

Черенковские чтения-2008

Физический институт им.
П.Н.Лебедева РАН

Рентгеновское черенковское излучение в неоднородных средах

*П.Н. Жукова¹, А.С. Кубанкин¹, Н.Н. Насонов¹,
В.И. Сергиенко², В.А. Хабло²*

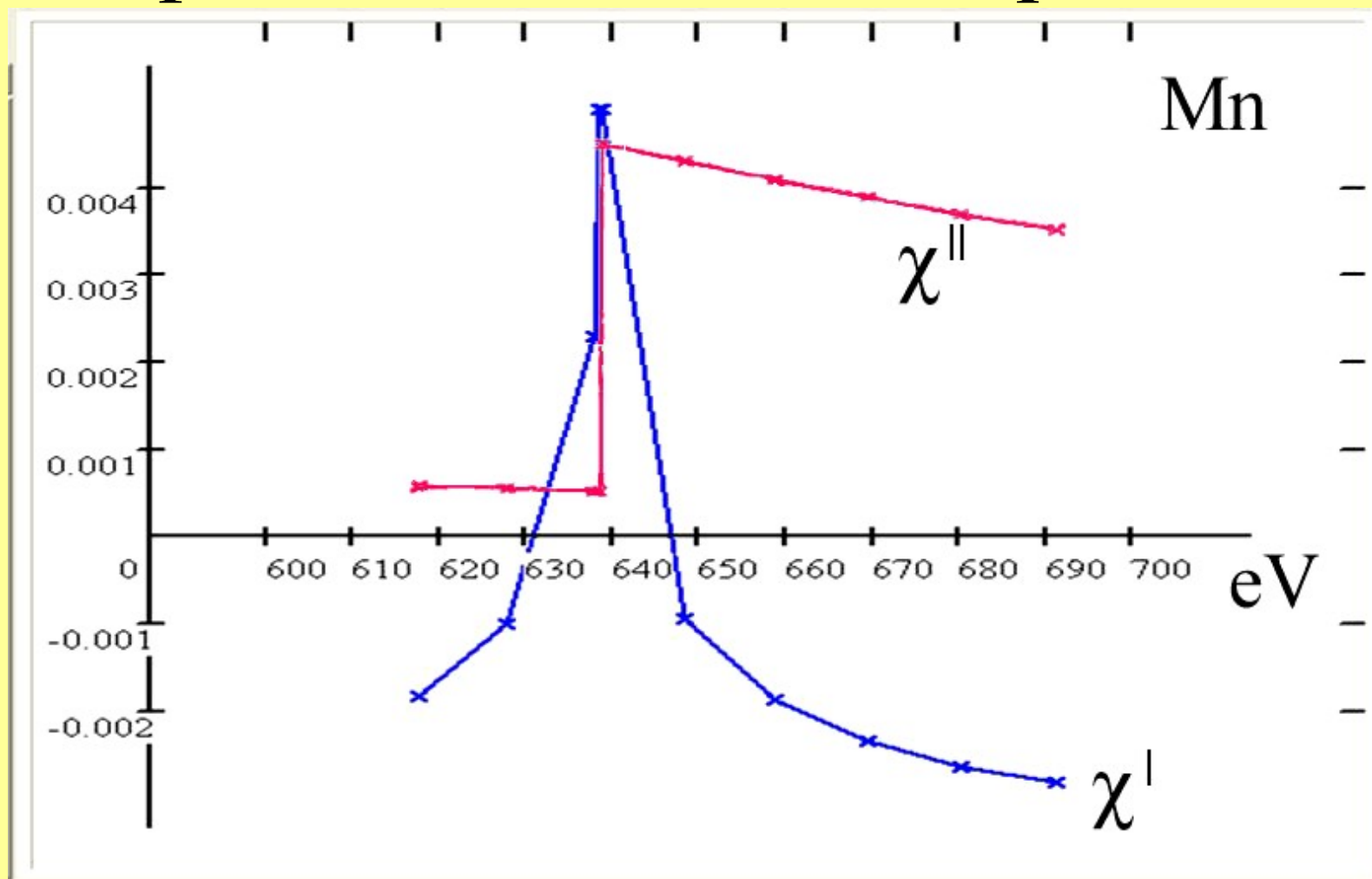
¹Лаборатория радиационной физики
Белгородский гос. университет

²Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

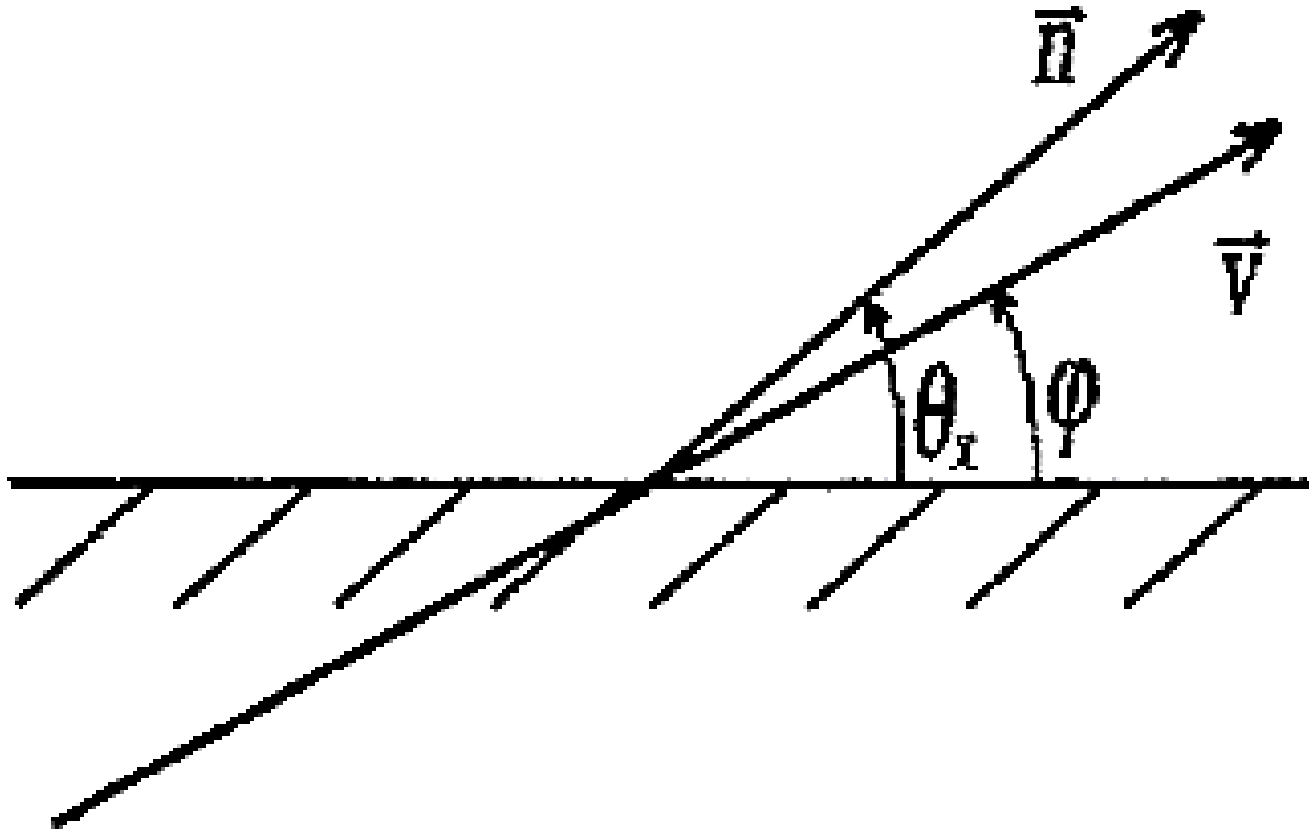
Содержание

- Черенковское излучение при скользящем падении релятивистских электронов на тонкую диэлектрическую пленку
- Параметрическое рентгеновское излучение при скользящем падении излучающих электронов на поверхность кристалла
- Аномальное фотопоглощение в параметрическом излучении в условиях проявления черенковского эффекта
- Особенности квазичеренковского излучения релятивистских электронов в геометрии рассеяния Брэгга
- Выводы

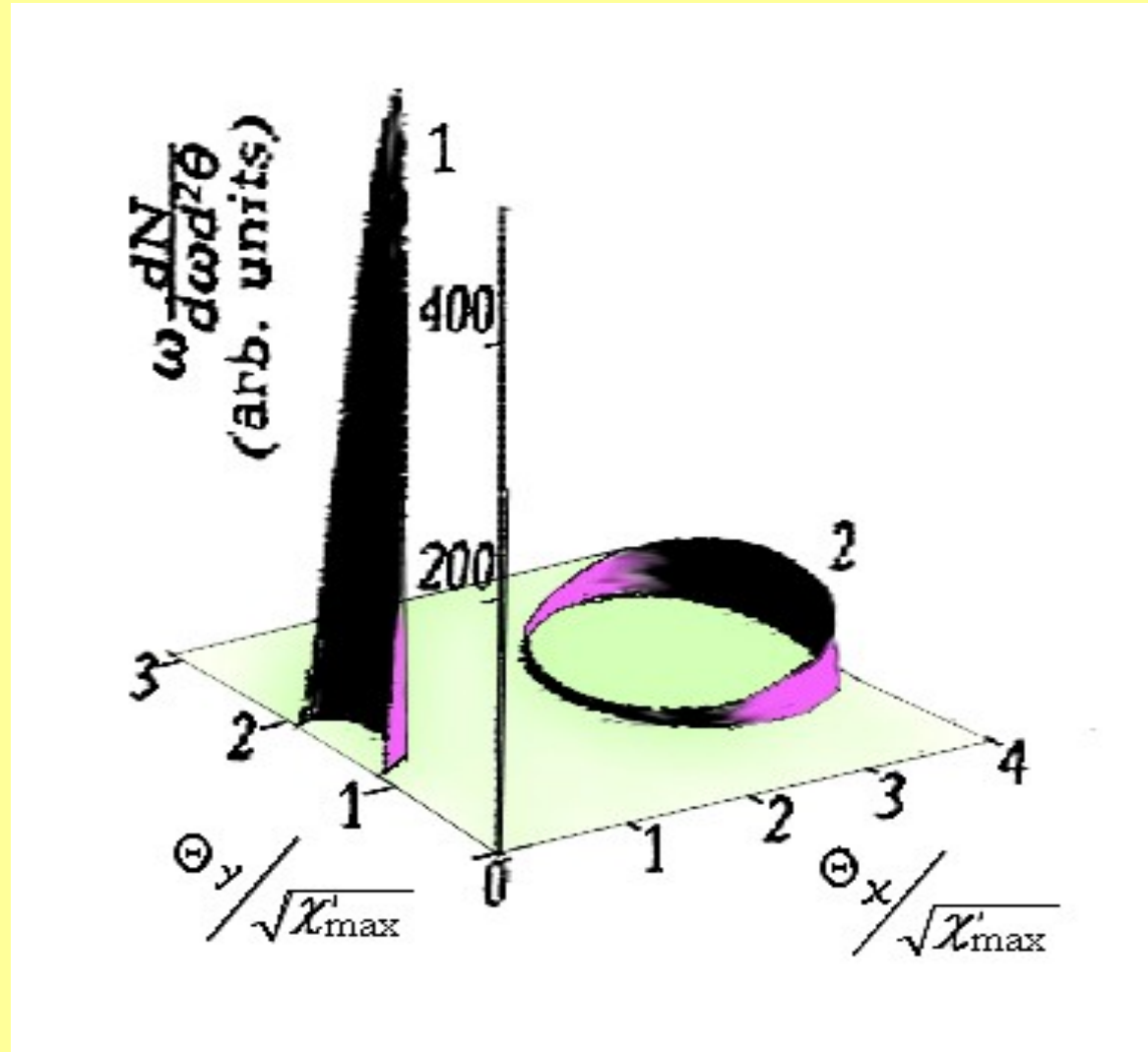
Дисперсия диэлектрической восприимчивости в окрестности края фотопоглощения материала



