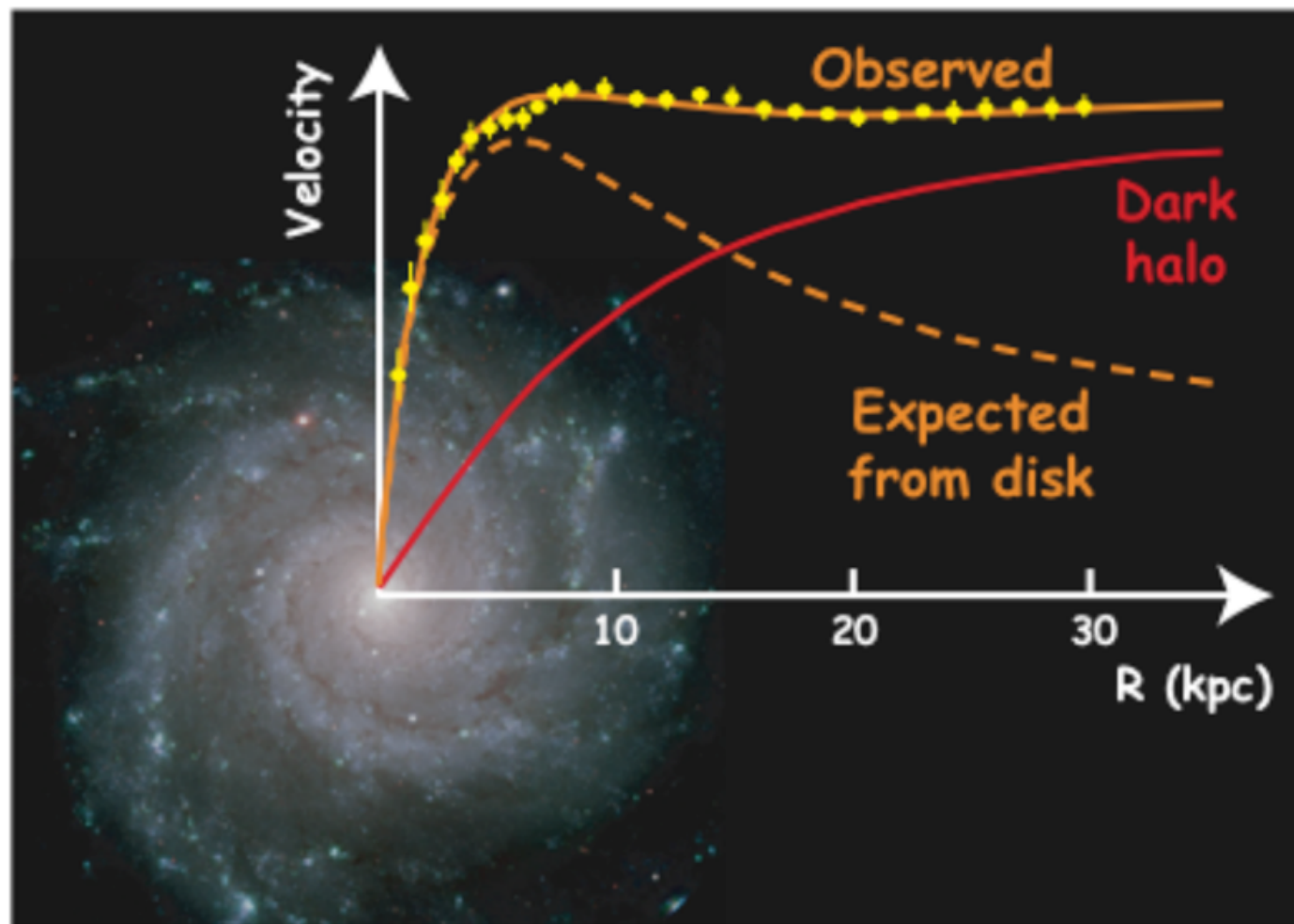
Rotation of planets

Associated
rotation curve

$$m \frac{v^2}{r} = \frac{G m M_c}{r^2}$$

$$v = \sqrt{G M_c / r}$$

Темная материя



Galaxy Cluster Abell 520.

