

Влияние температуры звезды
на внутренний зазор
радиопульсара J0901-4046

Барсуков Д.П., Попов А.Н.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе

J0901-4046

M. Caleb (2022)

$$P = 75.89 \text{ с}$$

$$\dot{P} = 2.25 \cdot 10^{-13}$$

$$B_{dip} \approx 2.6 \cdot 10^{14} \text{ Гс}$$

$$\tau = \frac{P}{2\dot{P}} = 5.3 \cdot 10^6 \text{ лет}$$

$$\dot{E} = 2.0 \cdot 10^{28} \text{ эрг/с}$$

$$D_{DM} = 328 \text{ пк}$$

$$D_{DM} = 467 \text{ пк}$$

$$L_X < 1.6 \cdot 10^{30} \text{ эрг/с}$$

$$L_X < 3.2 \cdot 10^{30} \text{ эрг/с}$$

вакуумный зазор

E.M. Novoselov, V.S. Beskin et al (2020)

V.S. Beskin, A.Yu. Istomin (2022)

$$\chi \approx 90^\circ$$

D.N. Sob'yanin (2023)

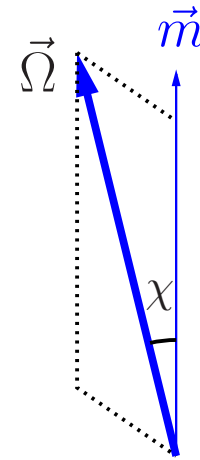
$$\chi \approx 11^\circ$$

$$B_{dip} \gtrsim 2.5 \cdot 10^{16} \text{ Гс}$$

$$W_{50} = 295 - 300 \text{ мс} \quad \text{и} \quad \beta \lesssim 0.2^\circ$$

$$W = 2\pi \cdot \frac{W_{50}}{P} \approx 1.4^\circ$$

$$\chi \leq \chi_{max} = \arcsin \left(\frac{\sin \left(\frac{W_{min}}{4} \right)}{\sin \left(\frac{W}{4} \right)} \right)$$



$$\chi \approx 11^\circ \quad \text{Собянин (2023)}$$

$$\chi \approx 43^\circ \quad W_{min} = 4.6^\circ \cdot (P/1\text{с})^{-0.36}$$

Малов (2004)

$$\chi \approx 50^\circ \quad \lg(W_{min}/1^\circ) = 0.51 - 0.25 \cdot \lg(P/1\text{с})$$

Никитина (2011)

$$\chi \approx 90^\circ \quad \lg(W_{min}/1^\circ) = 1.12 - 0.25 \cdot \lg(P/1\text{с})$$

Никитина (2011)

$$\chi \approx 11^\circ \quad W_{min} = 2.45^\circ \cdot (P/1\text{с})^{-0.5}$$

Rankin (1990)

однако все может быть иначе Малов (2024)

$$\chi = 10^\circ$$

мелкомасштабное поле на поверхности звезды

Е.М. Кантор, А.И. Цыган (2004)

$$B_{dip} \approx 2.6 \cdot 10^{14} \text{ Гс}$$

$$B_{sc} \lesssim B_{dip}$$

$$\ell = 500 \text{ м}$$

$$T_{ns} = (1 - 3) \cdot 10^5 \text{ К}$$

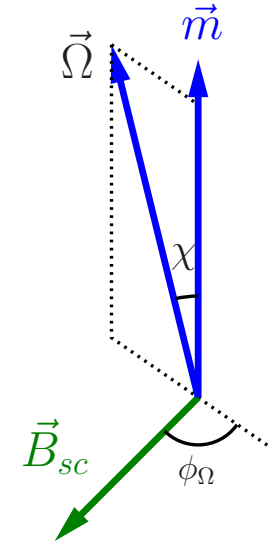
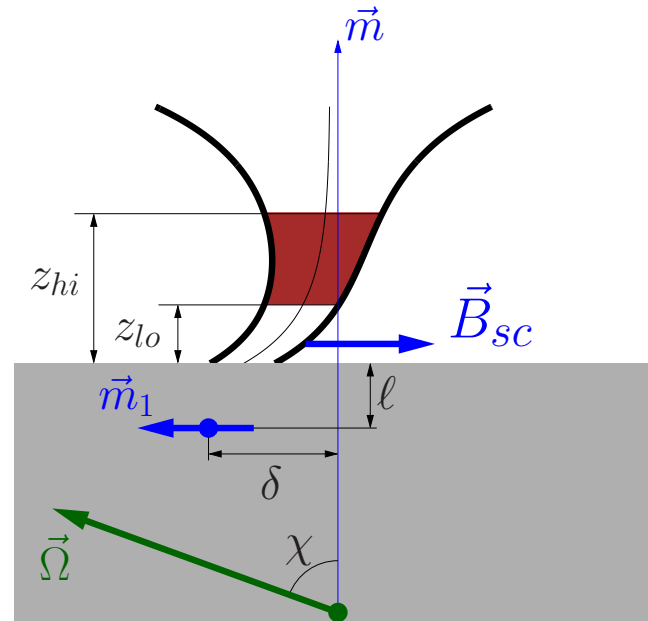
внутренний зазор

