

Лабораторная работа № 3.2.6 "Исследование гальванометра"

Петров Артём Антонович, группа 721

22 ноября 2018 г.

Экспериментальная установка

Параметры установки:

собственное сопротивление гальванометра $R_0 = [475 \pm 1] \text{ Ohm}$,

сопротивление $R_2 = [10,0 \pm 0,1] \text{ kOhm}$,

ёмкость конденсатора $C = [2,0 \pm 0,1] \mu\text{F}$,

напряжение на источнике $U_0 = [2.03 \pm 0.01] \text{ V}$,

расстояние от зеркала гальванометра до экрана (и до источника света, соответственно) $a = [136 \pm 1] \text{ cm}$.

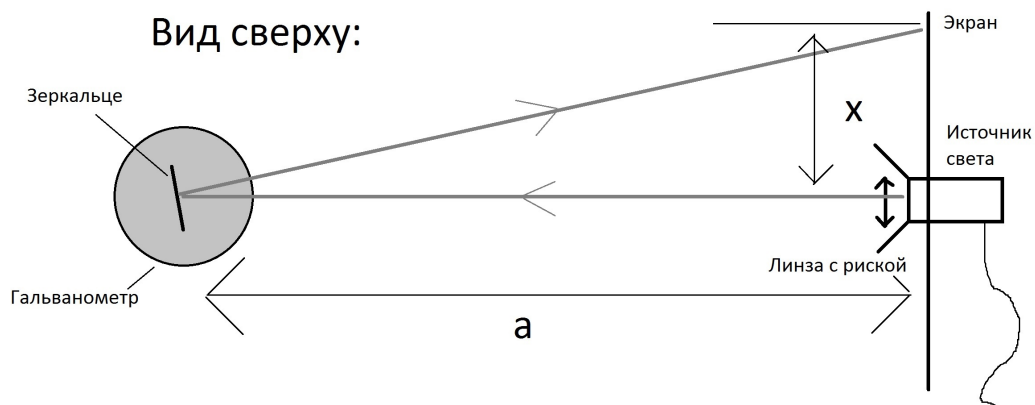


Рис. 1: Схема установки для измерения отклонения зеркала гальванометра.

Ход работы

Стационарный режим (измерение динамической постоянной)

Была получена зависимость отклонения зайчика x от сопротивления магазина сопротивлений R при значении входного напряжения $U_0 = [2.03 \pm 0.01] \text{ V}$, положении делителя $R_1/R_2 = \frac{1}{2000}$. Её можно видеть на графике 4. Коэффициент наклона графика

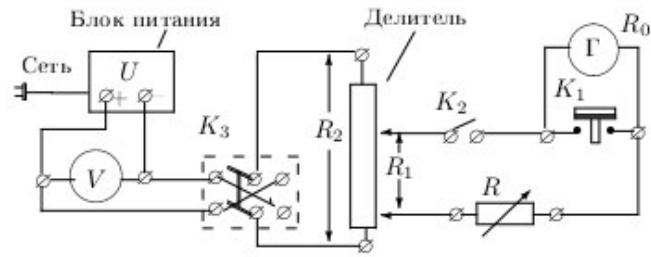


Рис. 2: Схема установки для работы гальванометра в стационарном режиме.

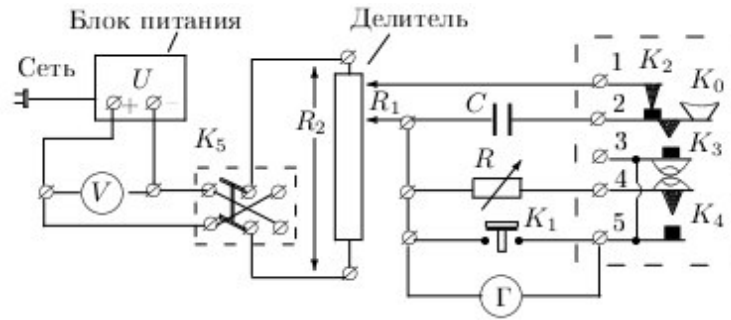


Рис. 3: Схема установки для определения баллистической постоянной.

$\frac{C_1}{2a} = [2, 21 \pm 0, 05] \text{ nA/cm}$. Из него мы получаем значение динамической постоянной гальванометра $C_1 = [0.601 \pm 0.14] \mu\text{A}$.