Галактики – оранжевые, газ – зеленый, темная материя - голубая





Galaxy Cluster Abell 520.

Галактики – оранжевые, газ – зеленый, темная материя - голубая



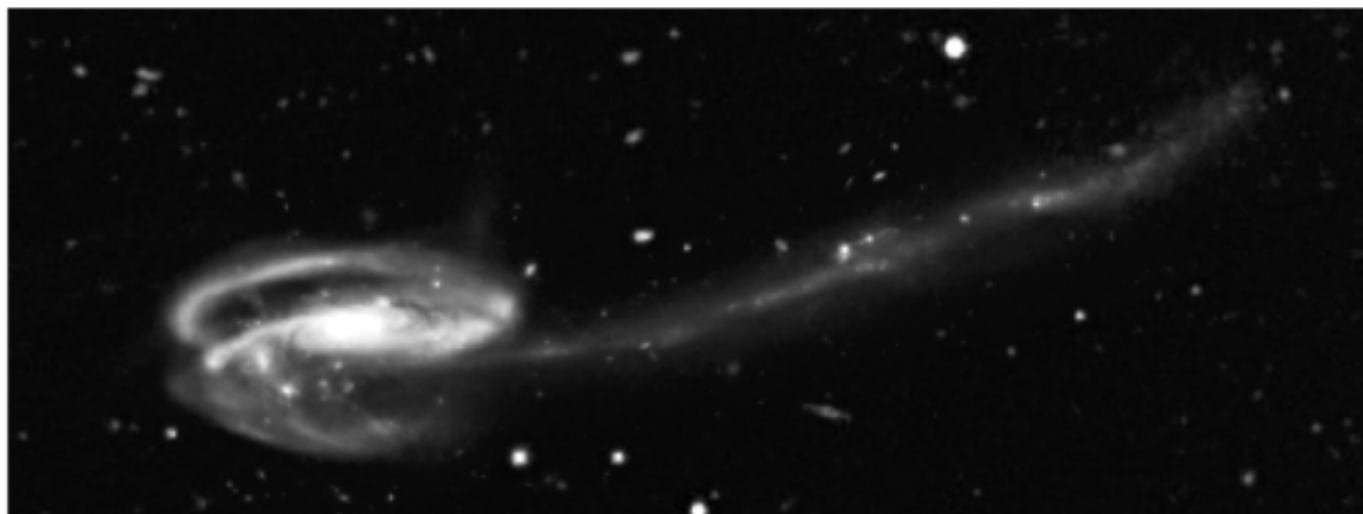


Рис. 1.21. Галактика UGC 10214 («Головастик»). «Хвост» из вещества, по одной из версий, образовался благодаря притяжению невидимой «темной» галактики.

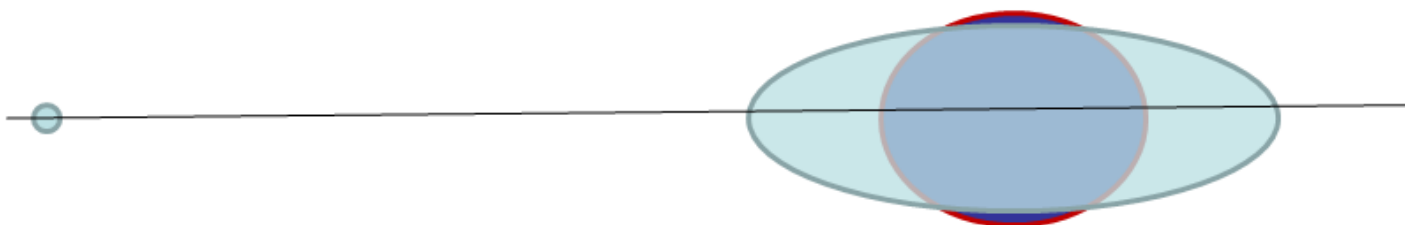
Фото с сайта <http://nti.freewind.ru>

Приливные силы



Силы, действующие на предметы, расположенные сбоку Земли. Создаются Луной или солнцем (синий кружок). Отмечены жирными стрелками.

