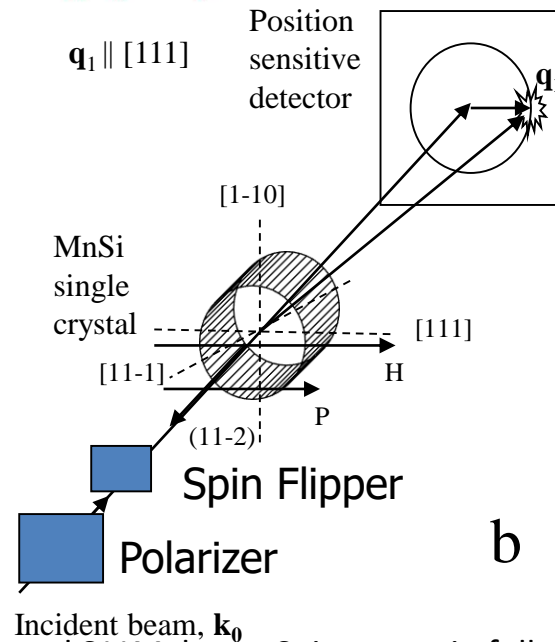
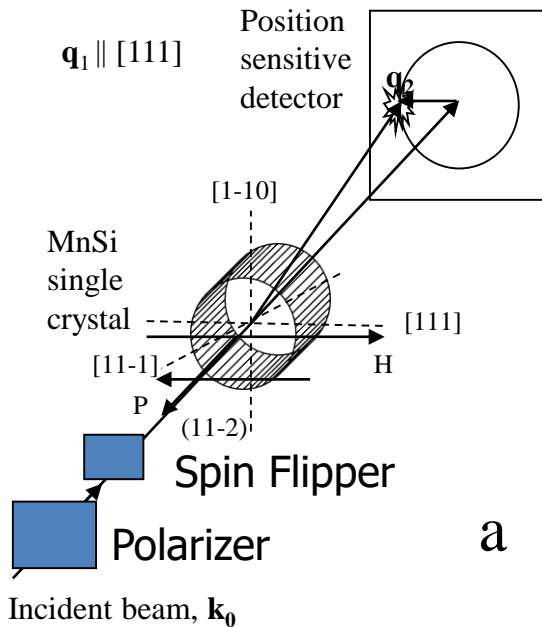
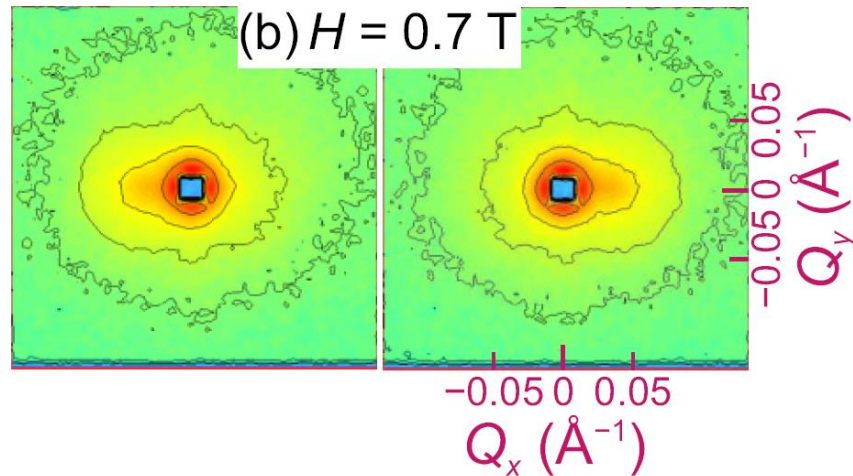


ПИАФ НИЦ Курчатовский институт, Гатчина. СПбГУ, Санкт-Петербург

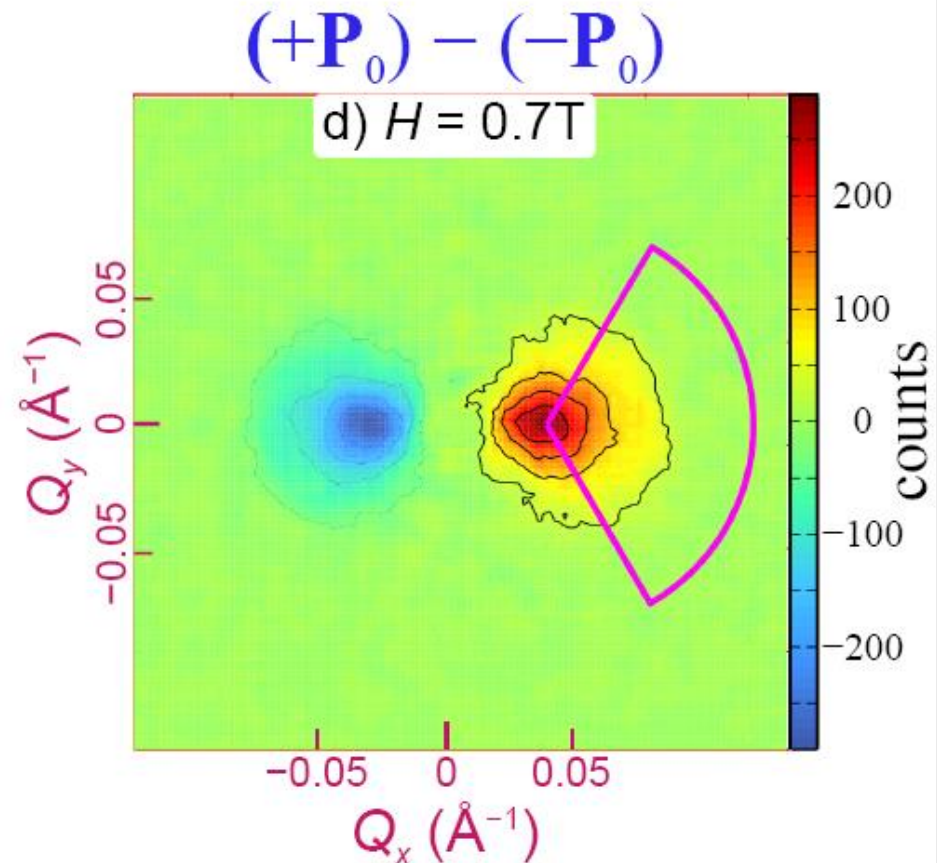
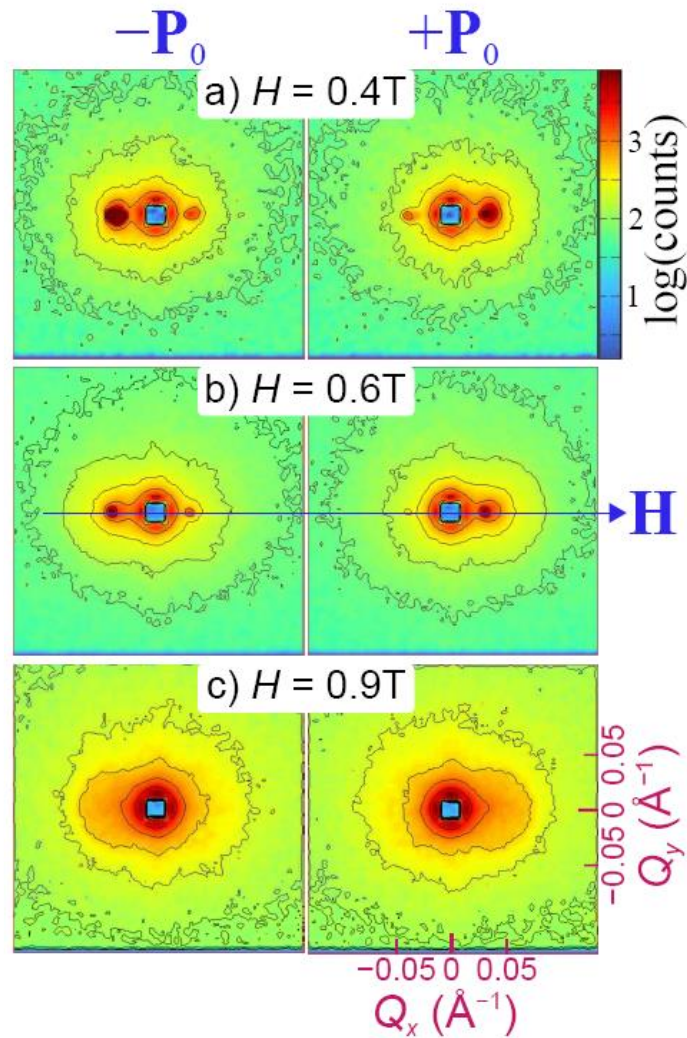
**О сечении малоуглового
рассеяния поляризованных
нейтронов на спиновых волнах в
гелимагнетиках**

