

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Физтех-школа аэрокосмических технологий

Лабораторная работа №3.4.2  
Закон Кюри-Вейсса

Работу выполнил  
Лохматов Арсений Игоревич  
Козярский Алексей Сергеевич  
Дудин Иван Юрьевич  
Б03-303



Долгопрудный, 2024

# 1 Теоретическая часть

**Цель работы:** проверить экспериментально закон Кюри-Вейсса.

**Оборудование:** катушка самоиндукции с образцом из гадолиния, термостат, частотометр, цифровой вольтметр,  $LC$ -автогенератор, термопара медь-константан.

## 1.1 Экспериментальная установка

Схема установки Для проверки закона Кюри-Вейсса изображена на рисунке 1. Исследуемый ферромагнитный образец (гадолий) расположен внутри пустотелой катушки самоиндукции, которая служит индуктивностью колебательного контура, входящего в состав  $LC$ -автогенератора. Автогенератор собран на полевом транзисторе и смонтирован в виде отдельного блока.

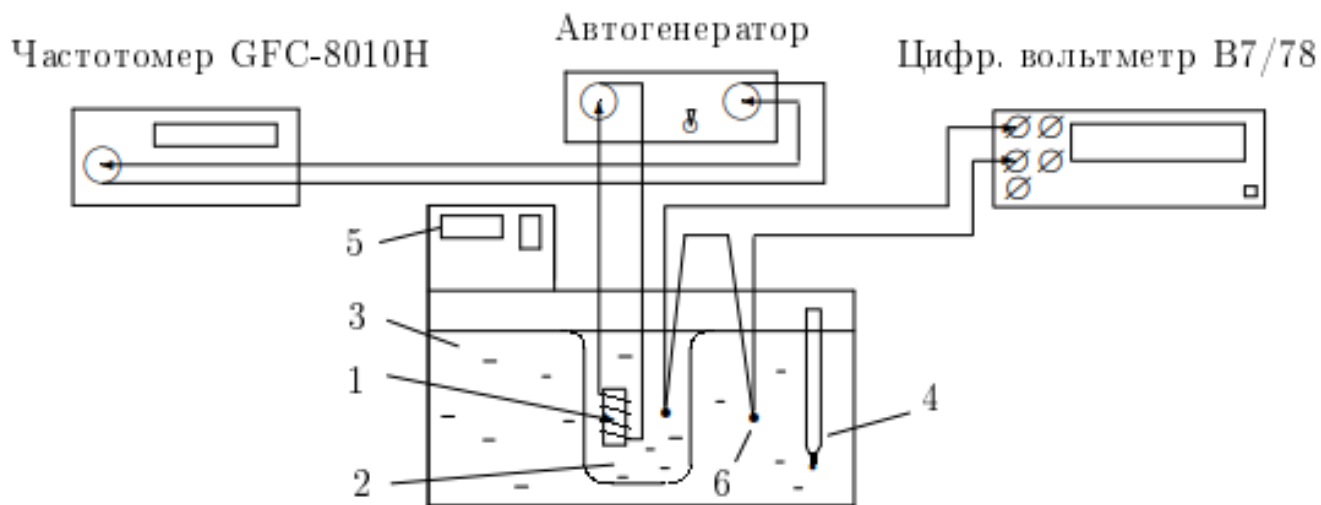


Рис. 1: Схема установки

Гадолиний – хороший проводник электрического тока, а рабочая частота генератора достаточно велика, порядка  $\sim 50$  кГц, поэтому для уменьшения вихревых токов образец изготовлен из мелких кусочков. Катушка 1 с образцом помещена в стеклянный сосуд 2, залитый трансформаторным маслом. Масло предохраняет образец от окисления и способствует ухудшения электрического контакта между отдельными кусочками образца. Также оно улучшает тепловой контакт между образцом и рабочей жидкостью 3 в термостате. Ртутный термометр 4 используется для приближённой оценки температуры.

При изменении температуры меняется магнитная восприимчивость образца  $\chi$ , а следовательно, самоиндукция катушки и период колебаний  $\tau$  автогенератора. Для измерения периода используется частотометр.

**Закон Кюри-Вейсса** справедлив, если выполнено соотношение

$$\frac{1}{\chi} \sim (T - \theta_p) \sim \frac{1}{(\tau^2 - \tau_o^2)},$$

где  $\tau_o$  – период колебаний в отсутствии образца.

Температура исследуемого образца всегда несколько отличается от температура дистиллированной воды в сосуде. После того как вода достигла заданной температуры, идёт медленный процесс стабилизации температур образца и воды. Разность их температур контролируется с помощью медно-константановой термопары 6 и цифрового вольтметра. Один из спаев термопары находится в тепловом контакте с образцом, а другой погружён в воду. Концы термопары

подключены к цифровому вольтметру. Рекомендуется измерять период колебаний автогенератора в тот момент, когда указанная разность температур становится  $\leq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Чувствительность термопары  $k = 24\text{ Град/мВ}$ .

## 2 Практическая часть

В работе предлагается измерить зависимость периода колебаний автогенератора от температуры сердечника катушки и по результатам измерений определить парамагнитную точку Кюри гадолиния.

### 2.1 Подготовка приборов к работе

1. Убедились, что термостат охлаждён и готов к работе. Включем в сеть автогенератор. Включим частотомер, выберем чувствительность входного канала 1/1, установим режим измерения периода. Включим вольтметр для измерения напряжения постоянного тока.
2. Оценим допустимую ЭДС термопары, если допустимая разница температур образца и рабочей жидкости  $\Delta T = 0.5^{\circ}\text{C}$ , а постоянная термопары  $k = 24\frac{\text{град}}{\text{мВ}}$ .

В результате получаем, что измерения проводим, когда вольтметр показывает напряжение

$$U \leq \frac{0.5}{24} = 0.02\text{ мВ}.$$

### 2.2 Измерения

1. Исследуем периода колебаний  $LC$ -генератора от температуры образца, отмечая период колебаний  $\tau$  по частотомеру, а температуру  $T$  - по показанию дисплея термостата.

Проведём измерения в диапазоне от  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  через  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Результаты занесём в таблицу 1.

	$\tau, \cdot 10^{-6}\text{ с}$	$T, ^{\circ}\text{C}$		$\tau, \cdot 10^{-6}\text{ с}$	$T, ^{\circ}\text{C}$
1	7.931	14.09	8	7.09	28.07
2	7.87	16.10	9	7.063	30.05
3	7.768	18.08	10	7.044	32.05
4	7.611	20.08	11	7.027	34.08
5	7.438	22.05	12	7.018	36.06
6	7.21	24.08	13	7.01	38.03
7	7.142	26.04	14	7.003	40.06

Таблица 1: Результаты измерений

Запишем период колебаний  $\tau_o$  без образца, указанный на установке.

$$\tau_o = 6.9092 \cdot 10^{-6}\text{ с}.$$

2. Закончив измерения, отключили все приборы.

### 2.3 Обработка результатов

1. Поскольку  $\Delta T = 0.5^{\circ}\text{C} \ll T$ , то в качестве температуры образца будем считать равной температуре термостата.
2. Построим график  $(\tau^2 - \tau_o^2) = f(T)$ , покажем на нём точку Кюри.