

Отчёт о выполнении лабораторной работы 3.4.2.

Закон Кюри-Вейсса

1. Аннотация

Цель работы: изучение температурной зависимости намагниченности ферромагнетика выше точки Кюри.

В работе используются: катушка соиндукции с образцами из железа, никеля, тантала, ферромагнетик, цифровой вольтметр, LC-автоматический мультиметр медь-константан.

2. Теоретические сведения

Закон Кюри для парамагнитной восприимчивости: $\chi \propto \frac{1}{T} \quad (1)$

Некоторые парамагнетики при комнатной температуре испытывают фазовый переход (2 рода) в ферромагнитное состояние. Температуру этого перехода называем температурой Кюри θ_K . Выше точки Кюри с учётом температурной зависимости выполняется закон

Кюри-Вейсса: $\chi \propto \frac{1}{T - \theta_p} \quad (2)$, где θ_p - парамагнитная точка Кюри. $\theta_p \approx \theta_K$.

Задачу с θ_K закон Кюри-Вейсса нарушается - см. рис. 1.

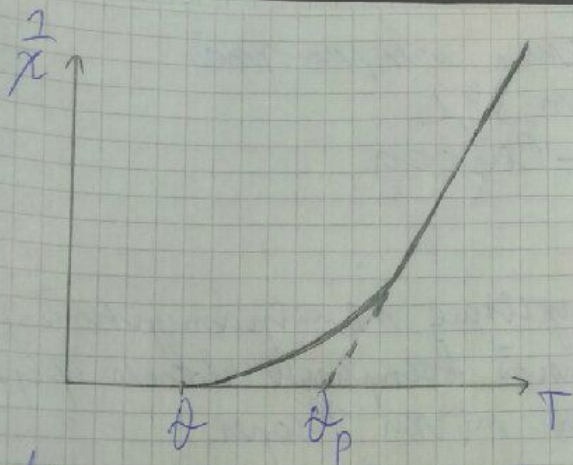


Рис. 1. Зависимость
обратной восприимчивости
магнитной восприимчивости от
температуры.