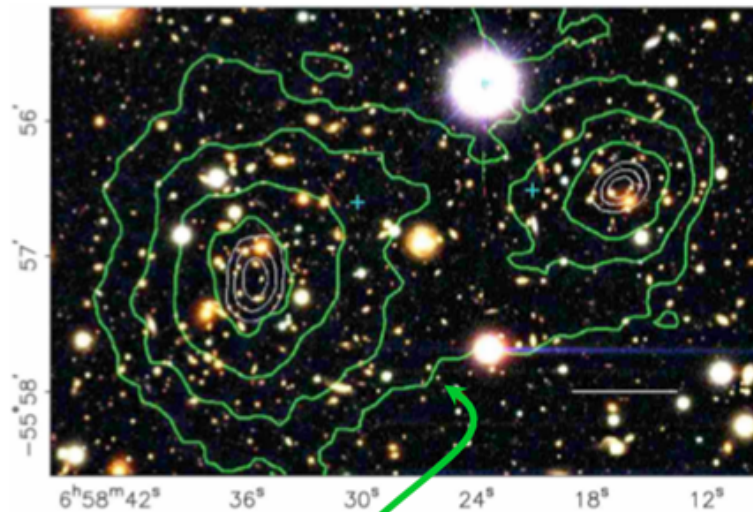
Поскольку Земля более «жесткая», чем вода в океанах, она сжимается меньше и на диаметрах приливы вдоль оси и отливы поперек



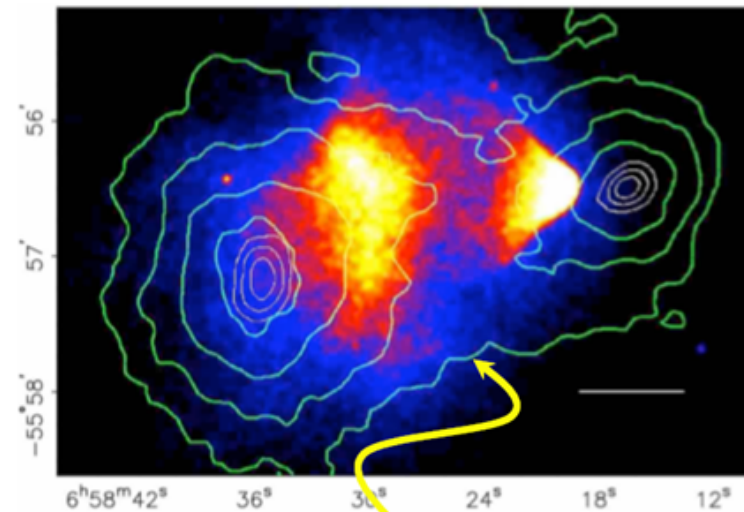
D. Clowe et al., astro-ph/0608407, AJ 648 (2006) L109-113

Collision in 1E0657-558 = bullet cluster

Weak lensing $\Rightarrow$ Mass not centered on gas
 $\Rightarrow$ Confirmation of existence of Dark Matter