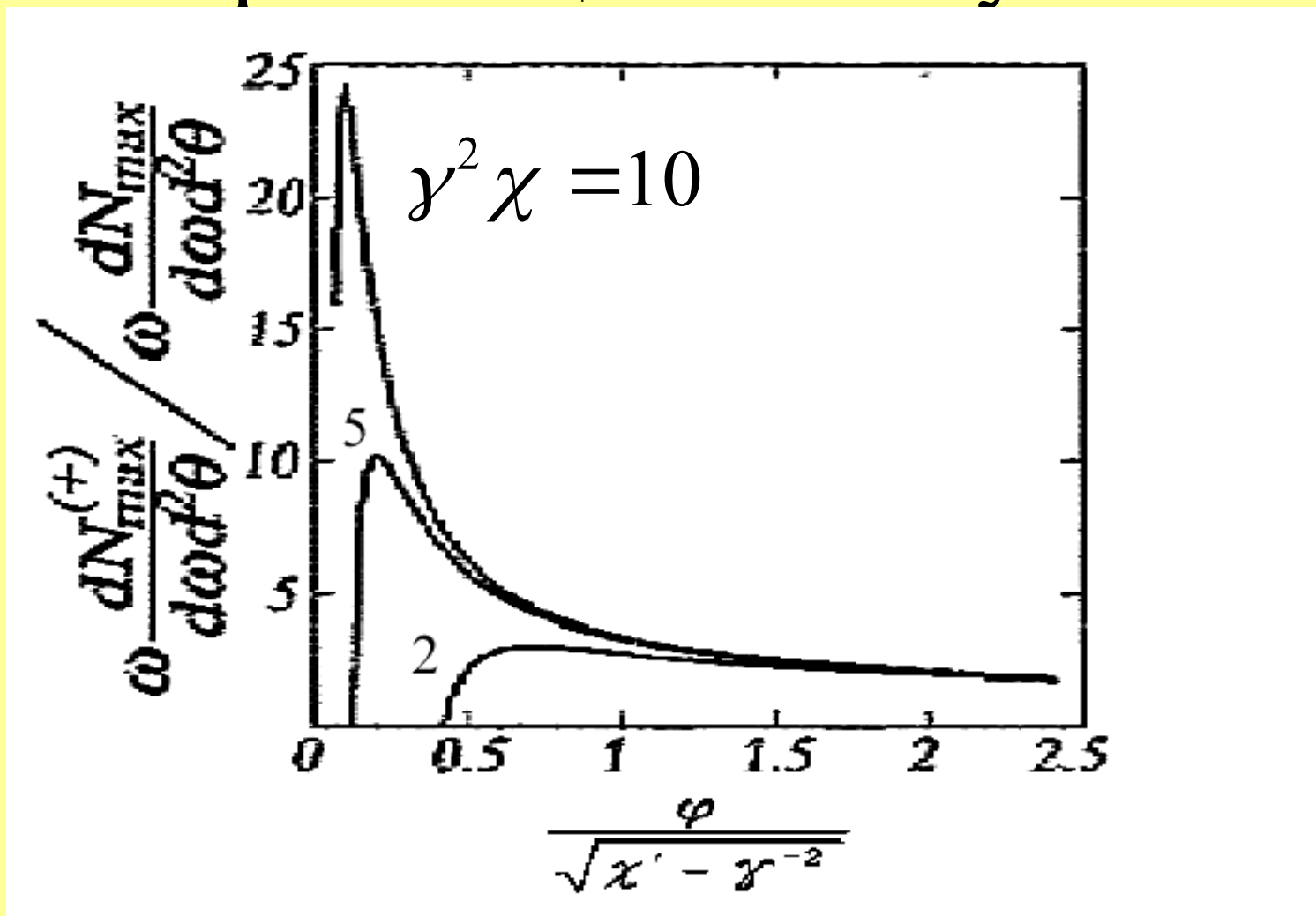
Геометрия процесса излучения



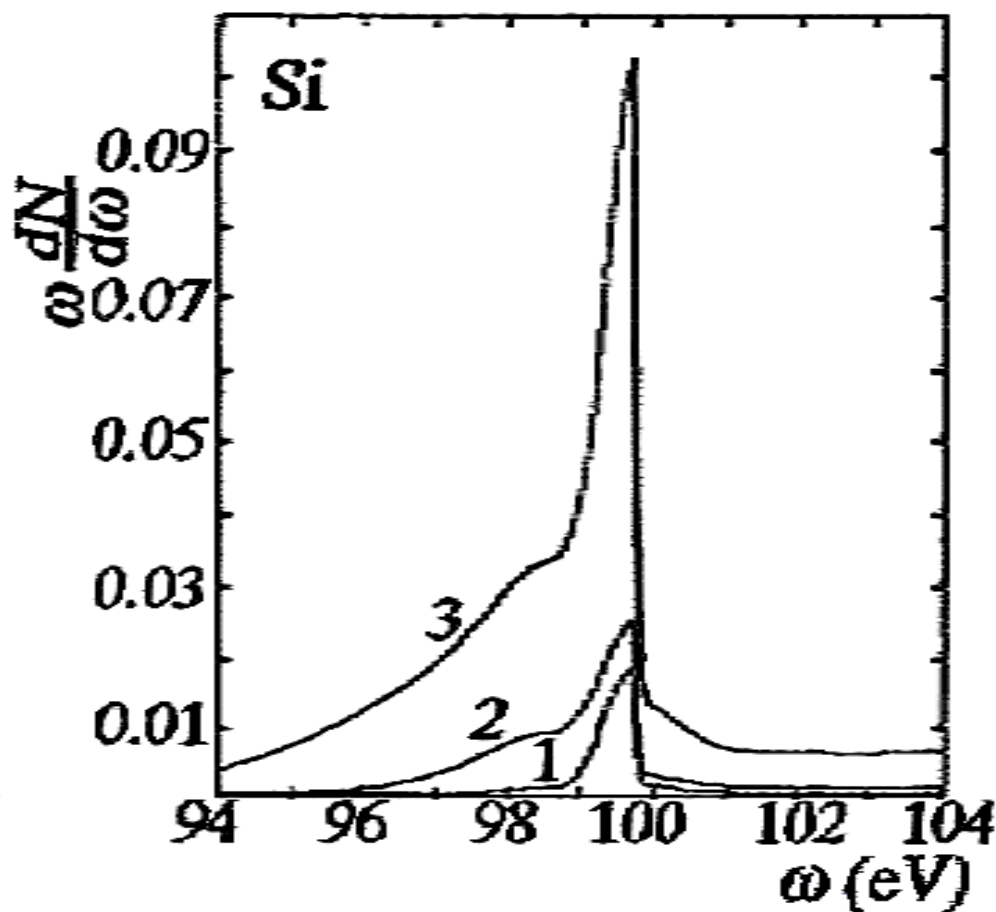
Модификация черенковского конуса



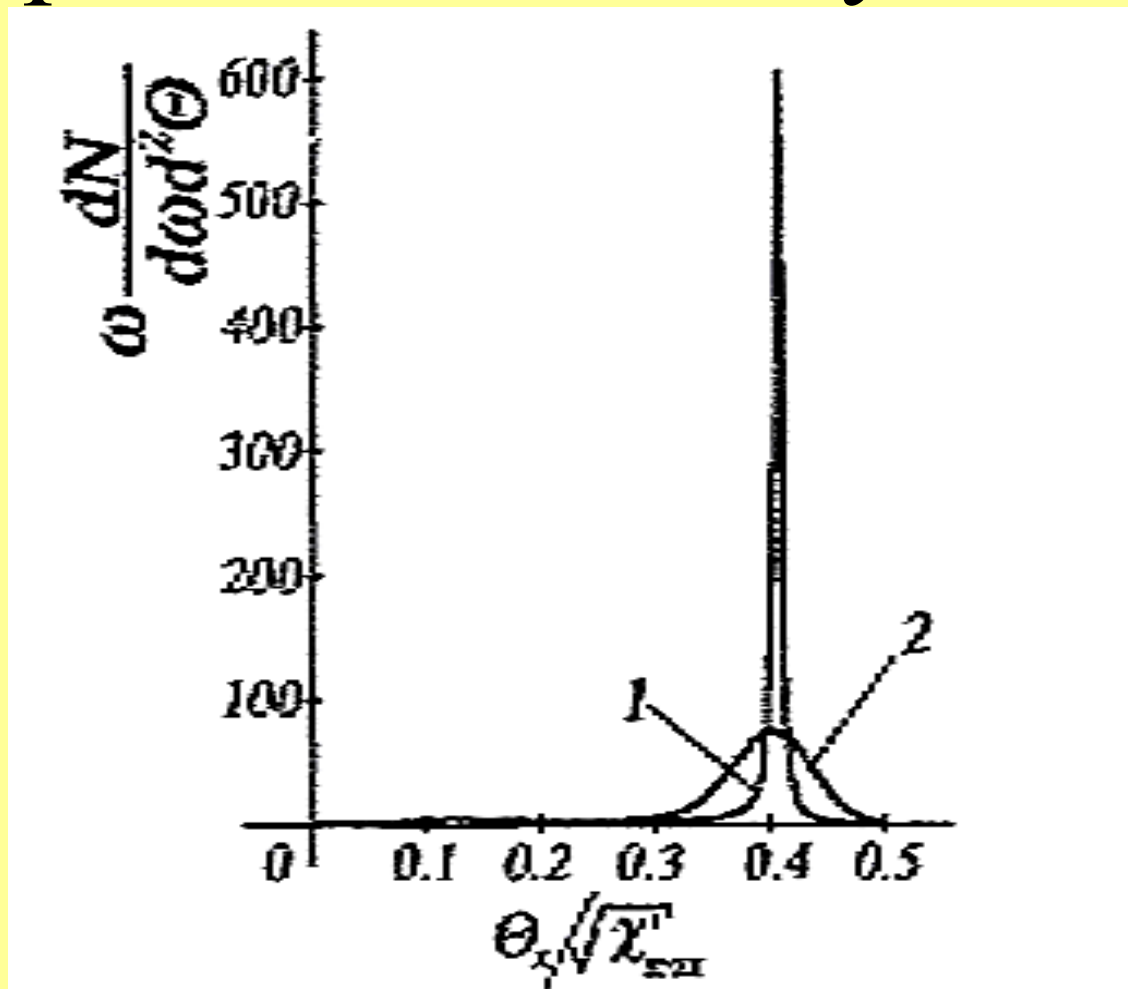