Пшеничный К.А.
Григорьев С.В.

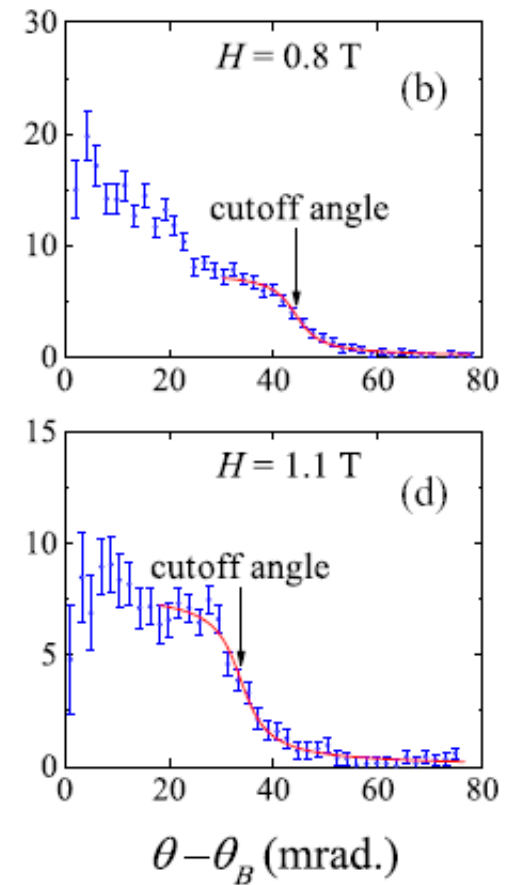
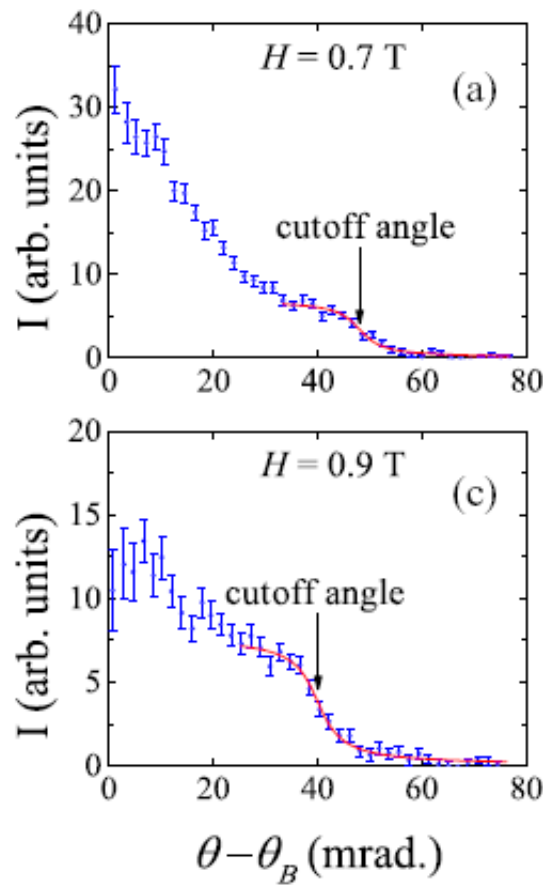
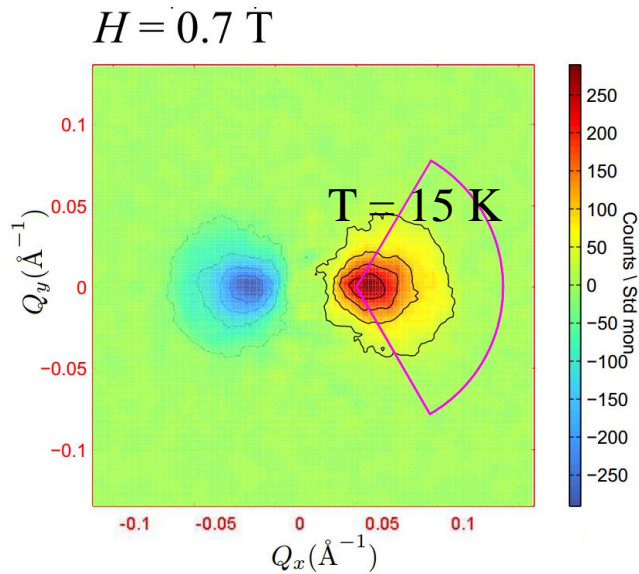
Киральность спиновых волн в MnSi:



Рассеяние поляризованных нейтронов на магнонах в MnSid



Рассеяние поляризованных нейтронов на магнонах в MnSi:



