

Лабораторная работа №3.4.2  
Закон Кюри-Вейсса

Рожков А. В.

27 октября 2024 г.

**Цель работы:** изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки Кюри.

**В работе используются:** катушка самоиндукции с образцом из гадолиния, термостат, частотомер, цифровой вольтметр,  $LC$ -автогенератор, термopара медь-константин.

## 1 Теоретическая часть

**Модель среднего поля.** В качестве простейшей эмпирической модели, описывающей магнитную восприимчивость ферромагнетика, можно рассмотреть следующую модель: Пусть намагниченность среды пропорциональна некоторому эффективному полю  $H_{\text{эфф}}$ , складывающемуся из поля  $H$  в данной точке, созданного сторонними токами, и среднего "коллективного" поля, пропорционального величине намагниченности  $M$

$$M = \chi_{\text{пар}} H_{\text{эфф}}$$

$$\chi_{\text{пар}} \propto 1/T$$

$$H_{\text{эфф}} = H + \beta M$$

Отсюда можно получить закон Кюри-Вейсса

$$\chi = \frac{1}{\chi_{\text{пар}}^{-1} - \beta} \propto \frac{1}{T - \Theta} \quad (1)$$

## 2 Установка

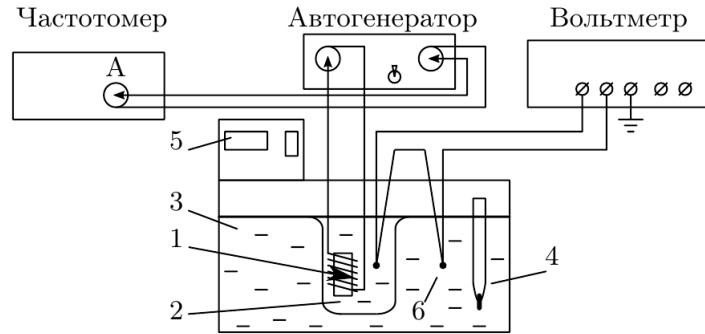


Рис. 1: Установка для определения коэффициента вязкости жидкости.

Установка измеряет температуру образца и собственный период колебания  $LC$  контура, где  $C$  находится в автогенераторе, а в качестве  $L$  выступает катушка с гадолиниевым сердечником. Обозначим  $L_0$  индуктивность катушки без сердечника. Тогда

$$L - L_0 \propto \mu - 1 = \chi$$

Так же мы знаем что

$$\tau_0 = 2\pi\sqrt{L_0 C}$$

$$\tau = 2\pi\sqrt{LC}$$

Подставляя уравнения и воспользовавшись законом Кюри-Вейсса (1) получаем

$$\frac{1}{\chi} \propto \frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2} \propto T - \Theta_p \quad (2)$$

Измерения температуры проводим двумя частями. Термометр измеряет температуру воды в термостате, а термopара измеряет разницу температур воды и масла в пробирке, в котором находится образец с катушкой.

### 3 Ход работы

Построим график зависимости  $f(T) = \frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2}$

Экстраполируя полученную прямую к оси абсцисс, определим парамагнитную точку Кюри  $\Theta_p$  для гадолиния

По участку, отклоняющемуся от линейной зависимости, оценим положение ферромагнитной точки Кюри  $\Theta_k$

