

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.4.2

Закон Кюри-Вейсса

Автор:

Ришат ИСХАКОВ

Преподаватель:

Александр Александрович
КАЗИМИРОВ



17 сентября 2016 г.

1 Цель работы

Изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки Кюри.

Внешнее магнитное поле ориентирует магнитные моменты, которые в отсутствии поля располагались в пространстве хаотичным образом. Ферромагнитные вещества, которые при понижении температуры становятся парамагнитными должны подчиняться закону Кюри-Вейсса:

$$\chi = \frac{1}{T - \Theta_p},$$

где Θ_p - температура, близкая к температуре Кюри.

В нашей работе мы изучали температурную зависимость $\chi(T)$ гадолиния при температурах выше точки Кюри. Для гадолиния точка Кюри лежит в пределах комнатных температур.

2 Экспериментальная установка

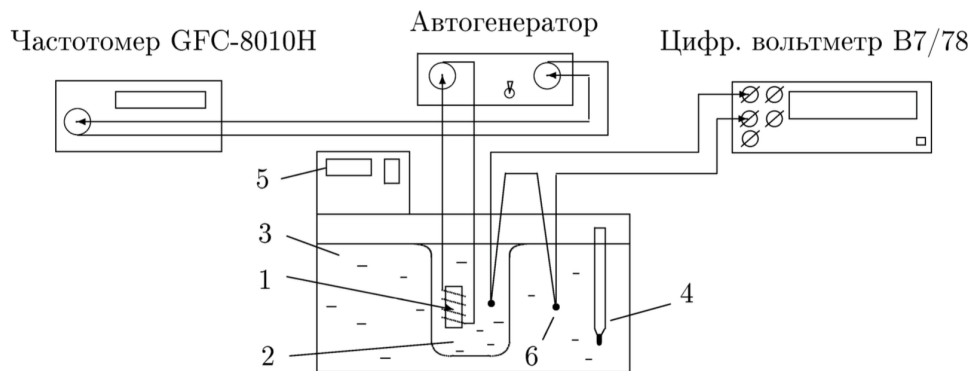


Рис. 1: Схема экспериментальной установки

1 - Катушка с образцом, 2 - стеклянный сосуд с трансформаторным маслом, 3 - вода в термостате, 4 - ртутный термометр, 5 - термостат

Параметры установки: $k = 24\text{град/мВ}$; $\tau_0 = 8.252\text{мкс}$

3 Работа и измерения

Нашей задачей является проверка выполнения закона Кюри-Вейсса. Зная, что при изменении температуры должна меняться магнитная восприимчивость гадолиния, а, следовательно, и самоиндукция катушка, будем замерять период колебания τ в колебательном контуре в зависимости от температуры вещества T . Разность между температурой в термостате $T_{\text{изм.}}$ и реальной температурой вещества можно оценить с помощью термопары ΔU и коэффициента установки k . Проверим выполнение соотношения:

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

где τ_0 период колебаний в отсутствии образца.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $T_{изм.}, ^\circ C$ | 14.75 | 15.00 | 16.52 | 17.15 | 18.20 | 19.17 | 20.11 | 21.10 | 22.08 | 23.06 | 24.06 | 26.06 | 28.04 | 30.01 | 32.01 | 34.00 | 35.99 | 39.97 |
| $\Delta U, мВ$ | -0.02 | -0.02 | -0.02 | -0.02 | -0.02 | -0.01 | -0.02 | -0.02 | -0.02 | -0.01 | -0.02 | -0.01 | -0.02 | -0.01 | -0.02 | -0.02 | -0.02 | -0.02 |
| $T, ^\circ C$ | 14.39 | 15.00 | 16.52 | 17.15 | 18.20 | 19.17 | 20.11 | 21.10 | 22.08 | 23.06 | 24.06 | 26.06 | 28.04 | 30.01 | 32.01 | 34.00 | 35.99 | 39.97 |
| $\tau, мкс$ | 10.07 | 10.06 | 9.94 | 9.88 | 9.74 | 9.57 | 9.40 | 9.19 | 9.01 | 8.84 | 8.74 | 8.61 | 8.54 | 8.49 | 8.46 | 8.44 | 8.42 | 8.39 |
| $\tau^2 - \tau_0^2, мкс^2$ | 33.26 | 33.04 | 30.65 | 29.44 | 26.85 | 23.51 | 20.28 | 16.43 | 13.16 | 10.00 | 8.29 | 5.95 | 4.78 | 3.98 | 3.46 | 3.05 | 2.73 | 2.28 |
| $1/(\tau^2 - \tau_0^2), 1/мкс^2$ | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.17 | 0.21 | 0.25 | 0.29 | 0.33 | 0.37 | 0.44 |
| $\Delta(1/(\tau^2 - \tau_0^2), 1/мкс^2)$ | 0.09 | 0.09 | 0.11 | 0.11 | 0.14 | 0.17 | 0.23 | 0.34 | 0.52 | 0.88 | 1.27 | 2.43 | 3.73 | 5.35 | 7.07 | 9.05 | 11.26 | 16.14 |

Таблица 1: Данные с установки

Строим график зависимости $1/(\tau^2 - \tau_0^2) = f(T)$ для определения парамагнитной точки Кюри Θ_p для гадолиния и $\tau^2 - \tau_0^2 = f(T)$ для проверки формулы.

