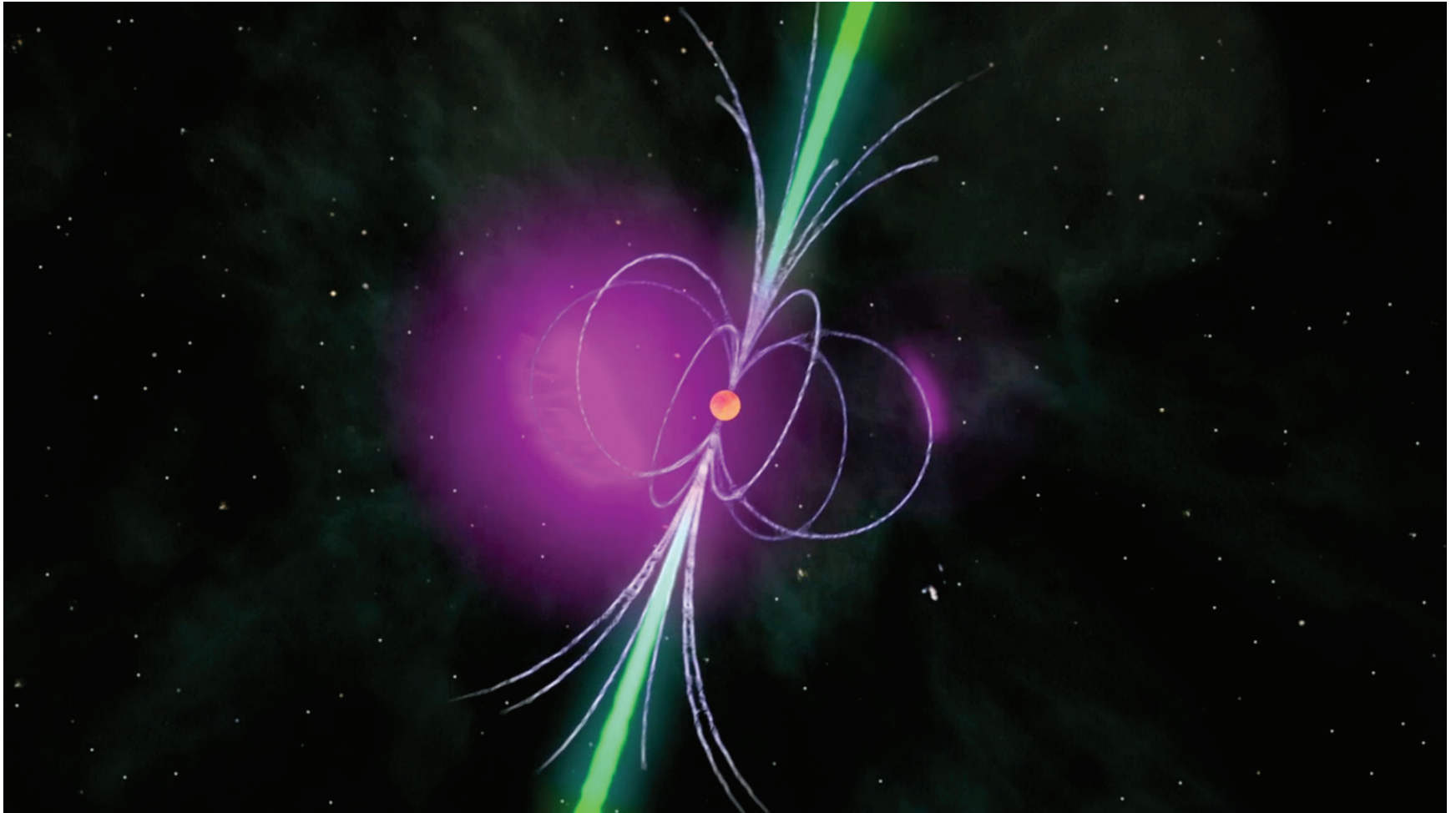


ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

ПУЛСАРИ

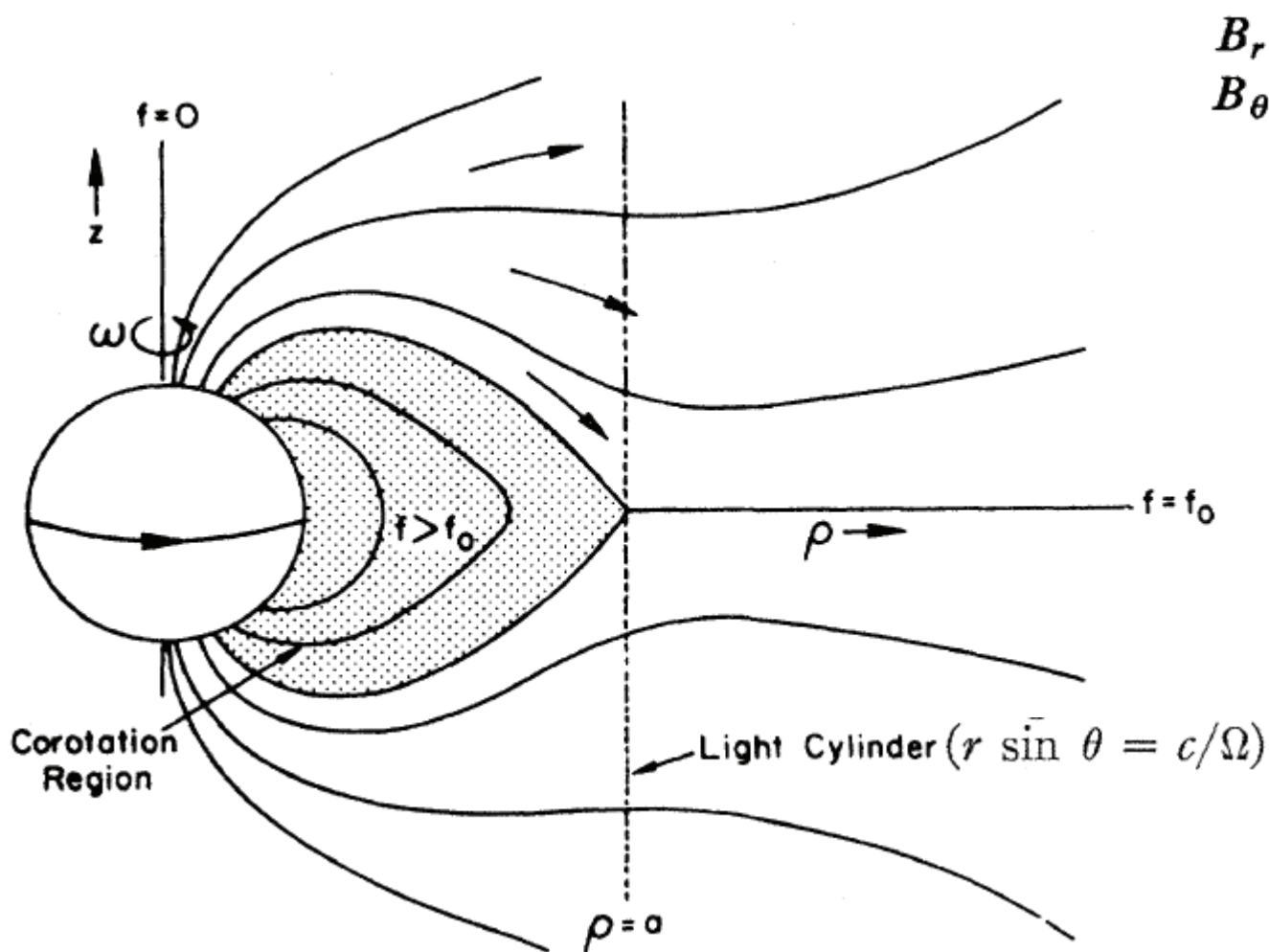
Настанак, структура и својства



МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Структура електромагнетног поља

- МАГНЕТОСТАТИЧКО ПОЉЕ



$$B_r \sim 2 \cos \theta / r^3$$
$$B_\theta \sim \sin \theta / r^3$$

МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Структура електромагнетног поља

- ИНДУКЦИЈА ЕЛЕКТРОСТАТИЧКОГ ПОЉА

$$\mathbf{E} + \frac{(\boldsymbol{\Omega} \times \mathbf{r})}{c} \times \mathbf{B} = 0$$

$$\mathbf{E} \cdot \mathbf{B} = - \left(\frac{\Omega R}{c} \right) \left(\frac{R}{r} \right)^7 B_0^2 \cos^3 \theta$$

Φ

E_r

E_θ

q/ϵ_0

$\underline{\mathbf{E}} \cdot \underline{\mathbf{B}}$

Outside star

$$\frac{2}{3r} + \frac{1}{3r^3}(1 - 3 \cos^2 \theta)$$

$$\frac{2}{3r^2} + \frac{1}{r^4}(1 - 3 \cos^2 \theta)$$

$$-2 \sin \theta \cos \theta / r^4$$

0

$$4 \cos \theta (1 - 3 \cos^2 \theta / r^2) / 3r^5$$

Surface

$$2(1 - 3 \cos^2 \theta) / 3$$

$$2 \cos \theta (1 - 3 \cos^2 \theta) / 3$$

Everywhere

$$2 \cos \theta / r^3$$

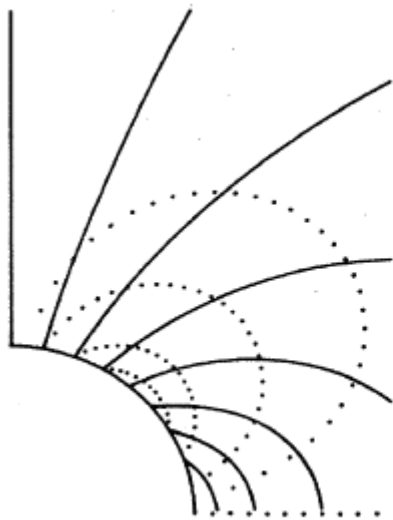
$$\sin \theta / r^3$$

$\sigma / \epsilon_0 c$

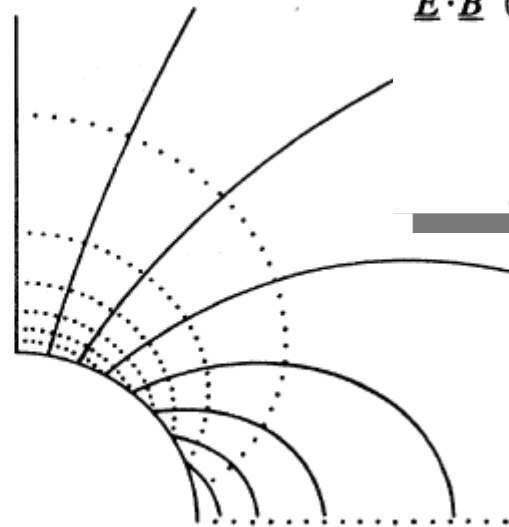
$\underline{\mathbf{E}} \cdot \underline{\mathbf{B}}$ (average)

B_r

B_θ



(a)



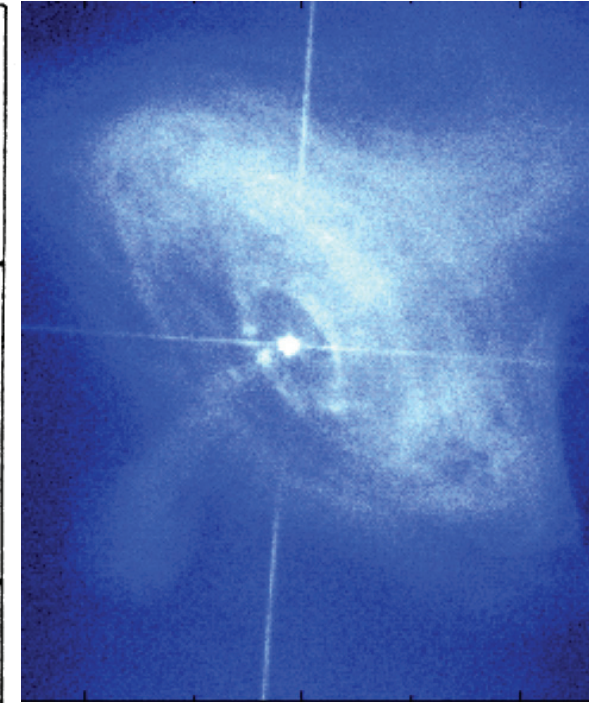
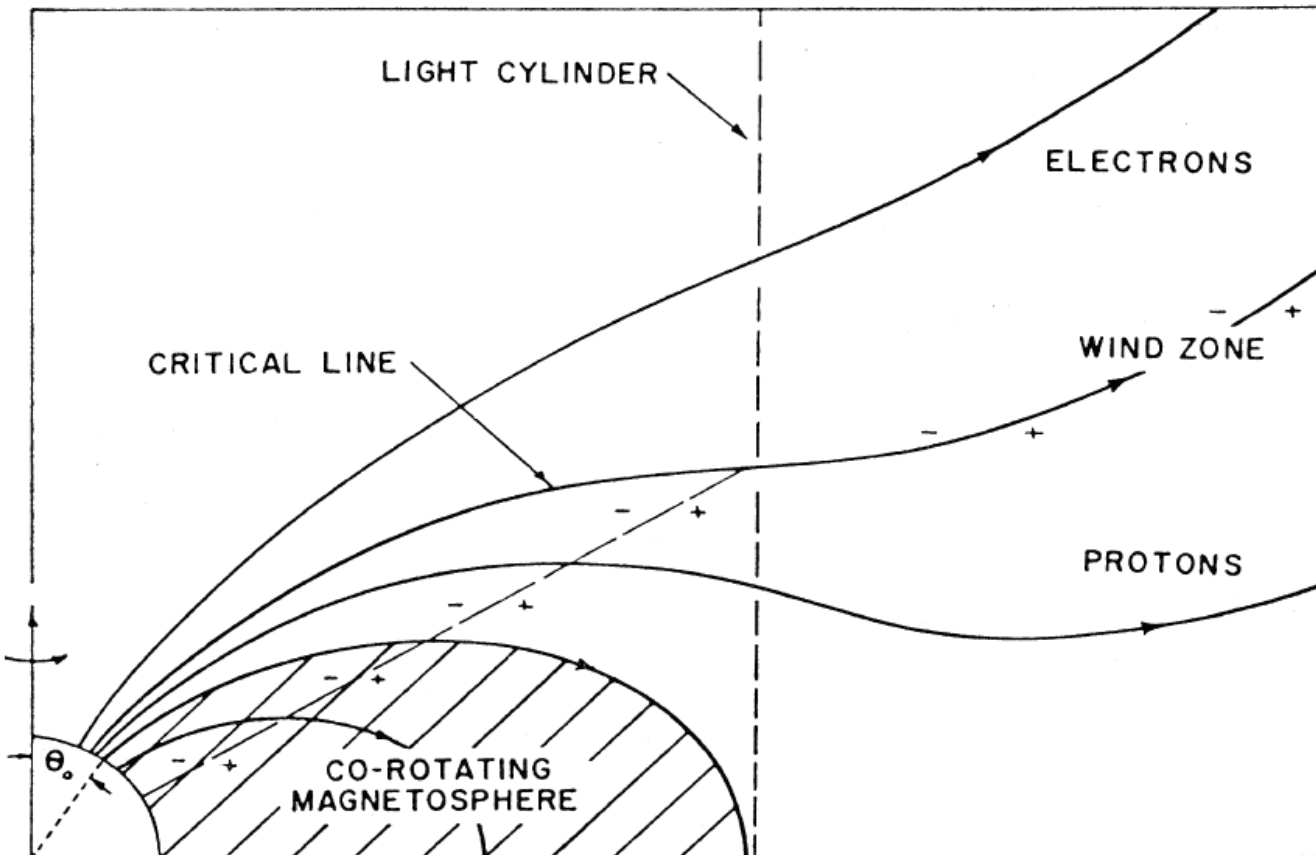
(b)

МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Структура електромагнетног поља

- НАСТАНАК МАГНЕТОСФЕРЕ

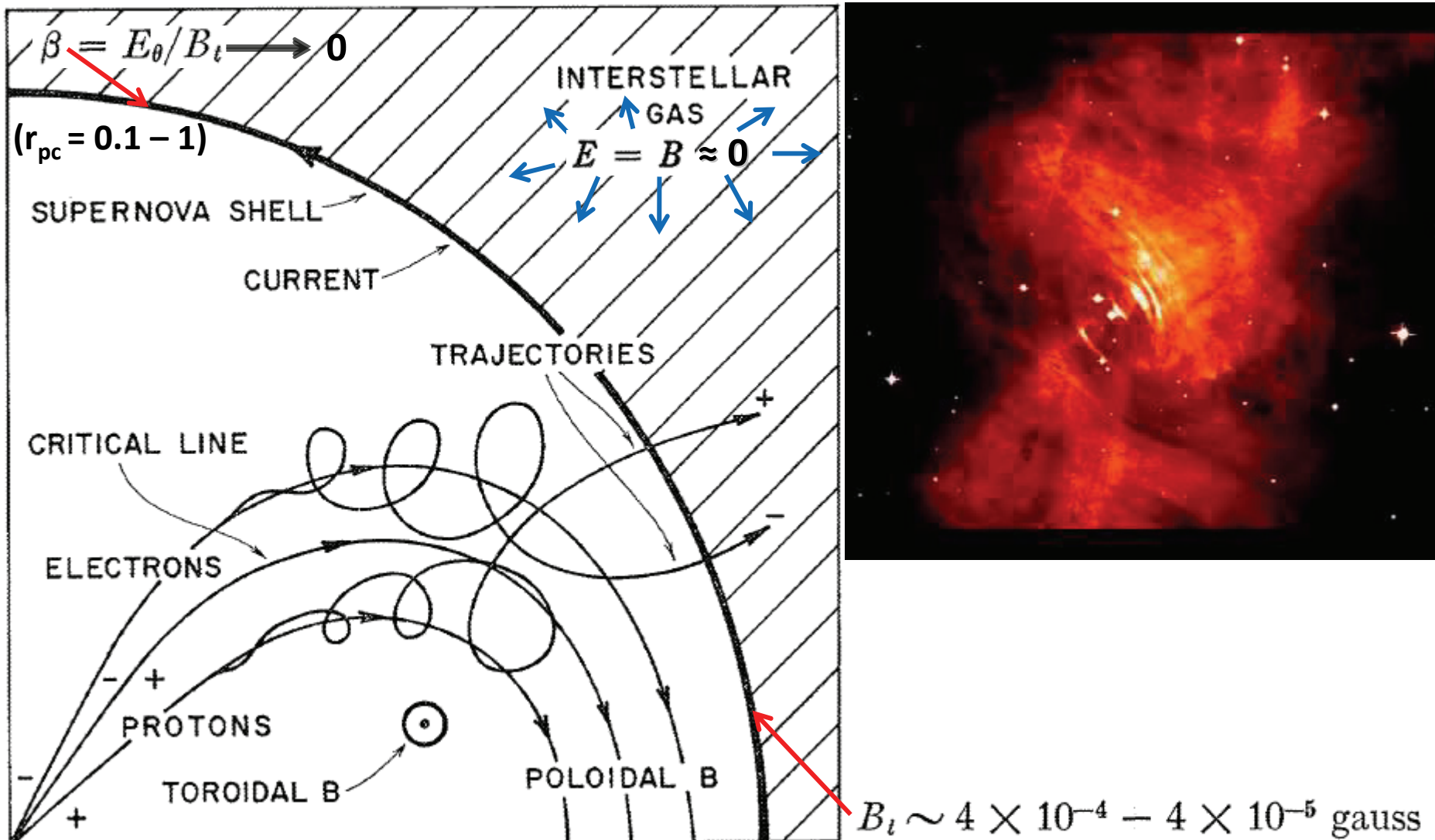
$$E = -\frac{\Omega r \sin \theta}{c} \phi \times B_p$$
$$\rho = \frac{\nabla \cdot E}{4\pi} = \frac{-\Omega \cdot B}{2\pi c [1 - (\Omega r/c)^2 \sin^2 \theta]} \longrightarrow n = 7 \times 10^{-2} \frac{B_z}{P} \text{ particles cm}^{-3}$$

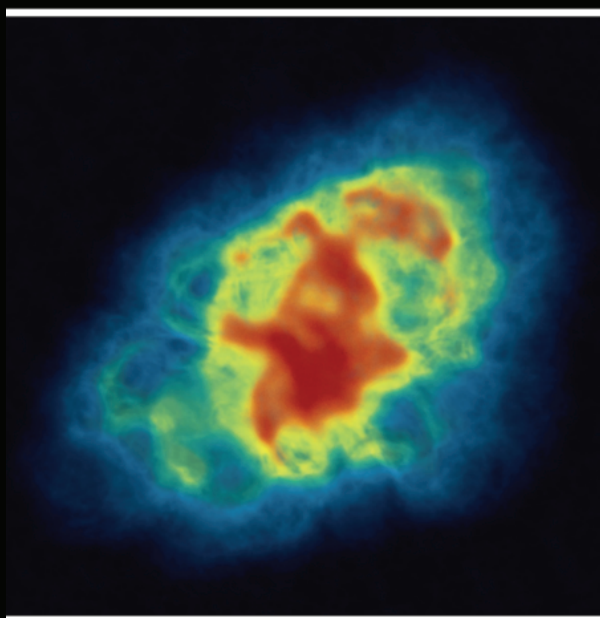


МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Структура електромагнетног поља