Зависимость яркости черенковского источника от величины ориентационного угла



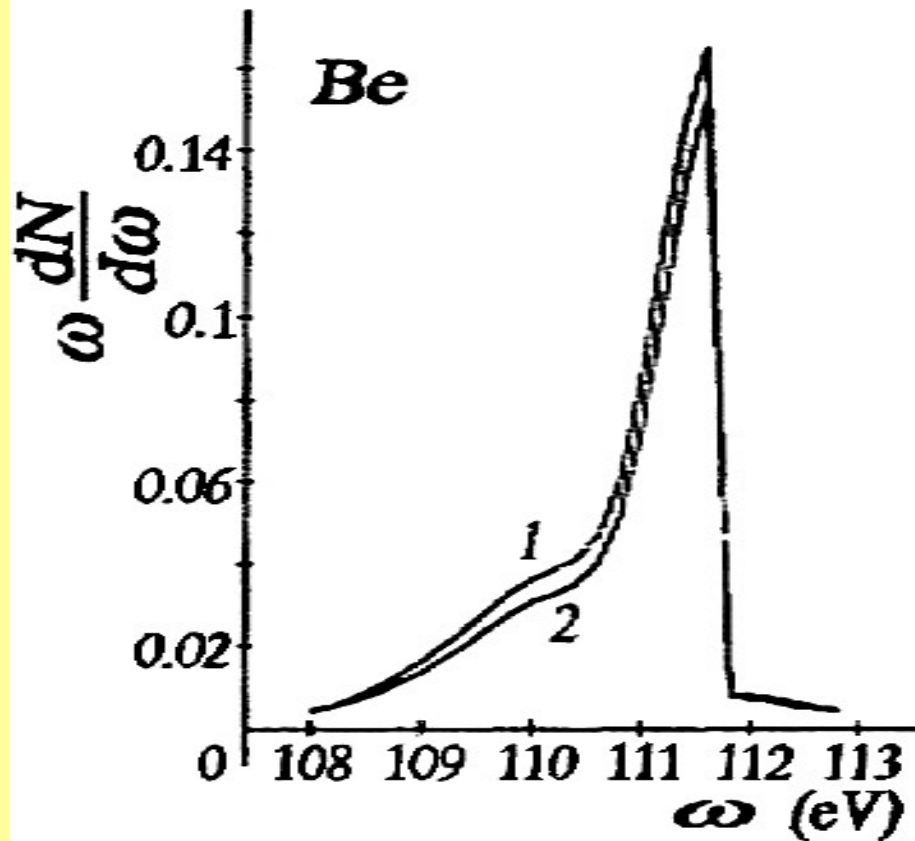
Зависимость спектра черенковского излучения от величины ориентационного угла



