Измерим параметры магнитных шариков: $m_1 = 820$ г, $m_2 = 815$ г, $d = 5{,}9$ мм.
Величину магнитного момента двух одинаковых шариков можно расчитать, зная их массу и определив максимальное расстояние r_{max}, на котором они удерживают друг друга.

$$P_m = \sqrt{\frac{4\pi m g r_{max}^4}{6\mu_0}}$$

Перепишем выражение с учетом $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

$$P_m = \sqrt{\frac{m g r_{max}^4}{6} \cdot 10^7}$$

В процессе эксперемента получено $r_{max} = 23$ мм.

$$\boxed{P_m = 61{,}84 \text{ А} \cdot \text{м}^2}$$

Горизонтальную составляющую магнитного поля Земли можно найти, используя период крутильных колебаний.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_n}{P_{mn} B_{||}}}$$

где J_n – момент инерции стрелки из n шариков, $P_{mn} = P_m \cdot n$ – магнитный момент стрелки. Момент инерции стрелки приближенно можно считать

$$J_n \approx \frac{1}{3} n^3 m R^2$$

тогда

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{mR^2}{3P_m B_{||}}} n$$

Снимем зависимость и построим график $T(n)$, тогда угловой коэффициент наклона будет равен $k = 2\pi\sqrt{\frac{mR^2}{3P_m B_{||}}}$. От сюда найдем горизонтальную составляющую магнитного поля Земли: $B_{||} = \frac{mR^2}{3P_m k^2}$.

n	11	10	9	8	7
T	2,86	2,67	2,4	2,23	1,95

$$\boxed{B_{||} = \text{мкТл}}$$

Измерить вертикальную составляющую магнитного поля Земли можно с помощью той же установки, используя уравнение моментов.

$$mgr_{\text{гр}} = nP_m B_{\perp}$$

$$\boxed{B_{\perp} = 49{,}9\ \text{мкТл}}$$

Найдем польный модуль магнитного поля Земли на текущей широте.

$$B_0 = \sqrt{B_{||}^2 + B_{\perp}^2} = \ \text{мкТл}$$

Исследуем индукцию соленоида. Параметры шайбы: $d = 9$ мм, $h = 4$ мм.

n	1	2	3	4	5	6	7	8
B, мТл	232	314	349	355	362	363	364	369

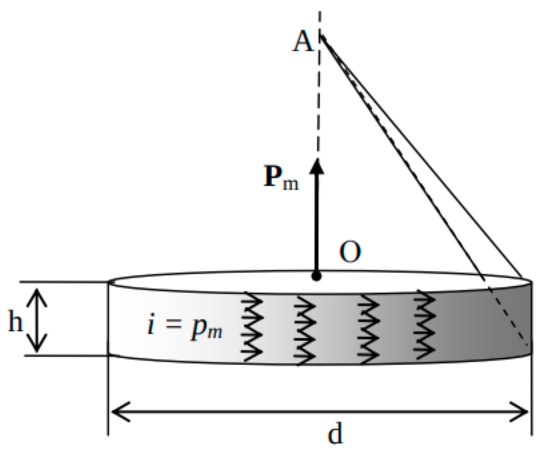

Рис. 1:

Магнитное поле в произвольной точке A на оси соленоида расчитывается по формуле

$$B_A = \frac{\mu_0}{4\pi} 2\pi i (\cos\alpha - \cos\beta)$$

Для точки O на торце соленоида $\cos\beta = 0$, так что для соленоида высотой h, радиусом R, и магнитным моментом P_m поле на торце расчитывается по формуле

$$B(h) = \frac{\mu_0}{2} P_m \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}}$$

Проведем небольшое исследование функции $B(h)$.

$$\lim_{h\to\infty} \frac{\mu_0}{2} P_m \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}} = \frac{\mu_0}{2} P_m$$

Таким образом, график функции $B(h)$ должен иметь горизонтальную асимптоту $B_0 = \frac{\mu_0}{2} P_m$, что мы и можем наблюдать на практике.

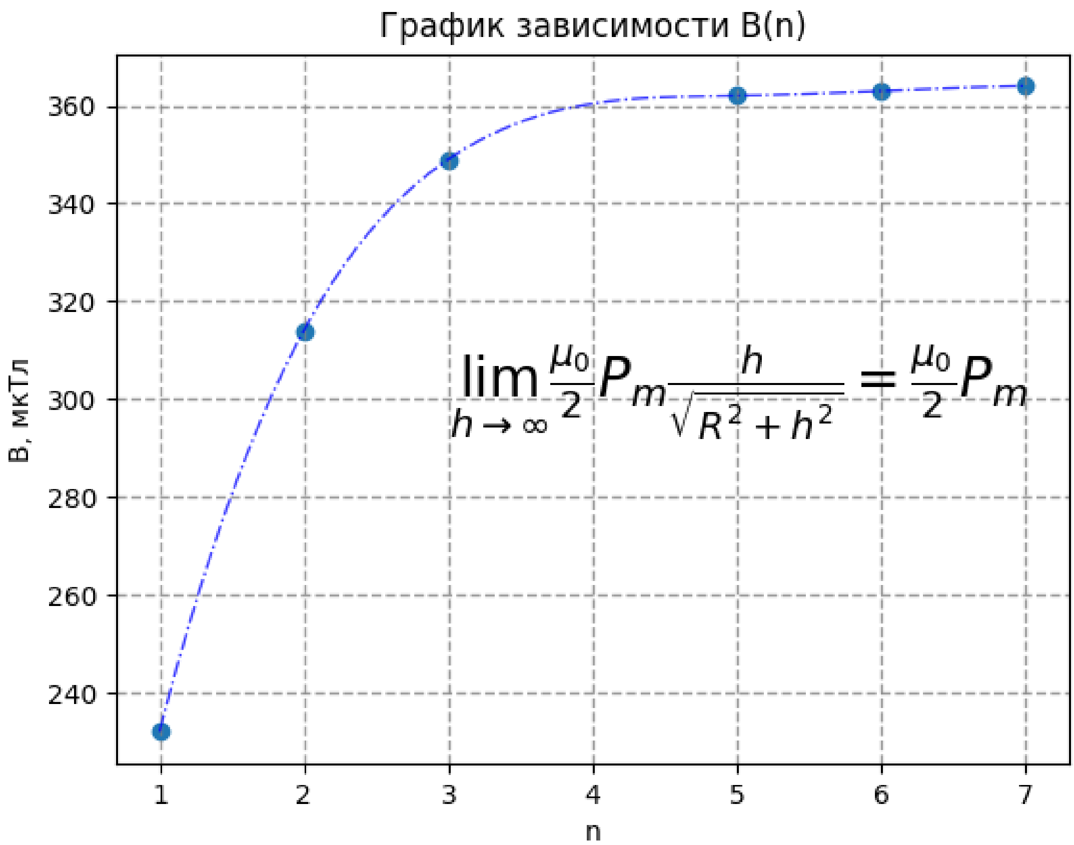

Рис. 2: