

Constraints on Wormhole Formation from Phantom Dark Energy in DESI

Моисеев Ю.А., Сажина О.С.

ГАИШ МГУ, Москва

Летняя Школа Фонда «БАЗИС» — 2026. «Физика фундаментальных взаимодействий»

7.08.2026

1. Morris-Thorne wormhole and NEC

Morris M. S., Thorne K. S. Wormholes in spacetime and their use for interstellar travel *Am. J. Phys.* – 1988. – V. 56. – P. 395.

$$ds^2 = -e^{2\Phi(r)} dt^2 + \left(1 - \frac{b(r)}{r}\right)^{-1} dr^2 + r^2 d\Omega^2$$

На горловине – нарушение NEC:

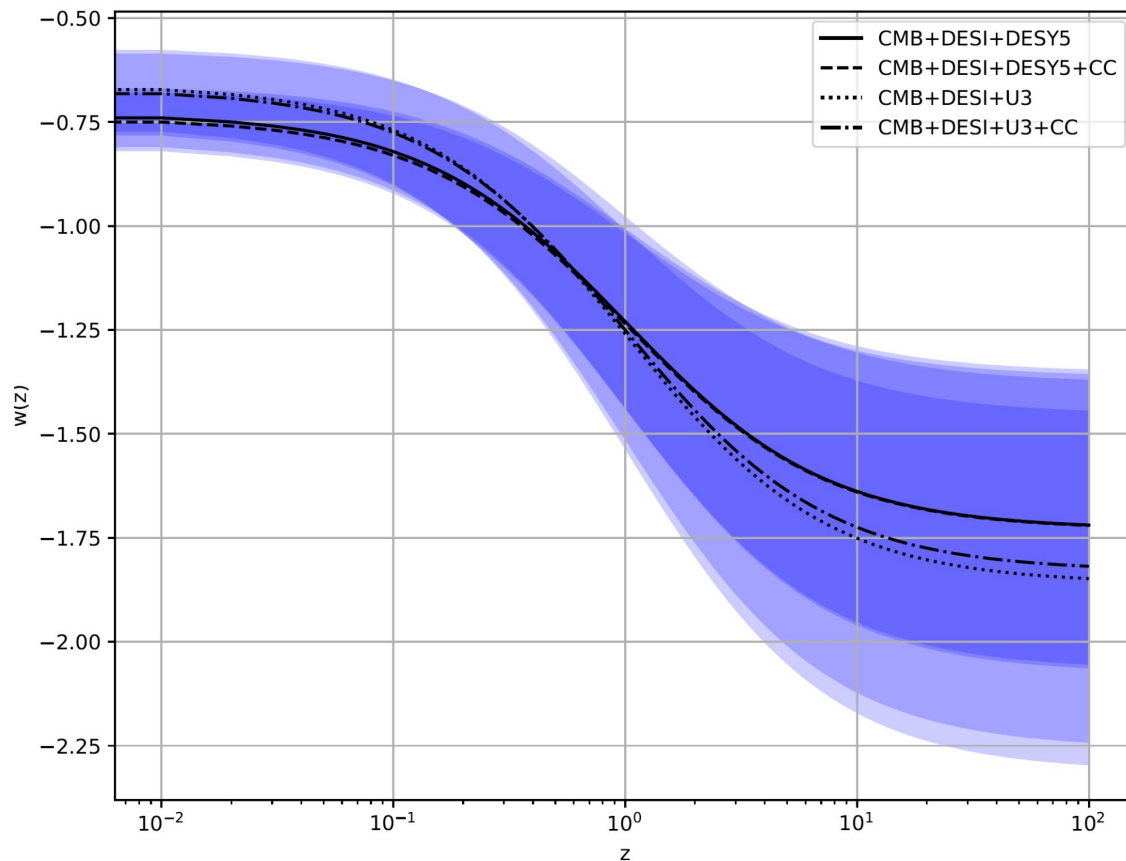