Влияние многократного рассеяния на спектрально-угловое распределение черенковского излучения



Влияние многократного рассеяния на спектр слабо коллимированного черенковского излучения

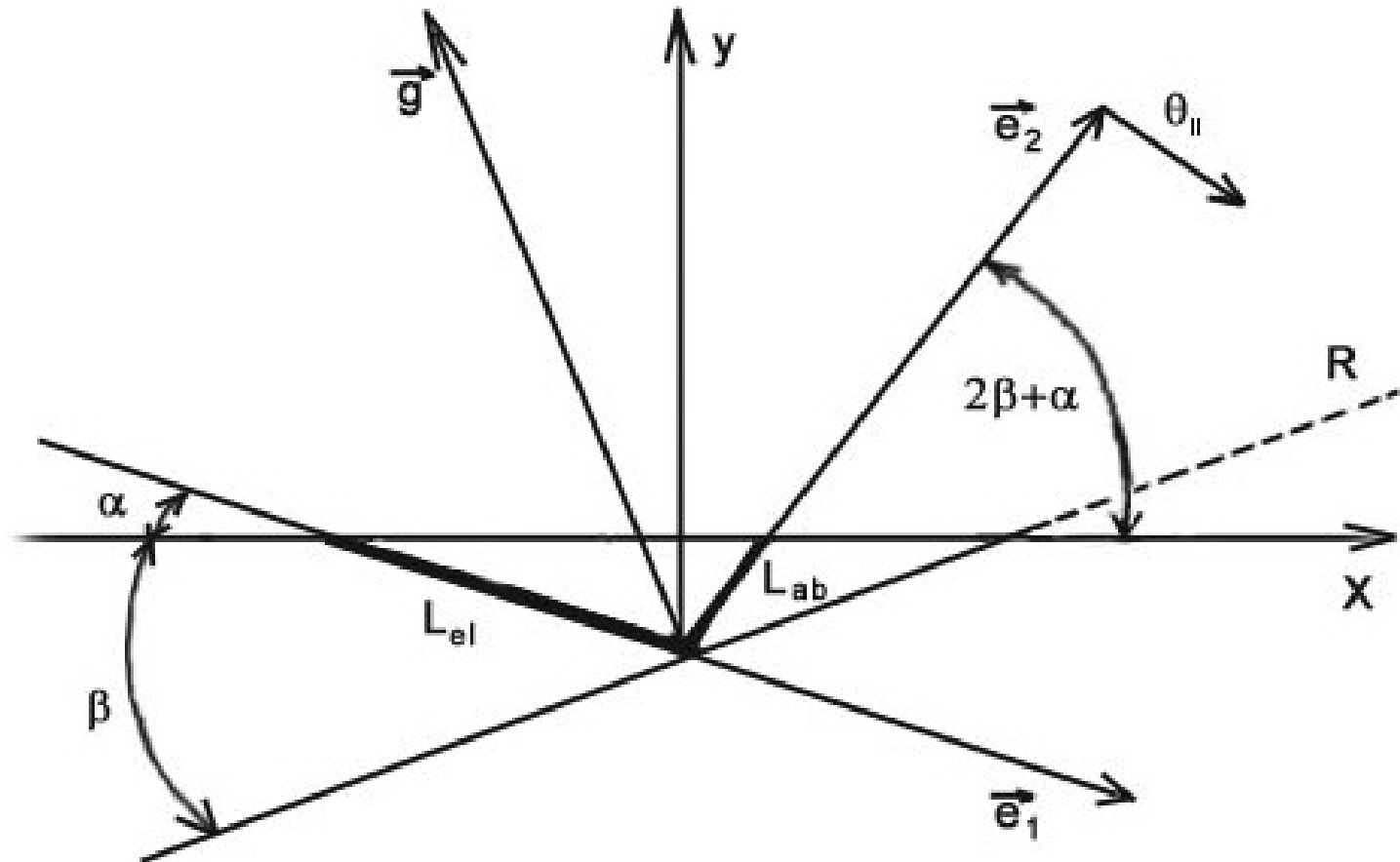


Параметрическое рентгеновское излучение

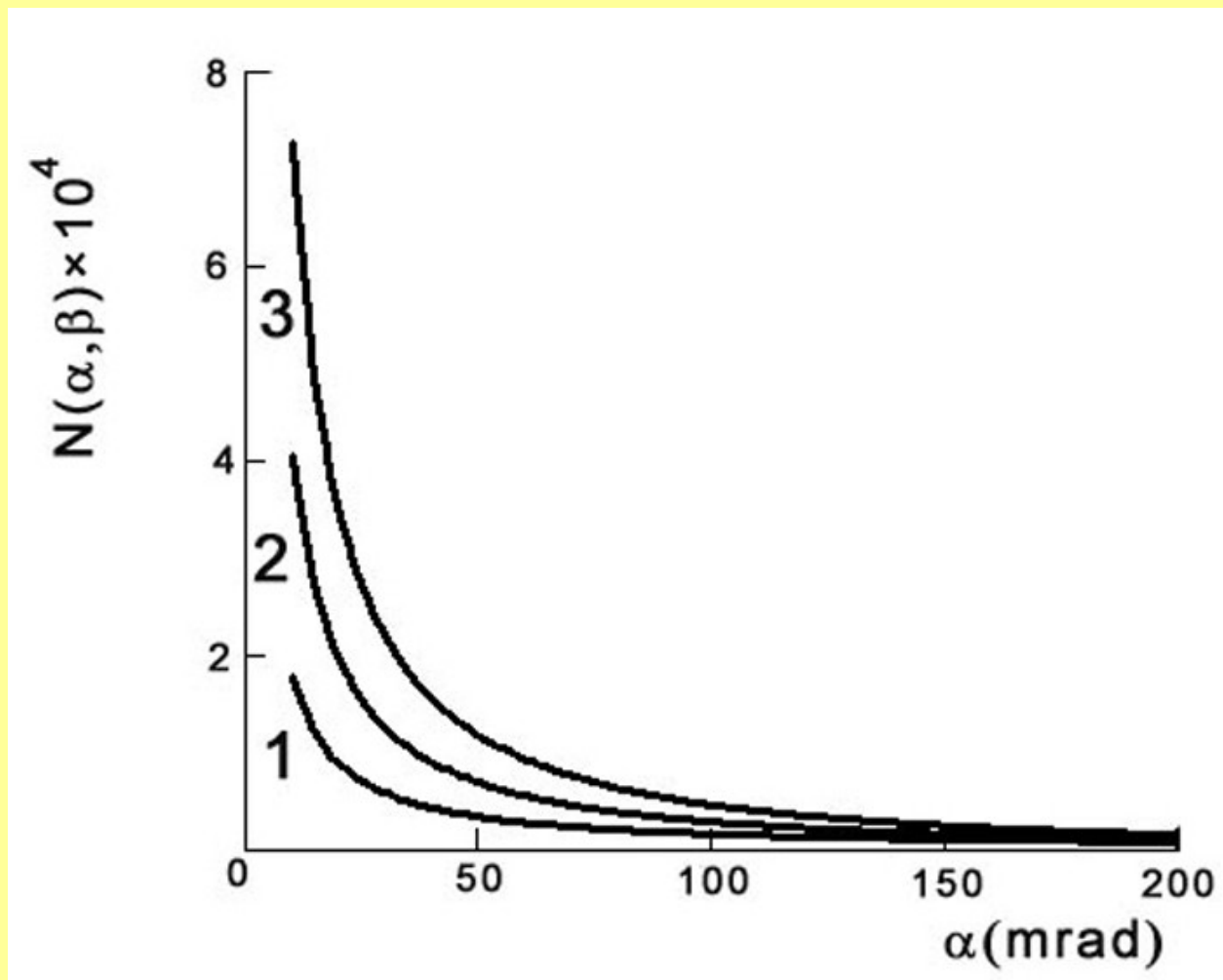
$$\varepsilon(\omega, r) = 1 + \chi_0(\omega) + \sum_g' \chi_g(\omega) e^{igr}$$

$$(k^2 - \omega^2(1 + \chi_0))E_{\omega k}^{\vec{r}} - \omega^2 \sum_g' \chi_{-g} E_{\omega k + g}^{\vec{r}} = 4\pi i \omega J_{\omega k}^{\vec{r}}$$

