

# Закон Кюри-Вейсса.

Дмитрий Павлов, 790

1 ноября 2018 г.

## Содержание

<b>1 Вступление.</b>	<b>3</b>
1.1 Цель работы. . . . .	3
1.2 Оборудование. . . . .	3
1.3 Экспериментальная установка. . . . .	3
<b>2 Словарь.</b>	<b>4</b>
<b>3 Измерения.</b>	<b>5</b>
3.1 Зависимость периода колебаний LC-генератора от температуры образца. . .	5
<b>4 Обработка результатов.</b>	<b>5</b>
4.1 Температура образца. . . . .	5
4.2 График. . . . .	6
4.3 Точка Кюри. . . . .	7
4.4 Погрешности. . . . .	7

# 1 Вступление.

## 1.1 Цель работы.

Определить парамагнитную точку Кюри гадолиния по зависимости периода колебаний автогенератора от температуры сердечника катушки.

## 1.2 Оборудование.

- Катушка самоиндукции с образцом из гадолиния;
- Термостат;
- Частотомер;
- Цифровой вольтметр;
- LC-автогенератор;
- Термопара медь-константан.

## 1.3 Экспериментальная установка.

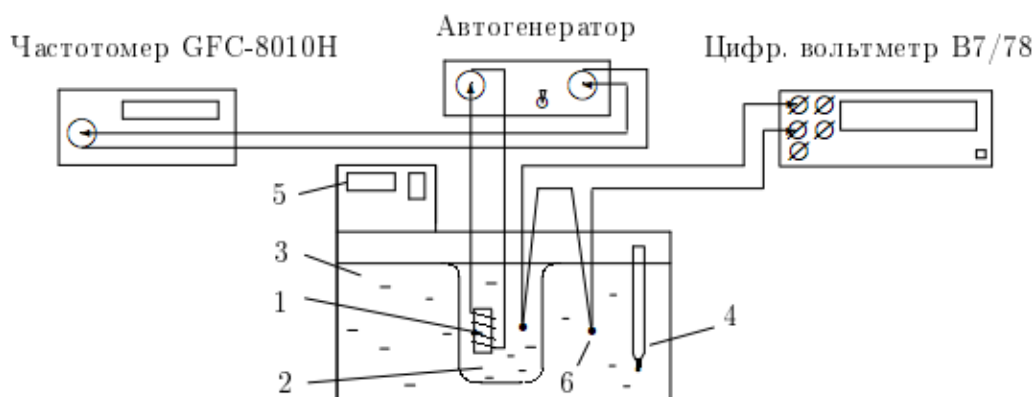


Схема экспериментальной установки.

Исследуемый ферромагнитный образец (гадолиний) расположен внутри пустотелой катушки самоиндукции. При изменении температуры меняется магнитная восприимчивость образца  $\chi$ , а следовательно, самоиндукция катушки и период колебаний  $\tau$  автогенератора. Для измерения периода используется частотомер.

Закон Кюри-Вейса справедлив, если выполнено соотношение

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

где  $\tau_o$  - период колебаний в отсутствие образца.

Разность температур воды и образца контролируется с помощью медно-константановой термопары 6 и цифрового вольтметра. Чувствительность термопары  $k = 24$  град/мВ.

## 2 Словарь.

- Закон Кюри — Вейса — закон, описывающий магнитную восприимчивость ферромагнетика в области температур выше точки Кюри (то есть в парамагнитной области).
- Ферромагнетик — вещество, которое (при температуре ниже точки Кюри) способно обладать намагниченностью в отсутствии внешнего магнитного поля и имеющее положительную магнитную восприимчивость, значительно большую единицы.
- Парамагнетик — вещество, которое намагничивается во внешнем магнитном поле в направлении внешнего магнитного поля и имеющее положительную магнитную восприимчивость, значительно меньшую единицы.
- Магнитная восприимчивость — физическая величина, характеризующая связь между магнитным моментом (намагниченностью) вещества и магнитным полем в этом веществе.

$$\chi = \frac{J}{H},$$

где  $J$  — намагниченность вещества под действием магнитного поля,  
 $H$  — напряженность магнитного поля.

### 3 Измерения.

#### 3.1 Зависимость периода колебаний LC-генератора от температуры образца.

Исследуем зависимость периода колебаний LC-генератора от температуры образца, отмечая период колебаний  $\tau$  по частотомеру, а температуру  $T$  — по показаниям дисплея термостата и цифровому вольтметру ( $\Delta U$  с учетом знака).

Проведем измерения в диапазоне от  $14^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$  через  $2^\circ\text{C}$ .

**Таблица 1** – Зависимость периода колебаний LC-генератора от температуры образца.  $T$  — температура термостата.

$T, ^\circ\text{C}$	14.4	16.12	18.09	20	22.02	24.02	26
$B, \text{мТл}$	10.77	10.66	10.49	10.31	9.96	9.59	9.43
$U, \text{мВ}$	-0.0035	-0.0033	-0.0056	-0.0141	-0.013	-0.014	-0.016
$T, ^\circ\text{C}$	28.6	30.01	32	34	36	38	40
$B, \text{мТл}$	9.33	9.28	9.25	9.22	9.20	9.19	9.17
$U, \text{мВ}$	-0.014	-0.015	-0.016	-0.018	-0.018	-0.018	-0.017

Период колебаний  $\tau_0$  без образца:  $\tau_0 = 9.045$  мкс.

### 4 Обработка результатов.

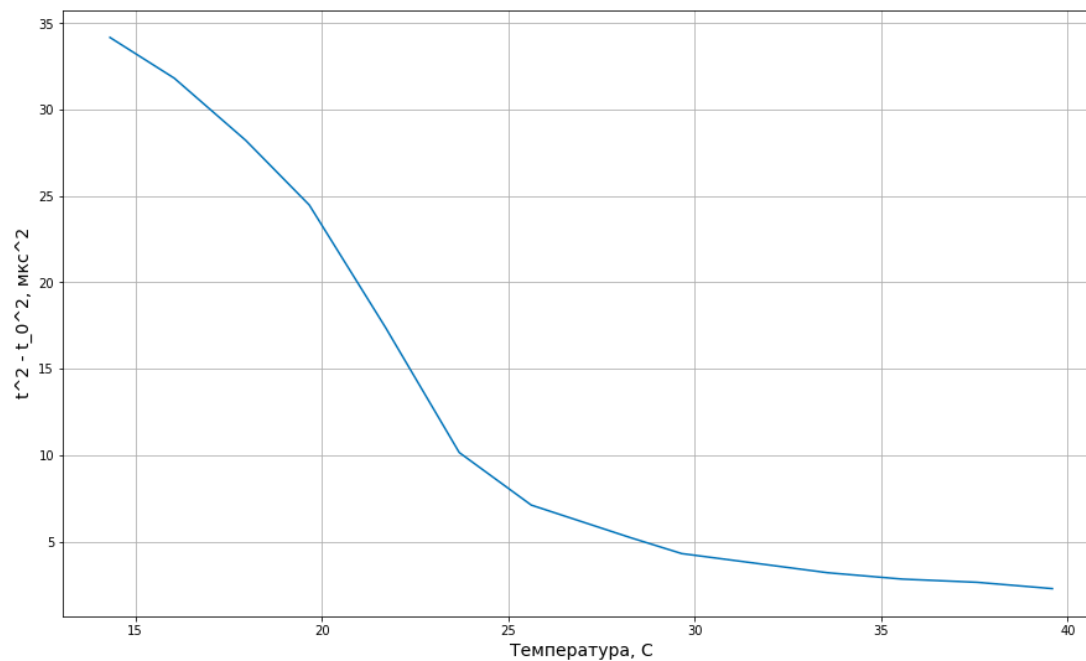
#### 4.1 Температура образца.

Рассчитаем температуру  $T$  образца с учетом показаний термопары.

