

Физика космоса

кружок

Занятие 4

Космология Ньютона. Часть 2.

Москва

Космология Ньютона

Уравнения динамики Вселенной в космологии Ньютона:

ускорение, с которым происходит расширение/сжатие

$$\ddot{R} = -4\pi G\rho R/3$$

скорость расширения/сжатия

$$\dot{R}^2 = \frac{8\pi G\rho_0 R_0^3}{3R} - kc^2$$

Плотность вещества во Вселенной Ньютона

$$\rho(t) = \rho_0 R_0^3 / R^3(t)$$

Классификация космологических моделей. $\Lambda = 0$

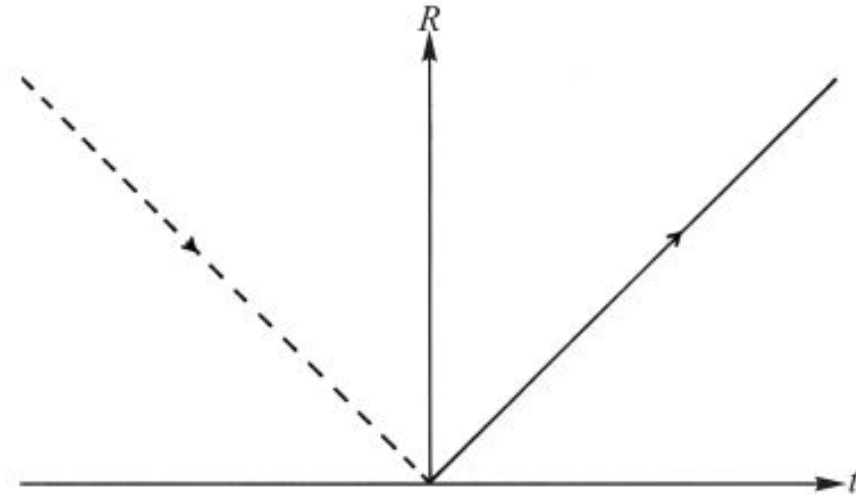
Модель Милна, $\rho = 0, k = -1$

Можно воспользоваться
Ньютоновской космологией.

$$\dot{R}^2 = \frac{8\pi G\rho_0 R_0^3}{3R} - kc^2$$

Решение

$$R(t) = \pm ct$$



Классификация космологических моделей. $\Lambda = 0$

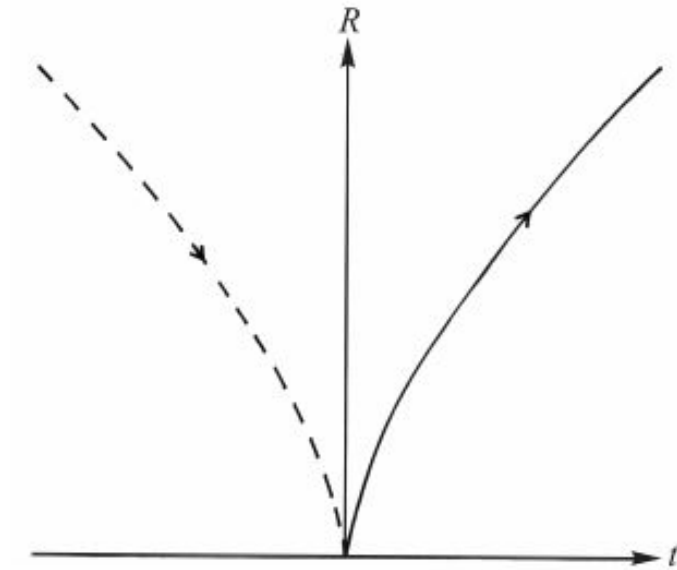
Модель Эйнштейна–де Ситтера, $k = 0$

Можно воспользоваться
Ньютоновской космологией.

