

# Гиротронное излучение из основания джета

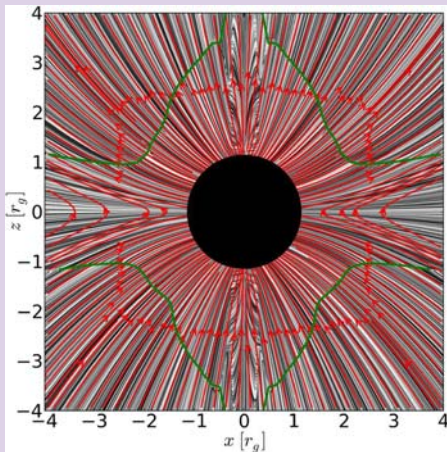
С.В. Чернов<sup>1</sup>, В.С. Бескин<sup>1</sup>

P. N. Lebedev Physical Institute <sup>1</sup>

2013

# Параметры возле горизонта черной дыры

## Магнитное поле радиальное



Komissarov, MNRAS, 359, 801, (2005)

McKinney, Tchekhovskoy, Blandford MNRAS,  
423, 3083 (2012)

## Параметры

Замагниченность  $\sigma \approx \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{W_{tot}}{W_A}} \sim 1-100$

Магнитное поле  $B = 10^3 - 10^4$  Гс.

Гирочастота  $\omega_B = \frac{eB}{mc} \approx 10^{10} - 10^{11}$ ,

Длина волны  $\lambda_B = \frac{2\pi c}{\omega_B} = 1 - 10$  см

Множественность  $\lambda = \frac{n^{lab}}{n_{GJ}} \sim 10^{13} - 10^{14}$

$n_{GJ} = \frac{\Omega B}{2\pi c e} = \frac{Ba}{2\pi e r_g}$ ,  $\Omega \frac{r_g}{c} = a \sim 0.1$

Масса чд  $M \sim 10^6 - 10^{10} M_{\odot}$

Радиусы  $r_g = \frac{2GM}{c^2} \sim 10^{11} - 10^{15}$  см

$n_{GJ} \sim 10^{-2}$

Циклотронное высвечивание

$\tau_c = \frac{3mc^3}{2e^2\omega_B^2} \sim 10$

Бескин, УФН 180, 1241 (2010)

Beskin, Kovalev, Nokhrina arXiv:1107.0565

## Определение

$E_{kin} \ll mc^2$  - циклотронное излучение

$E_{kin} \sim mc^2$  - гиротронное излучение

$E_{kin} \gg mc^2$  - синхротронное излучение

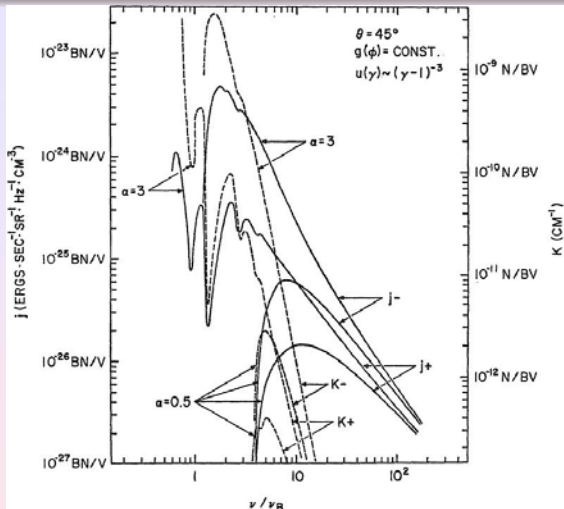
Синхротронная неустойчивость для изотропного распределения релятивистских частиц в вакууме не возможна. Отрицательная реабсорбция возможна в холодной магнитоактивной плазме, для анизотропного распределения релятивистских электронов по импульсам.

1) Необходимое условие. При каких функциях распределения электронов коэффициент реабсорбции становится отрицательным.

В. В. Железняков "Излучение в астрофизической плазме" 1997

В. В. Железняков, Е.В. Суворов, Ар.S.S. 15, 3 (1972)

