

# ОБРАЗОВАНИЕ ГАЛО ТЕМНОЙ МАТЕРИИ ВОКРУГ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

Кауц В.Л.

Астрокосмический Центр  
ФИАН

# Окрестность Солнечной Системы

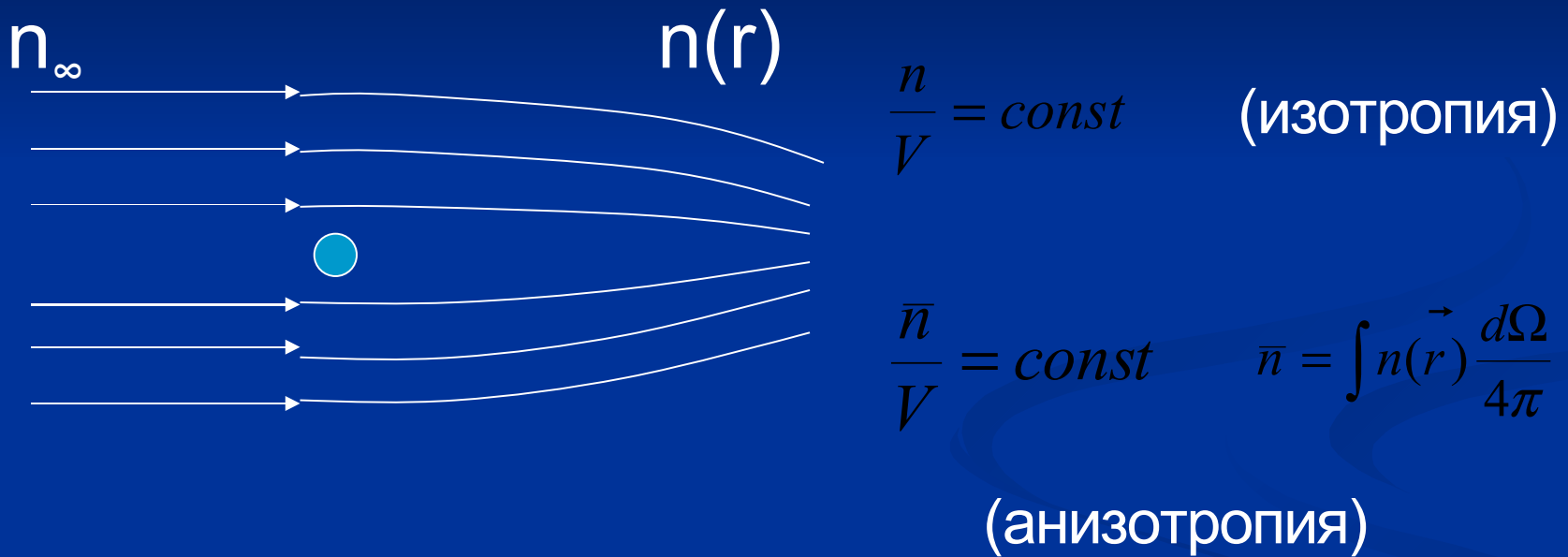
$$\rho_{star\_disk} \approx 10^{-1} \frac{M_{\odot}}{pc^3} = 10^{-23} \frac{g}{cm^3}$$

$$\rho_{D.M.} \sim \rho_{star\_halo} \approx 10^{-2} \frac{M_{\odot}}{pc^3} = 10^{-24} \frac{g}{cm^3} = 0.3 \frac{GeV}{cm^3}$$

$$f_{\infty}(V) \sim e^{-\frac{V^2}{\sigma^2}}$$

$$\sigma \approx V_{\odot} \approx 300 \frac{km}{s}$$

# Гравитационная фокусировка частиц



$$\frac{ndVf(V)}{V} \quad \text{если} \quad f(V)dV$$

$$V^2(r) = V_{par}^2(r) + V^2(\infty)$$

$$V_{par}(r) \text{ ?? } V(\infty)$$

Нейтронная звезда:

$$V_{par} \sim c/2 \sim 150000 \text{ km/s}$$

$$V_{D.M.}^{\infty} \sim 300 \text{ km/s}$$

$$X_{par}(r) = V_{par}(r) / \sigma$$

$$0 \leq X_{par}(r) \leq 500$$

1.