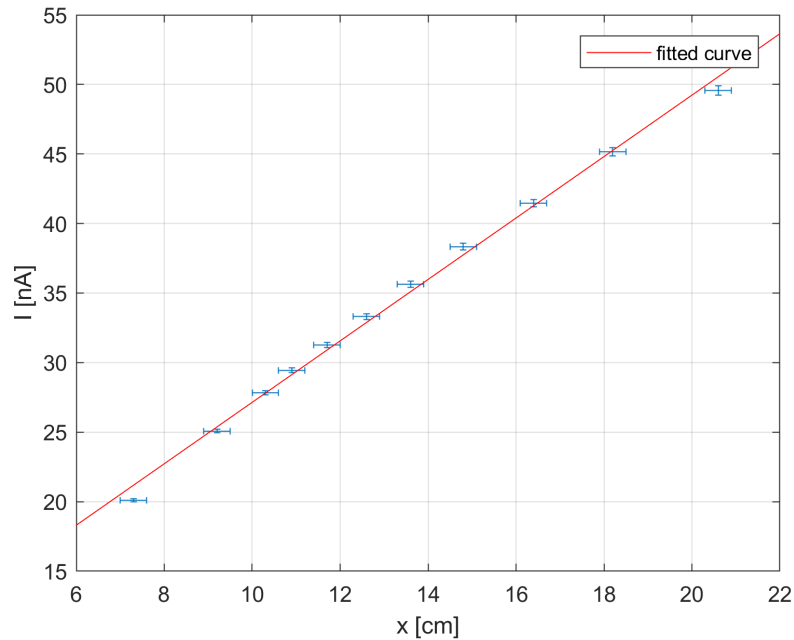


Рис. 4: Зависимость $I(x)$. Коэффициент наклона графика $\frac{C_1}{2a} = [2, 21 \pm 0, 05] \text{ nA/cm}$.

Стационарный режим (измерение $R_{кр}$)

Для начала был получен логарифмический декремент затухания разомкнутого гальванометра с помощью измерения двух последовательных отклонения зайчика. Получено значение $\theta_0 = [0, 307 \pm 0, 005]$. Также был измерен период колебаний рамки $T_0 = [6, 2 \pm 0, 2] \text{ sec}$.

Далее было примерно оценено значение $R_{кр}$ с помощью наблюдения за тем, при каком R зайчик перестаёт колебаться (начинается "безколебательный" режим). Получено приблизительное значение $R_{кр} \approx 9.2kOhm$.

Далее была получена зависимость $1/\theta^2$ от $(R + R_0)^2$. Её можно видеть на графике 5. Коэф наклона графика при малых значениях R : $kcoef = [1, 95 \pm 0, 18] * 10^{-4}kOhm^{-2}$. Откуда получили значение $R_{кр} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{kcoef^{-1}} - R_0 = [10.9 \pm 0.5]kOhm$.

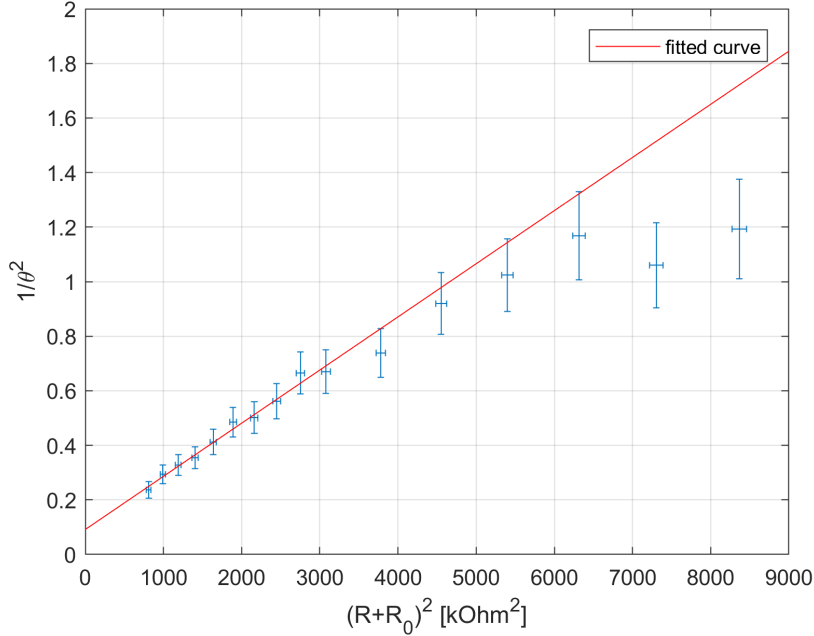


Рис. 5: Зависимость $1/\theta^2$ от $(R + R_0)^2$. Коэф наклона графика при малых значениях R : $kcoef = [1, 95 \pm 0, 18] * 10^{-4}kOhm^{-2}$

Баллистический режим (измерение $R_{кр}$ и динамической постоянной гальванометра)

Можно видеть, что время релаксации (время протекания заряда конденсатора через гальванометр) $t = R_0 C \approx 10^{-3}sec$ много меньше периода собственных колебаний рамки гальванометра $T_0 = [6, 2 \pm 0, 2]sec$, а значит **предложенное в теории приближение, что рамка ускоряется почти мгновенно верно.**

Была получена зависимость максимального отклонения зайчика l_{max} от шунтирующего сопротивления R в баллистическом режиме работы гальванометра (рамка гальванометра разгоняется за счёт заряда, запасённого на конденсаторе за время много меньшее периода его колебаний и затем исследуется движение зайчика на экране). Эту зависимость можно видеть на графике 6.