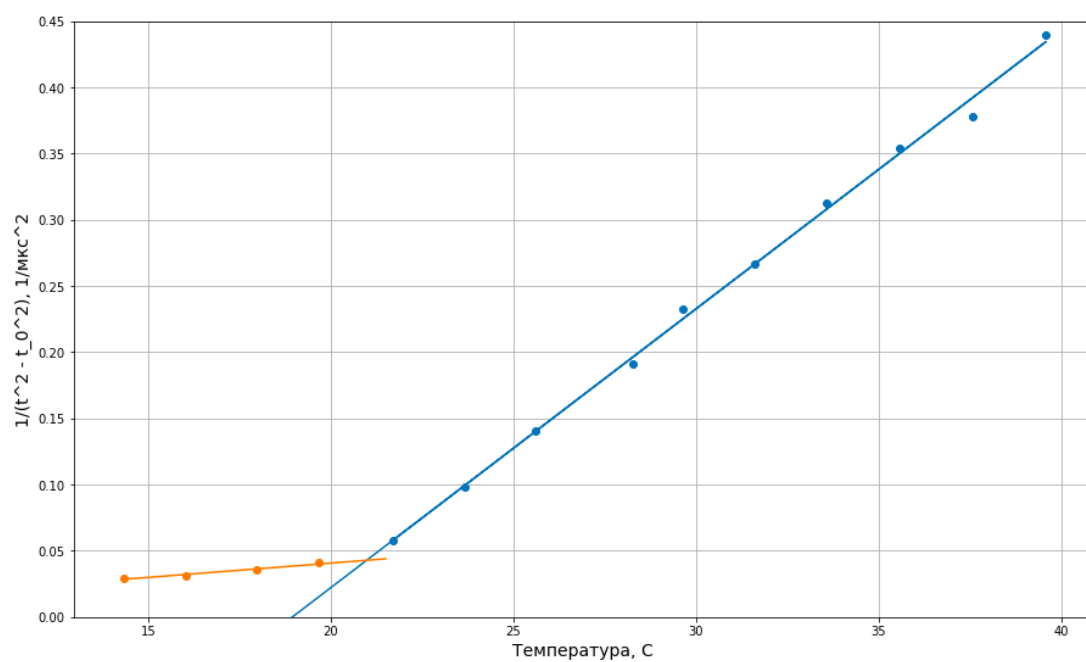
**Таблица 2** – Зависимость периода колебаний LC-генератора от температуры образца.  $T'$  — температура образца.

$T', ^\circ\text{C}$	14.32	16.04	17.96	19.66	21.71	23.68	25.62
$B, \text{мТл}$	10.77	10.66	10.49	10.31	9.96	9.59	9.43
$U, \text{мВ}$	-0.0035	-0.0033	-0.0056	-0.0141	-0.013	-0.014	-0.016
$T', ^\circ\text{C}$	28.26	29.65	31.62	33.57	35.57	37.57	39.59
$B, \text{мТл}$	9.33	9.28	9.25	9.22	9.20	9.19	9.17
$U, \text{мВ}$	-0.014	-0.015	-0.016	-0.018	-0.018	-0.018	-0.017

## 4.2 График.



Определение температуры Кюри.



Определение температуры Кюри.

Таблица 3 – Уравнения полученных прямых:  $y = bx + a$ .

	$b$	$a$	$\sigma_a$	$\sigma_b$
Слева, $10^{-3}$	2.158	-2.431	0.205	0.412
Справа, $10^{-3}$	21.04	-39.86	0.319	1.81

### 4.3 Точка Кюри.

Построим графики  $(\tau^2 - \tau_0^2) = f(T)$  и  $1/(\tau^2 - \tau_0^2) = f(T)$ . На втором графике, экстраполируя полученную прямую к оси абсцисс, определим парамагнитную точку Кюри  $\Theta_p$  для гадолиния.

Температура Кюри для гадолиния полученная из графика (см. Таблицу 3):

$$0 = b \cdot T + a, \text{ (уравнение } y = bx + a),$$

$$0 = 0.0210 \cdot T - 0.3987,$$

$$T = 18.9^\circ\text{C}.$$

### 4.4 Погрешности.

Погрешность вычисления температуры Кюри связана с погрешностью МНК. Погрешность прямой, построенной при помощи МНК, записана в таблице 3.

Тогда:

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_a^2} = \sqrt{0.319^2 + 1.81^2} = 1.83,$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma_T}{T} = 0.096 = 9.6\%.$$