

Работа 121

Измерение магнитного поля земли.

Работу выполнил Матренин Василий Б01-006

Цель работы: Определить характеристики шарообразных неодимовых магнитов и, используя законы взаимодействия магнитных моментов с полем, измерить горизонтальную и вертикальную составляющие индукции магнитного поля Земли и магнитное наклонение.

В работе используются: 12 одинаковых неодимовых магнитных шариков, тонкая нить для изготовления крутильного маятника, медная проволока диаметром (0,5 – 0,6) мм, электронные весы, секундомер, измеритель магнитной индукции АТЕ-8702, штангенциркуль, брусок из немагнитного материала (25х30х60 мм³), деревянная линейка, штатив из немагнитного материала; дополнительные неодимовые магнитные шарики (20 шт.) и неодимовые магниты в форме параллелепипедов (2 шт.), набор гирь и разновесов.

1 Теоретическая часть

1.1 Схемы установок

Определение магнитного момента неодиомовых шариков - рис 1. Крутильный маятник - рис 2. Определение вертикальной составляющей поля земли - рис 3.

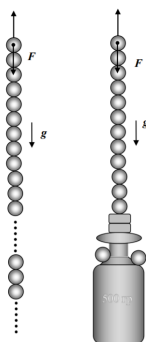


Рис. 1. Магнитный момент неод. шариков

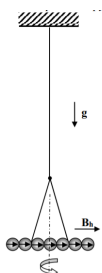


Рис. 2. Крутильный маятник

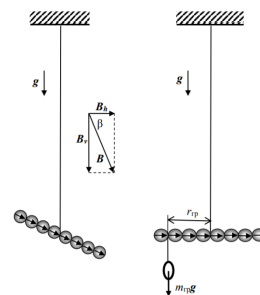


Рис. 3. Определение вертикальной составляющей поля земли

1.2 Формулы и приближения

Магнитный момент витка с током:

$$\vec{P}_m = \frac{I}{c} \cdot \vec{S} = \frac{IS}{c} \cdot \vec{n} \quad (1)$$

Поле магнитного диполя:

$$\vec{B} = \frac{3(\vec{P}_m \vec{r})}{r^5} \vec{r} - \frac{\vec{P}_m}{r^3} \quad (2)$$

Механический момент, действующий на диполь в магнитном поле:

$$\vec{M} = \vec{P}_m \times \vec{B} \quad (3)$$

Сила взаимодействия 2 маленьких магнитов:

$$F = \frac{-6P_m^2}{r^4} \quad (4)$$

1.2.1 Неодиомовые магнитные шары

В настоящей работе используются неодиомовые магниты шарообразной формы. Для этих шаров выполняется:

1. Они намагничены однородно.
2. Вещество, из которого изготовлены магниты, является магнитожёстким материалом.
3. Поле такого магнита с хорошей точностью можно считать полем точечного магнитного диполя.

Сила сцепления магнитных шариков

$$F_0 = \frac{F}{1,08} \quad (5)$$

Период колебаний магнитной стрелки

$$T(n) = \pi n \sqrt{\frac{md^2}{3P_m B_h}}, \quad (6)$$

где B_h - горизонтальная составляющая магнитного поля земли.

Вертикальная составляющая магнитного поля земли:

$$m_{\text{гp}} g r_{\text{гp}} = P_0 B_\nu = n P_m B_\nu \quad (7)$$

2 Ход работы

2.1 Характеристики шариков

Измерил характеристики шариков и типовые расстояния - данные сошлись с теорией и при различных способах измерения (см листик с данными).

2.2 Измерение горизонтальной составляющей магнитного поля земли

Зависимость периода от количества шариков представлена на рисунке 4. Видно, что эта зависимость линейна, что соглауется с теорией. Данные см на листике с данными.