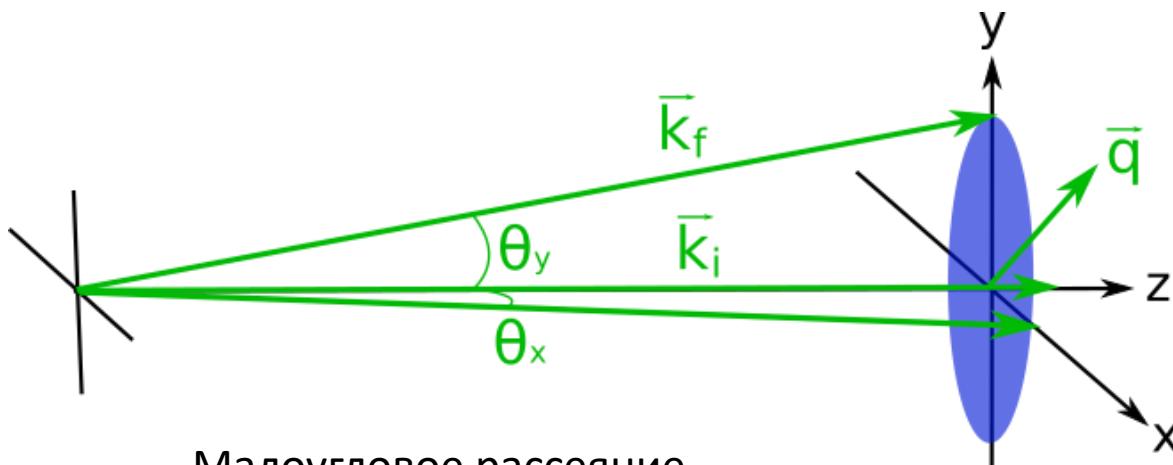
$$\Delta\sigma(\mathbf{q}, \omega) = \sigma(\mathbf{q}, \omega, +P_0) - \sigma(\mathbf{q}, \omega, -P_0) =$$

$$= 4(r_m S)^2 F(\mathbf{q})^2 \left(\frac{k_f}{k_i}\right)^2 (\mathbf{e}\mathbf{m})^2 n_q [\delta(\omega - \epsilon_q) - \delta(\omega + \epsilon_q)].$$

Законы сохранения:

$$\hbar\omega = \frac{\hbar^2 k_i^2}{2m} - \frac{\hbar^2 k_f^2}{2m} = \frac{\hbar^2}{2m} (k_i^2 - k_f^2)$$

$$\frac{\hbar^2}{2m} \{k_i^2 - (k_i - q)^2\} = \frac{\hbar^2 k_i q}{m} - \frac{\hbar^2 q^2}{2m}$$



Малоугловое рассеяние

Вектор рассеяния:

$$\begin{cases} q_x = k_i \theta_x, \\ q_y = k_i \theta_y, \\ q_z = k_i \hbar\omega / (2E) \end{cases} \quad (1)$$

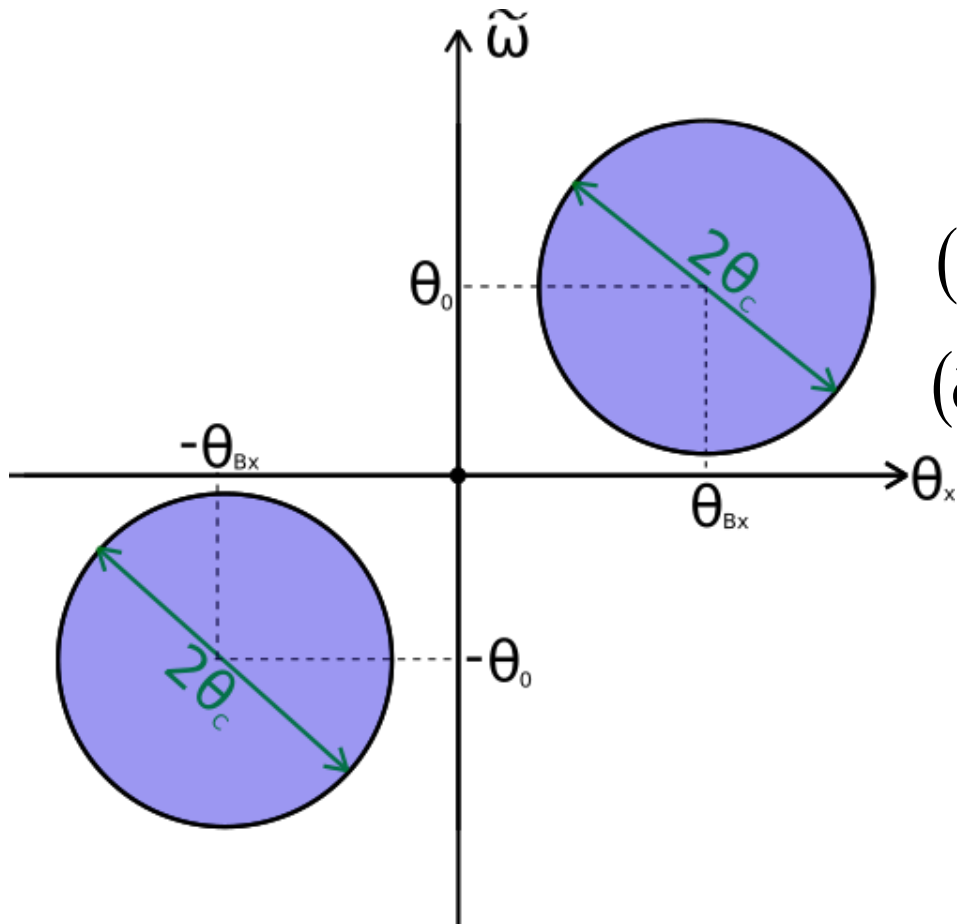
Дисперсионное соотношение для гелимагнетика:

$$E_q = A(\vec{q} - \vec{k}_s)^2 + (H - H_{C2}) = A\vec{Q}^2 + \Delta \quad (2)$$

$$E_q = A \left\{ (k_i \theta_x - k_{sx})^2 + (k_i \theta_y - k_{sy})^2 + \left(k_i \frac{\hbar\omega}{2E} - k_{sz} \right)^2 \right\} + \Delta \quad (3)$$

$$\omega - E_{-q} = 0 \quad \omega + E_q = 0 \quad (4)$$

Решение в виде сфер:



$$\tilde{\omega} = \frac{\omega}{2E} \quad \theta_{Bx} = \frac{k_{sx}}{k_i}$$

$$\begin{aligned} (\tilde{\omega} - \theta_0)^2 + (\theta_x - \theta_{Bx})^2 + \theta_y^2 &= \theta_c^2 \\ (\tilde{\omega} + \theta_0)^2 + (\theta_x + \theta_{Bx})^2 + \theta_y^2 &= \theta_c^2 \end{aligned} \quad (5)$$