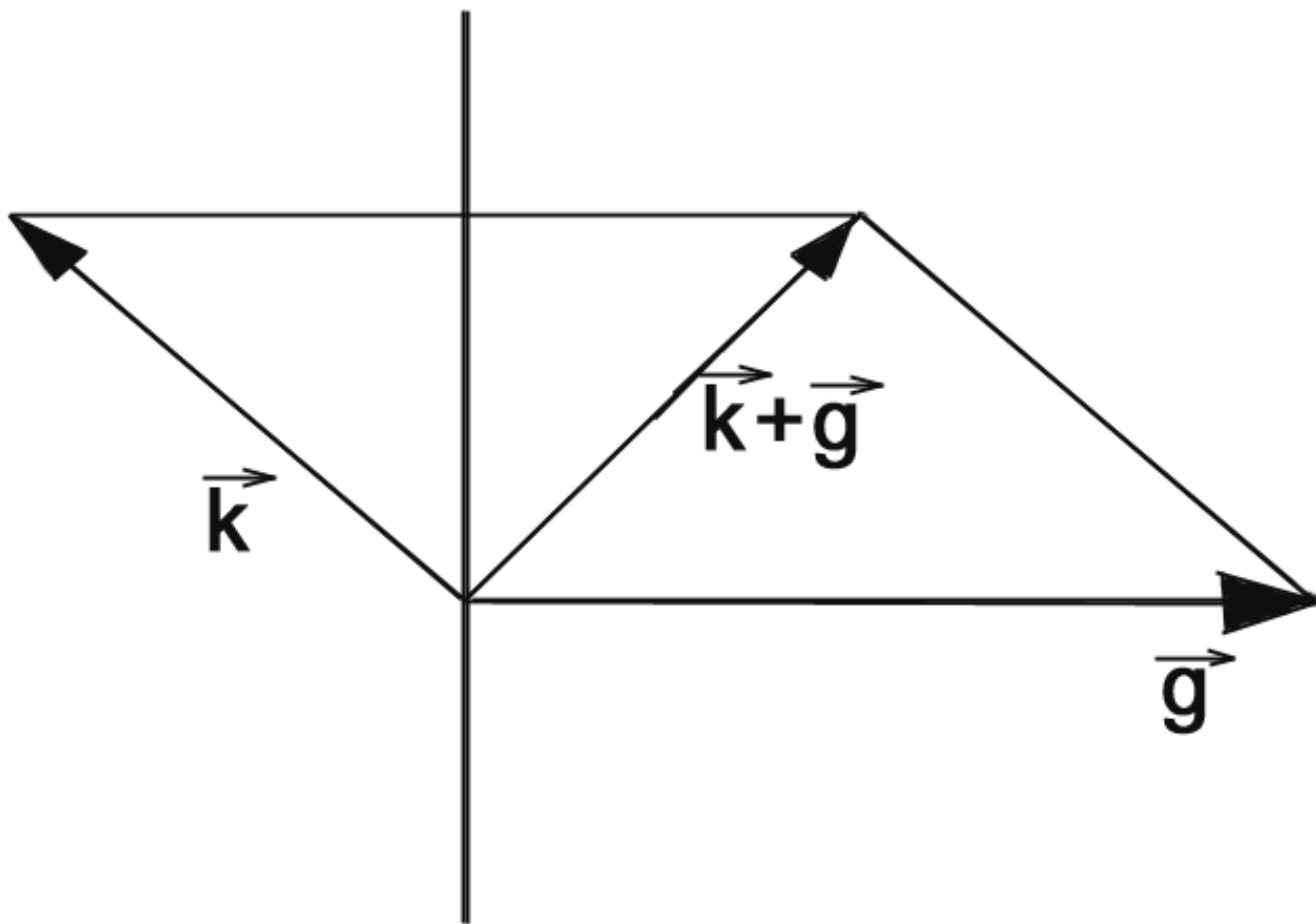
Геометрия процесса излучения



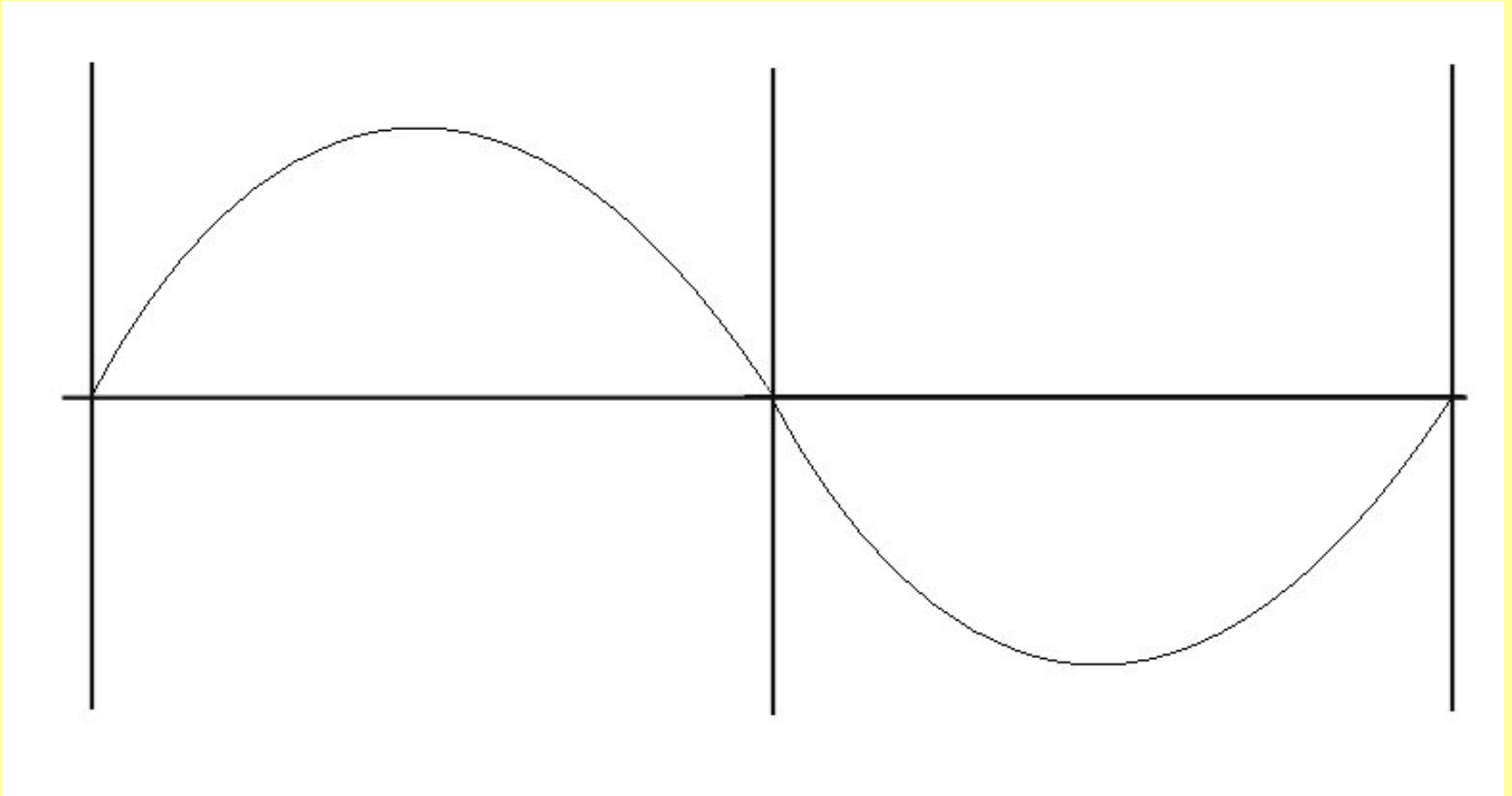
Зависимость выхода параметрического рентгеновского излучения от угла падения электронов на мишень



Аномальное фотопоглощение в условиях проявления черенковского эффекта



Структура волнового поля



Взаимодействие прямой и рассеянной волн

$$(k^2 - \omega^2(1 + \chi_0))\vec{E}_{\lambda_0} - \omega^2 \chi_{-g} \alpha_\lambda E_{\lambda_g} = \frac{i\omega e}{2\pi^2} \vec{e}_{\lambda_0} V \delta(\omega - kV)$$

$$((k + g)^2 - \omega^2(1 + \chi_0))\vec{E}_{\lambda_g} - \omega^2 \chi_g \alpha_\lambda E_{\lambda_0} = 0$$