стационарность

свободное

истечение

$$\chi = 10^\circ$$



$$\vec{B}(\vec{x}) = \frac{3 \vec{x} (\vec{x} \cdot \vec{m}) - \vec{m} r^2}{r^5} + \frac{3 \vec{\rho}_{sc} (\vec{\rho}_{sc} \cdot \vec{m}_{sc}) - \vec{m}_{sc} \rho_{sc}^2}{\rho_{sc}^5}$$

$$\vec{m} = m \vec{e}_z \quad , \quad B_{dip} = 2m/r_{ns}^3$$

$$\vec{\rho}_{sc} = \vec{x} + \delta \vec{e}_x - (r_{ns} - \ell) \vec{e}_z \quad , \quad \vec{m}_{sc} = -m_{sc} \vec{e}_x \quad , \quad B_{sc} = 2m_{sc}/\ell^3$$

$$B_{surf} \approx 5 \cdot 10^{14} \text{ Гс}$$

позитронии

фотоионизация

$$r_{pc} \approx 17 \text{ м}$$

горячая нейтронная звезда

$$T_{ns} = (1 - 3) \cdot 10^5 \text{ К}$$

Мелкомасштабное поле с

$\ell \sim 500$ м при возрасте

$$\tau = 5.3 \cdot 10^6 \text{ лет.}$$

Почему до сих пор не

распалось ?

$$T_{ns} = (1 - 3) \cdot 10^5 \text{ К}$$

Почему не остыл ?

1. не остыл

B0950+08

$$\tau = \frac{P}{2\dot{P}} = 17.5 \cdot 10^6 \text{ лет}$$

$$T_{ns} = (1 - 3) \cdot 10^5 \text{ К}$$

G.G. Pavlov et al (2017)

2. S. Guillot (2019)

ротохимический подогрев

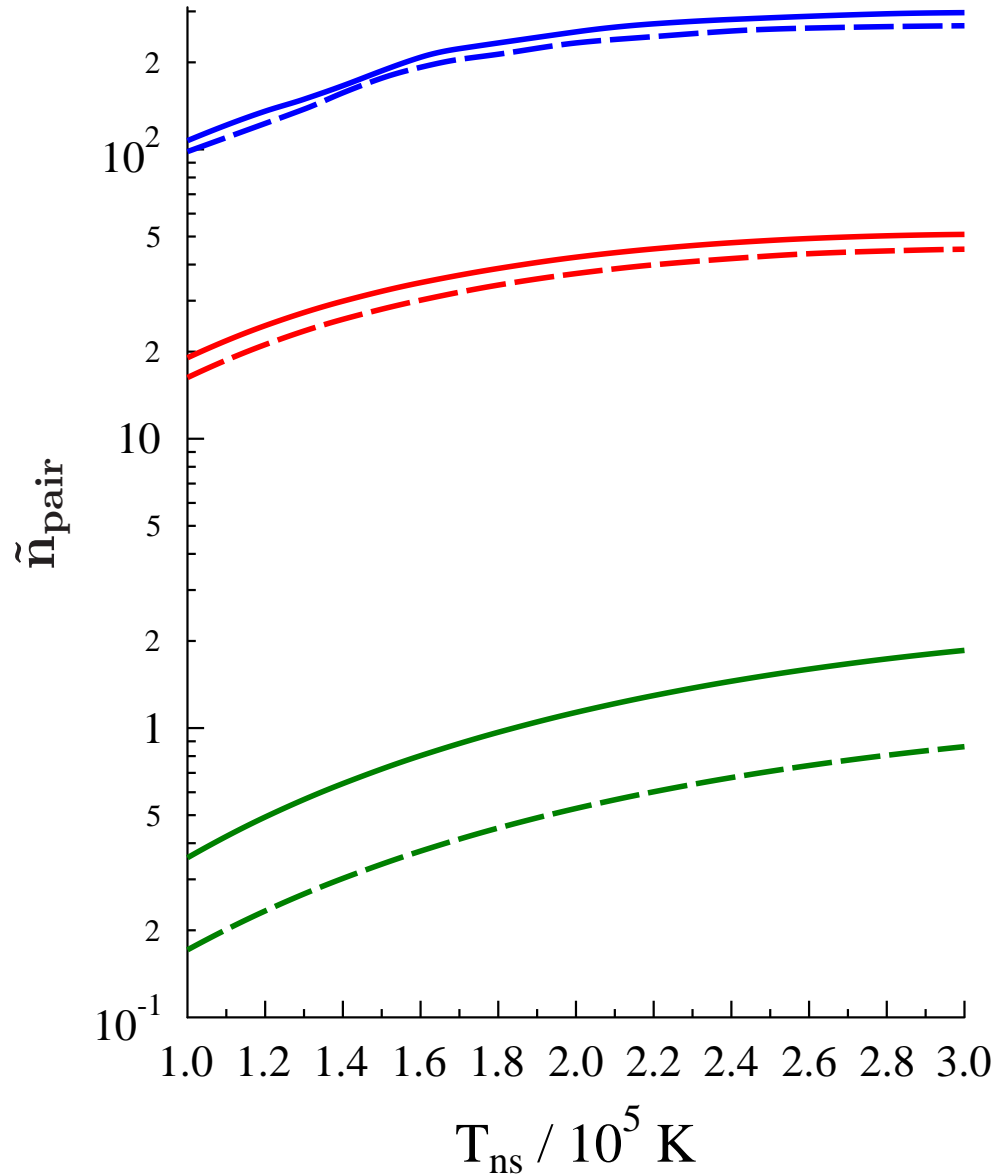
3. A.P. Igoshev, S.V. Popov (2018)

