

## Физический Метод Определения Магнитной Постоянной

Л.Дэмбэрэл, Г.Шилагарди

Монгольский Государственный Университет, Физический Факультет

Здесь был обработан один физический метод определения магнитной постоянной, имеющей значение, равное  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{Гн/м}$ . Затем метод был проверен на эксперименте, физический основ которого лежит на взаимодействии между магнитным полем соленоида и катушкой слабого тока. В результате этого эксперимента было определено значение магнитной постоянной, близкое к справочному данному.

Здесь рассматривается один метод определения магнитной постоянной  $\mu_0$ , имеющей значение, равное  $4\pi \cdot 10^{-7} \text{Гн/м}$ . Она является фундаментальной постоянной величиной не только в магнитостатике, но и в процессах распространения электромагнитной волны в различных средах.

В работе был обработан физический метод определения этой постоянной и проверен на эксперименте, физический основ которого лежит на взаимодействии между магнитным полем соленоида и катушкой слабого тока.

**Краткая теория.** Внутри прямого соленоида, имеющего  $n=2700$  витков на метр, помещена укрепленная на конце коромысла рычажных весов небольшая катушка с общим числом витков  $N_0=159$ . Если через катушку, ось которой перпендикулярно к оси соленоида, течет ток  $i_0$ , то она приобретает магнитный момент  $p_m$ , на который действует поле соленоида с моментом  $M_m$  магнитной

суммарный магнитный дипольный момент катушки,  $B$  - вектор магнитной индукции соленоида. Здесь  $S$  - площадь поперечного сечения катушки. Тогда момент магнитной силы равен :

$$M_m = 0.25\pi N_0 d_0^2 i_0 B. \quad (2)$$

Здесь  $d_0=3\text{см}$ —диаметр поперечного сечения обмотки.

На другом конце коромысла рычажных весов помещена перегрузка массы  $m$ , сила тяжести  $P=mg$  ее создает механический момент  $M_x$ , которой равен:

$$M_x = [r_2 \times P] \quad (3)$$

Здесь  $r_2=10\text{см}$  -длина левого плеча весов,  $g$  - ускорение свободного падения тела. Тогда модуль этого момента будет:

$$M_x = mg r_2. \quad (4)$$

Если эти силы заставить действовать вместе, то можно подобрать их так, что весы будут в равновесии. При этом окажется, что равновесие наступит только тогда, когда моменты двух сил станут равны друг другу по модулю и противоположны по знаку. В этом случае приравнявая выражения (2) и (4) получим для магнитной индукции соленоида следующее:

$$B = \frac{4 g r_2}{\pi N_0 i_0 d_0^2} \cdot m. \quad (5)$$

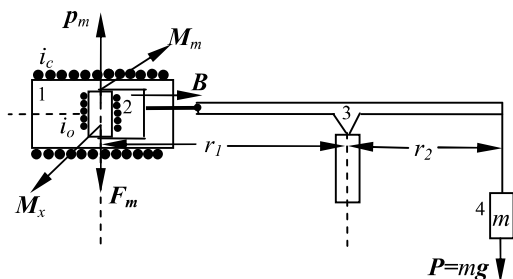


Рис.1. 1.Соленоид, 2. Катушка,  
3. Рычаговые весы, 4. Перегрузка.

силы  $F_m$  (рис.1):

$$M_m = [p_m \times B] = N_0 S i_0 \quad (1)$$

где,

Отсюда видно, что можно найти экспериментально значения магнитной индукции соленоида, соответствующие к его

току, при различных значениях массы постоянного перегрузки.

Как известно, магнитная индукция прямого соленоида с длиной  $L$ , диаметром  $D$  и током  $i_c$  определяется формулой:

$$B = \frac{\mu_0 n i_c}{2} (\cos \alpha_2 + \cos \alpha_3). \quad (6)$$

Если катушка помещена в середине соленоида, то  $\alpha_2 = \alpha_3$  и формула (6) имеет следующий вид (рис.2).

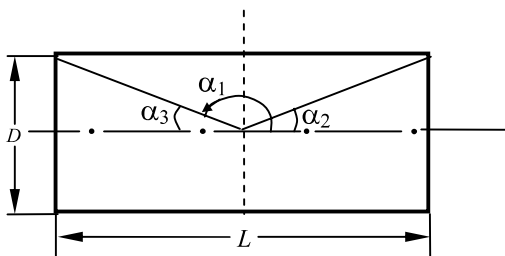


Рис.2. Размеры соленоида:  $L=12\text{см}$ ,  $D=6.5\text{см}$ .

$$B = \mu_0 n \cos \alpha_2 i_c. \quad (7)$$

Отсюда видно, что зависимость магнитной индукции соленоида  $B$  от его тока  $i_c$  представляет собой прямую линию с угловым коэффициентом, равным  $\mu_0 n \cos \alpha_2$ , который определяется тангенсом угла наклона прямой  $\Delta B / \Delta i_c$ . На основе сказанного можно записать равенство:

$$\mu_0 n \cos \alpha_2 = \frac{\Delta B}{\Delta i_c},$$

откуда

$$\mu_0 = \frac{\Delta B / \Delta i_c}{n \cdot \cos \alpha_2}. \quad (8)$$

**Эксперимент.** В эксперименте можно использовать в качестве рычажных весов обычный технические весы достаточной чувствительностью. И электрическая схема эксперимента показана на (рис.3). Там от

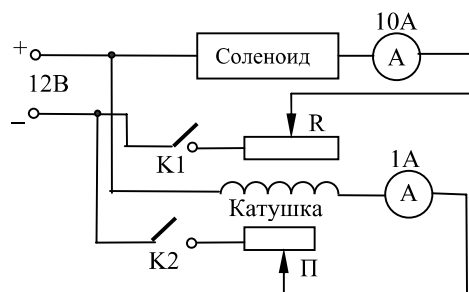


Рис.3. Электрическая схема

источника питания 12В питаются соленоид через реостат  $R$ , а катушка через потенциометр  $\Pi$ . Токи соленоида и катушки измеряются соответствующими амперметрами через ключи включения  $K1$  и  $K2$ . Во время эксперимента ток катушки надо держать постоянно, равный 200мА, а массу перегрузки изменять от 200мг до 450мг через 50мг.

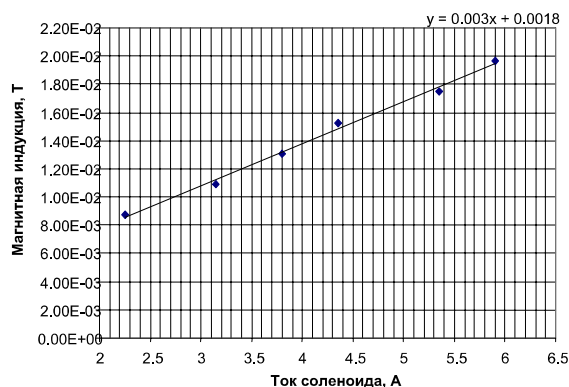


Рис.4.

Таким образом, если поставить эксперимент, пользуясь установкой и электрической схемой, показанными на рис.1 и 4, и построить экспериментальную зависимость  $B$  от  $i_c$  (рис.4), то по формуле (8) нетрудно определить магнитную постоянную  $\mu_0$ . В результате этого эксперимента с нами было получено значение  $\mu_0$ , равное (в единицах числа  $\pi$ )  $4.01 \pi 10^{-7}$  Гн/м.