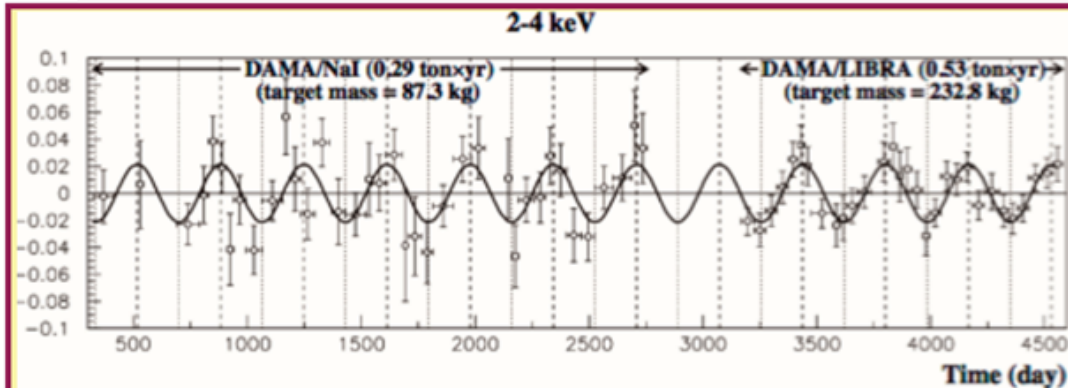


Total mass



X-ray gas 8

Один из наземных экспериментов по поиску темной материи



DAMA/LIBRA
250kg NaI
Annual modulation
at 8.2σ
 $m_\chi \sim 44-62 \text{ GeV}$

Barnabei et al., arXiv:0804.2741

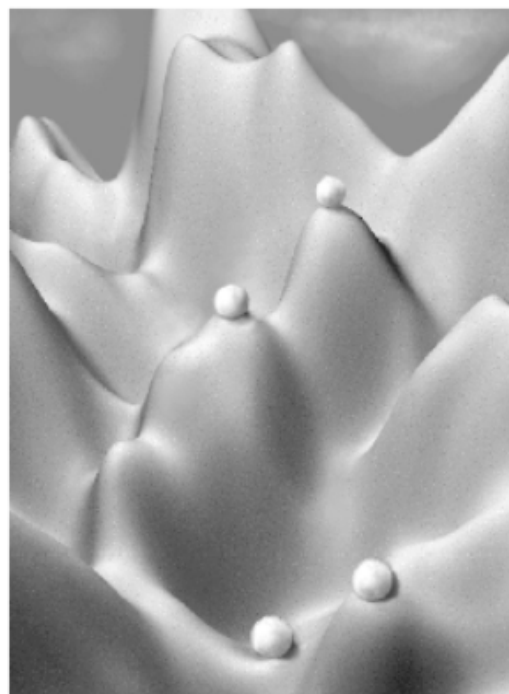
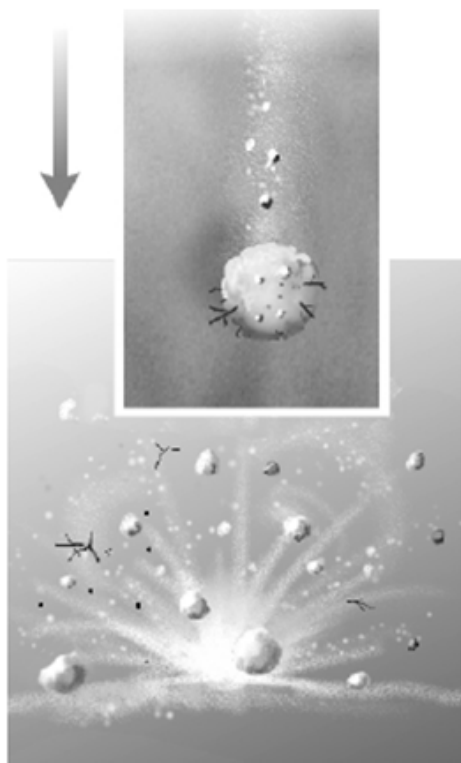
BUT 1 signature only (scintillation)
Result in contradiction with other expts.

Проблемы Большого взрыва

- ◆ Что было до Большого взрыва?
- ◆ Почему наше пространство плоское? Под «плоским» обычно понимается пространство любого числа измерений, описываемое геометрией Евклида, которую мы изучали в школе.
- ◆ Если теория Большого взрыва справедлива, то размер Вселенной сейчас должен был быть никак не более 1 см. Тесновато было бы в такой Вселенной!
- ◆ Во время любого взрыва вещество разлетается в разные стороны крайне неравномерно. В одну сторону — больше, в другую — меньше. Но наблюдения показывают, что Вселенная на удивление однородна. Например, отклонение температуры реликтового излучения от среднего значения составляют *одну сотую процента!* Это все равно, как если бы наша Земля имела идеальную форму шара с «горами» не более 40 метров высотой. Для сравнения: диаметр Земли примерно $1,2 \cdot 10^7$ метров. Трудно было бы тогда поверить в случайность ее происхождения.
- ◆ Температура в первый момент должна быть очень высокой, никак не менее 10^{13} К. Что привело к такому нагреву?

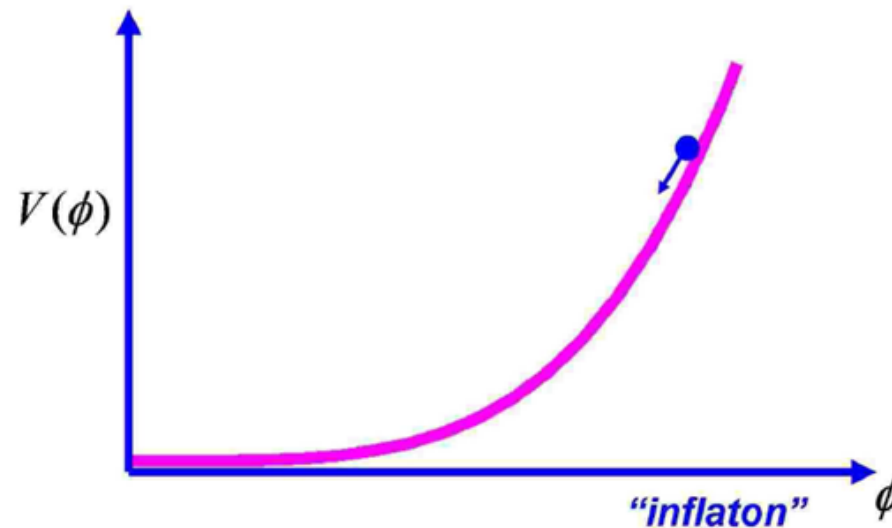


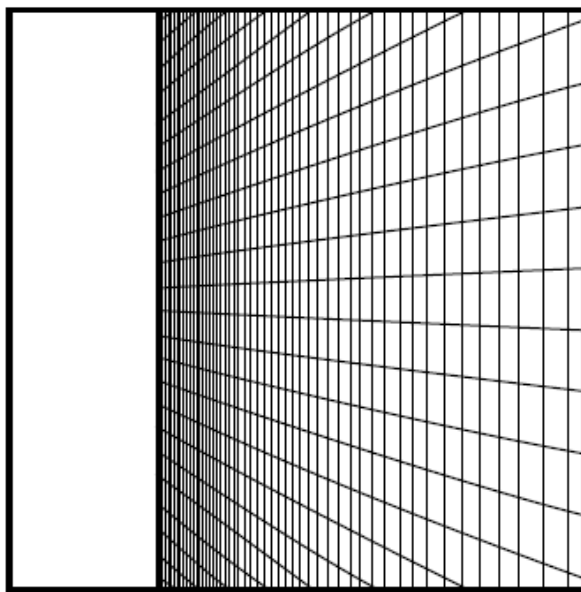
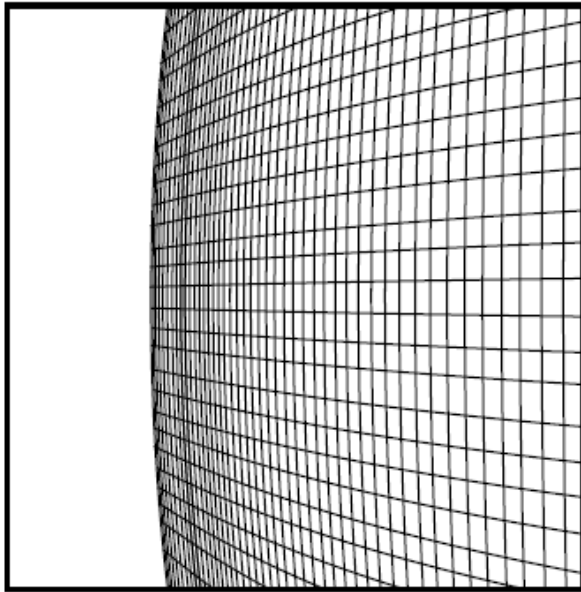
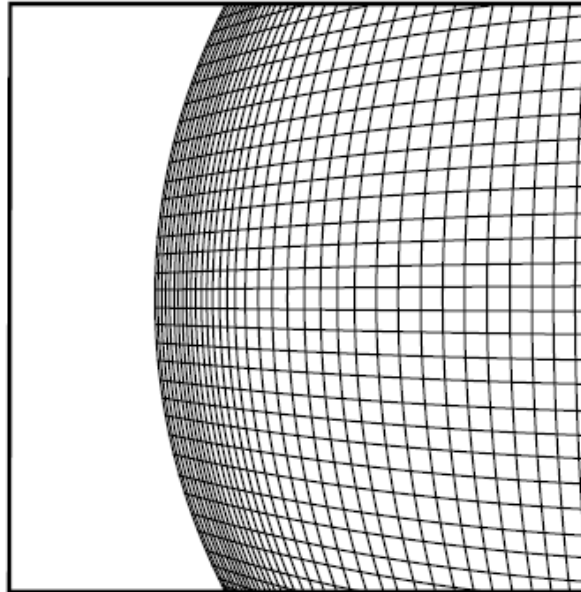
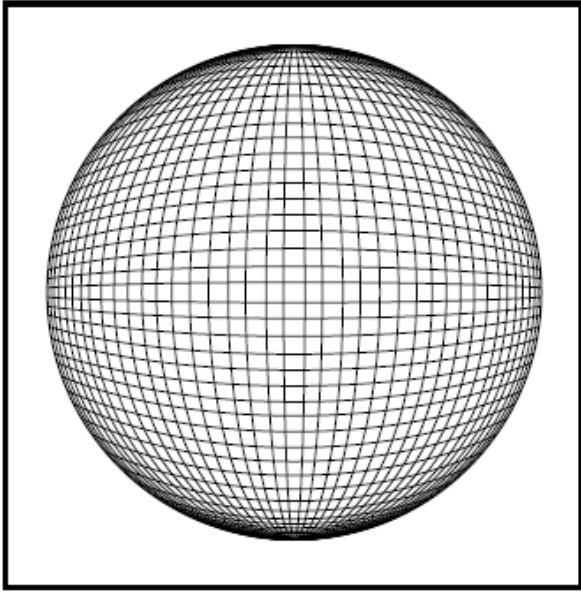
Иллюстрация инфляции – первого этапа эволюции нашей Вселенной



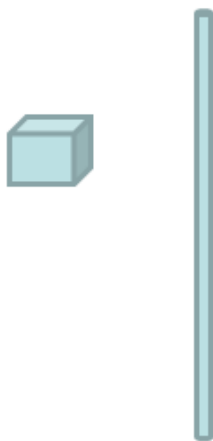
Инфляция – 2

- Так, например, все время вокруг нас возникают флуктуации с $E \sim 10^{-3} M_{Pl}$ и размером $\Delta l \sim 10^3 l_{Pl}$
- Для стороннего наблюдателя время жизни такой флуктуации ничтожно мало, но т.к. размер ее много больше l_{Pl} , можно использовать уравнения Эйнштейна для описания процессов с точки зрения внутреннего наблюдателя





Отступление Наука и здравый смысл



$$l = \sqrt{a^2 + a^2 + \dots a^2} = \sqrt{N} a$$

Начальный размер Вселенной – порядка

10^{-27} см.