холловский аттрактор как J0250+5854

4. M. Ronchi (2022)

молодой пульсар $\tau \sim 10^3 - 10^5$ лет

$$B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip} \quad \text{и} \quad \chi = 10^\circ$$



— $\delta = 0.04 \quad \phi_\Omega = 0$

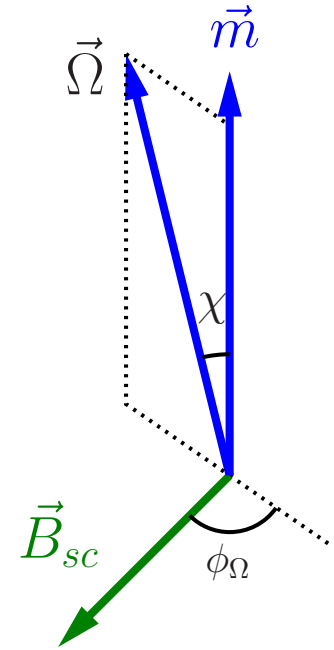
- - - $\delta = 0.04 \quad \phi_\Omega = 0.2\pi$

— $\delta = 0.03 \quad \phi_\Omega = 0$

- - - $\delta = 0.03 \quad \phi_\Omega = 0.2\pi$

— $\delta = 0.02 \quad \phi_\Omega = 0$

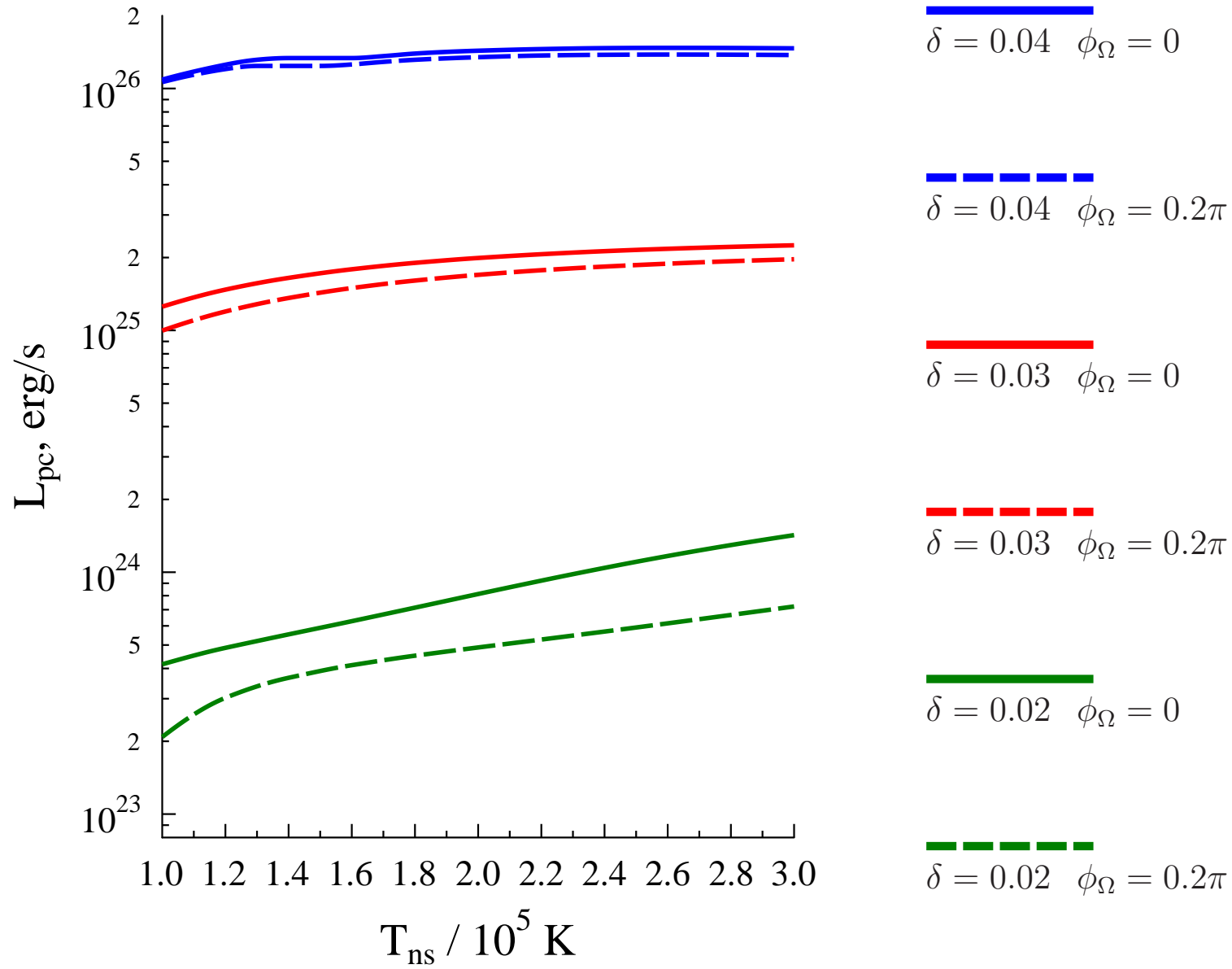
- - - $\delta = 0.02 \quad \phi_\Omega = 0.2\pi$



