

ЭФФЕКТЫ ДОМИНАНТНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР, ИСПАРЯЮЩИХСЯ В ОЧЕНЬ РАННЕЙ ВЕЛЕННОЙ

Научный руководитель д.ф. - м.н., проф. М. Ю. Хлопов

Студент Д. Е. Полянский

Введение

Условие образования чёрной дыры:

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}$$

Первичные чёрные дыры – чёрные дыры, образующиеся в результате неоднородности ранней Вселенной.

Образование ПЧД на пылевой стадии

Достаточные условия:

1. Достаточная начальная сферичность:

$$W_s \sim \left(\frac{r_g}{r_1} \right)^5$$

2. Достаточная начальная однородность:

$$W_u \sim \left(\frac{r_g}{r_1} \right)^{\frac{3}{2}}$$

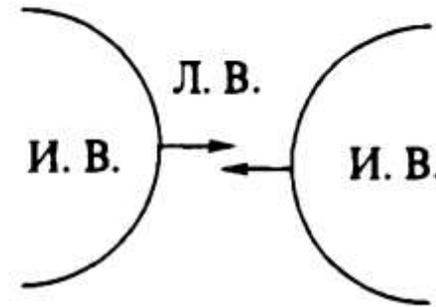
Тогда:
$$W_{\text{ВРН}} \geq \left(\frac{r_g}{r_1} \right)^{\frac{13}{2}}$$

r_1 - начальный размер конфигурации.

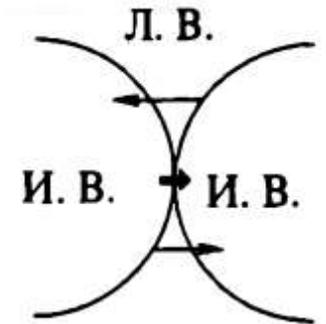
Образование ПЧД от столкновений пузырей вакуума

Предполагаем существование двух невырожденных состояний вакуума: истинный и ложный. Состояние ложного распадается, потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию стенок.

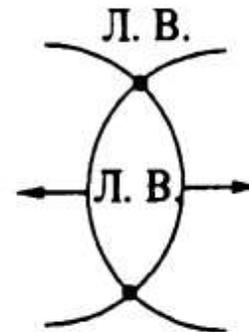
При: $D_{\min} < r_g$
образование ПЧД.



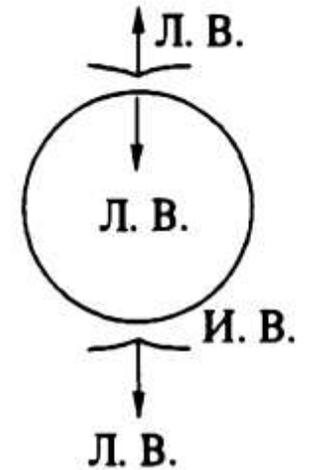
а)



б)



в)



г)

Испарение ПЧД

Теряя массу, ПЧД испаряется. Полное испарение происходит за время:

$$t_e \sim \left(\frac{M}{m_{\text{Pl}}} \right)^3 t_{\text{Pl}}.$$

Зная часть энергии пузыря, которая пошла на образование ПЧД γ_1

можем выразить:
$$M = \frac{\gamma_1 m_{\text{Pl}}^2}{2 H_{\text{end}}}$$

$$H_{\text{end}} \approx 4 \cdot 10^{-6} m_{\text{Pl}}$$
 - масштаб инфляции.

Время начала и окончания стадии доминирования:

$$t_1 \approx (\beta_0^2 H_{\text{end}})^{-1}$$

$$t_e \sim 10^{-27} \text{s} \left(\frac{M}{1\text{g}} \right)^3$$

Взяв $\gamma_1 = 0.01$, получаем оценки:

$$M \approx 0.4 \text{ g}$$

$$t_e \approx 10^{-28} \text{s}.$$

Заключение

- Изучено несколько вариантов образования ПЧД
- Рассмотрен эффект испарения ПЧД и ограничения на время начала и окончания стадии доминирования
- Оценены масса и время испарения ПЧД при конкретном условии

В дальнейшем планируется точнее определить условия доминирования, подробнее изучить математическую модель ПЧД.