- МАГЛИНА ПУЛСАРА - ПЛЕРИОН

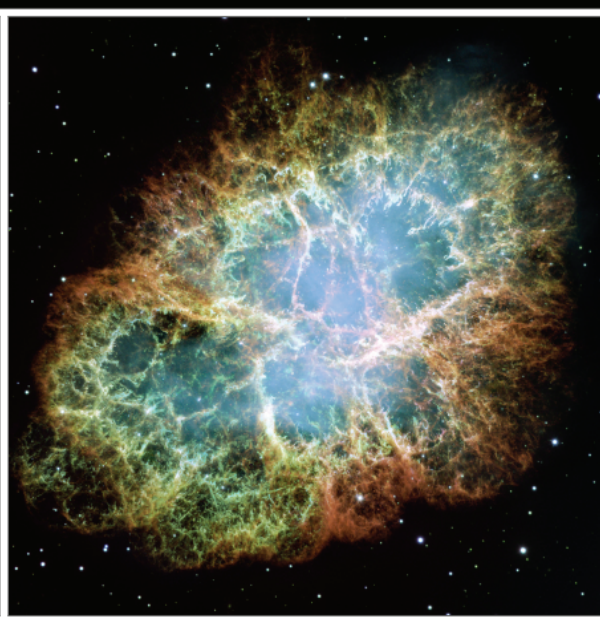




RADIO



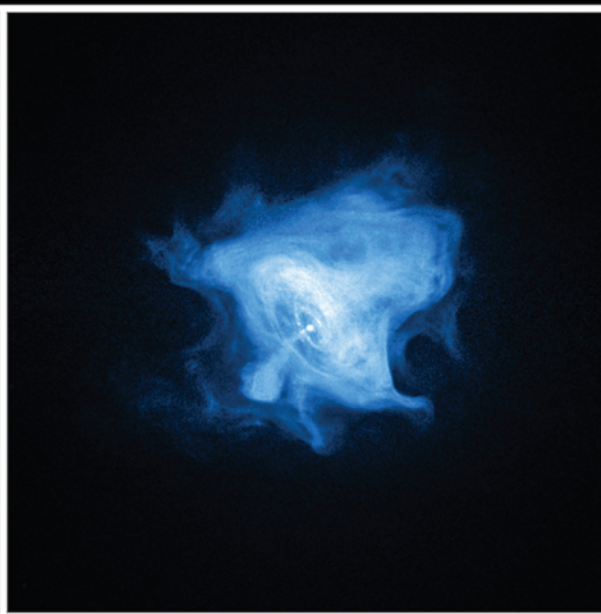
INFRARED



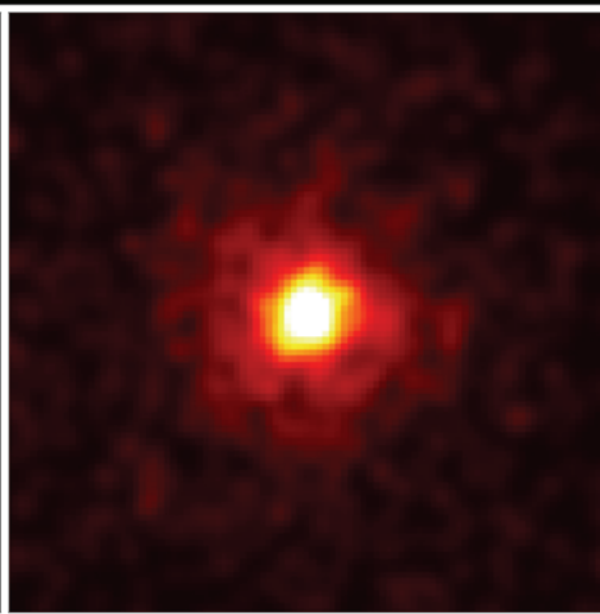
VISIBLE LIGHT



ULTRAVIOLET



X-RAYS



GAMMA RAYS

МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Настајање парова и динамика плазме

$$(c/R_c)\gamma^3 \longrightarrow \varepsilon_{\text{ph}} \approx 10^{-11}\gamma^3 \text{ eV}$$



$$\gamma \approx 10^6 \longleftarrow \varepsilon_{\text{ph}} > 2m_e c^2$$

$$\varepsilon_n(p_{\parallel}) = (m^2 c^4 + p_{\parallel}^2 c^2 + 2neB\hbar c^2)^{1/2}$$

$$R(1 \rightarrow 0) \sim 2 \times 10^{-17} \text{ s}$$

ПРИМАРНО УБРЗАНЕ ЧЕСТИЦЕ:

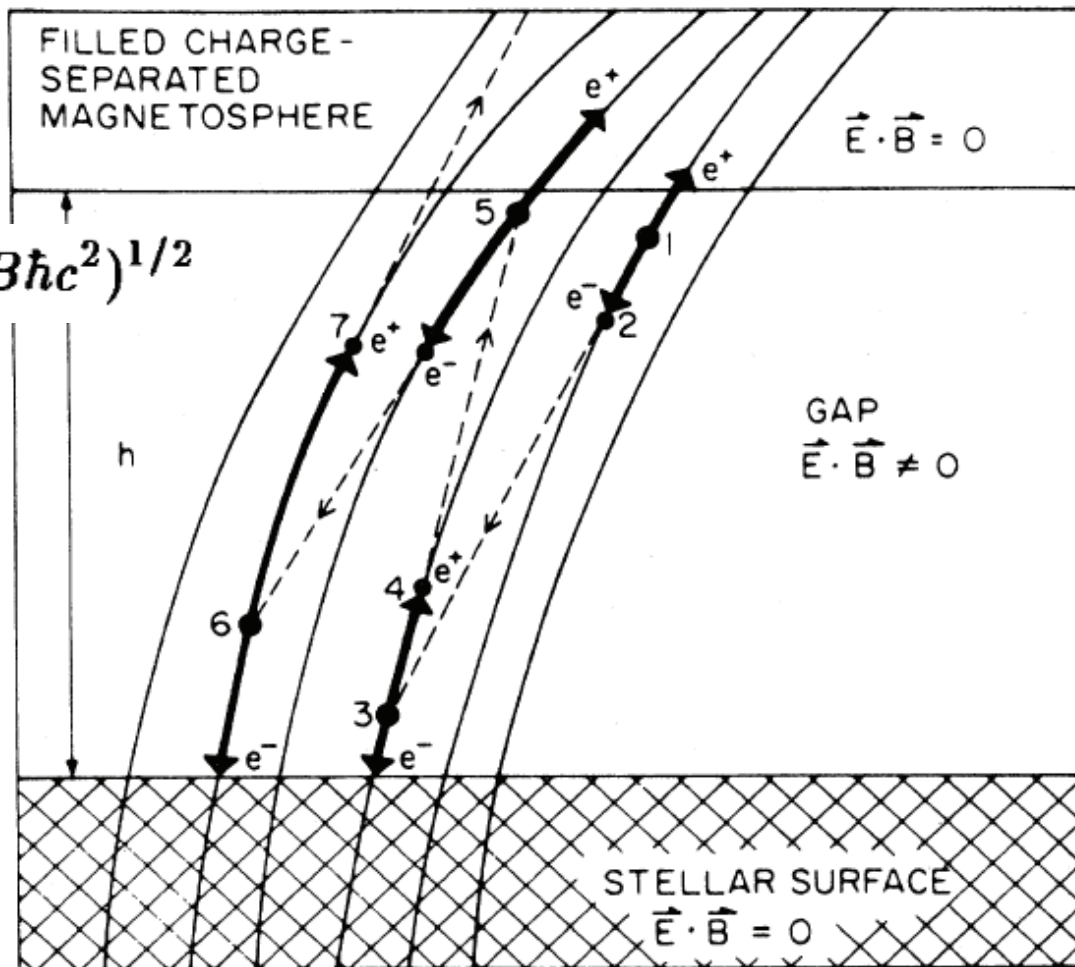
$$\gamma \sim 10^6 - 10^7$$

$$n_b \approx 7 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$$

СЕКУНДАРНА e^+e^- ПЛАЗМА:

$$\gamma \sim 10^3$$

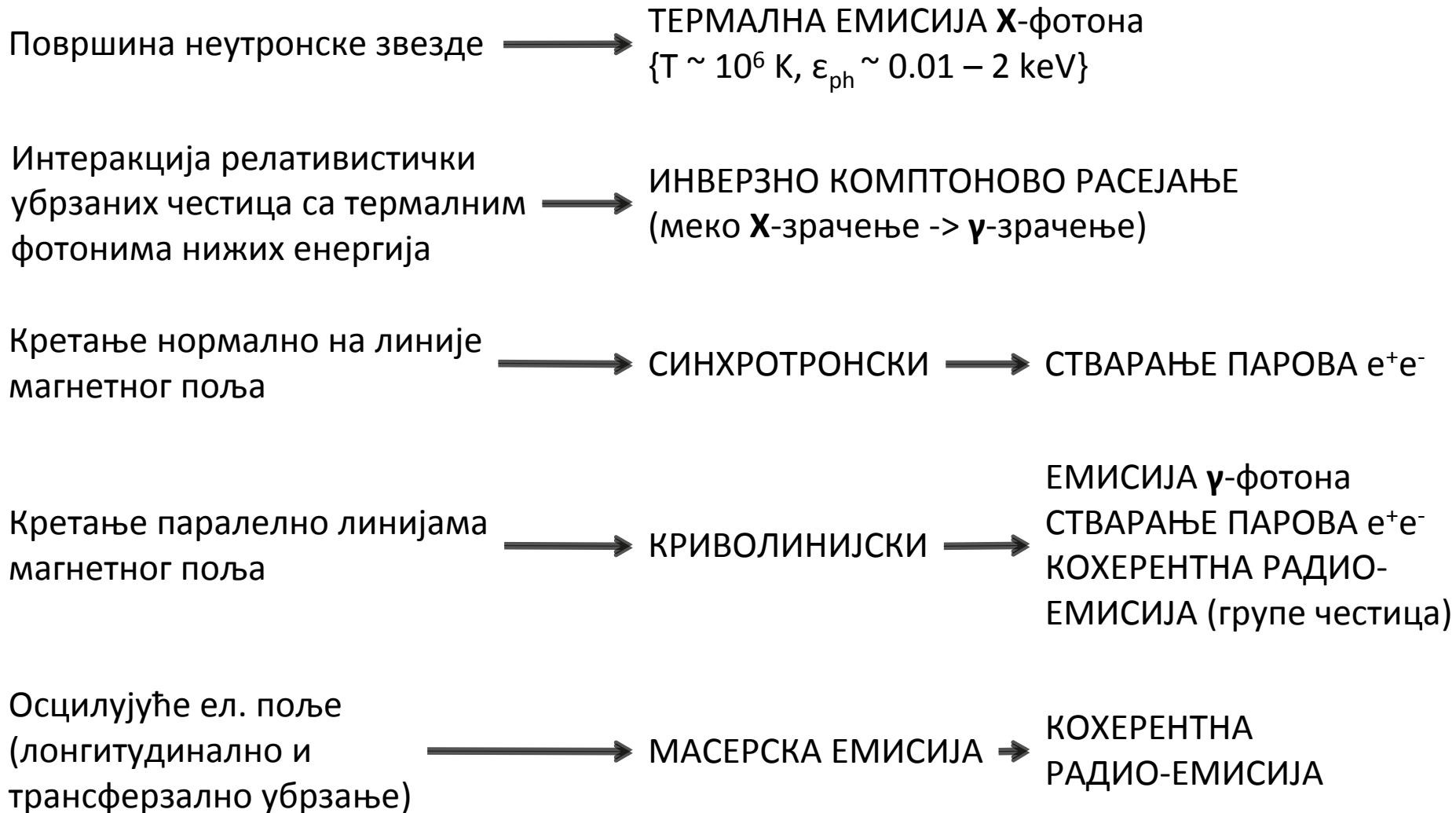
$$n_p \approx 10^{14} \text{ cm}^{-3}$$



МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Емисија електромагнетног зрачења

- УБРЗАЊЕ ЧЕСТИЦА -> НАЧИН ЕМИСИЈЕ



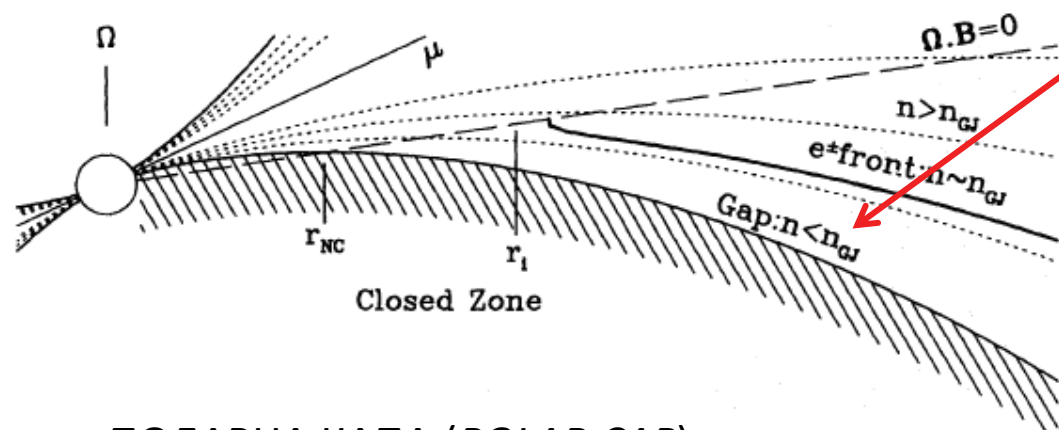
МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Емисија електромагнетног зрачења