3. Меморизация излучения

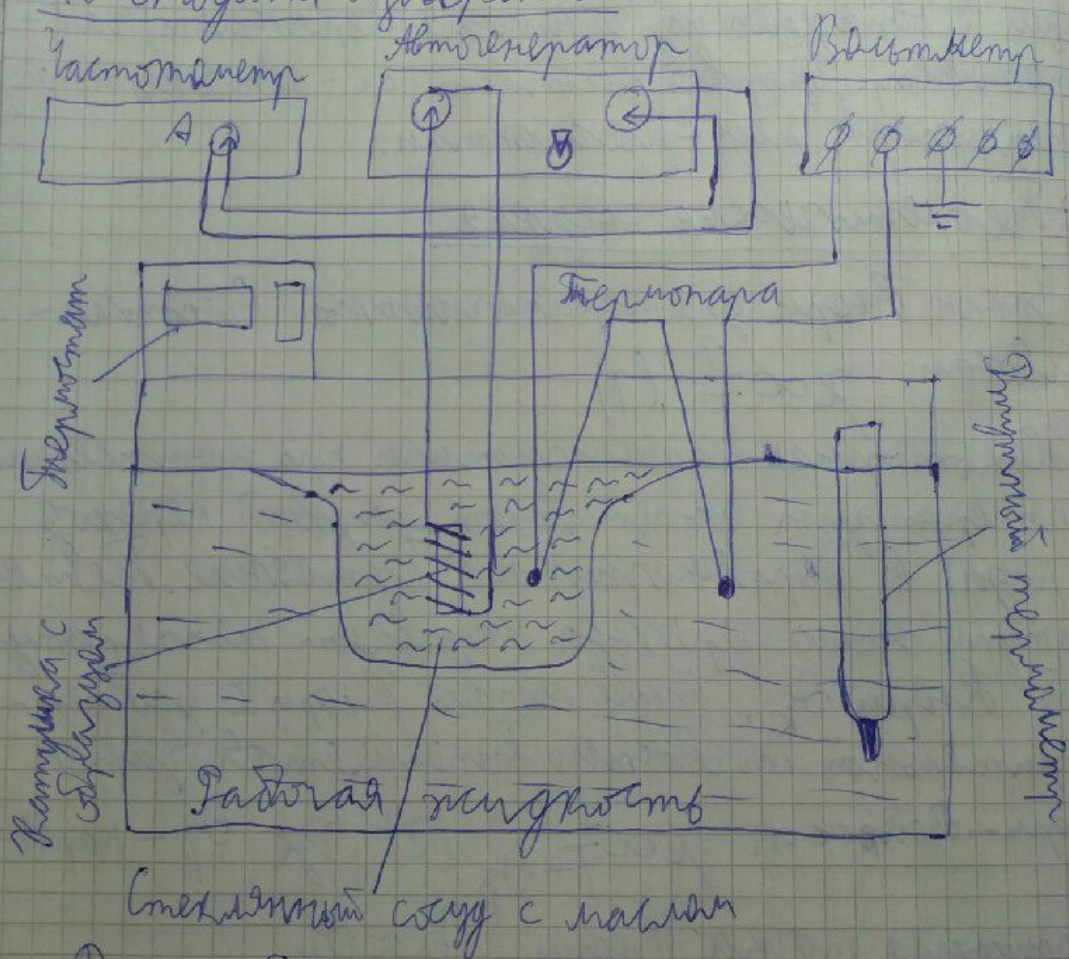


Рис. 2. Схема энергетической
установки

$L \propto \mu \Rightarrow L - L_0 \propto \mu - 1 = \chi$, где L — сопротивление
 узла лампы с образцом, L_0 — без него

$$\tau = 2\pi\sqrt{LC}; \tau_0 = 2\pi\sqrt{L_0C} \Rightarrow L - L_0 \propto \tau^2 - \tau_0^2$$

Значит, $\chi \propto \tau^2 - \tau_0^2$ (3)

Из (2) и (3) \Rightarrow закон Ротун Вейсса справедлив, если выполняется соотношение

$$\frac{\tau^2 - \tau_0^2}{T - T_p} \propto 1 \quad (4)$$

4. Результаты измерений и обработка данных

$$\tau_0 = 6,9092 \text{ мкс}$$

$$\Delta T = k \cdot \Delta U$$

$$\Delta T = 0,5^\circ\text{C}; k = 24 \text{ мкВ/}^\circ\text{C}$$

$$! k - \text{мВ}, \Delta U - \text{мкВ}$$

$T, ^\circ\text{C}$	14,2	15,05	15,51	16,03	16,52	17,03	17,54	18,03	18,52
$\tau, \text{мкс}$	7,982	7,967	7,949	7,929	7,908	7,880	7,848	7,818	7,782
$\Delta U, \text{мкВ}$	-6	-15	-16	-16	-16	-14	-18	-15	-15

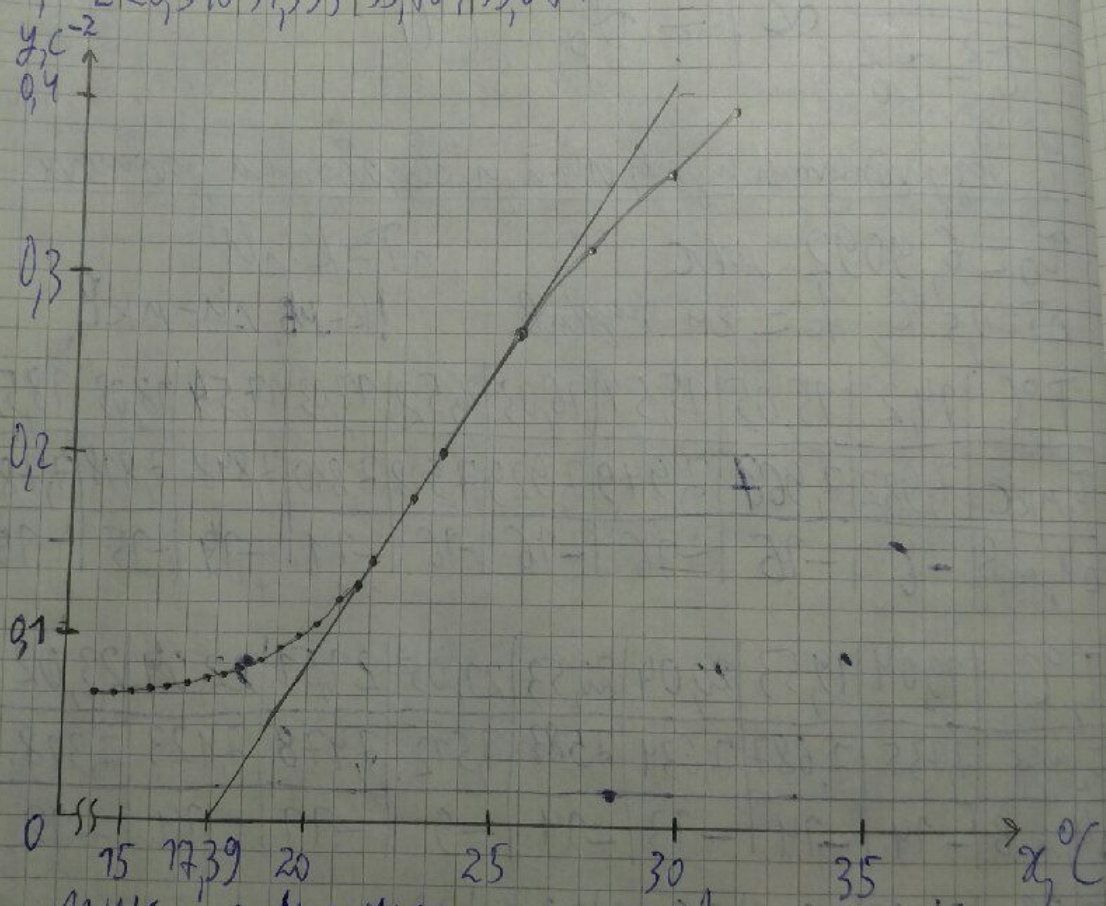
$T, ^\circ\text{C}$	19,04	19,53	20,04	20,53	21,05	21,51	22,04	23,02
$\tau, \text{мкс}$	7,735	7,687	7,634	7,583	7,572	7,478	7,423	7,378
$\Delta U, \text{мкВ}$	-14	-14	-13	-14	-9	-17	-14	-12