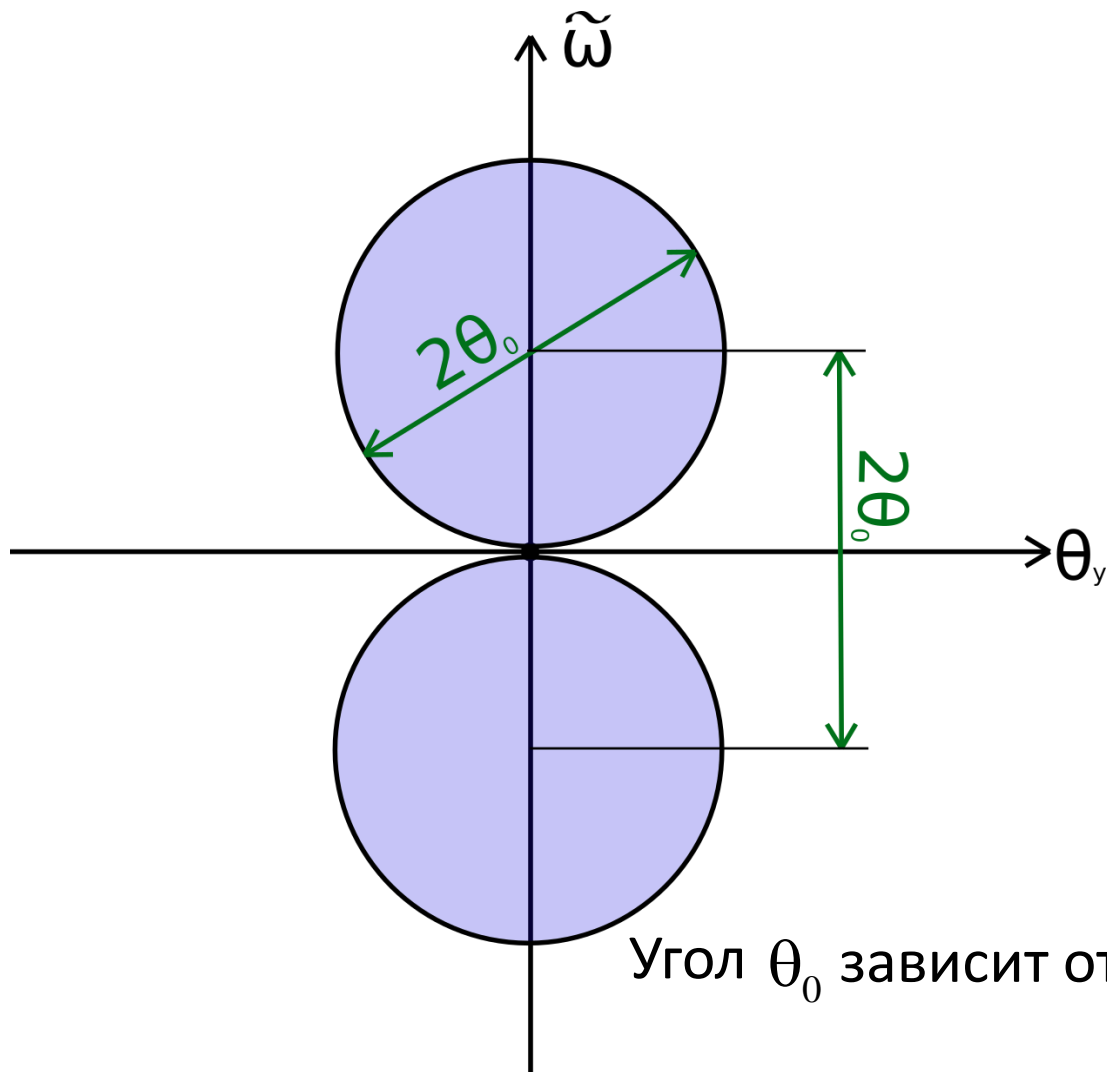
$$\theta_0 = \frac{E}{Ak_i^2} \quad \theta_c^2 = \theta_0^2 - \frac{\Delta}{Ak_i^2}$$

$$A^2 k_i^4 \theta_c^2 + A k_i^2 \Delta - E = 0 \quad (6)$$

Иллюстрация выражений (5)

$$\Delta = H - H_{C2}$$

Решение в виде сфер (ферромагнетик):



Вид сфер для ферромагнетика

$$|\vec{k}_s| \rightarrow 0$$

$$(\tilde{\omega} - \theta_0)^2 + \theta_x^2 + \theta_y^2 = \theta_0^2$$

$$(\tilde{\omega} + \theta_0)^2 + \theta_x^2 + \theta_y^2 = \theta_0^2$$

$$\theta_0 = \frac{E}{Ak_i^2} \quad (7)$$

Угол θ_0 зависит от жесткости спиновой волны

Сечение рассеяния:

$$\Delta I \approx \int \frac{2k_B T}{\omega} (\hat{q} \hat{m})^2 [\delta(\omega - E_q) + \delta(\omega + E_q)] d\omega \quad (8)$$

Сечение рассеяния для ферромагнетика:

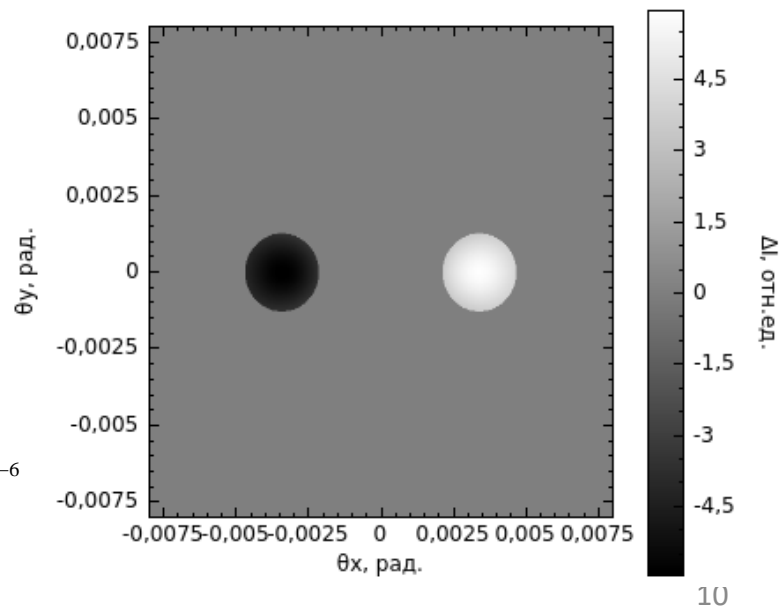
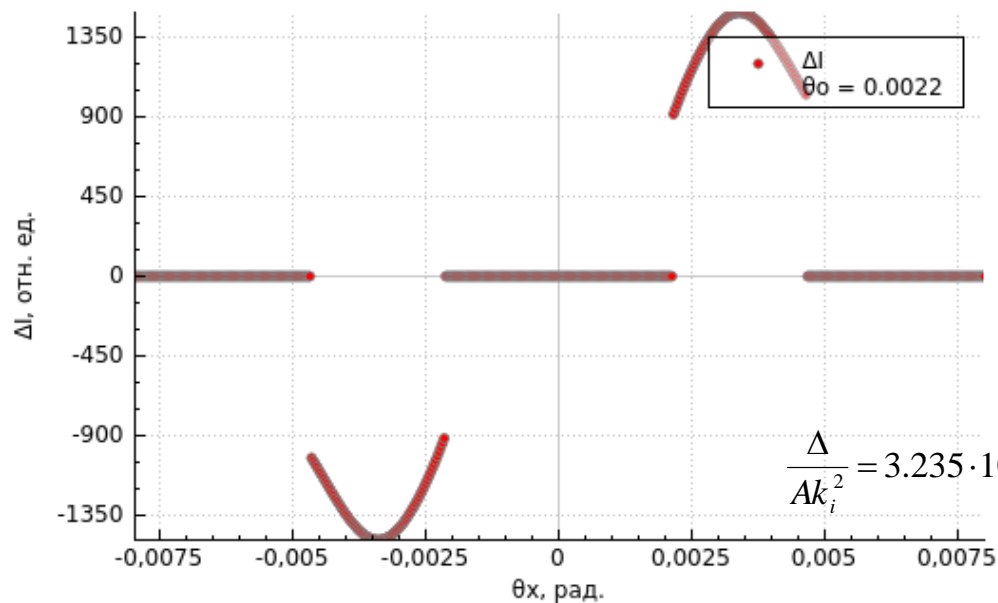
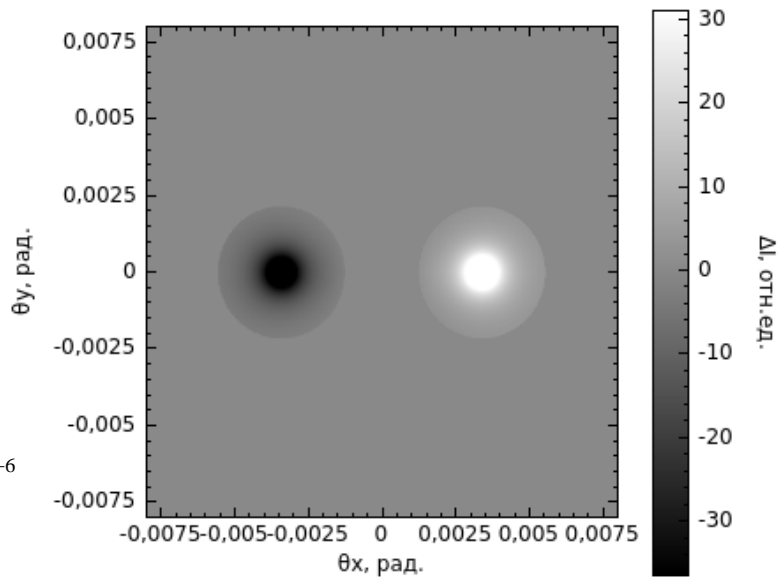
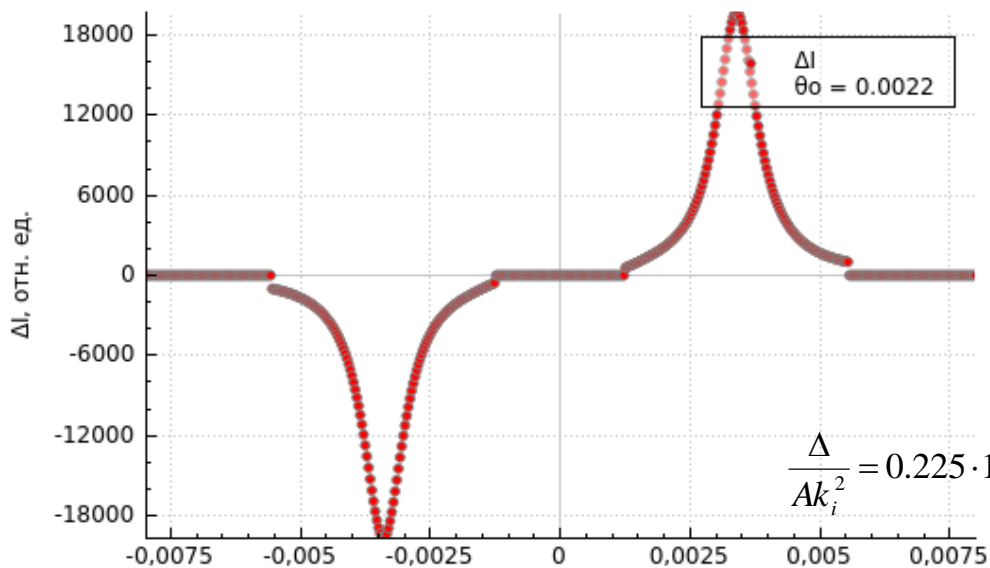
$$\Delta I \approx \frac{2k_B T}{E} \sin 2\alpha \frac{\theta_x |\theta_0|}{\theta^2 \sqrt{\theta_0^2 - \theta^2 - g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2}}} \frac{\theta_0^2 - g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2}}{\theta_0^2 \theta^2 + g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2}}$$

Сечение рассеяния для гелимагнетика:

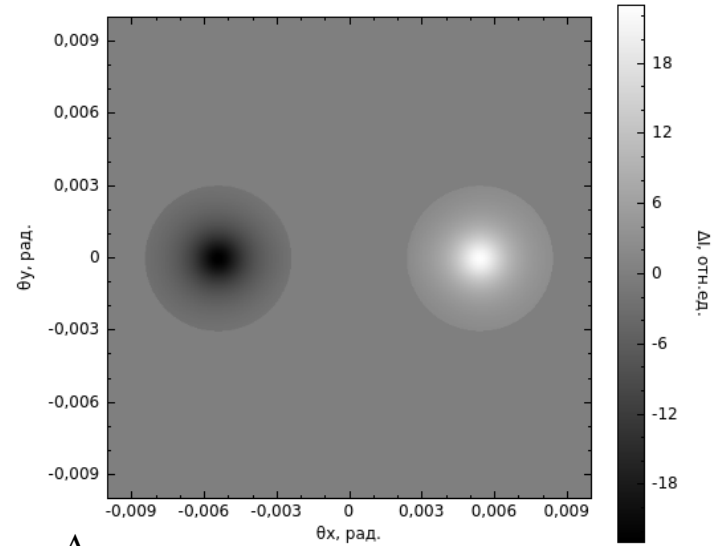
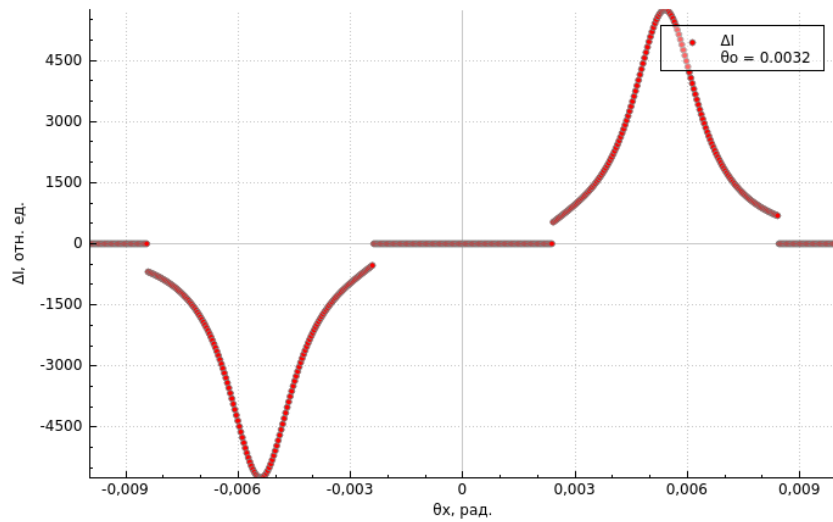
$$\Delta I^I = \frac{\theta_x^2 \theta_0 \left[(\theta_0 - \sqrt{y}) (\theta^2 + (\theta_0 - \sqrt{y})^2) - (\theta_0 + \sqrt{y}) (\theta^2 + (\theta_0 + \sqrt{y})^2) \right]}{\sqrt{y} (\theta_0^2 - y) (\theta^2 + (\theta_0 + \sqrt{y})^2) (\theta^2 + (\theta_0 - \sqrt{y})^2)}$$

$$\sqrt{y} = \sqrt{-\theta_y^2 - (\theta_x - \theta_{Bx})^2 + \theta_C^2}$$

Сечение рассеяния для гелимагнетика:

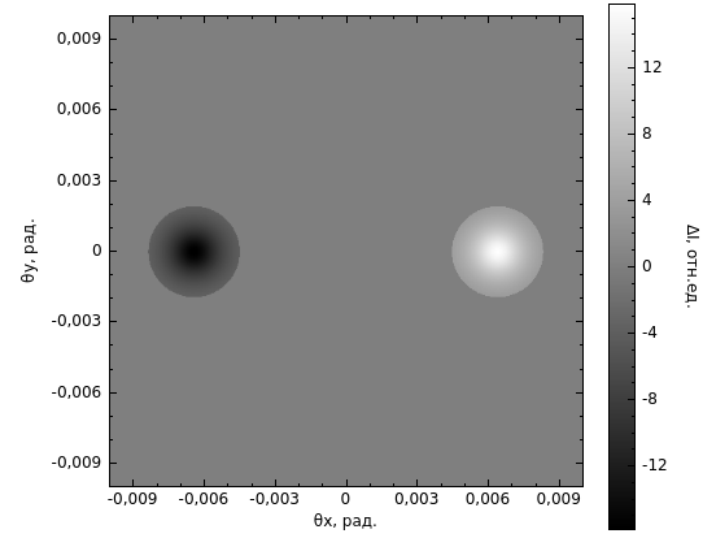
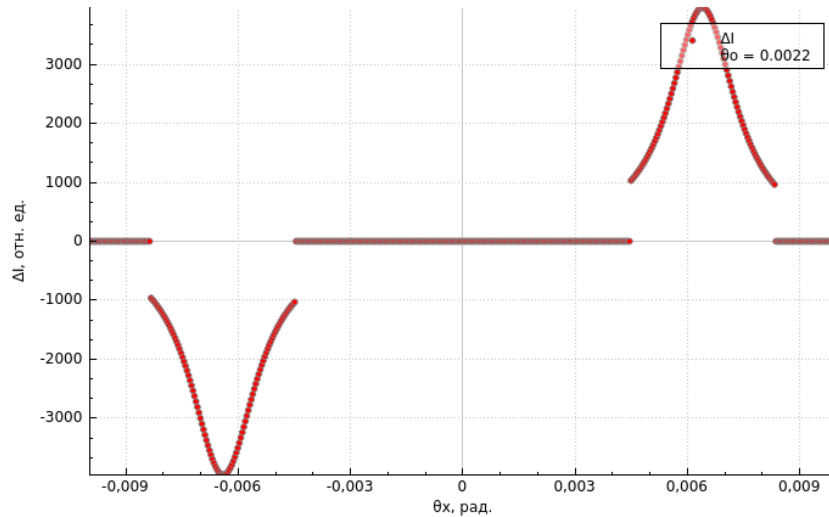


Сечение рассеяния для гелимагнетика:



$$\theta_0 = 0,0032 \quad \theta_R = 0,0054$$

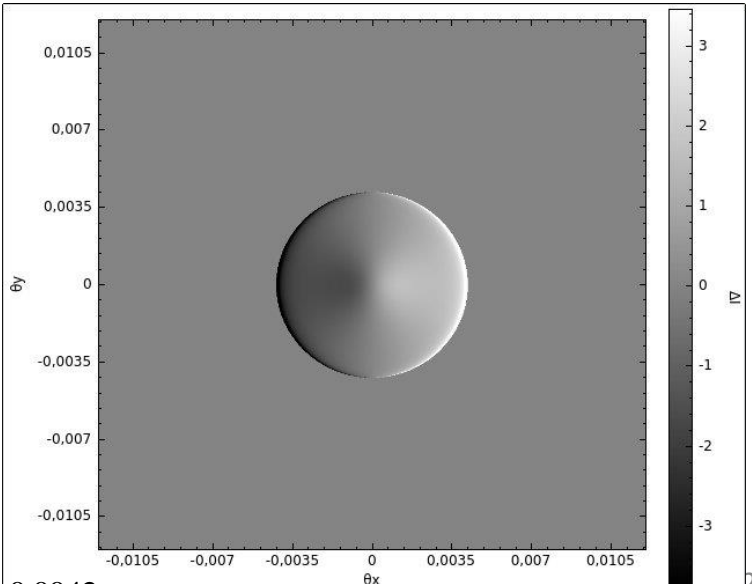
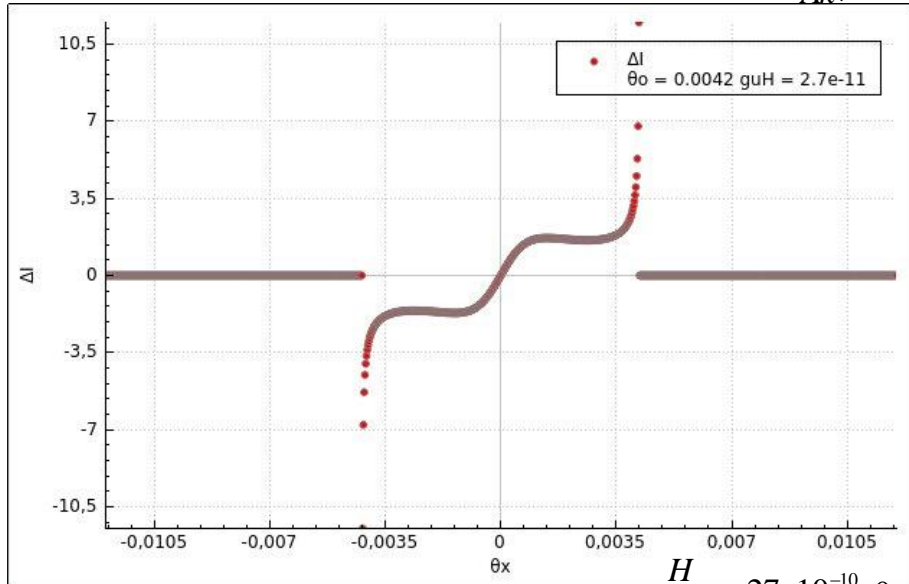
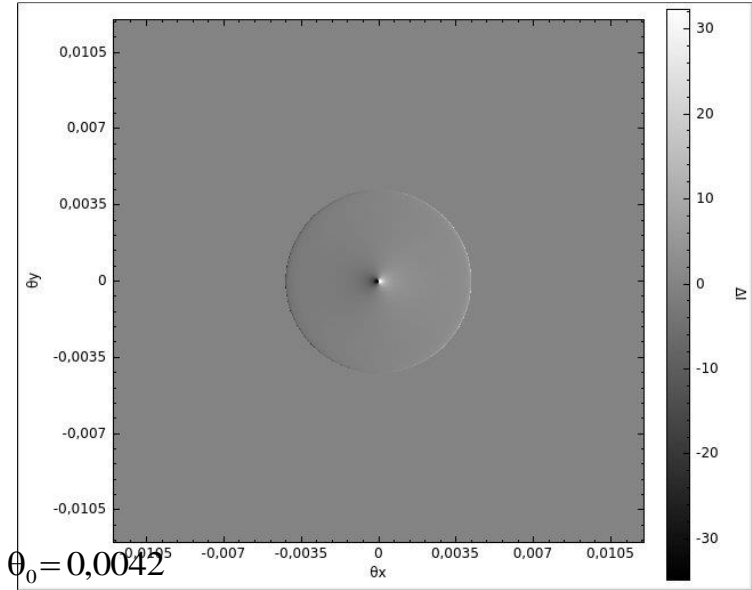
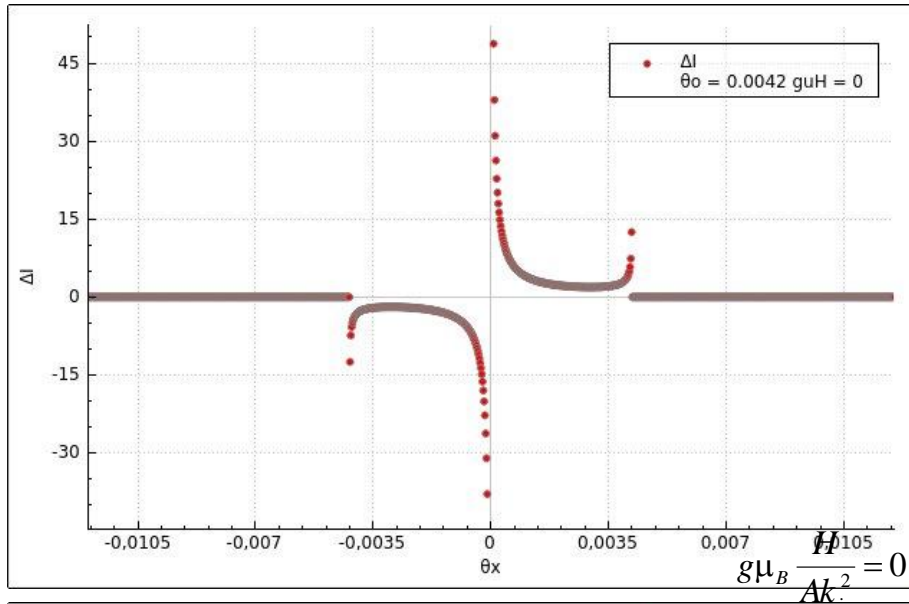
$$\frac{\Delta}{Ak^2} = 1.13 \cdot 10^{-6}$$