- ОБЛАСТИ ЕМИСИЈЕ

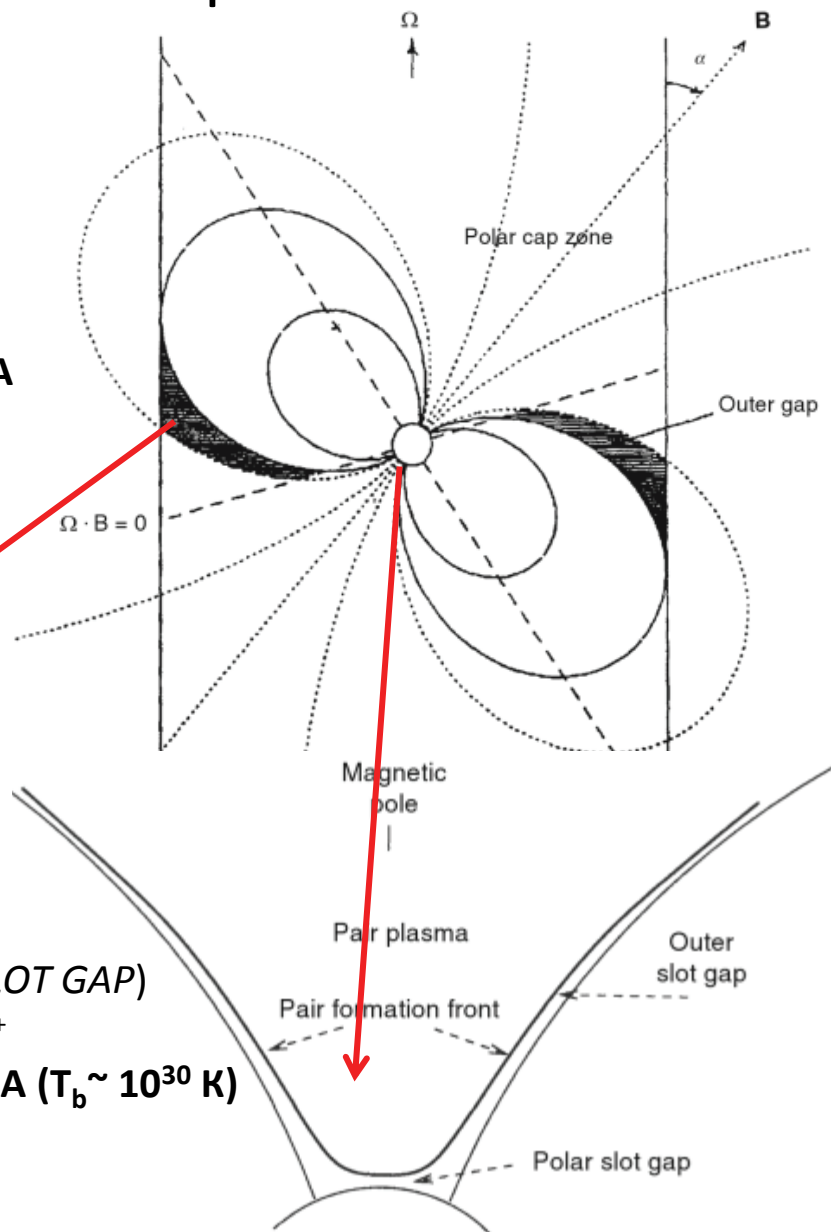
СПОЉНА ПРАЗНИНА (*OUTER GAP*):

- ОБЛАСТ ДУГОГ ДЕЈСТВА ЕЛЕКТРИЧНОГ ПОЉА
- КРИВОЛИНИЈСКО ЗРАЧЕЊЕ УБРЗАНИХ e^- и e^+
- ЕМИСИЈА РЕЛАТИВИСТИЧКЕ ПЛАЗМЕ
- ЕМИСИЈА опти. до γ -фотона (10 GeV)-> НЕКОХЕРЕНТНА
- РАДИО-ЕМИСИЈА -> КОХЕРЕНТНА и ПОЛАРИЗОВАНА



ПОЛАРНА КАПА (*POLAR CAP*):

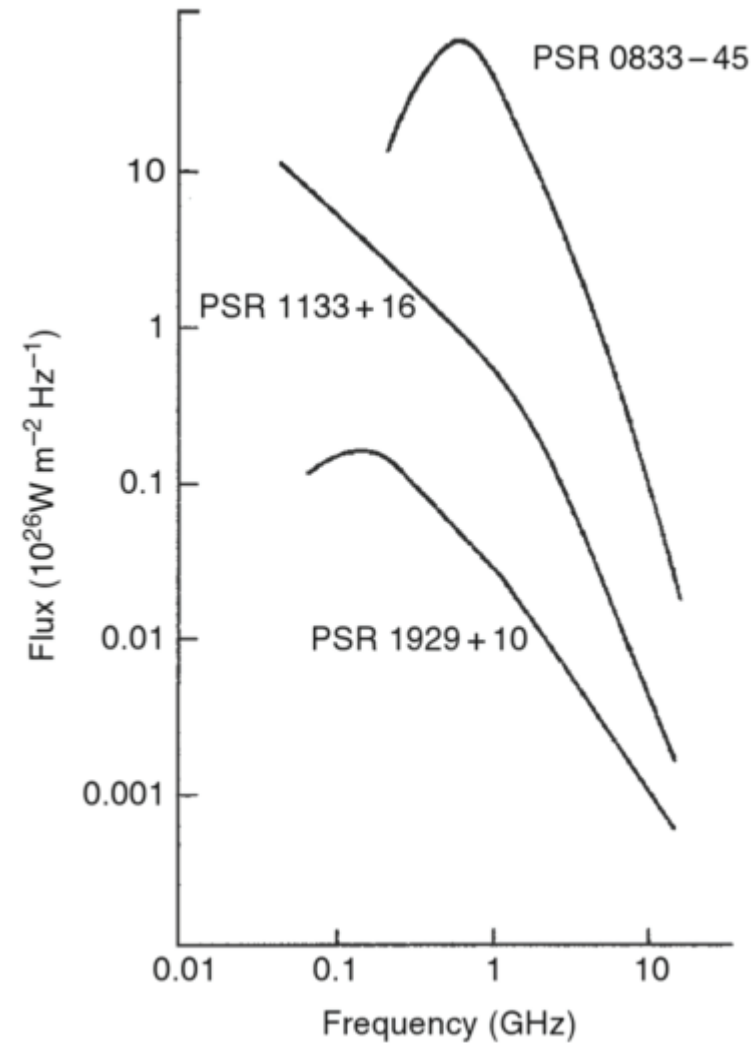
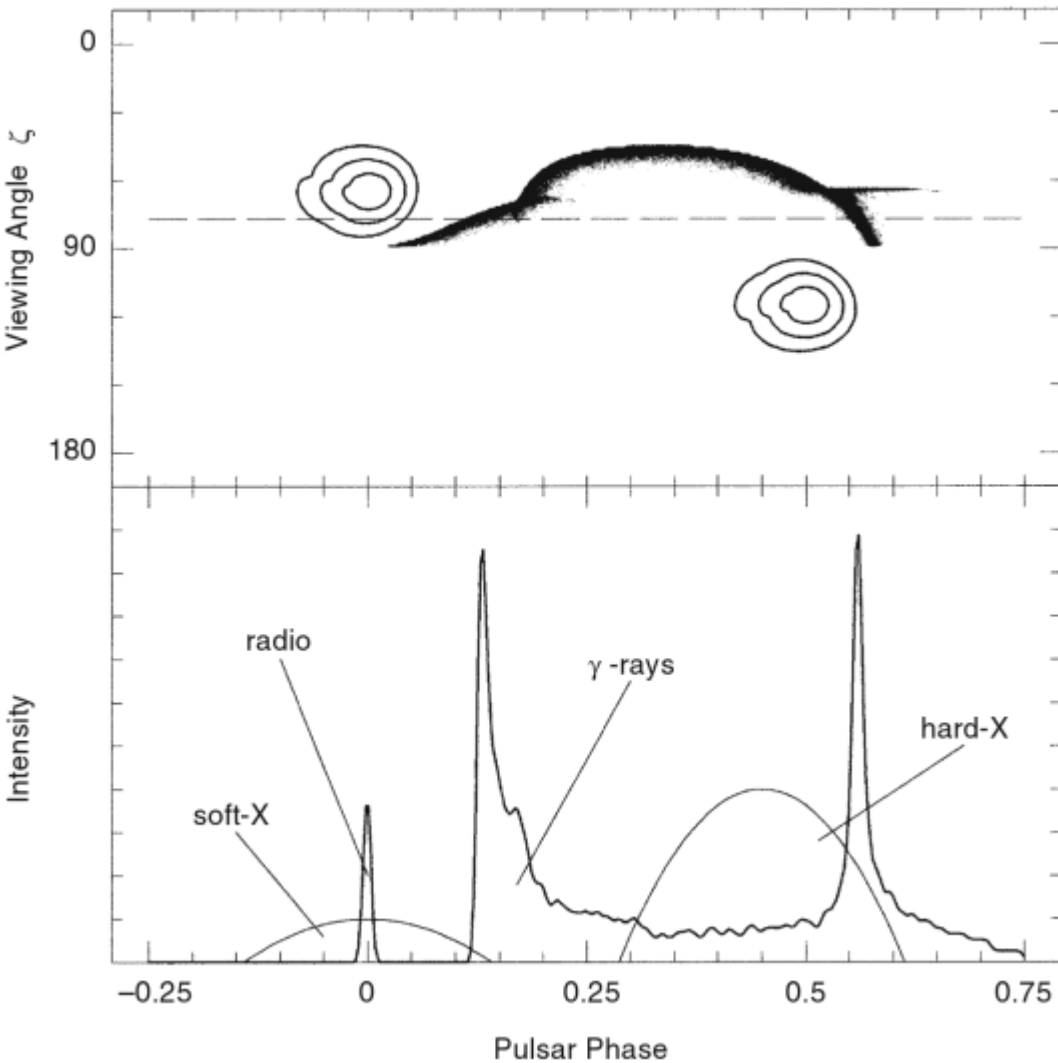
- ДЕЈСТВО ЕЛЕКТРИЧНОГ ПОЉА УНУТАР ПРОЦЕПА (*SLOT GAP*)
- ЗРАЧЕЊЕ РЕЛАТИВИСТИЧКЕ ПЛАЗМЕ ПАРОВА e^- и e^+
- РАДИО-ЕМИСИЈА -> КОХЕРЕНТНА и ПОЛАРИЗОВАНА ($T_b \sim 10^{30}$ K)
- СТРУКТУРА ЕМИСИЈЕ ЈЕЗГРА И КОНУСА