$T, ^\circ\text{C}$	24,03	26,09	28,09	30,10	32,04	+	+	+	+	+	+
$\tau, \text{мкс}$	7,266	7,177	7,136	7,109	7,092	+	+	+	+	+	+
$\Delta U, \text{мкВ}$	20	-15	-15	-12	-13	+	+	+	+	+	+

05

$$T_{\text{температура}} = T + k \cdot \Delta t \quad y = \frac{1}{x^2 - x_0^2}$$

$x, ^\circ\text{C}$	14,056	14,666	15,126	15,646	16,136	16,694	17,204	17,670
$y, 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$	6,260	6,355	6,473	6,609	6,757	6,965	7,218	7,472
	18,160	18,704	19,194	19,728	20,194	20,834	21,246	21,704
	7,799	8,269	8,808	9,487	10,247	11,503	12,220	13,580
	23,550	25,730	27,730	29,872	31,728			
	19,772	26,570	37,393	35,704	39,071			



МНК по 4 точкам $y = a + bx$

$$y = (-0,55487 \pm 0,00077) + (0,03790 \pm 0,00048)x$$

Намечены численные значения коэффициентов уравнения

17,670
7,472
22,732
17,194

5. Уменьшение погрешности и уменьшение максим. погрешности

Термометр ТЖ-ТС-01 $\sigma_T = 0,1^\circ\text{C}$

Барометр БЗ-78 $\frac{\sigma_{\Delta h}}{\Delta h} = 0,008\%$

Часомер БВ-Инстек ГСГ-80104 $\sigma_\tau = 10^{-6}\text{сек}$

4. Обработка данных (прогнозирование)

$$y=0 \Rightarrow x \approx 17,39^\circ\text{C} = \theta_p$$

$$\theta_p = -\frac{a}{b} \Rightarrow \frac{\sigma_{\theta_p}}{\theta_p} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_b}{b}\right)^2}$$

$$\left(\frac{\sigma_a}{a}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_{\text{ампл}}}{a}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\text{ампл}}}{a}\right)^2 ; \frac{1}{\tau^2 - \tau_0^2} - a = b(T + k\Delta h)$$

$$\left(\frac{\sigma_{\text{ампл.}}}{a}\right)^2 = (-2)^2 \cdot \left(\frac{\sigma_\tau}{\tau}\right)^2 + \frac{\sigma_T^2 + \sigma_{\Delta h}^2 \cdot k^2}{(T + k\Delta h)^2}$$

Анализ σ_b

Результат $\frac{\sigma_{\theta_p}}{\theta_p} = 3,2\%$

6. Выводы

Этим методом измерено значение паракристаллической
точки Кюри для заданных

$$\theta_p = (17,39 \pm 0,56)^\circ\text{C}$$

$$\theta_{\text{магн.}} \approx 20,2^\circ\text{C}$$

Измерение с хорошей точностью совпало с таблич-
ным.