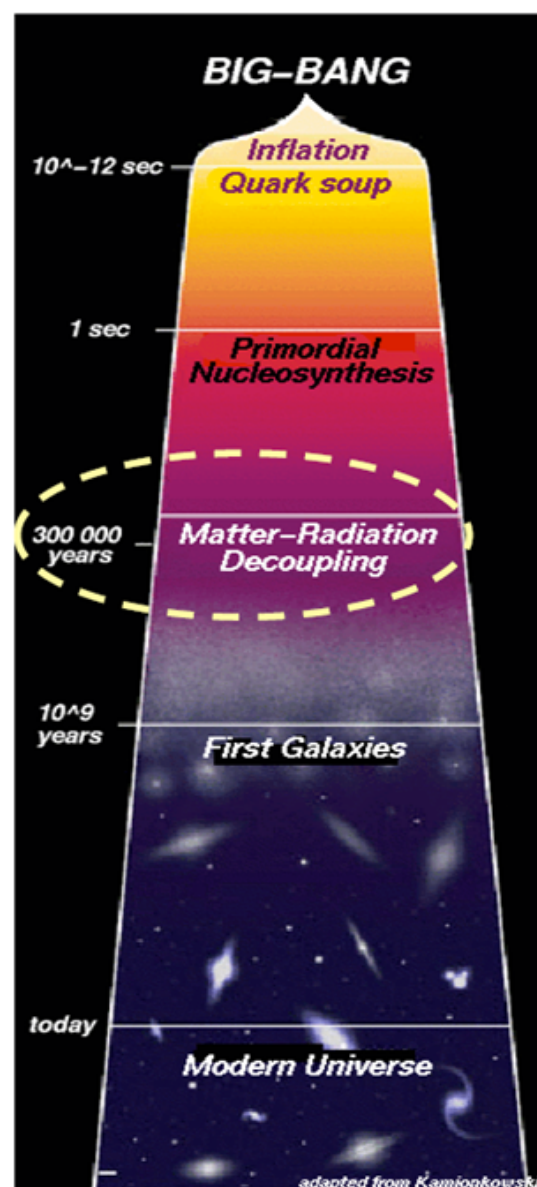


Размер атома 10^{-8} см.

Размер видимой части
Вселенной

10^{28} см.