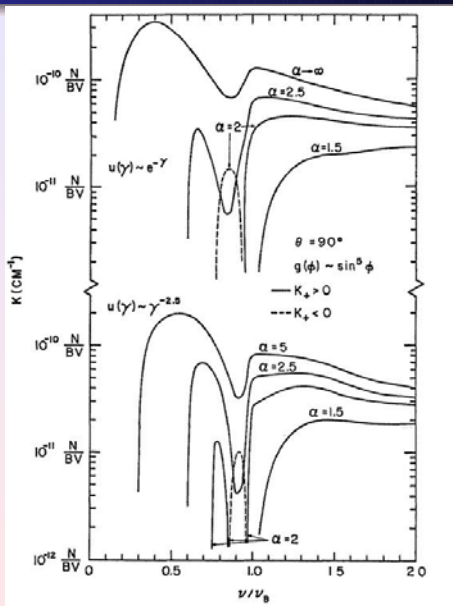
А. В. Сербер, частная переписка



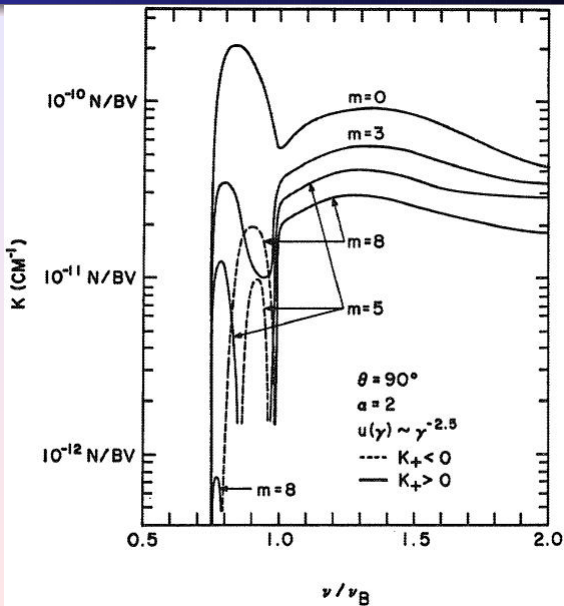
$$j_{\pm}(\nu, \theta) = 2\pi \frac{N}{V} \int_1^{\infty} u(\gamma) d\gamma \int_{-1}^1 d\mu g(\mu) \eta_{\pm}(\nu, \theta, \gamma, \mu), \text{ erg}/(\text{cm}^3 \text{ sec sterad Hz})$$

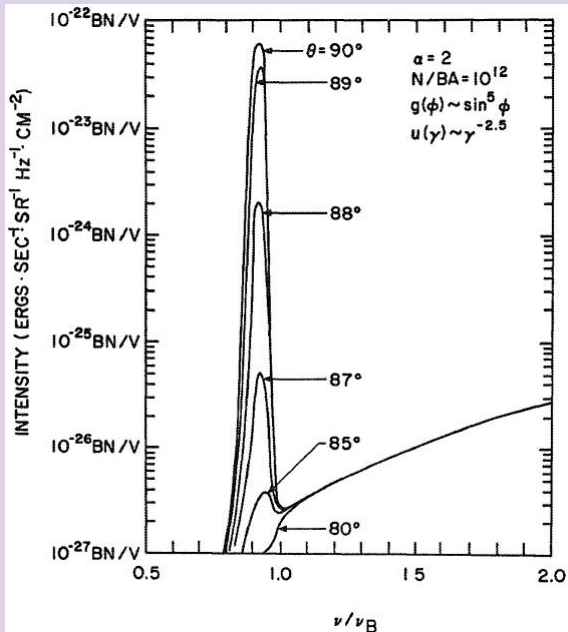
$$K_{\pm}(\nu, \theta) = \frac{2\pi N}{m n_{\pm}^2 \nu^2 V} \int_1^{\infty} u(\gamma) d\gamma \int_{-1}^1 d\mu g(\mu) \eta_{\pm} \left[ -\frac{\beta \gamma^2}{u(\gamma)} \frac{d}{d\gamma} \frac{u(\gamma)}{\beta \gamma^2} - \frac{n\beta \cos \theta - \mu}{\gamma \beta^2 g(\mu)} \frac{dg}{d\mu} \right] \text{cm}^{-1}$$

# Обыкновенная волна



# Обыкновенная волна, $g = \sin^m \phi$





## Уравнения переноса

$$\frac{dl_{\pm}}{ds} = j_{\pm} - K_{\pm} l_{\pm}$$

$$l_{\pm} = \frac{j_{\pm}}{K_{\pm}} (1 - \exp(-K_{\pm} L))$$

Ramaty, ApJ 158, 753 (1969)

2) Достаточное условие. Исследовать условие развития неустойчивости с учетом обратного влияние магнитотормозного излучения на функцию распределения излучающих частиц. Это делается в рамках т.н. квазилинейной теории, когда решается самосогласованная система из уравнения переноса и кинетического уравнения для функции распределения излучающих частиц.

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial t} = & -\frac{1}{p_{\perp}} \frac{\partial}{\partial p_{\perp}} [p_{\perp} f(p) \langle \Delta P_{\perp} \rangle] - \frac{\partial}{\partial p_{\parallel}} [f(p) \langle \Delta P_{\parallel} \rangle] + \\ & + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial p_{\parallel}^2} [f(p) \langle (\Delta P_{\parallel})^2 \rangle] + \frac{1}{2p_{\perp}} \frac{\partial^2}{\partial p_{\perp}^2} [p_{\perp} f(p) \langle (\Delta P_{\perp})^2 \rangle] + \\ & + \frac{1}{p_{\perp}} \frac{\partial^2}{\partial p_{\perp} \partial p_{\parallel}} [p_{\perp} f(p) \langle \Delta P_{\perp} \Delta P_{\parallel} \rangle] \end{aligned}$$

H. Dreicer, Phys. Fluids, 7, 735 (1964)



- 1 Рассмотрена возможность отрицательной реабсорбции для гиротронного излучения
- 2 Необходимые условия выполняются. Достаточные ???