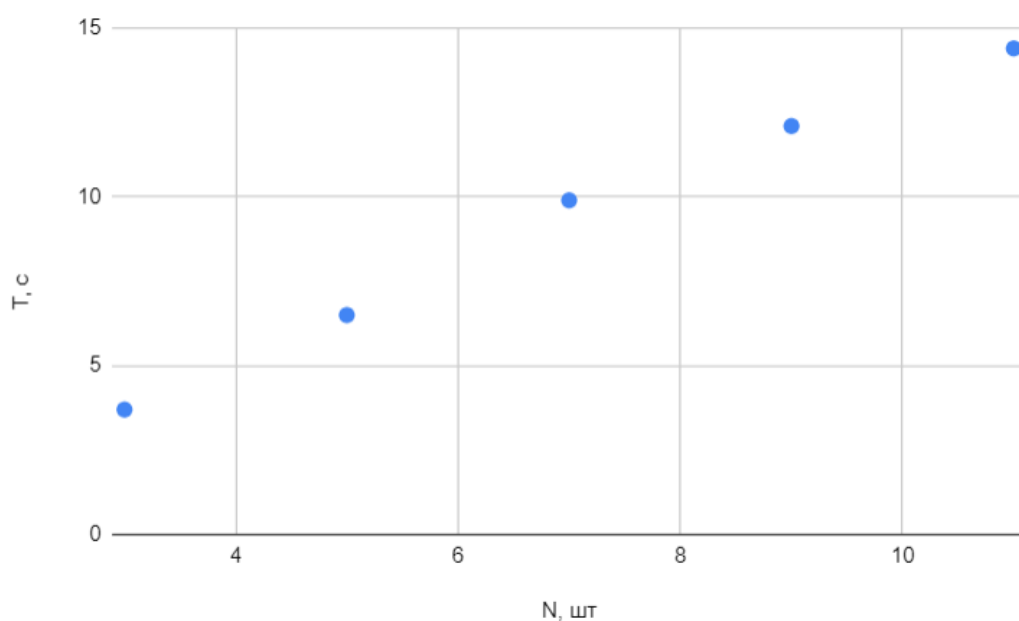


Рис. 4. $T(N)$

Значение горизонтальной составляющей магнитного поля (через период колебаний):
 $B_n = 24,22 \pm 0,34$ мкТл.

2.3 Измерение вертикальной составляющей магнитного поля земли

Зависимость уравнивающей массы от плеча представлена на рисунке 5. Видно, что она имеет вид $\frac{1}{x}$, что согласуется с теорией. Однако, следует отметить, что данный метод измерения весьма не точен. Поэтому, схождения с теорией ожидать не следует.

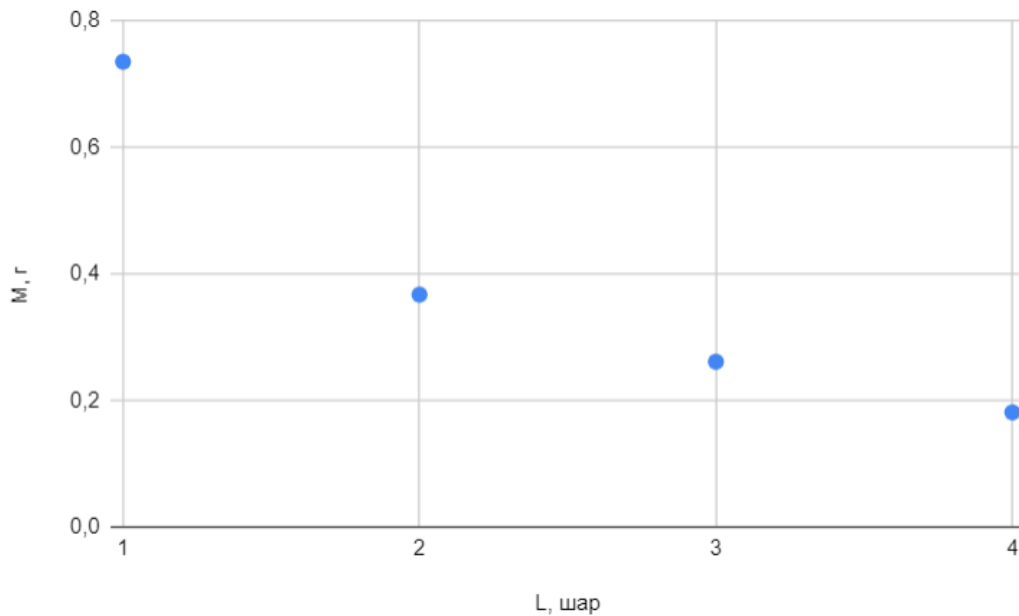


Рис. 5. $M(L)$

Значение вертикальной составляющей магнитного поля (через уравнивающую массу):

$$B_v = 33,71 \pm 0,84 \text{ мкТл.}$$

Тогда суммарное значение для магнитного поля земли: $B = 41,7 \pm 0,91 \text{ мкТл.}$

3 Вывод

В ходе данной работы были рассчитаны фундаментальные характеристики неодимовых магнитов. Данные характеристики близки к реальным значениям. Также были произведены ойценки для значений вертикальной и горизонтальной составляющих магнитного поля земли. Для горизонтальной составляющей оценка оказалась весьма точна.