$$\theta_0 = 0,0022 \quad \theta_B = 0,0064$$

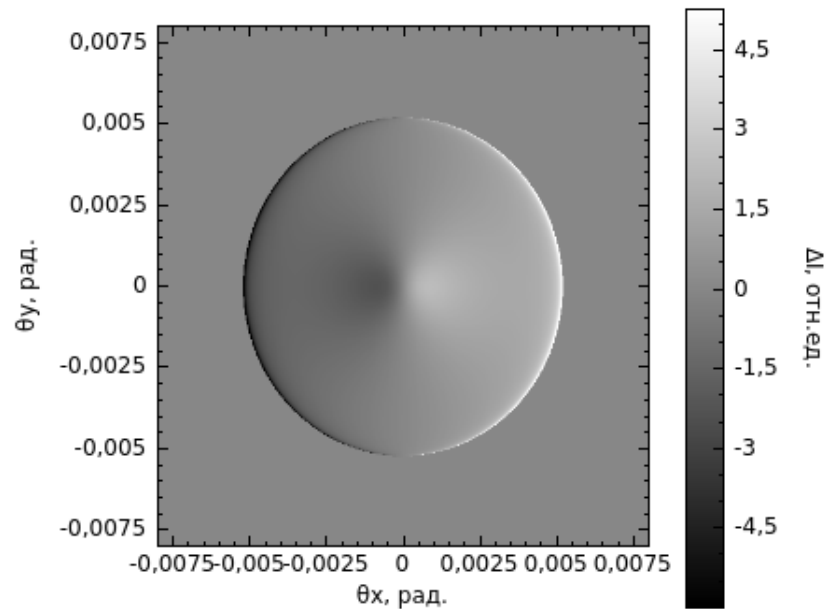
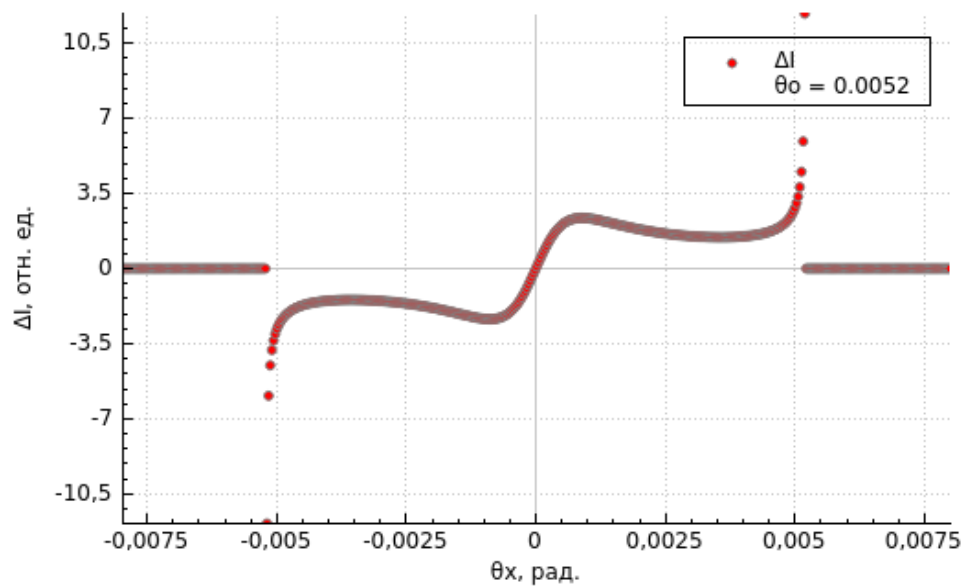
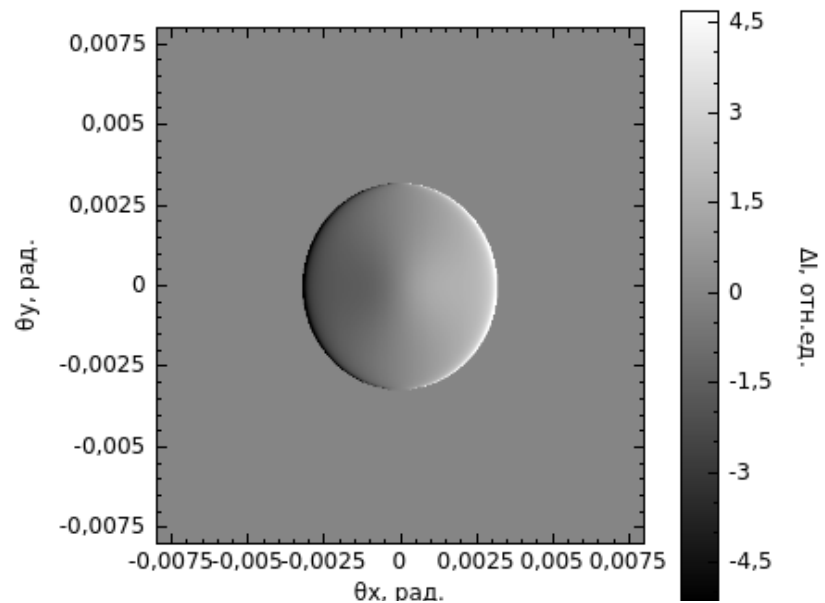
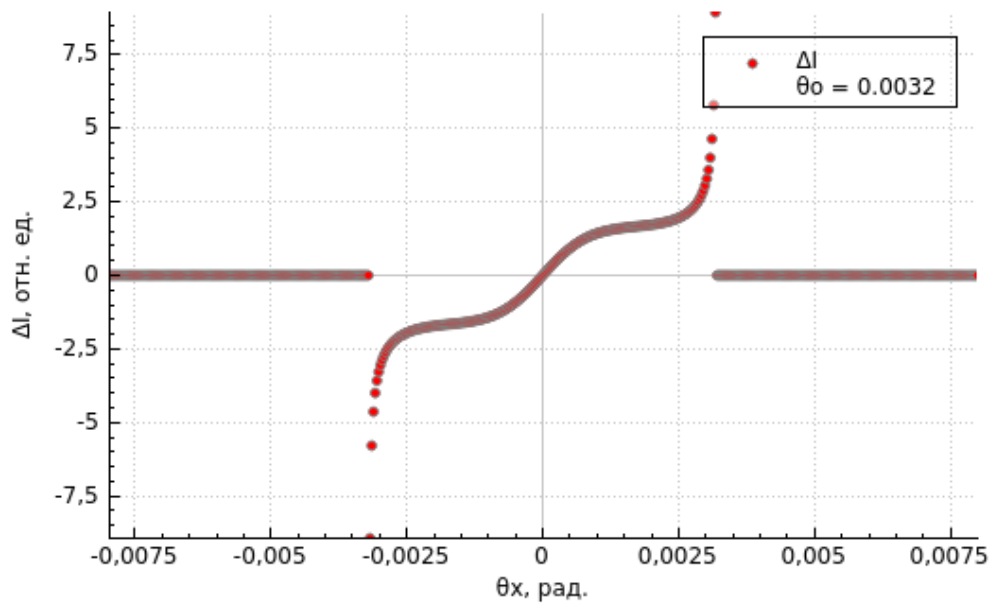
$$\frac{\Delta}{Ak_i^2} = 1.13 \cdot 10^{-6}$$

Сечение рассеяния для ферромагнетика:



$$g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2} = 27 \cdot 10^{-10} \quad \theta_0 = 0,0042$$

Сечение рассеяния для ферромагнетика:



Выводы:

1. Получены аналитические выражения для сечения рассеяния поляризованных нейтронов
2. При рассеянии на гелимагнетике, в отличие от ферромагнетика при $\theta_x = \pm\theta_B \pm \theta_C$ нет расходимости
3. Диффузное рассеяние при $q = k_s$ подавляется при приложении магнитного поля
4. Благодаря полученным результатам можно аппроксимировать экспериментальные данные и получать значения жесткости спиновой волны

Спасибо за внимание!

$$E_q = Aq^2$$

$$\Delta I \approx \int \frac{2k_B T}{\omega} (\hat{q}\hat{m})^2 [\delta(\omega - E_q) + \delta(\omega + E_q)] d\omega$$

$$\Delta I \approx \frac{2k_B T}{E} \sin 2\alpha \frac{\theta_x |\theta_0|}{\theta^2 \sqrt{\theta_0^2 - \theta^2 - g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2}}} \frac{\theta_0^2 - g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2}}{\theta_0^2 \theta^2 + g\mu_B \frac{H}{Ak_i^2}}$$

$$\Delta I^I = \frac{\theta_x^2 \theta_0 \left[(\theta_0 - \sqrt{y}) (\theta^2 + (\theta_0 - \sqrt{y})^2) - (\theta_0 + \sqrt{y}) (\theta^2 + (\theta_0 + \sqrt{y})^2) \right]}{\sqrt{y} (\theta_0^2 - y) (\theta^2 + (\theta_0 + \sqrt{y})^2) (\theta^2 + (\theta_0 - \sqrt{y})^2)}$$

Файл Параметры

Геликоидальный магнетик -0,0080 0,0080 501 0,0022 0,0034 3225,0000