Выход излучения

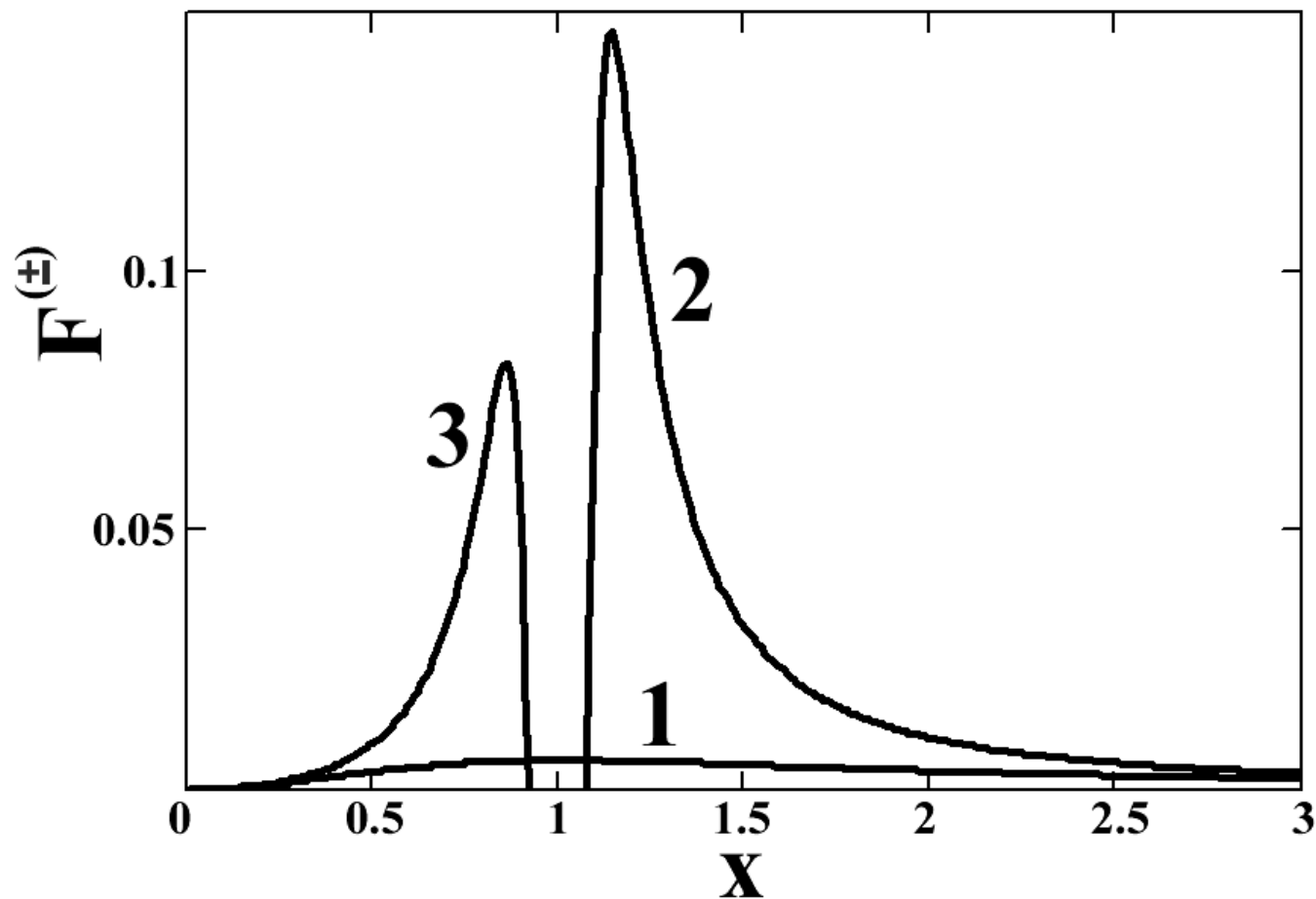
$$\omega \frac{d^3 N_\lambda}{d\omega d^2\theta} = \frac{e^2 \omega^2 (\chi'_g)^2}{4\pi \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \omega \chi_0''} \times$$

$$\frac{\Omega_\lambda^2 \alpha_\lambda^2 \delta(\omega - \omega'_B)}{\left(\gamma^{-2} - \chi_0' + \Omega^2 + k_\lambda \sqrt{\chi'_g \chi'_{-g}} \alpha_\lambda\right)^2 + \chi'_g \chi'_{-g} \alpha_\lambda^2 (1 - k_\lambda^2)}$$

$$\left(\gamma^{-2} - \chi_0' + \Omega^2 + k_\lambda \sqrt{\chi'_g \chi'_{-g}} \alpha_\lambda\right)^2 + \chi'_g \chi'_{-g} \alpha_\lambda^2 (1 - k_\lambda^2)$$

$$k_\lambda = \frac{\chi_g'' \chi'_{-g} + \chi'_g \chi_{-g}''}{2_\lambda \sqrt{\chi'_g \chi'_{-g} \chi_0''}} \alpha_\lambda \approx 1$$

Влияние черенковского эффекта на угловое распределение ПРИ



Квазичеренковское излучение

$$(k^2 - \omega^2(1 + \chi_0))E_{\omega k}^{\rightarrow} - \omega^2 \sum_g' \chi_{-g}^{\rightarrow} E_{\omega k + g}^{\rightarrow} = 4\pi i \omega J_{\omega k}^{\rightarrow}$$

$$((k + g)^2 - \omega^2(1 + \chi_0))E_{\omega k + g}^{\rightarrow} = \omega^2 \sum_{g'}' \chi_{-g'}^{\rightarrow} E_{\omega k + g + g'}^{\rightarrow}$$

$$\left(k^2 - \omega^2(1 + \chi_0) - \omega^4 \sum_g' \frac{\chi_g^{\rightarrow} \chi_{-g}^{\rightarrow}}{(k + g)^2 - \omega^2(1 + \chi_0)} - \dots \right) E_{\omega k}^{\rightarrow} \equiv$$

$$\equiv (k^2 - \omega^2 \varepsilon_{eff}(\omega, k)) E_{\omega k}^{\rightarrow} = 4\pi i \omega J_{\omega k}^{\rightarrow}$$

$$\varepsilon_{eff}(\omega, k) = 1 + \chi_0 + \sum_g' \frac{\omega^2 \chi_g^{\rightarrow} \chi_{-g}^{\rightarrow}}{(k + g)^2 - \omega^2(1 + \chi_0)} + \dots = 1 + \chi_{eff}$$

Выводы

- Выход черенковского излучения может быть существенно увеличен в схеме скользящего падения электронов на тонкую мишень.
- Аналогичный эффект имеет место для параметрического излучения.
- Выход ПРИ резко возрастает в условиях проявления черенковского эффекта за счет модификации эффекта Бормана.

- Квазичеренковское излучение, подавляемое в случае геометрии рассеяния Брэгга, восстанавливается в условиях проявления черенковского эффекта.
- Динамическая добавка к показателю преломления зерна в мозаичном кристалле приводит к возникновению динамического переходного излучения.
- Благодаря указанному динамическому переходному излучению, в мозаичном кристалле восстанавливается квазичеренковское излучение.