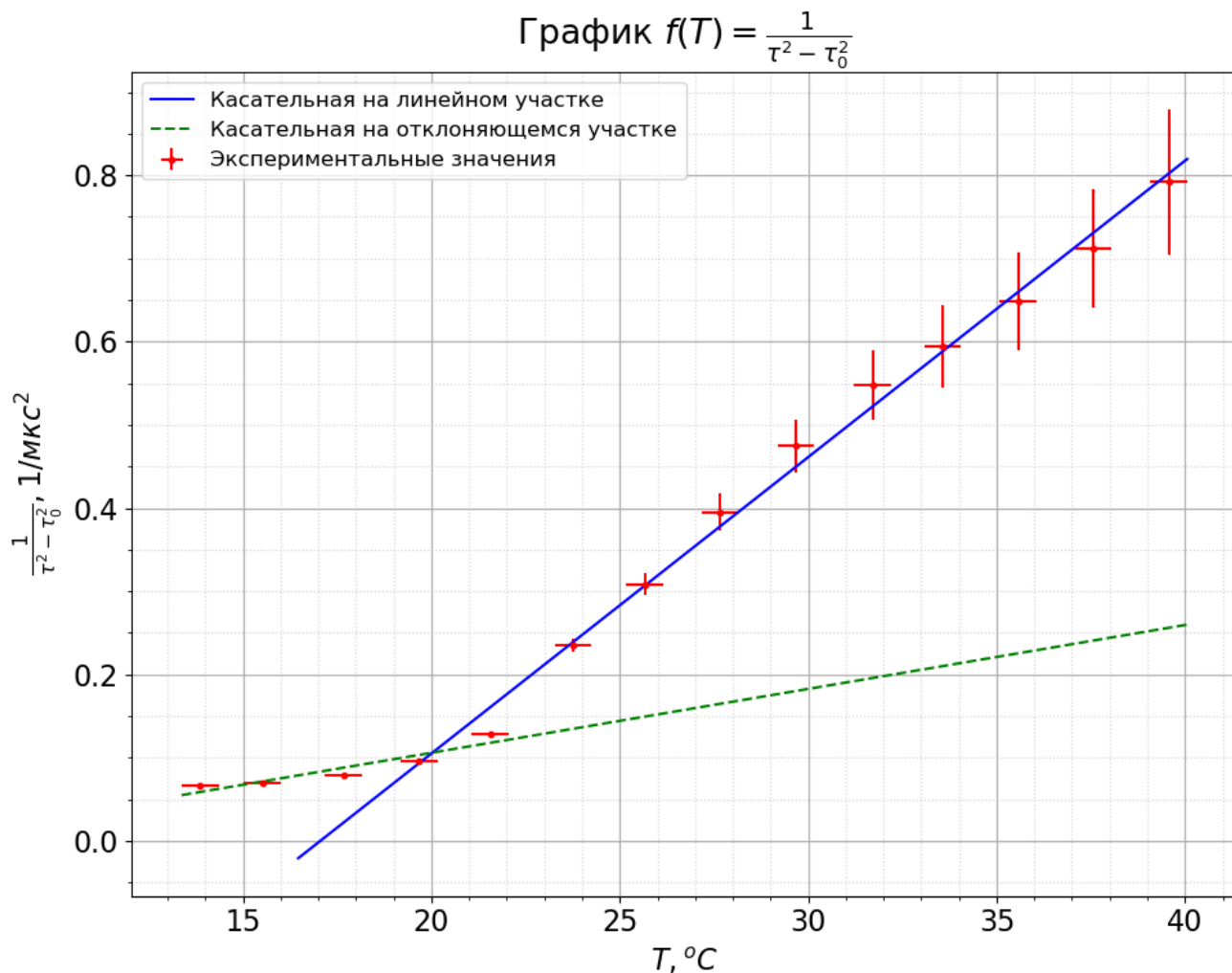


Рис. 2: График  $f(T) = \frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2}$

Итого:

$$\Theta_p = (17.2 \pm 0.5)^\circ\text{C}$$

$$\Theta_k = (8 \pm 2)^\circ\text{C}$$

### 4 Вывод

Сравним полученные данные с табличными значениями:  $\Theta_p^{\text{таб}} = 17.1^\circ\text{C}$ ;  $\Theta_k^{\text{таб}} = 20.2^\circ\text{C}$

Полученная зависимость  $f(T) = \frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2}$  совпадает с теоретической по характеру. Полученная парамагнитная точка  $\Theta_p$  совпадает с табличным значением. Однако значение температуры точки Кюри достаточно сильно отличается. Это можно объяснить малым количеством точек, а также тем, что график построен в координатах  $f(T) = \frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2}$ , а  $\frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2} \sim \frac{1}{\chi}$ .