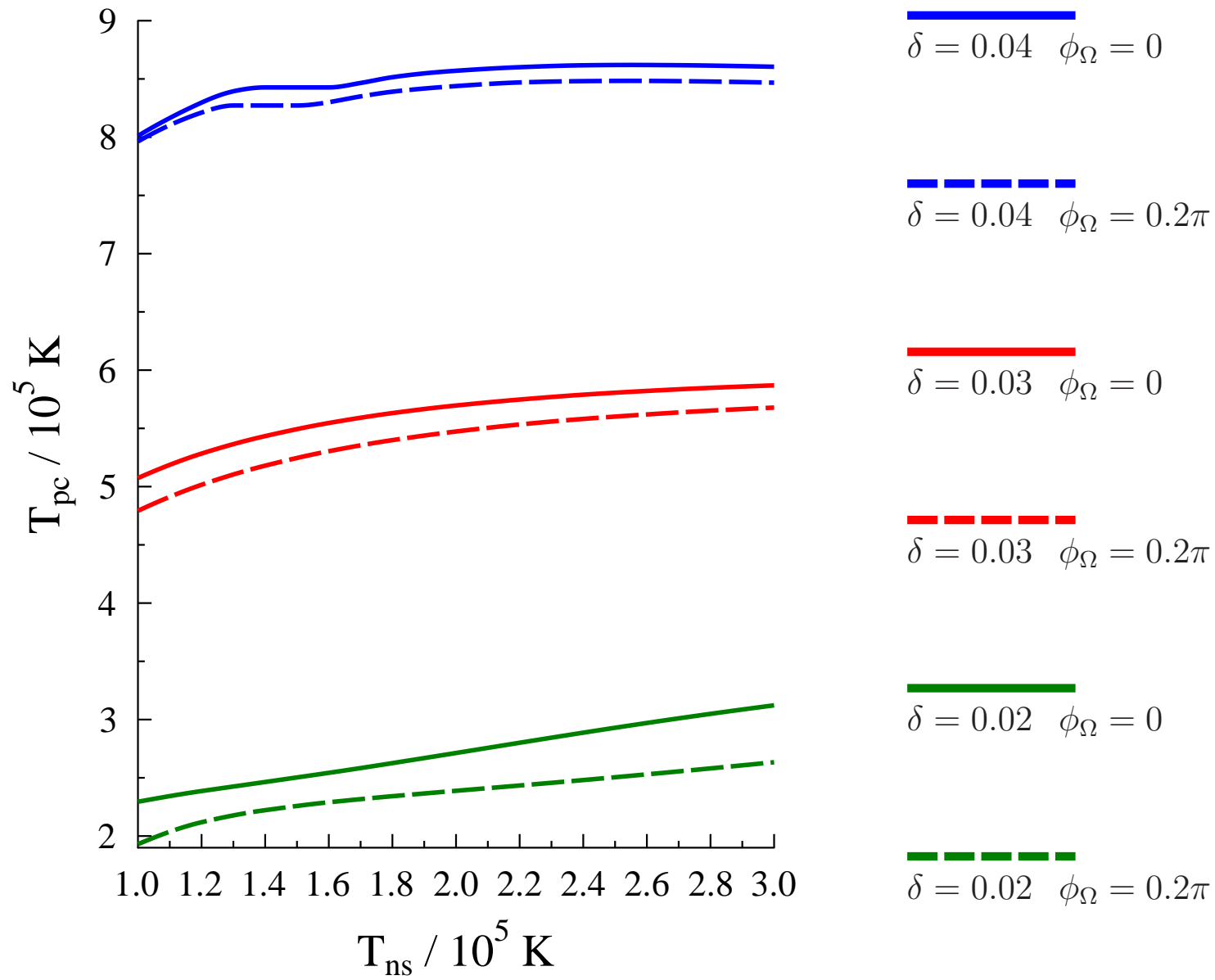
$$n_{pair} = \tilde{n}_{pair} \cdot \frac{\Omega B}{2\pi e}$$

Показано количество \tilde{n}_{pair} электрон-позитронных пар, образовавшихся при фотоионизации позитрония, в единицах $\frac{\Omega B}{2\pi e}$.

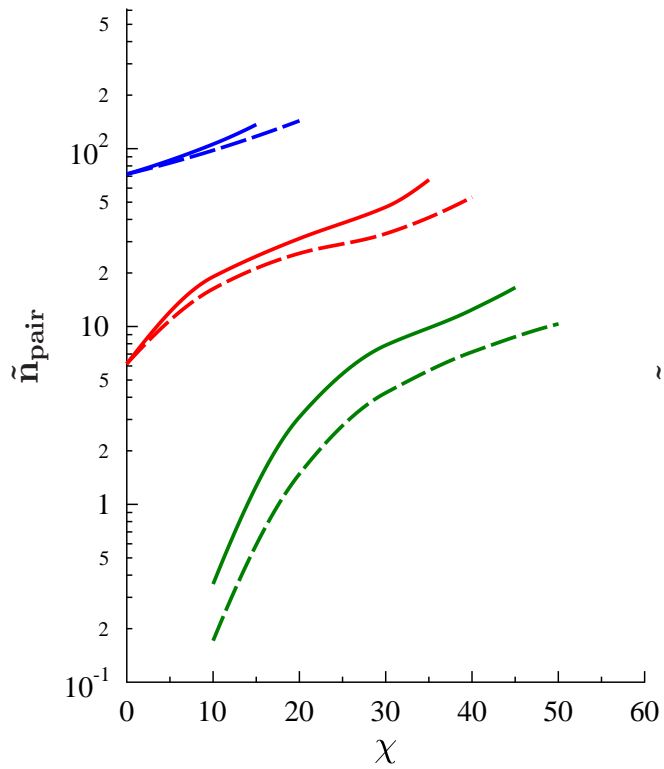
$$B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip} \quad \text{и} \quad \chi = 10^\circ$$