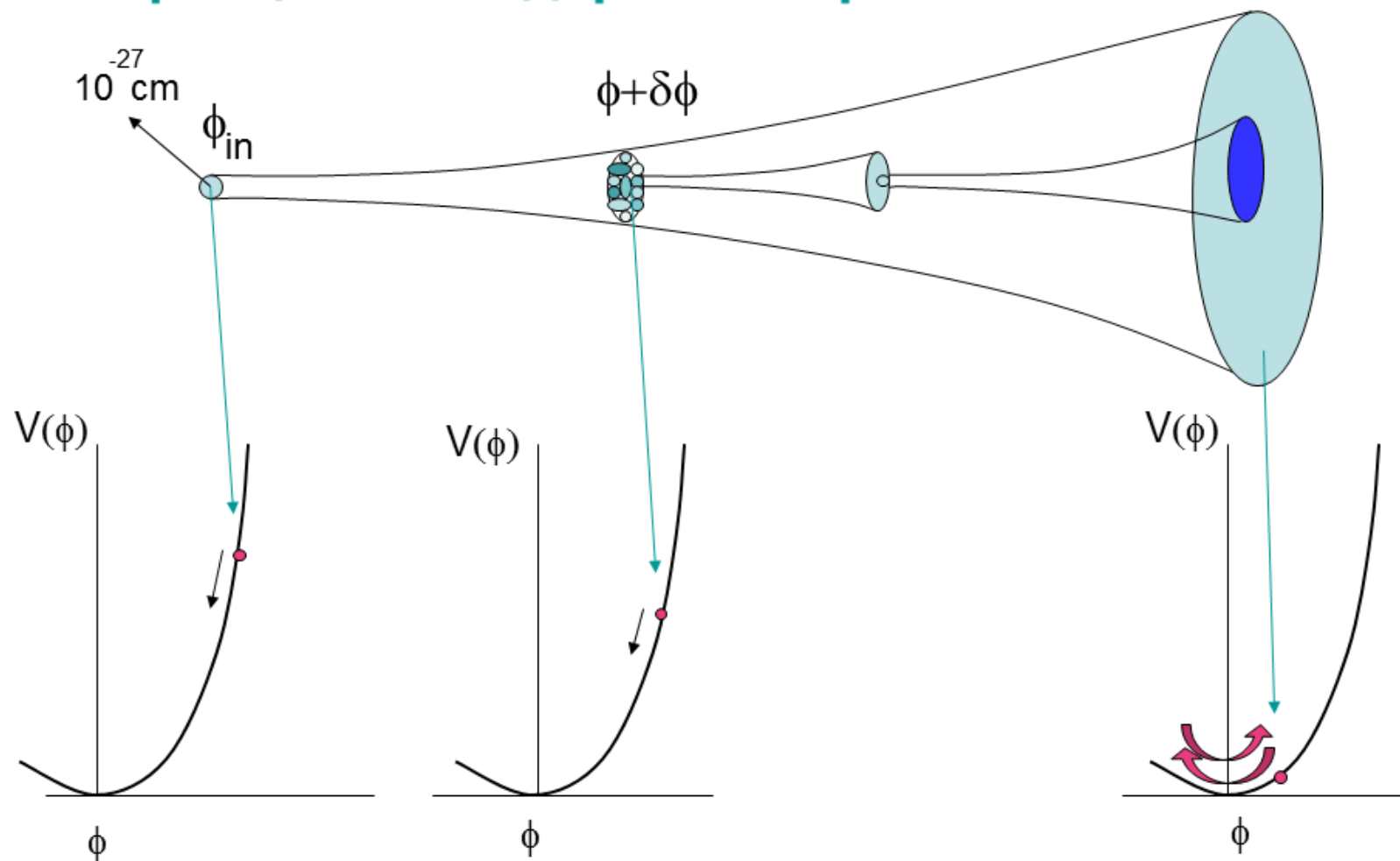
История



$$\left\{ \begin{array}{l} R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = 8\pi G T_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} \\ P = w\rho \end{array} \right.$$

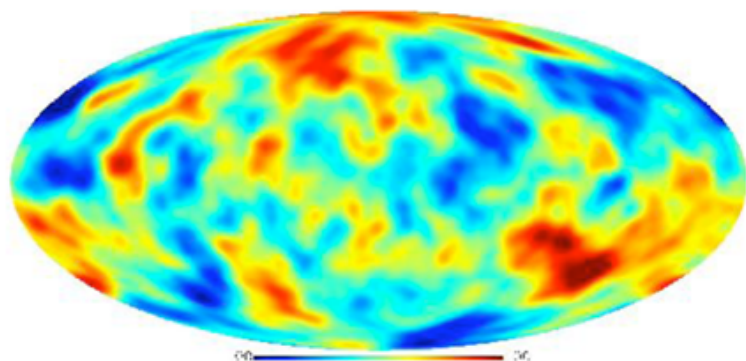
$$W=0; 1/3; -1$$

Поведение поля и пространства во время инфляции. Стандартная картина



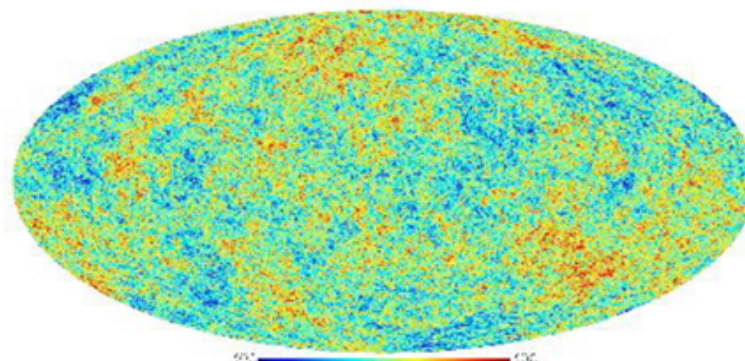
Прогресс техники наблюдения

COBE
(7 degree resolution)



($l < 20$)

WMAP
(0.25 degree resolution)



($l < 700$)

Флуктуации температуры реликтового излучения

Нарушение основ:

Выделенная система отсчета – существует!

Уменьшение скорости замкнутой системы