$$\dot{R}^2 = \frac{8\pi G\rho_0 R_0^3}{3R} - kc^2$$

Решение

$$R(t) = \pm R_0(t/t_0)^{2/3}$$



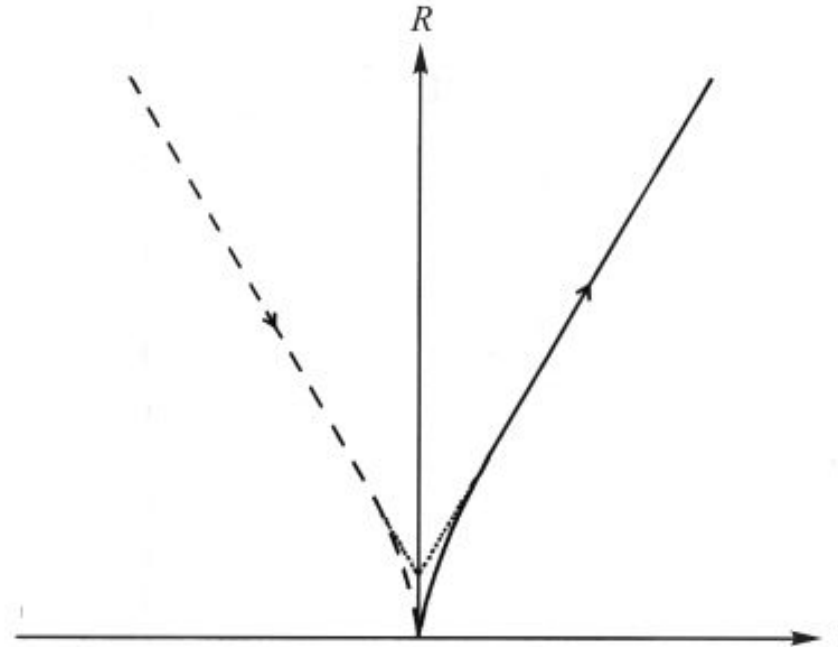
Классификация космологических моделей. $\Lambda = 0$

Модель Эйнштейна – де Ситтера, $\rho > 0, k = -1$

$$\dot{R}^2 = \frac{8\pi G\rho_0 R_0^3}{3R} - kc^2$$

$\dot{R}^2 > 0$ для всех R , поэтому расстояние всегда изменяется монотонно

При устремлении времени в бесконечность скорость расширения должна стремиться к скорости света, происходит переход к Вселенной Милна.



Классификация космологических моделей. $\Lambda = 0$

Модель Эйнштейна–де Ситтера, $\rho > 0, k = +1$

$$\dot{R}^2 = \frac{8\pi G\rho_0 R_0^3}{3R} - kc^2$$

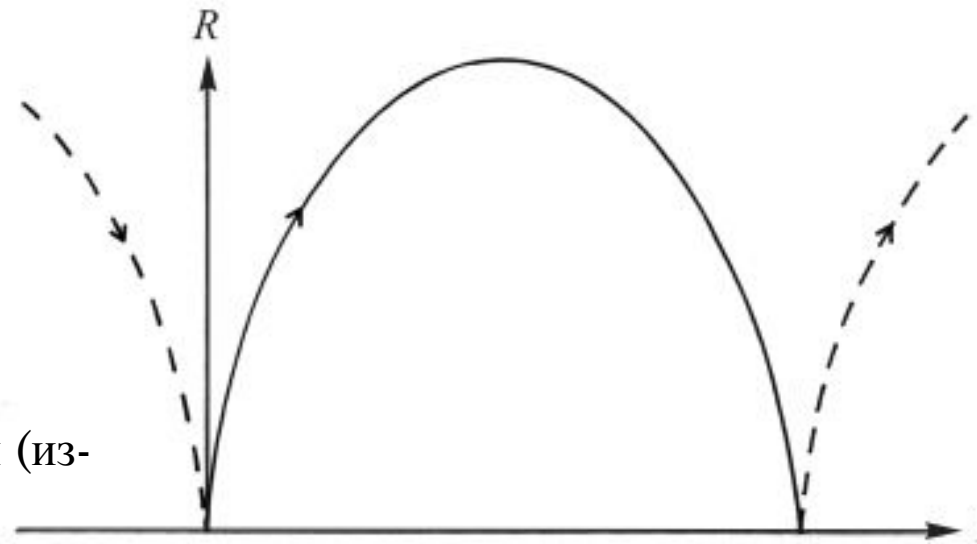
Существует некоторое критическое значение

$$R_c = \frac{8\pi G\rho_0 R_0^3}{3c^2}$$

Поскольку согласно 1-ому уравнению Фридмана ускорение всегда отрицательно

$$\ddot{R} = -4\pi G(\rho + 3p/c^2)R/3$$

расширение рано или поздно сменится сжатием (из-за взаимного гравитационного притяжения галактик).



Получается модель «пульсирующей» Вселенной