$$p_r = w\rho$$

$$p_r + \rho = (1 + w)\rho < 0$$

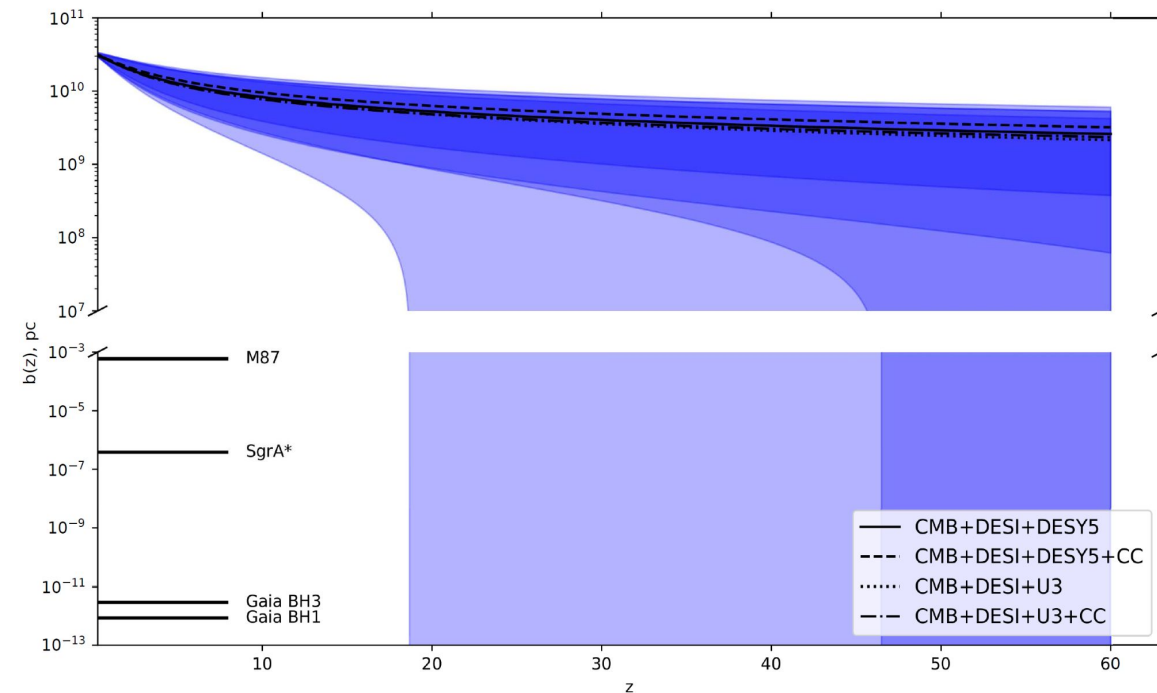
2. DESI

DESI Collaboration/JCAP/2025
Giarè et.al/Phys.Dark Univ./2025

$$w = w(z) = w_0 + w_a \cdot \left(1 - \frac{1}{1+z}\right)$$



3. Wormhole throat radius



$$p = -\tau = -\frac{1}{8\pi G c^{-4} r^2} \frac{b}{r}$$

$$b(z) = \left(\frac{1}{8\pi G c^{-4} \rho_{\text{ph}}(z) |w(z)|} \right)^{1/2}$$

$$\rho_{\text{ph}}(z) = \Omega_{DE} \frac{3H_0^2 c^2}{8\pi G} \exp \left(-3 \int_{0.3}^z \frac{1+w(z)}{1+z} dz \right)$$

