

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЗАДАЧА**Определяне на хоризонталната компонента на магнитното поле на Земята и магнитния момент на постоянен магнит****Теоретична част**

Вибрационният магнитометър представлява магнит, окачен хоризонтално на тънка нишка. В покой магнитът се ориентира по магнитното поле на Земята. При малко отклонение от равновесното му положение под действието на земното магнитно поле възниква въртящ момент, който се стреми да върне магнита в равновесно положение. Заради инертността си, магнитът подминава точката на равновесие, при което отново възниква въртящ момент, който се стреми да върне магнита обратно в равновесното му положение. Това води до осцилации с период:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mB_H}}, \quad (1)$$

където I е инерчният, а m магнитният момент на магнита, B_H е големината на хоризонталната компонента на магнитното поле на Земята. Инерчният момент на цилиндричен магнит през ос, минаваща през средата му и перпендикулярна на оста му е

$$I = M \frac{3r^2 + L^2}{12}, \quad (2)$$

където M е масата на магнита, r е неговият радиус, а L е дължината му. Усукващият момент на нишката може да се пренебрегне при осцилациите в тази конфигурация.

Дефлекционният магнитометър се състои от милиметрова скала, компас и постоянен магнит. Постоянният магнит създава по оста си магнитно поле което се дава с израза:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2mx}{(x^2 + l^2)^2}, \quad (3)$$

където x е разстоянието от центъра на магнита до произволна точка по оста му извън магнита, а l е полудължината на магнита.

Под действието само на земното магнитно поле стрелката на компаса е в равновесие и се ориентира по него. Под действието на две взаимноперпендикулярни магнитни полета, това на Земята и другото от постоянния магнит, стрелката достига ново равновесно положение при ъгъл θ , спрямо началното равновесно положение.

Така стрелката се ориентира по посока на резултантното магнитно поле, като е изпълнено условието:

$$\tan \theta = \frac{B}{B_H}. \quad (4)$$

Уреди и материали

- Компас 1 бр.
- Поставка с фиксирана към нея милиметрова линия 1 бр.
- Постоянен магнит..... 1 бр.
- Държател за магнита 1 бр.
- Стойка с похлупак 1 бр.
- Хронометър 1 бр.
- Архивен кашон 1 бр.
- Милиметрова хартия. 1 л.

Указания

- Разположете установките в средата на работната си маса върху предоставения архивен кашон, за да не влияят металните ѝ части върху измерванията.
- Магнитът се състои от 4 броя къси цилиндрични магнита. Използвайте ги заедно.
- Пластмасовия държател за магнита използвайте при измерванията с дефлекционния магнитометър.
- Червената част на стрелката на компаса е северният ѝ полюс.
- Не драскайте по милиметровата линия.

Необходими величини:

- Характеристики на четириелементния постоянен магнит:
 - Намагнитване – двуполусно по дължина (по оста на цилиндъра);
 - Дължина $L = (31.7 \pm 0.1) \text{ mm}$
 - радиус $r = (9.4 \pm 0.1) \text{ mm}$
 - маса $M = (42.7 \pm 0.1) \text{ g}$
 -

Необходими константи:

- Магнитна проникваемост на вакуум - $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$

Задачи

1. Определяне на периода на трептене на постоянния магнит с вибрационния магнитометър.
 - 1.1 Пресметнете инерционния момент на магнита около ос, минаваща през средата му и перпендикулярна на оста му. Определете абсолютната и относителна грешки. [2 т.]
 - 1.2 Определете периода на трептене на магнита, неговата относителна и абсолютна грешки. [3 т.]
 - 1.3 Получете произведението mB_H . Определете грешките в резултата. [2 т.]
2. Използвайки дефлекционния магнитометър, изследвайте зависимостта на отклонението на стрелката на компаса от положението на магнита.
 - 2.1. Определете полюсите на магнита и го поставете по съответния начин в държателя.
 - 2.2. Начертайте схема на опитната постановка, която ще използвате. Отбележете разположението и полюсите на постоянния магнит, посоката на земното магнитно поле и посоката на завъртане на стрелката на компаса. [2 т.]
 - 2.3. Представете зависимостта $\theta(x)$ таблично, оценете абсолютната грешка на единичното измерване. [2 т.]
 - 2.4. Представете зависимостта от 2.2. в подходящи променливи, така че да е права линия. [2 т.]
 - 2.5. Определете графично отношението m/B_H и оценете грешките. [3.5 т.]
3. Определете хоризонталната компонента на магнитното поле на Земята и магнитния момент.
 - 3.1. Получете изрази за магнитния момент на магнита и хоризонталната компонента на магнитното поле на Земята. [1.5 т.]
 - 3.2. Пресметнете величините от т. 3.1. [1 т.]
 - 3.3. Определете относителните и абсолютни грешки. [1 т.]