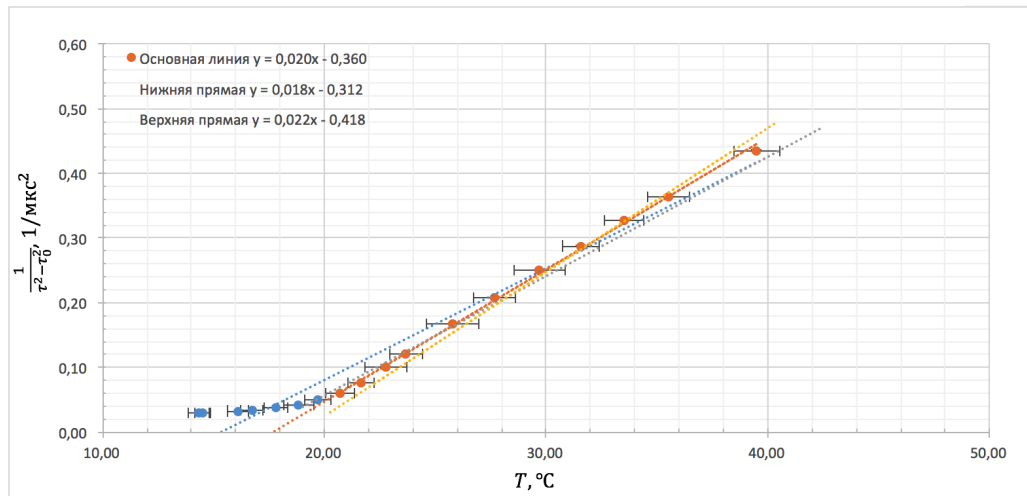


Рис. 2: Зависимость $1/(\tau^2 - \tau_0^2) = f(T)$

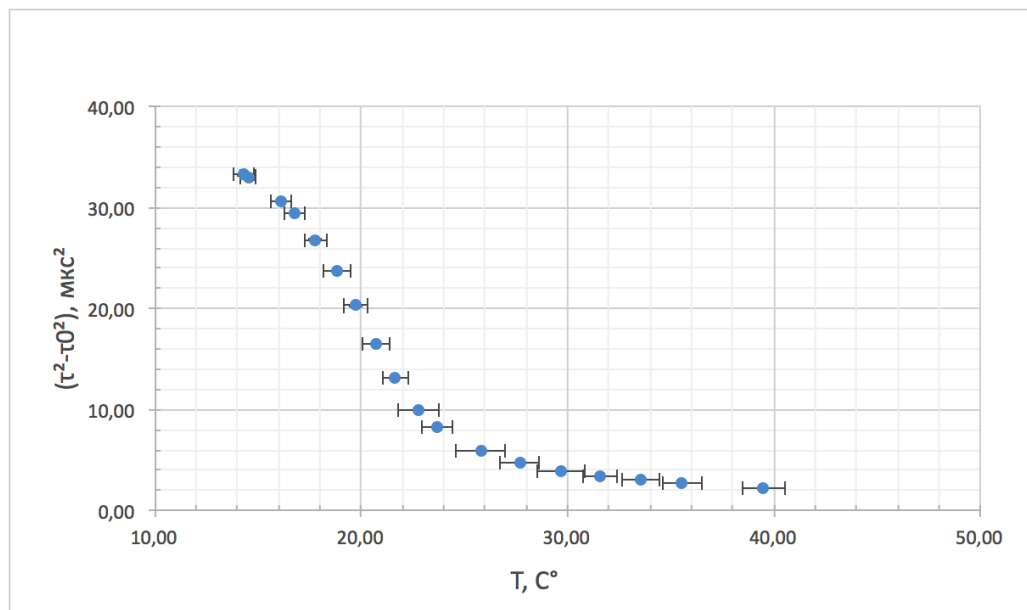


Рис. 3: Зависимость $\tau^2 - \tau_0^2 = f(T)$

По уравнению прямой оценим значение парамагнитной точки Кюри Θ_p для гадолиния:

$$\Theta_p = 17.68 \pm 4.28^\circ\text{C}$$

Табличное значение: 16°C

4 Вывод

Полученное значение с учетом погрешности измерения соответствует действительности. Возможные причины погрешности измерения состоят в разнице температур между термостатом и гадолинием, несмотря на то, что это учитывается при расчете. Погрешность на частотомере очень мала.