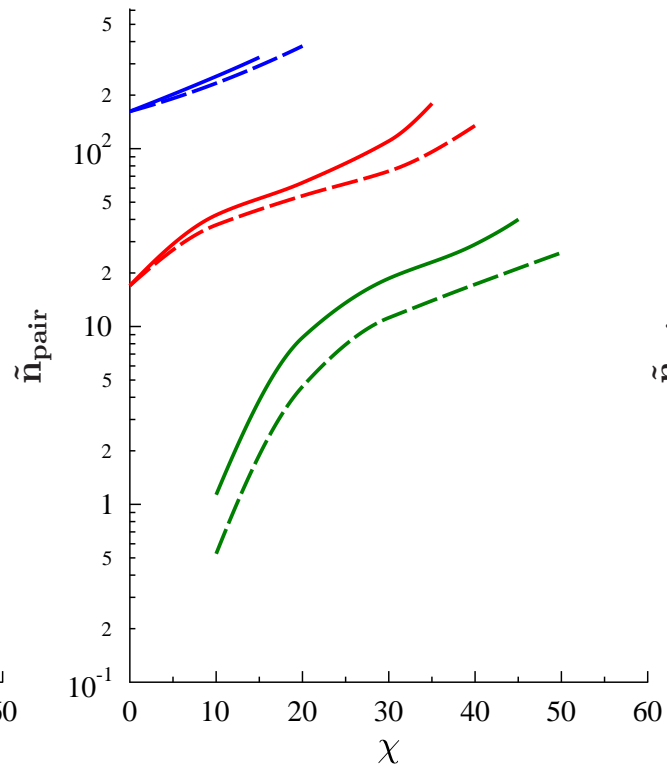
$$B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip} \quad \text{и} \quad \chi = 10^\circ$$



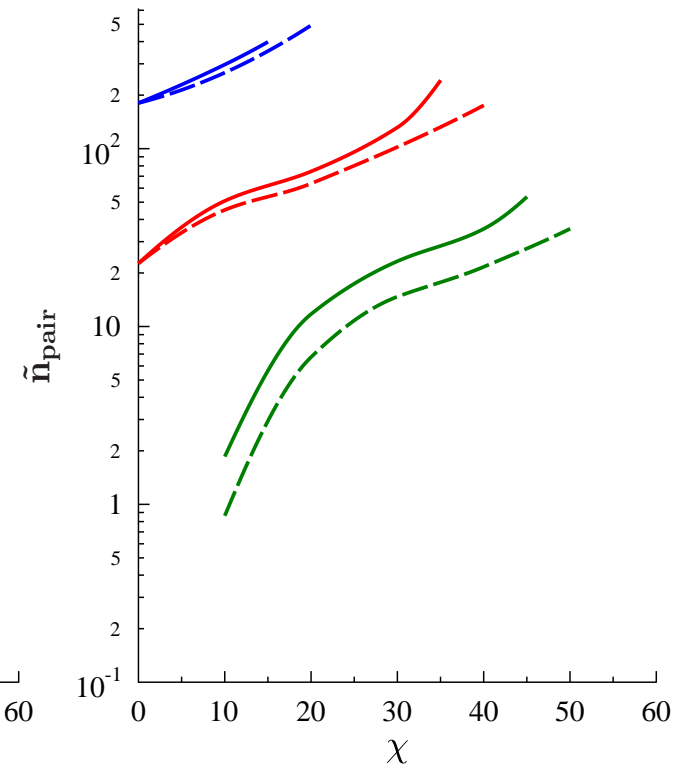
$$B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip}$$