$$f_{\infty}(V) \sim e^{-\frac{V^2}{\sigma^2}}$$

$$\sigma \approx 300 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$X_{par}(r) = \frac{V_{par}(r)}{\sigma}$$

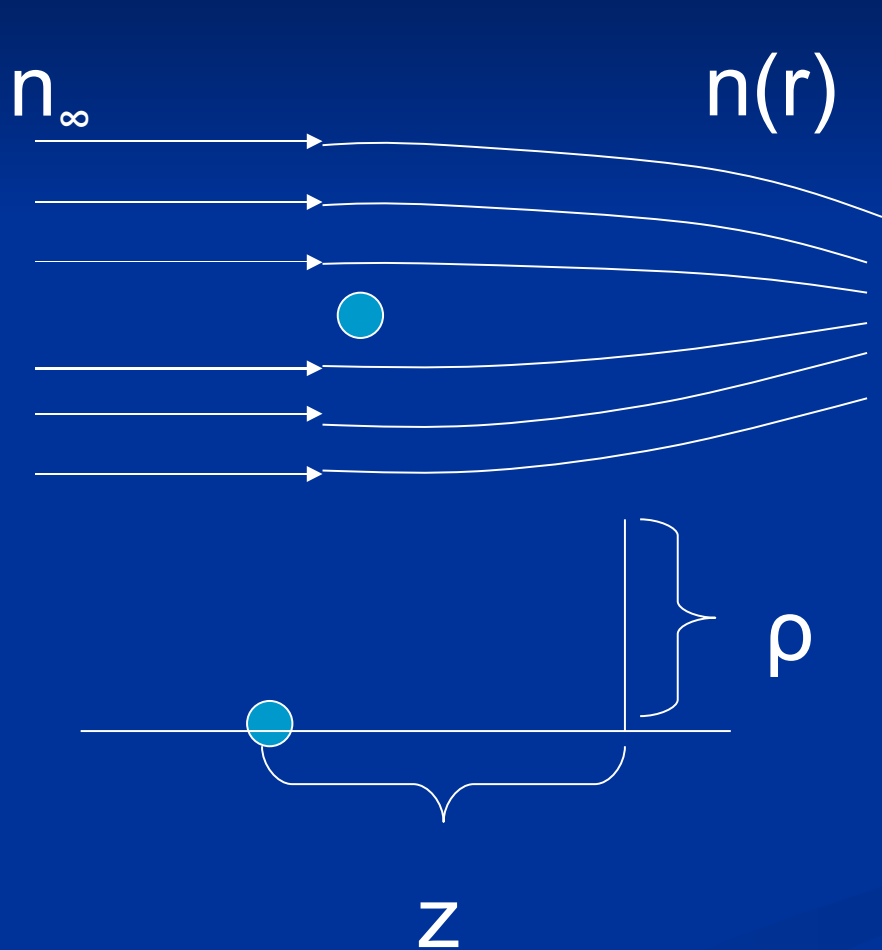
$$X_{par}(r) \gg 1$$

$$n(r) = n_{\infty} \left( \frac{2}{\sqrt{\pi}} X_{par} + \frac{1}{\sqrt{\pi} X_{par}} - \frac{1}{2\sqrt{\pi} X_{par}^3} + \dots \right)$$

2.  $f_{\infty}(V) \sim e^{-\frac{(V-V_{\otimes})^2}{\sigma^2}}$      $\sigma \approx V_{\otimes} \approx 300 \frac{km}{s}$      $X_{par}(r) = \frac{V_{par}(r)}{\sigma}$