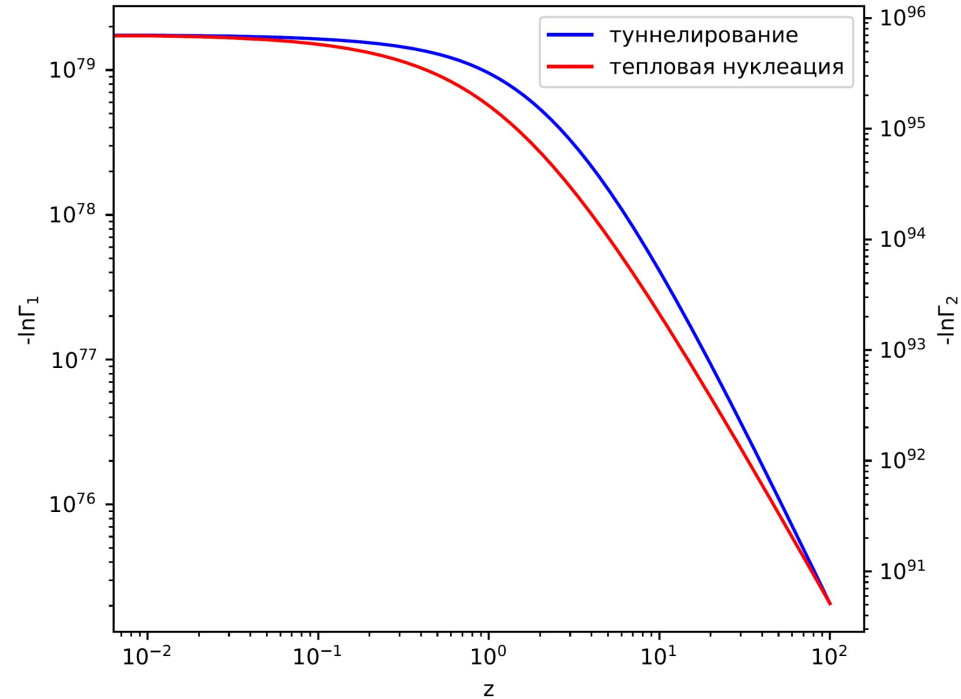
4. Formation rate

Туннелирование:

$$\Gamma \sim e^{-S_E(w)} \leq \exp\left(-\frac{1}{8\pi G^2 c^{-4} \hbar \rho_{\text{ph}}(z) |w(z)|}\right)$$

Тепловая нуклеация:

$$\Gamma(z) \sim \exp\left(-\frac{2\pi}{\hbar} \frac{1}{(8\pi G c^{-4})^{\frac{3}{2}} H(z) \rho_{ph}(z)^{\frac{1}{2}} |w(z)|^{\frac{3}{2}}}\right)$$



5. Results

DESI допускает фантомную темную энергию с $w < -1$, способную стабилизировать горловины КН

Получена связь плотности фоновой темной энергии с радиусом горловины КН Морриса-Торна

Рассмотренные механизмы формирования подавлены. Получено ограничение на эффективность формирования КН из наблюдательных данных SQLS: $f \lesssim 10^{-11}$.

Backup slides

Tunneling I

Horowitz et al./Class.Q.Grav./2019

$$\Gamma \sim A e^{-S_E}$$

$$S_E \sim \frac{1}{G} \int d^4x \sqrt{-g} R + S_{matter} \geq \frac{1}{G} \int d^4x \sqrt{-g} R$$

$$R \sim \frac{1}{b^2} \quad S_E(z) \sim \frac{1}{G} \cdot b^4(z) \cdot \frac{1}{b^2(z)} = \frac{b^2(z)}{G}$$

Tunneling II

$$S_E(z) \sim \frac{1}{8\pi G^2 c^{-4} \hbar \rho_{\text{ph}}(z) |w(z)|}$$

$$\Gamma_{\text{EI}}(z) \leq \exp\left(-\frac{1}{8\pi G^2 c^{-4} \hbar \rho_{\text{ph}}(z) |w(z)|}\right)$$

Thermal nucleation

$$E_{\text{WH}} \sim \rho_{\text{ph}} \cdot b_0^3 \sim \frac{1}{(8\pi G c^{-4})^{3/2}} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{ph}}^{1/2}(z) |w(z)|^{3/2}}$$

$$\Gamma(z) \sim \exp\left(-\frac{E_{\text{WH}}}{k_B T(z)}\right) = \exp\left(-\frac{E_{\text{WH}}}{k_B} \cdot \frac{2\pi k_B c}{\hbar c H(z)}\right)$$

$$\Gamma_{\text{th}}(z) \sim \exp\left(-\frac{2\pi}{\hbar} \cdot \frac{1}{(8\pi G c^{-4})^{3/2} H(z)} \cdot \frac{1}{\rho_{\text{ph}}^{1/2}(z) |w(z)|^{3/2}}\right)$$