$$T_{ns} = 1 \cdot 10^5 K$$



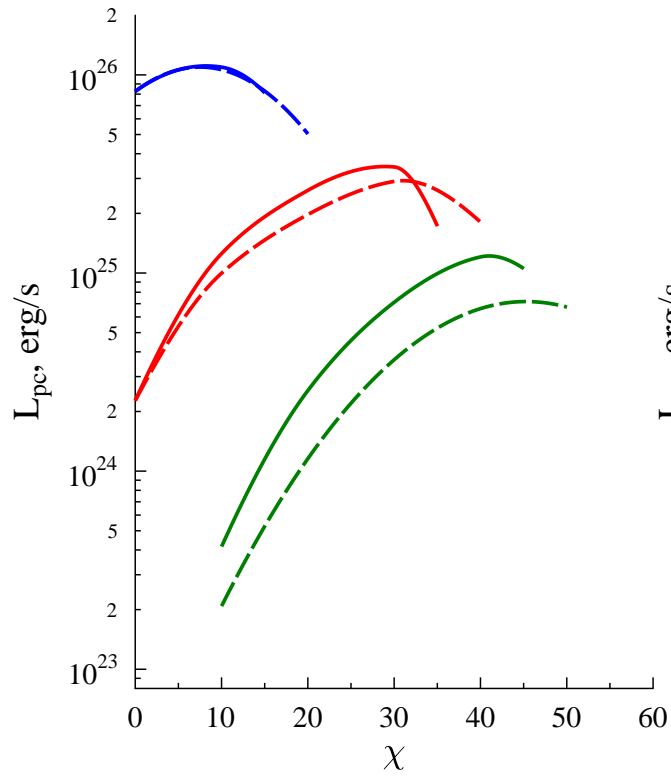
$$T_{ns} = 2 \cdot 10^5 K$$



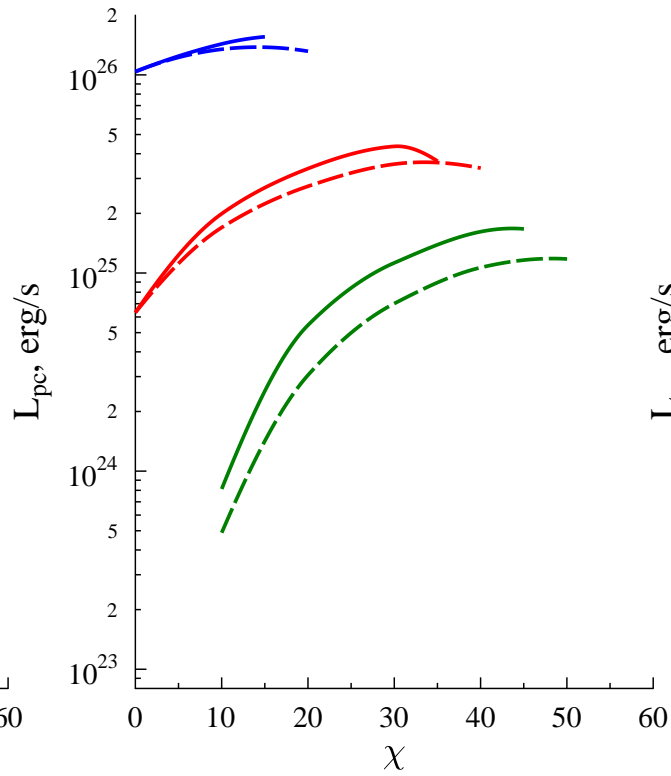
$$T_{ns} = 3 \cdot 10^5 K$$

Количество \tilde{n}_{pair} электрон-позитронных пар, образовавшихся при фотоионизации позитрония, в единицах $\frac{\Omega B}{2\pi e}$ для $B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip}$.

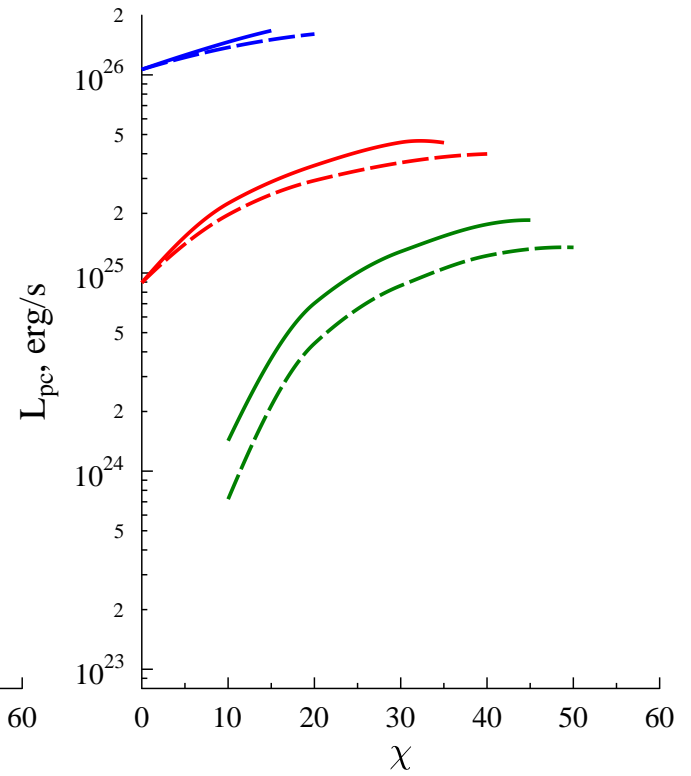
$$B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip}$$