$$\bar{n}(r) \sim \frac{n_{\infty}}{2} \frac{V_{par}}{V_{\otimes}}$$

# Каустика



$$n(z, \rho) \approx n_\infty \frac{\sqrt{2az}}{\rho}$$

$$a = \frac{GM}{V_\infty^2}$$

# Гравитационная фокусировка частиц

$$\bar{n}(r) \sim V_{par} \sim \frac{1}{\sqrt{r}}$$

Солнце:  $\frac{\bar{n}(r)}{n_\infty} \sim 2$

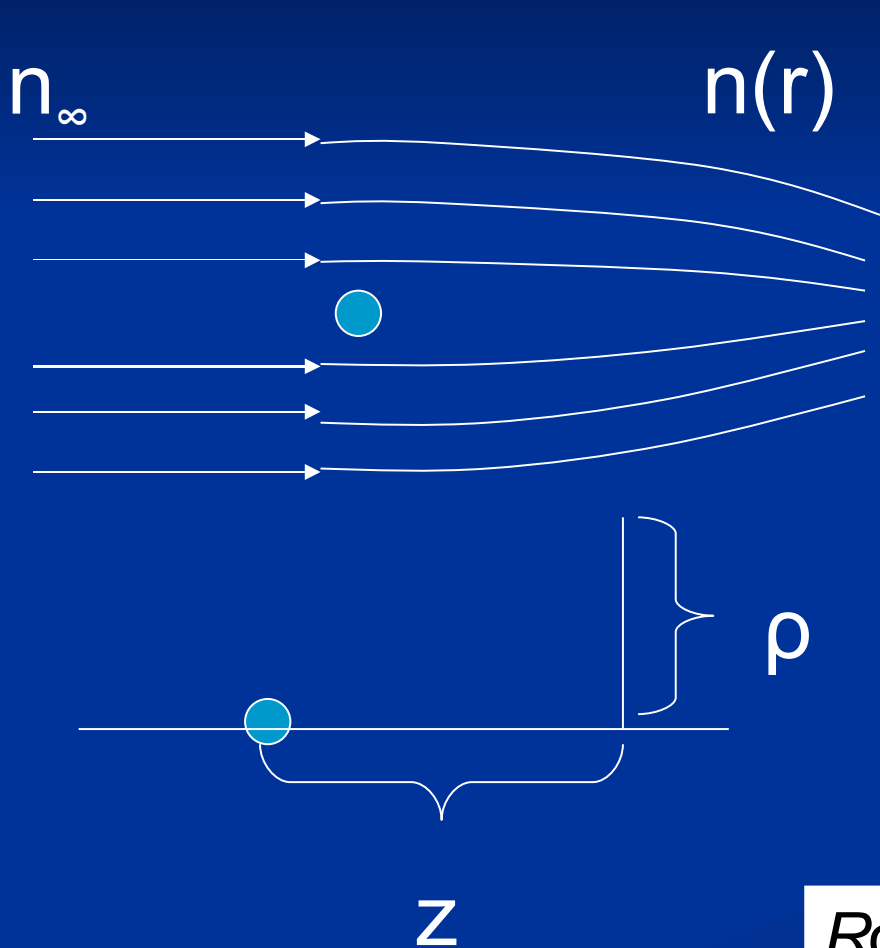
1. Белый карлик:  $r \approx \frac{r_\odot}{10^2} \Rightarrow \frac{\bar{n}(r)}{n_\infty} \sim 20$

2. Нейтронная звезда:  $r \approx \frac{r_\odot}{10^5} \Rightarrow \frac{\bar{n}(r)}{n_\infty} \sim 600$

3. Солнце:  $V_{par}(r=0) \approx 1400 \frac{km}{s} \Rightarrow \frac{\bar{n}(r)}{n_\infty} \sim 5$



# Каустика



$$n(z, \rho) \approx n_\infty \frac{\sqrt{2az}}{\rho}$$

$$a = \frac{GM}{V_\infty^2}$$

Н.3.  $n(z, \rho) \approx 2n_\infty \frac{\sqrt{R_\otimes z}}{\rho}$

$R_0 \sim 360000 \text{ km}$

# Проявление гало

$$M_{\text{halo}} \approx 10^{13} \text{ г}$$

*Пример Солнца: (Spergel, Press et al. 1985)*

$$M_{\text{D.M.}} = 5 - 60 \text{ GeV} \quad \sigma \approx 4 \cdot 10^{-36} \text{ см}^2$$

*Обилие  $10^{-12}$  – существенно !!!*

# Проявление гало

*Каустика:  $\sigma \sim n^2 \sim \int \rho^{-2} \rho \, d\rho \sim \ln \rho$*

$$n(z, \rho) \approx 2n_{\infty} \frac{\sqrt{R_{\otimes} z}}{\rho}$$

## Выводы

Любое гравитирующее тело, находящееся в поле частиц темной материи, формирует вокруг себя бесстолкновительное гало. Его характеристики определяются скоростями частиц и самого объекта, а также гравитацией тела.

Для нейтронных звезд увеличение плотности темной материи вблизи поверхности  $\sim 500$  раз.