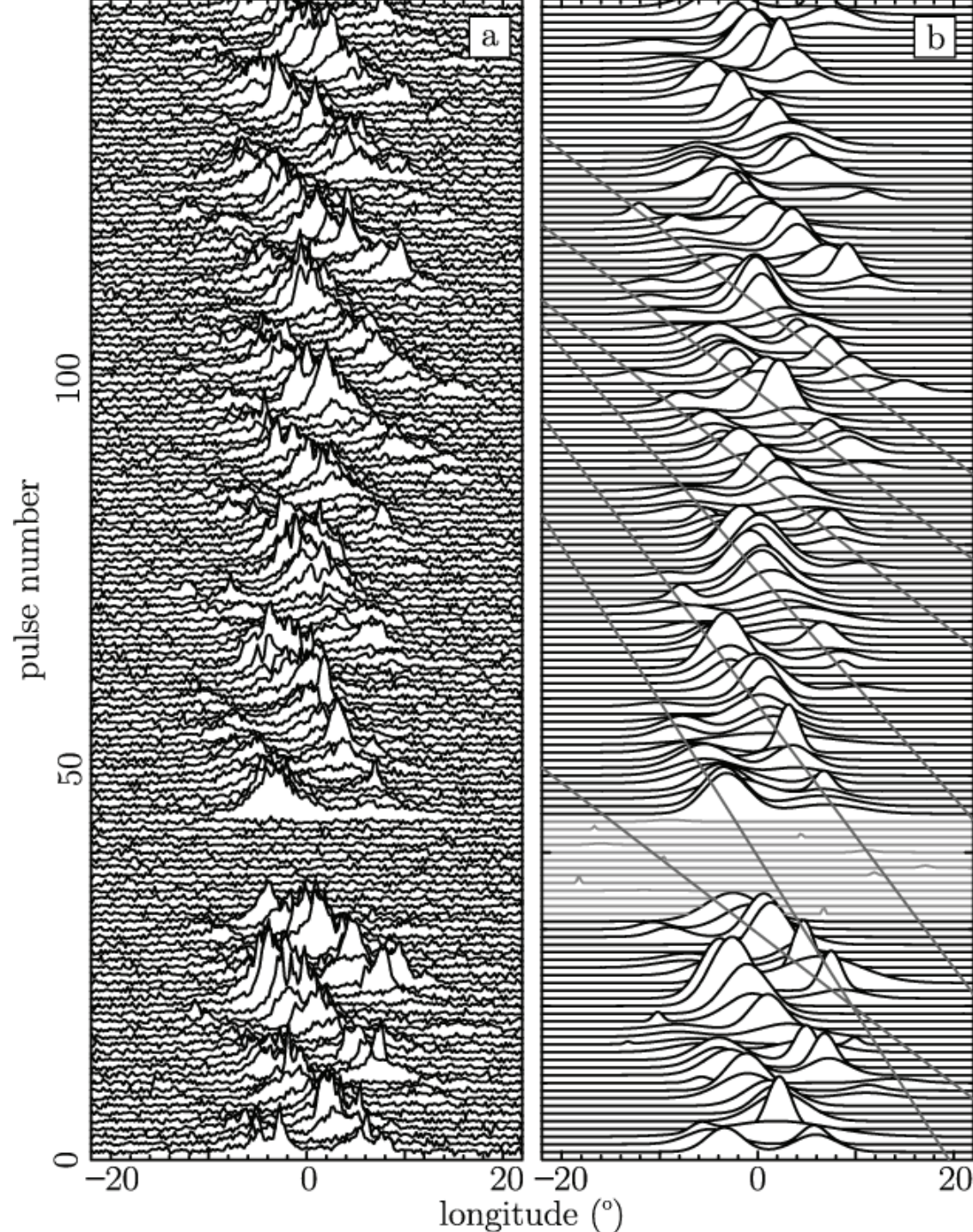
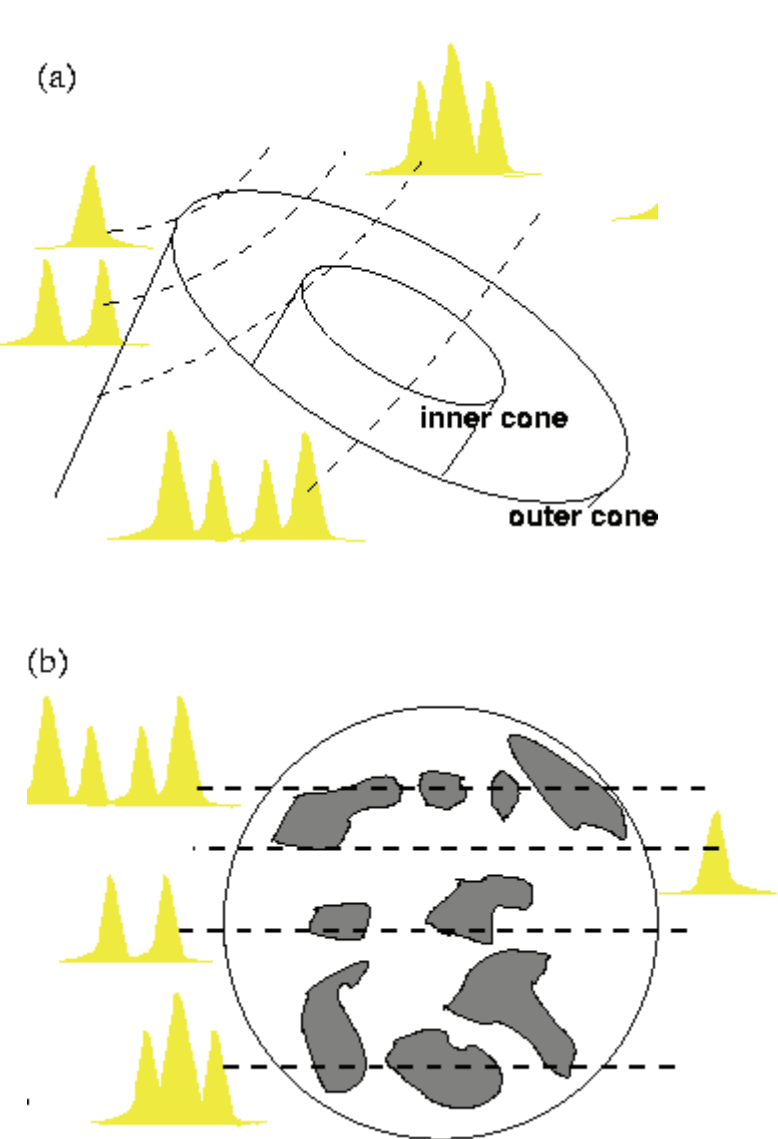


МАГНЕТОСФЕРА ПУЛСАРА

Структура радио-таласне емисије

- СИГНАЛ ПУЛСАРА И КОНУС ЗРАЧЕЊА





ТАЛАСИ У ПЛАЗМИ

Једначина дисперзије

Microscopic

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho_q}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\mathbf{J} = \sum_s n_s e_s \tilde{\mathbf{v}}_s \longrightarrow \mathbf{J} = \vec{\sigma} \cdot \tilde{\mathbf{E}}, \longrightarrow \tilde{\mathbf{D}} = \epsilon_0 \vec{\mathbf{K}} \cdot \tilde{\mathbf{E}},$$

Microscopic

$$i\mathbf{k} \times \tilde{\mathbf{B}} = \mu_0 \vec{\sigma} \cdot \tilde{\mathbf{E}} + \epsilon_0 \mu_0 (-i\omega) \tilde{\mathbf{E}},$$

Macroscopic

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}_r + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_r$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0.$$

Macroscopic

$$i\mathbf{k} \times \tilde{\mathbf{B}} = \epsilon_0 \mu_0 (-i\omega) \vec{\mathbf{K}} \cdot \tilde{\mathbf{E}}.$$

$$\mathbf{k} \times (\mathbf{k} \times \tilde{\mathbf{E}}) + \frac{\omega^2}{c^2} \vec{\mathbf{K}} \cdot \tilde{\mathbf{E}} = 0.$$

$$m_s (-i\omega) \tilde{\mathbf{v}}_s = e_s \tilde{\mathbf{E}} \longrightarrow \mathbf{J} = \sum_s \frac{n_{s0} e_s^2}{(-i\omega) m_s} \tilde{\mathbf{E}}.$$

$$\vec{\mathbf{K}} = \vec{\mathbf{1}} \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right) \longleftarrow \vec{\sigma} = \vec{\mathbf{1}} \sum_s \frac{n_{s0} e_s^2}{(-i\omega) m_s}.$$

$$c^2 \mathbf{k} \times (\mathbf{k} \times \tilde{\mathbf{E}}) + (\omega^2 - \omega_p^2) \tilde{\mathbf{E}} = 0.$$

$$\mathbf{k} = (0, 0, k)$$

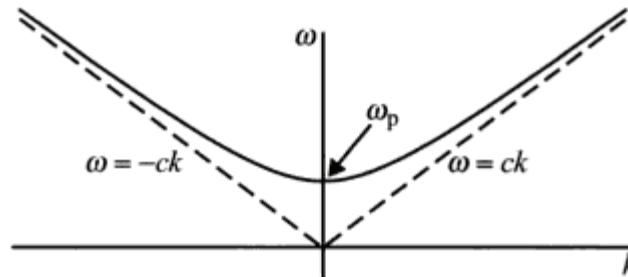
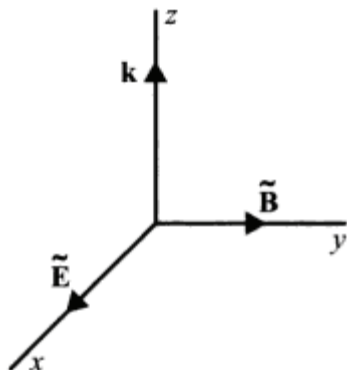
$$D(k, \omega) = (-c^2 k^2 + \omega^2 - \omega_p^2)^2 (\omega^2 - \omega_p^2) = 0.$$

$$\omega^2 = \omega_p^2 + c^2 k^2, \quad \tilde{\mathbf{E}} = (\tilde{E}_x, \tilde{E}_y, 0),$$

$$\omega^2 = \omega_p^2, \quad \tilde{\mathbf{E}} = (0, 0, \tilde{E}_z).$$



$$\begin{bmatrix} -c^2 k^2 + \omega^2 - \omega_p^2 & 0 & 0 \\ 0 & -c^2 k^2 + \omega^2 - \omega_p^2 & 0 \\ 0 & 0 & \omega^2 - \omega_p^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{E}_x \\ \tilde{E}_y \\ \tilde{E}_z \end{bmatrix} = 0.$$



$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mu_0 \mathbf{J}_{\text{ext}}.$$

$$\mathbf{k} \times (\mathbf{k} \times \tilde{\mathbf{E}}) + \frac{\omega^2}{c^2} \vec{\mathbf{K}} \cdot \tilde{\mathbf{E}} = -i\omega \mu_0 \tilde{\mathbf{J}}_{\text{ext}}$$