$$T_{ns} = 1 \cdot 10^5 K$$



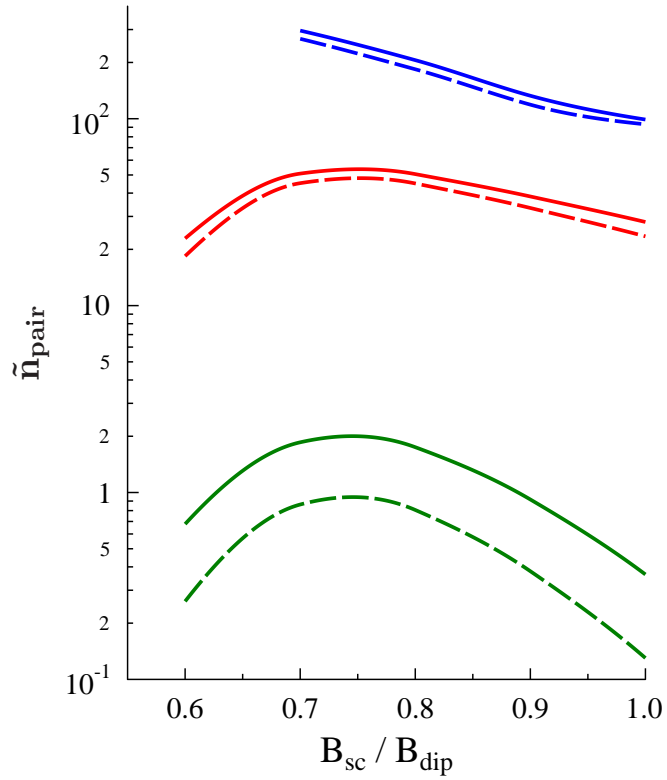
$$T_{ns} = 2 \cdot 10^5 K$$



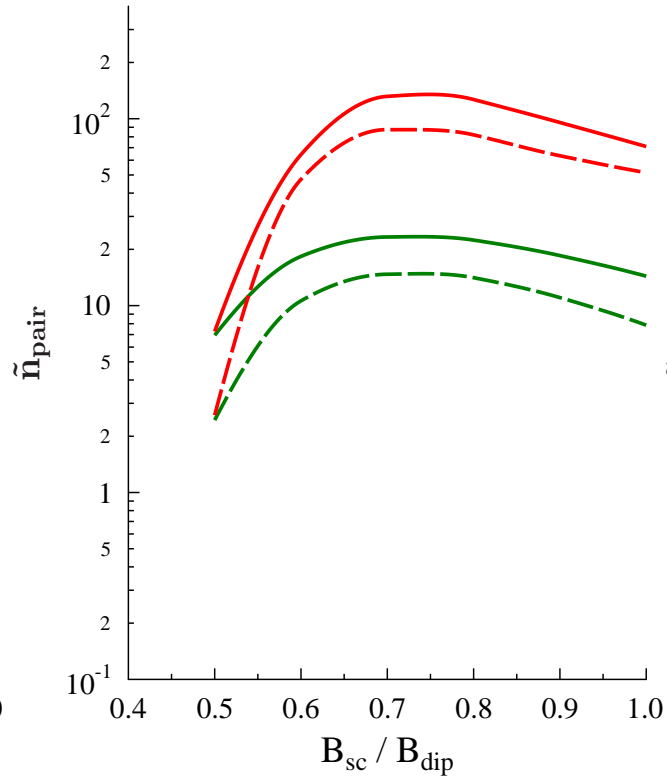
$$T_{ns} = 3 \cdot 10^5 K$$

Светимость полярной шапки L_{pc} для $B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip}$

