Развитие подхода к вычислению функций плотности скалярного поля в приближении неплоского потенциала

Жамбыл Д.К.

НИЯУ МИФИ

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Кирилов А.А.
Учебная группа: Б23-ФЧ

Содержание

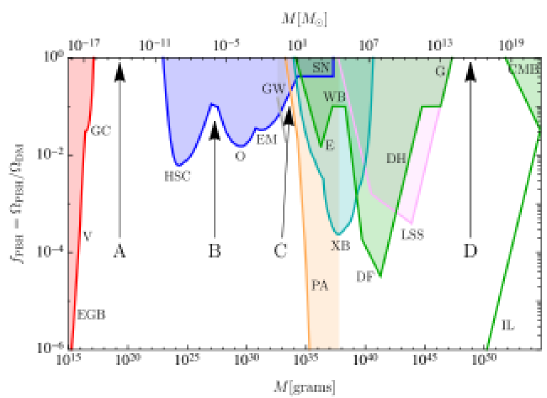
Введение

Цель работы

NASA, ESA (STScI/AURA). Скопление галактик Волосы Вероники

Введение

Актуальность



Primordial Black Holes as Dark Matter: Recent Developments Bernard Carr, Florian Kuhnel

Уравнения движения скалярного поля

Действие

$$S = \frac{M_{\mathrm{Pl}}^2}{2} \int d^4x \sqrt{-g_4} \left[R + (\partial\Phi)^2 - m^2\Phi^2 \right]$$

Уравнение движения скалярного поля

$$\frac{\partial\Phi}{\partial t} - \frac{1}{3H}\left[e^{-2Ht}\Delta\Phi - \frac{\partial V(\Phi)}{\partial\Phi} \right] = y(t)$$

$$y(x,t) \equiv \left(-\frac{1}{3H}\frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial}{\partial t} + \frac{1}{3H}e^{-2Ht}\Delta \right) Q(x,t).$$

$$\frac{\partial\Phi_{\mathrm{cl}}}{\partial t} - \frac{1}{3H}\left[e^{-2Ht}\Delta\Phi_{\mathrm{cl}} - \frac{\partial V(\Phi_{\mathrm{cl}})}{\partial\Phi_{\mathrm{cl}}} \right] = 0$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial t} - \frac{1}{3H}\left[e^{-2Ht}\Delta\phi - V''(\Phi_{\mathrm{cl}})\,\phi \right] = y(x,t)$$

Плотность Вероятности поля

Плотность вероятности

$$f(\Phi_2, t) = \frac{dP(\Phi_2, t;\, \Phi_1, t_1)}{d\Phi_2}$$

$$= \sqrt{\frac{q^2}{\pi}} \exp\left[-q^2 \left(\Phi_2 - \Phi_{\mathrm{cl}}(t_2) - \left(\Phi_1 - \Phi_{\mathrm{cl}}(t_1) \right) e^{-M(t_2)} \right)^2 \right].$$

Параметры

$$\sigma = \frac{H^{3/2}}{2\pi}, \mu = \frac{m^2}{3H}, M(t) = \int_{t_1}^{t} \mu(t)\, dt$$

Приближение для случая плоского потенциала при $\mu(t) \ll 1$

Асимптотическое приближение для sinh(M(t))

$$q^2 \equiv \frac{1}{2\sigma^2 \sinh^2\big(M(t_2)\big)} \int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, e^{2M(t)}\, dt,$$

$$\begin{aligned}
(\sinh M(t_2))^2 \simeq M^2(t_2) = \left(\int_{t_1}^{t_2} \mu(t)\, dt\right)^2 = \\
= \int_{t_1}^{t_2} \mu(t)\, dt \int_{t_1}^{t_2} \mu(t)\, dt = \\
= \int_{t_1}^{t_2} (t_2 - t)\, \mu^2(t)\, dt \simeq (t_2 - t) \int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, dt
\end{aligned}$$

Приближение для случая плоского потенциала при $\mu(t) \ll 1$

Асимптотическое приближение для exp(M(t))

$$\int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, e^{2M(t)}\, dt \simeq \int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, \big(1 + 2M(t)\big)\, dt =$$

$$= \int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, dt + 2\int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, M(t)\, dt \simeq \int_{t_1}^{t_2} \mu^2(t)\, dt$$

Плотность вероятности для плоского потенциала

$$f(\Phi, t) = \sqrt{\frac{2\pi}{H^3 T}} exp\left(-\frac{2\pi^2\Phi^2}{H^3 T}\right)$$

Заключение

- Получено приближение для случая плоского потенциала при вычислении плотности вероятности обнаружения поля.
- Планируется развитие метода Кириллова–Рубина для непосредственного расчёта спектра масс первичных черных дыр и объяснения с его помощью природы темной материи.

Спасибо за внимание!