ТАЛАСИ У ПЛАЗМИ

Таласни модови у хладној плазми

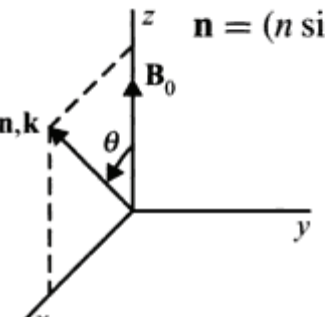
$$\begin{bmatrix} \tilde{J}_x \\ \tilde{J}_y \\ \tilde{J}_z \end{bmatrix} = \sum_s \frac{n_{s0} e_s^2}{m_s} \begin{bmatrix} \frac{-i\omega}{\omega_{cs}^2 - \omega^2} & \frac{\omega_{cs}}{\omega_{cs}^2 - \omega^2} & 0 \\ \frac{-\omega_{cs}}{\omega_{cs}^2 - \omega^2} & \frac{-i\omega}{\omega_{cs}^2 - \omega^2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{i}{\omega} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{E}_x \\ \tilde{E}_y \\ \tilde{E}_z \end{bmatrix}$$

$$\vec{\mathbf{K}} = \begin{bmatrix} S & -iD & 0 \\ iD & S & 0 \\ 0 & 0 & P \end{bmatrix} \quad S = \frac{1}{2}(R+L) \quad D = \frac{1}{2}(R-L)$$

$$P = 1 - \sum_s \frac{\omega_{ps}^2}{\omega^2}$$

$$R = 1 - \sum_s \frac{\omega_{ps}^2}{\omega(\omega + \omega_{cs})} \quad L = 1 - \sum_s \frac{\omega_{ps}^2}{\omega(\omega - \omega_{cs})}$$

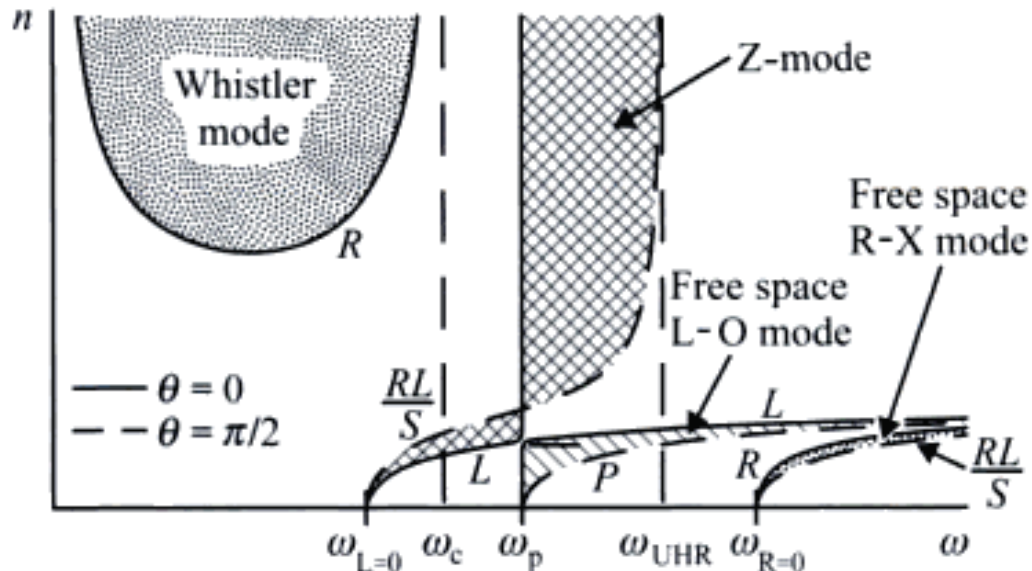
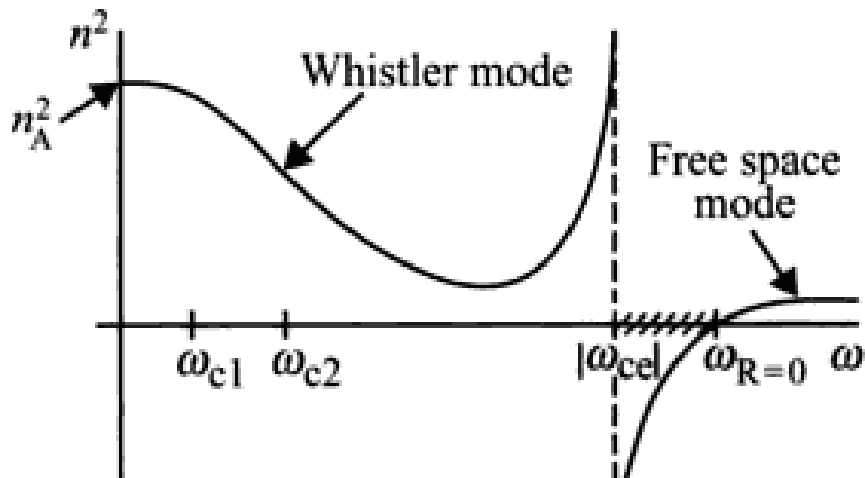
$\mathbf{n} = (n \sin \theta, 0, n \cos \theta)$



$$\begin{bmatrix} S - n^2 \cos^2 \theta & -iD & n^2 \sin \theta \cos \theta \\ iD & S - n^2 & 0 \\ n^2 \sin \theta \cos \theta & 0 & P - n^2 \sin^2 \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{E}_x \\ \tilde{E}_y \\ \tilde{E}_z \end{bmatrix} = 0$$

$$D(\mathbf{n}, \omega) = An^4 - Bn^2 + RLP = 0$$

$$n^2 = \frac{B \pm F}{2A} \quad \tan^2 \theta = \frac{-P(n^2 - R)(n^2 - L)}{(Sn^2 - RL)(n^2 - P)}$$



ТАЛАСИ У ПЛАЗМИ

Таласни модови у топлој плазми

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}} + q_\alpha [\mathbf{E}(t, \mathbf{x}) + \mathbf{v} \times \mathbf{B}(t, \mathbf{x})] \cdot \frac{\partial}{\partial \mathbf{p}} \right\} f_\alpha(\mathbf{p}, t, \mathbf{x}) = \left. \frac{df_\alpha(\mathbf{p}, t, \mathbf{x})}{dt} \right|_{\text{coll}}$$

$$f_\alpha(\mathbf{p}, t, \mathbf{x}) = f_\alpha^0(\mathbf{p}) + f_\alpha^{(1)}(\mathbf{p}, t, \mathbf{x}) + \dots$$

$$\mathbf{k} \times \mathbf{E}(\omega, \mathbf{k}) = \omega \mathbf{B}(\omega, \mathbf{k}),$$

$$\rho(t, \mathbf{x}) = \sum_\alpha q_\alpha \int d^3 \mathbf{x} f_\alpha(\mathbf{p}, t, \mathbf{x}),$$

$$i \mathbf{k} \times \mathbf{B}(\omega, \mathbf{k}) = \mu_0 \mathbf{J}(\omega, \mathbf{k}) - i \omega \mathbf{E}(\omega, \mathbf{k}) / c^2,$$

$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{E}(\omega, \mathbf{k}) = -i \rho(\omega, \mathbf{k}) / \epsilon_0.$$

$$\mathbf{J}(t, \mathbf{x}) = \sum_\alpha q_\alpha \int d^3 \mathbf{x} \mathbf{v} f_\alpha(\mathbf{p}, t, \mathbf{x}),$$

$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{B}(\omega, \mathbf{k}) = 0$$

$$-i(\omega - \mathbf{k} \cdot \mathbf{v}) f_\alpha^{(1)}(\omega, \mathbf{k}) + q_\alpha [\mathbf{E}(\omega, \mathbf{k}) + \mathbf{v} \times \mathbf{B}(\omega, \mathbf{k})] \cdot \frac{\partial f_\alpha^{(0)}(\mathbf{p})}{\partial \mathbf{p}} = 0$$

ЛЕНГМЈУРОВ МОД:

$$m n_e \left[\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla) \mathbf{v} \right] = -e n_e \mathbf{E} - \gamma k_B T \nabla n_e$$

$$\omega^2 = \omega_{pe}^2 + \gamma v_{th,e}^2 k^2$$

МХД МОДОВИ:

$$\rho_{m0} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \frac{1}{\mu_0} (\nabla \times \vec{B}_1) \times \vec{B}_0 - \nabla p_1$$

$$\vec{k} \parallel \vec{B}_0$$

$$\omega^2 = k^2 v_A^2$$

$$\vec{k} \perp \vec{B}_0$$

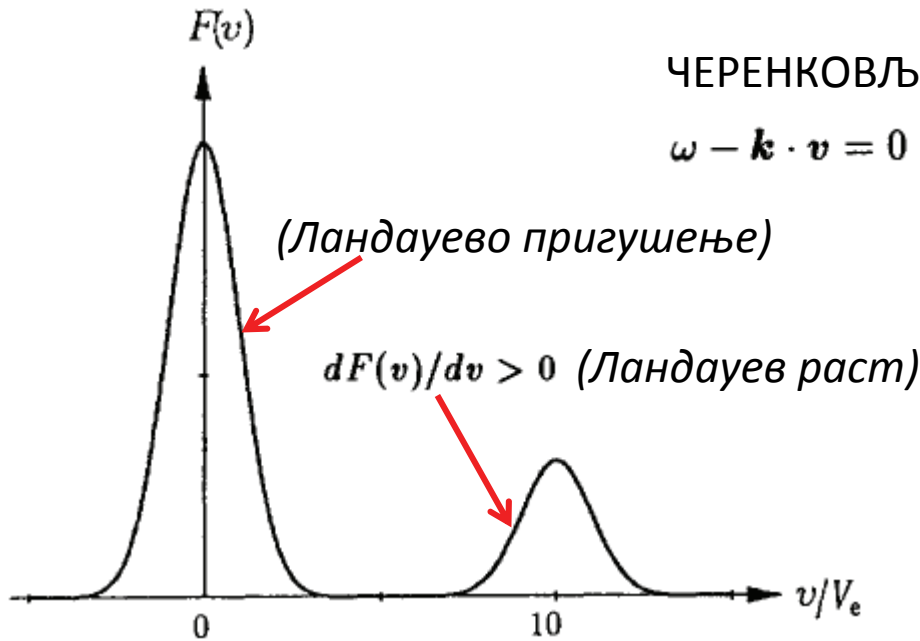
$$\omega^2 = c^2 k^2 \cdot (v_s^2 + v_A^2) / (c^2 + v_A^2)$$

ТАЛАСИ У ПЛАЗМИ

Wave	Geometry	Dispersion relation
Electron Waves (Electrostatic)		
Langmuir waves	$\vec{B}_o = 0$ or $\vec{k} \parallel \vec{B}_o$	$\omega^2 = \omega_{pe}^2 + 3k^2 v_{th}^2 / 2$
Upper hybrid waves	$\vec{k} \perp \vec{B}_o$	$\omega_{uh} = \omega_{pe}^2 + \omega_{ce}^2$
Ion Waves (Electrostatic)		
Ion acoustic waves	$\vec{B}_o = 0$ or $\vec{k} \parallel \vec{B}$	$\omega^2 = k^2 v_s^2$
Ion cyclotron waves	$\vec{k} \perp \vec{B}_o$	$\omega^2 = \omega_{ci}^2 + k^2 v_s^2$
Lower hybrid waves	$\vec{K} \perp \vec{B}_o$	$\omega_{lh}^2 = \omega_{ci} \cdot \omega_{ce}$
Electron Waves (Electromagnetic)		
Light waves	$\vec{B}_o = 0$	$\omega^2 = \omega_{pe}^2 + k^2 c^2$
O-waves	$\vec{k} \perp \vec{B}_o$ $\vec{E}_1 \parallel \vec{B}_o$	$\omega^2 = c^2 k^2 + \omega_{pe}^2$
X-waves	$\vec{k} \perp \vec{B}_o$ $\vec{E}_1 \perp \vec{B}_o$	$\omega^2 = c^2 k^2 +$ $+ \omega_{pe}^2 \cdot (\omega^2 - \omega_{pe}^2) / (\omega^2 - \omega_{he}^2)$
Whistler (R-waves)	$\vec{k} \parallel \vec{B}_o$	$\omega^2 = c^2 k^2 - \omega_{pe}^2 / [1 - (\omega_{ce} / \omega)]$
L-waves	$\vec{k} \parallel \vec{B}_o$	$\omega^2 = c^2 k^2 + \omega_{pe}^2 / [1 + (\omega_{ce} / \omega)]$
Ion Waves (Electromagnetic)		
Alfvén waves	$\vec{k} \parallel \vec{B}_o$	$\omega^2 = k^2 v_A^2$
Magneto-sonic waves	$\vec{k} \perp \vec{B}_o$	$\omega^2 = c^2 k^2 \cdot (v_s^2 + v_A^2) / (c^2 + v_A^2)$

ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Нестабилности и настанак



ЧЕРЕНКОВЉЕВ УСЛОВ:

$$\omega - \mathbf{k} \cdot \mathbf{v} = 0$$

СТАТИСТИКА ТАЛАСА:

$$W_M = \int \frac{d^3 \mathbf{k}}{(2\pi)^3} T_M(\mathbf{k})$$

$$T_M(\mathbf{k}) = \hbar \omega_M(\mathbf{k}) N_M(\mathbf{k})$$

$$N_M(\mathbf{k}) = \frac{1}{\exp[\hbar \omega_M(\mathbf{k})/T_e] - 1}$$

$$\frac{dN_M(\mathbf{k})}{dt} = \sum_{q, q'} w_{qq'}(\mathbf{k}) \{n_q [1 + N_M(\mathbf{k})] - n_{q'} N_M(\mathbf{k})\}$$

$$\frac{dN_M(\mathbf{k})}{dt} = \alpha_M(\mathbf{k}) - \gamma_M(\mathbf{k}) N_M(\mathbf{k})$$

$$\gamma_M(\mathbf{k}) = - \int d^3 \mathbf{p} w_M(\mathbf{p}, \mathbf{k}) \hat{D} f(\mathbf{p}), \quad \hat{D} = \hbar \mathbf{k} \cdot \frac{\partial}{\partial \mathbf{p}}$$

$$w_M(\mathbf{p}, \mathbf{k}) = \frac{2\pi q^2 R_M(\mathbf{k})}{\varepsilon_0 \hbar \omega_M(\mathbf{k})} |\mathbf{e}_M(\mathbf{k}) \cdot \mathbf{v}|^2 \delta(\omega_M(\mathbf{k}) - \mathbf{k} \cdot \mathbf{v})$$

ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Интеракције

ТРИТАЛАСНЕ ИНТЕРАКЦИЈЕ (*Three-Wave Interactions*): $\omega_1 + \omega_2 = \omega_3, \quad \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2 = \mathbf{k}_3,$

$$\frac{dN_M(\mathbf{k})}{dt} = \int \frac{d^3\mathbf{k}'}{(2\pi)^3} \frac{d^3\mathbf{k}''}{(2\pi)^3} u_{MLS}^{\pm}(\mathbf{k}, \mathbf{k}', \mathbf{k}'') \times \{ N_L(\mathbf{k}') N_S(\mathbf{k}'') - N_M(\mathbf{k}) [N_S(\mathbf{k}'') \pm N_L(\mathbf{k}')] \}$$

$L + S \leftrightarrow M$
 $L \leftrightarrow M + S$

$$\omega_L(\mathbf{k}) \approx \omega_p + 3k^2 V_e^2 / 2\omega_p,$$

$$\omega_S(\mathbf{k}) \approx kv_s,$$

$$\omega_T(\mathbf{k}) = (\omega_p^2 + k^2 c^2)^{1/2},$$

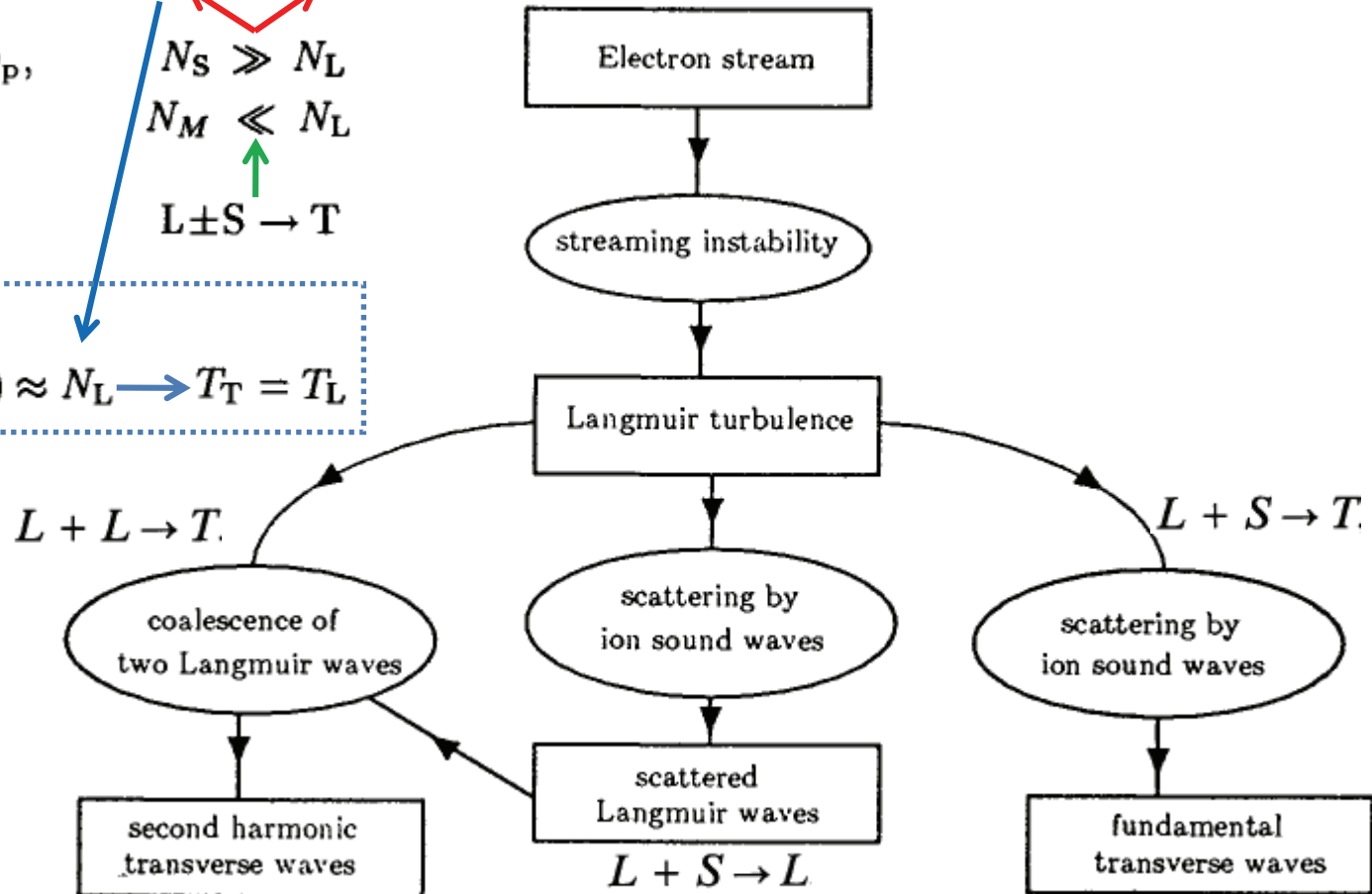
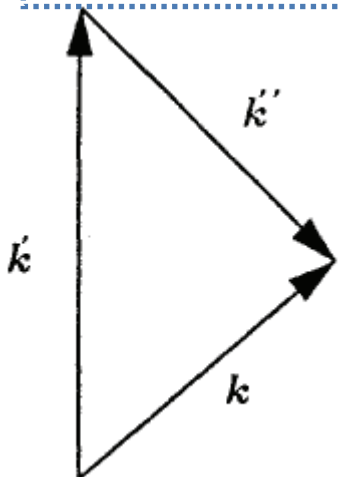
$$N_S \gg N_L$$

$$N_M \ll N_L$$

$$L \pm S \rightarrow T$$

САТУРАЦИЈА:

$$N_M = N_L N_S / (N_S \pm N_L) \approx N_L \rightarrow T_T = T_L$$



ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Модели

- МАСЕРСКА ЕМИСИЈА

ЦИКЛОТРОН-ЧЕРЕНКОВ нестабилност -> ЕМИСИЈА ЈЕЗГРА

$$\omega(\mathbf{k}) - k_{\parallel} v_{\parallel} + \frac{\omega_B}{\gamma} = 0$$

$$\epsilon_n(p_{\parallel}) = (m^2 c^4 + p_{\parallel}^2 c^2 + 2neV\hbar c^2)^{1/2}$$

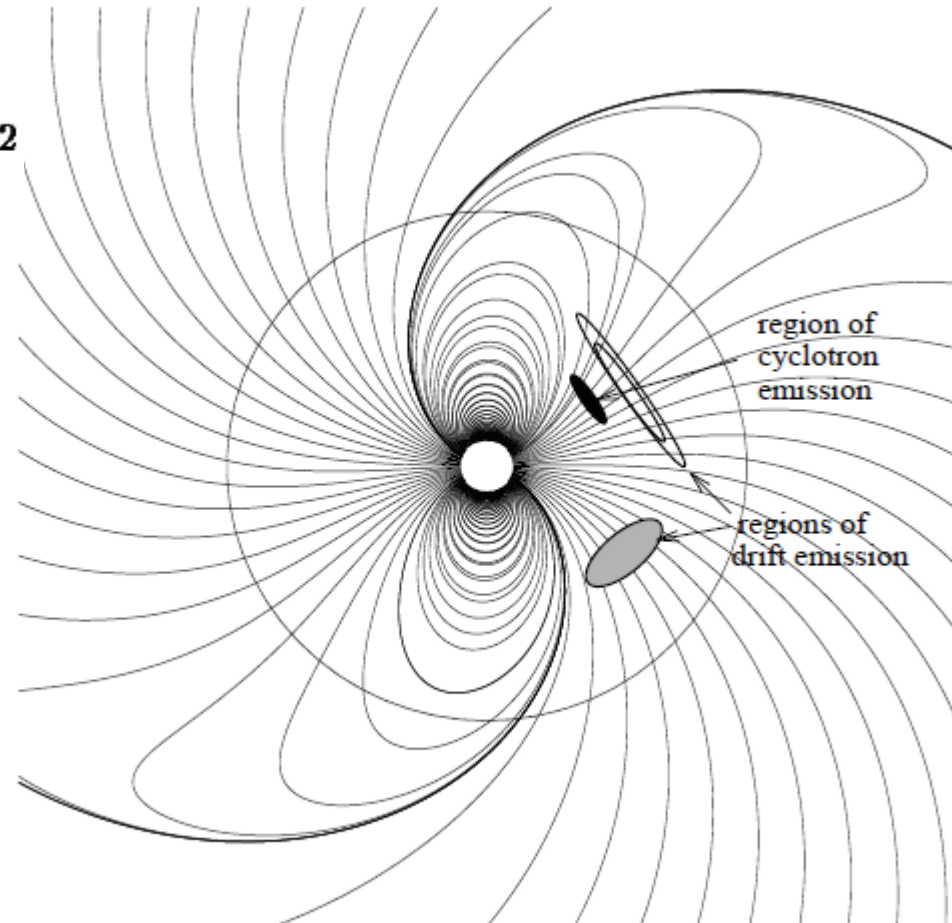
ЦИКЛОТРОН-ДРИФТ нестабилност ->
ЕМИСИЈА КОНУСА

$$\omega(\mathbf{k}) - k_{\parallel} v_{\parallel} - k_{\perp} u_d = 0$$

$$u_d = \gamma v_{\parallel} c / \omega_B R_B$$

-НЕ ПРЕДВИЂА ПОСТОЈАЊЕ ЕМИСИЈЕ
ЈЕЗГРА КОД МИЛИСЕКУНДСКИХ ПУЛСАРА

-ЗАВИСИ ОД ИНТЕНЗИТЕТА МАГНЕТНОГ
ПОЉА



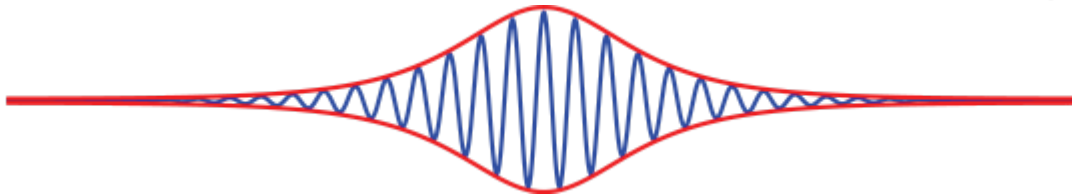
ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Модели