Известно, что в критическом режиме l_{max} в e раз меньше, чем при незатухающих колебаниях. l_{max} незатухающих Для незатухающих колебаний рассчитывается как l_{max} незатухающих $= l_{max}(R = 0) \exp^{\theta_0/4}$. Интервал значений в которые должно попадать l_{max} крит представлен на том же графике. Получая координаты пересечения нашей зависимости с этим интервалом можно найти $R_{кр}$. Полученное значение $(R_{кр} + R_0)^{-1} = [0.143 \pm 0.010]kOhm^{-1}$, откуда значение $R_{кр} = [6.5 \pm 0.5]kOhm$.

Видно, что были получены три довольно разных значений $R_{кр}$:

$R_{кр} \approx 9.2kOhm$ получено подбором,

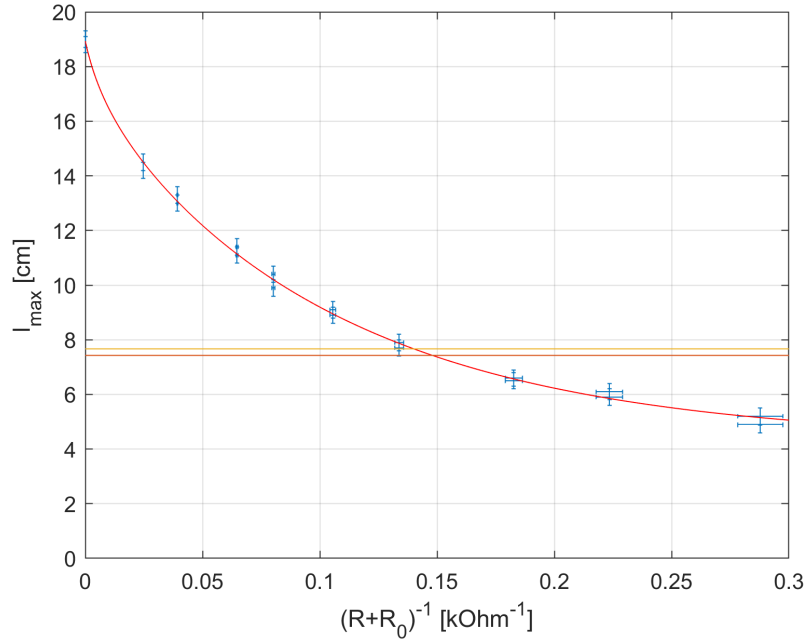


Рис. 6: Зависимость максимального отклонения зайчика l_{max} от шунтирующего сопротивления R в баллистическом режиме работы гальванометра.

$R_{кр} = [10.9 \pm 0.5]kOhm$ получено в стационарном режиме,

$R_{кр} = [6.5 \pm 0.5]kOhm$ получено в баллистическом режиме.

Эксперименты других исследователей нашего потока дают такие же несовпадающие значения $R_{кр}$.

Где же ошибка? Когда всё пошло не так?

возвращается из пространных мыслей о том, что пошло не так

Было получено значение $C_{Q \text{ кр}} = 2a \frac{R_1}{R_2} \frac{U_0 C}{l_{max \text{ крит}}} = [2.09 \pm 0.11] * 10^{-6} C$ (здесь $\frac{R_1}{R_2} = 1/70$, а $l_{max \text{ крит}} = [7.55 \pm 0.12]cm$).

Итог

Гальванометр исследован. Получены значения его динамической $C_1 = [0.601 \pm 0.14]\mu A$ и баллистической $C_{Q \text{ кр}} = [2.09 \pm 0.11] * 10^{-6} C$ постоянных. Также были получены значения $R_{кр}$ тремя разными способами:

$R_{кр} \approx 9.2kOhm$ получено подбором,

$R_{кр} = [10.9 \pm 0.5]kOhm$ получено в стационарном режиме,

$R_{кр} = [6.5 \pm 0.5]kOhm$ получено в баллистическом режиме.

Планы на будущее

Разобраться, почему такие различия в значениях $R_{кр}$, полученных разными способами.