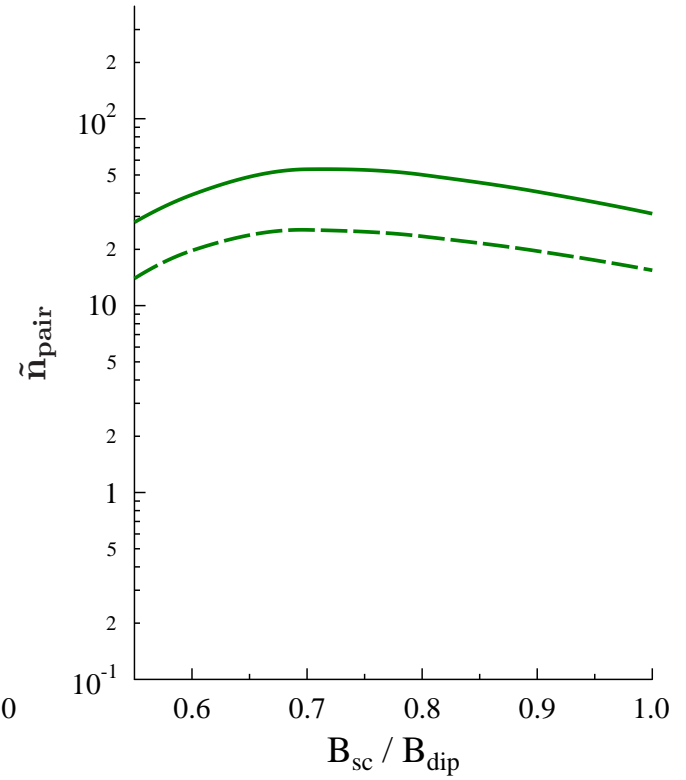
$$T_{ns} = 3 \cdot 10^5 K$$



$$\chi = 10^\circ$$



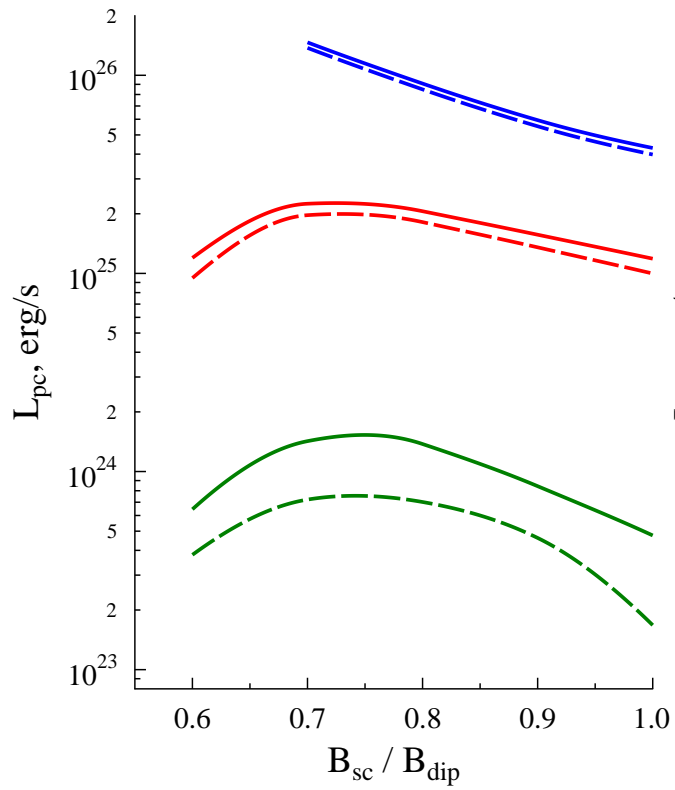
$$\chi = 30^\circ$$



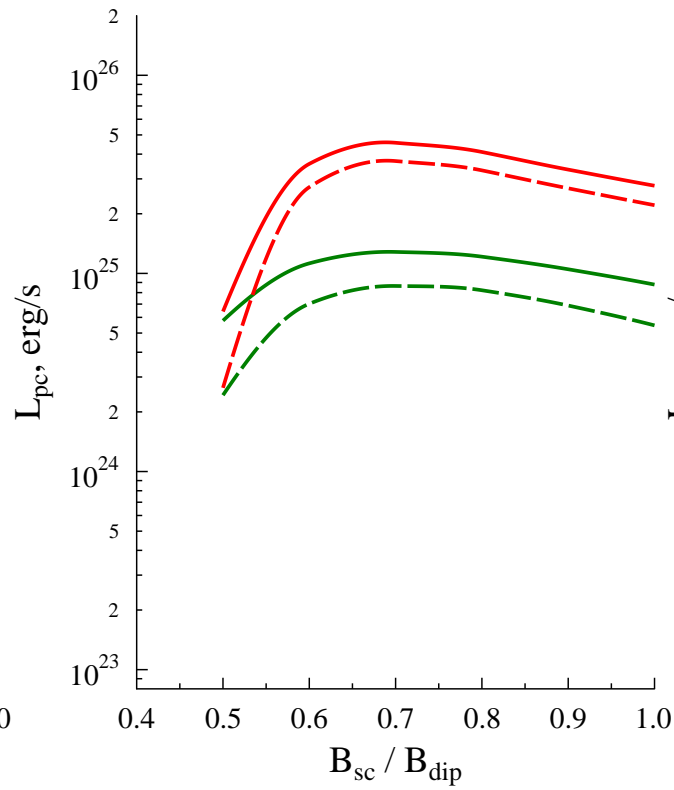
$$\chi = 45^\circ$$

Количество \tilde{n}_{pair} электрон-позитронных пар, образовавшихся при фотоионизации позитрония, в единицах $\frac{\Omega B}{2\pi e}$ для $B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip}$ и $T_{ns} = 3 \cdot 10^5 K$

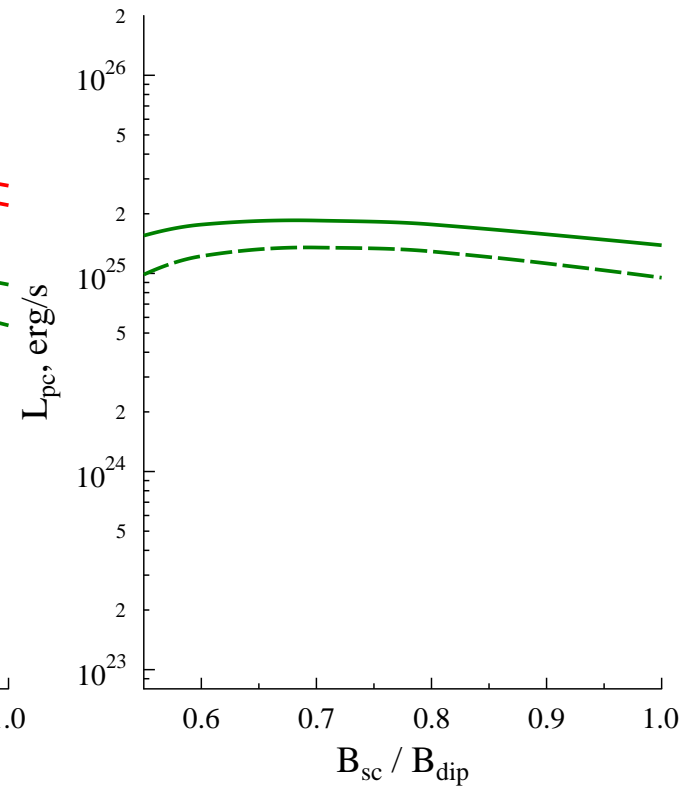
$$B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip} \quad \text{и} \quad T_{ns} = 3 \cdot 10^5 K$$



$$\chi = 10^\circ$$



$$\chi = 30^\circ$$



$$\chi = 45^\circ$$

Светимость полярной шапки L_{pc} для $B_{sc} = 0.7 \cdot B_{dip}$ и $T_{ns} = 3 \cdot 10^5 K$

Спасибо за внимание