- НЕЛИНЕАРНА ЕМИСИЈА - СОЛИТНИ

$$(\partial_{\parallel}^2 - \sigma^2)(i\partial_t + \frac{1}{2}\partial_{\parallel}^2 + |\Psi|^2)\Psi = \frac{1}{2}r\Delta_{\perp}\Psi, \quad i\partial_t\psi = -\frac{1}{2}\partial_x^2\psi + \kappa|\psi|^2\psi$$

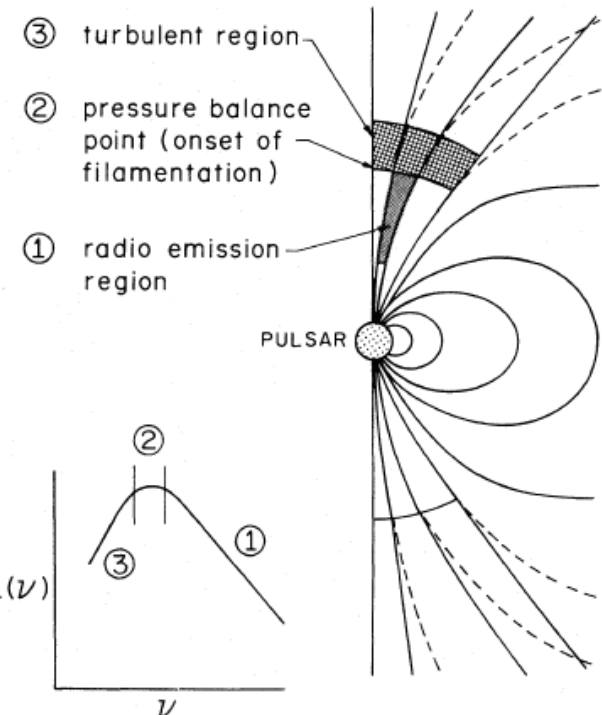
$$\Psi_s(x_{\parallel}, t) = \lambda_D a \operatorname{sech} a(x_{\parallel} - x_0) \exp i[u(x_{\parallel} - x_0) - \theta].$$



- ЕМИСИЈА ГРУПЕ ЧЕСТИЦА
(EMISSION BY BUNCHES)

$$\frac{P_a}{P^*} \sim \frac{(Ns_0/\lambda)^2}{N^2 s_0/\lambda} = \frac{s_0}{\lambda} \gg 1$$

- КРИВОЛИНИЈСКА ЕМИСИЈА
- НЕРЕАЛНО МАЛЕ ДИМЕНЗИЈЕ, РАДИ ОДРЖАЊА КОХЕРЕНТНОСТИ
- РАЗДВАЈАЊЕ ЛИНИЈА ПОЉА



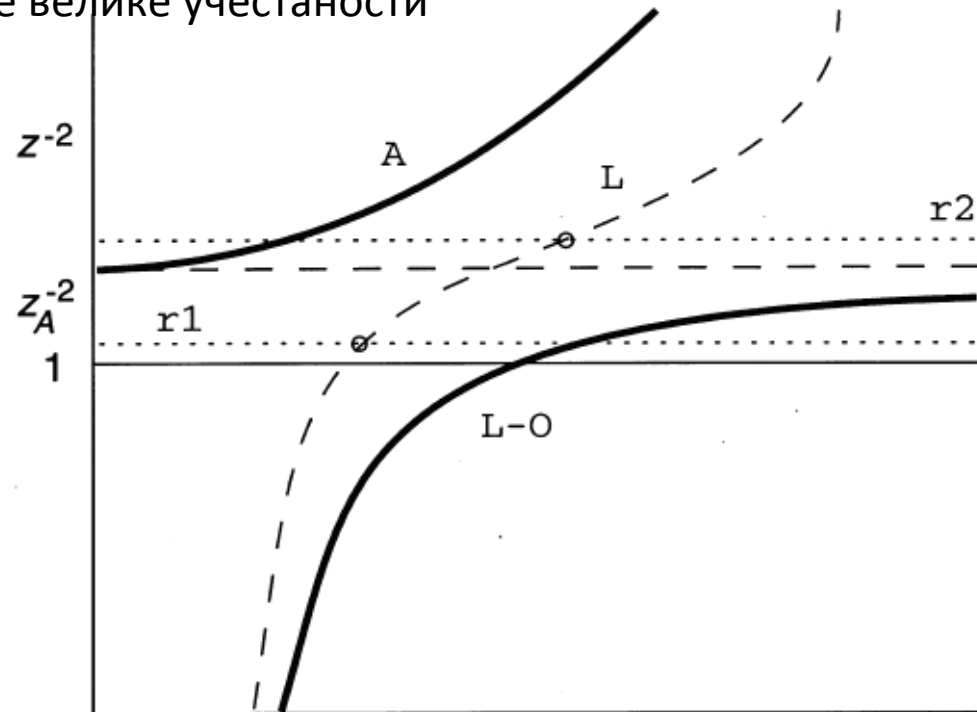
ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Модели

РЕЛАТИВИСТИЧКА ЕМИСИЈА ПЛАЗМЕ

- МАГНЕТОАКУСТИЧНИ (X-мод) -> не може настати услед нестабилности паралелног тока, само делимичном конверзијом АЛФЕНОВОГ мода, али могу напустити магнетосферу
- АЛФЕНОВ – О мод -> захтева ултра-релативистички ток честица; фаворизују се високе учестаности јер је раст таласа расте са учестаношћу
- коси L-O -> сувише велике учестаности услед Лоренцове трансформације
- паралелни Ленгмјуров мод -> сувише велике учестаности

Паралелни Ленгмјуров мод се може спрегнути са паралелним АЛФЕНОВИМ модом и побећи дуж $z=z_A$ гране; чак и за мали угао θ , L-O мод се може на исти начин спрегнути или тунеловати изнад тачке спрезања и бити Ландау пригушен.



ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Модели

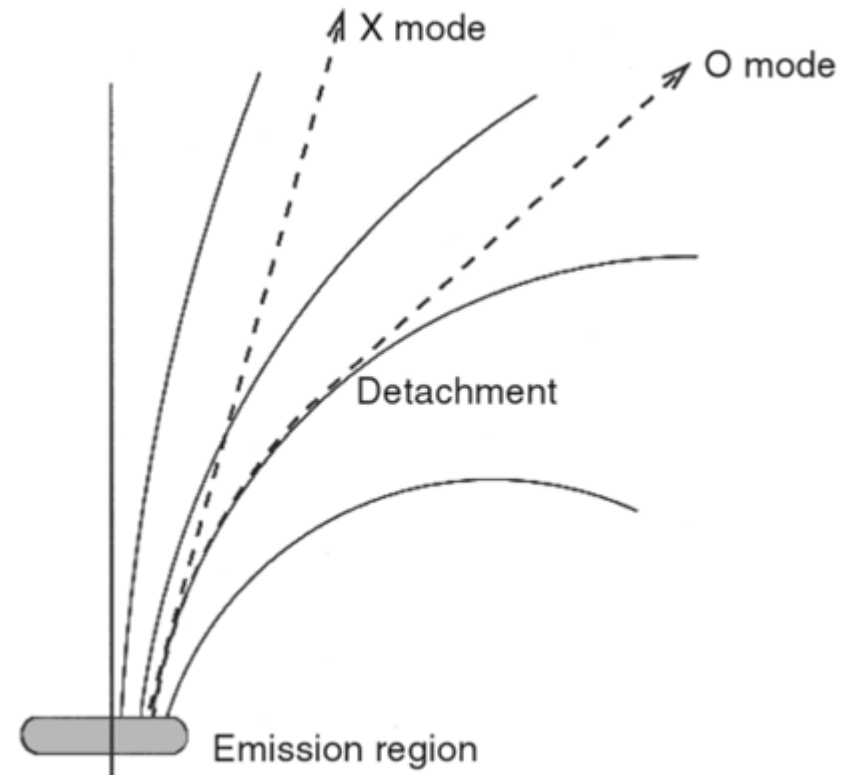
- КОНВЕРЗИЈА МОДОВА

$$n_1 = 1$$

$$n_2 \approx 1 + \frac{\theta^2}{4} - \left(\frac{\omega_p^2}{\omega^2} \langle \gamma^{-3} \rangle + \frac{\theta^4}{16} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$n_3 \approx 1 + \frac{\theta^2}{4} + \left(\frac{\omega_p^2}{\omega^2} \langle \gamma^{-3} \rangle + \frac{\theta^4}{16} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$n_4 \approx 1 + \frac{\theta^2}{2}$$



ТАЛАСИ У МАГНЕТОСФЕРАМА ПУЛСАРА

Преглед могућих механизма емисије

- ЦИКЛОТРОНСКИ и МАСЕРСКИ МЕХАНИЗАМ КРИВОЛИНИЈСКОГ ДРИФТА су осетљиви на интензитет магнетног поља, што се не слаже са великом сличношћу емисија милисекундских и обичних пулсара и не описује постојање емисије језгра код мс. пулсара
- МЕХАНИЗАМ КОХЕРЕНТНЕ ЕМИСИЈЕ ГРУПЕ ЧЕСТИЦА које зраче у фази, захтева структуру веома танког диска честица ($d < \lambda/4$) ради одржања кохерентности; нормала на површину мора остати унутар угла $1/\gamma$, међутим услед закривљености линија поља нормала за веома кратко време прави одступање; не описује емисију из самог централног региона где су линије сила скоро праве
- НЕЛИНЕАРНИ (солитонски), МЕХАНИЗАМ МАСЕРСКЕ ЕМИСИЈЕ СЛОБОДНИХ ЕЛЕКТРОНА (линеарно убрзање електрона променљивим електричним пољем – *wiggler field*) и КРИВОЛИНИЈСКОГ МАСЕРА (услед увртања линија поља) чине могуће механизме емисије
- РЕЛАТИВИСТИЧКА ЕМИСИЈА ПЛАЗМЕ представља за сада најодрживији начин кохерентне емисије