

**Državno natjecanje iz fizike
Brodarica, 25.-28. svibnja 2016.**

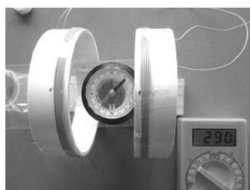
EKSPERIMENTALNI ZADATAK

3. skupina

Pribor: kompas, izvor napona (baterija), spojne žice, ljepljiva traka, izolirana ili lak žica za zavojnice, multimeter, pločica sa promjenjivim otpornikom (trimerom), mjerna traka, nit konca ili najlona, štapičasti magneti, kutomjer, arak papira, plastične cijevi i postolje, stativni pribor, zaporni sat.

1. dio

Na slici je prikazan dio jednostavnog eksperimentalnog postava kojim se treba odrediti horizontalna komponenta magnetske indukcije Zemljinog magnetskog polja.



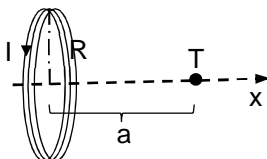
Pomoću dvije međusobno spojene zavojnice potrebno je ostaviti homogeno magnetsko polje. Koji uvjeti moraju biti ispunjeni da bi se takvo polje ostvarilo? Obrazložite odgovore i ako je moguće provjerite i eksperimentalno svoje odgovore i opišite opažanja.

Iznos magnetske indukcije u točki T na osi x koja prolazi okomito na ravninu zavojnice, kroz njezino središte, i udaljena je za a od središta zavojnice može se na osnovi Biot-Savartova zakona izračunati pema izrazu:

$$B = \mu \frac{NIR^2}{2(R^2 + a^2)^{3/2}}$$

Gdje je N broj namotaja zavojnice, R polumjer zavojnice, I jakost struje koja prolazi zavojnicom, μ permeabilnost sredstva.

Apsolutna permeabilnost vakuuma iznosi, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$, a relativna permeabilnost zraka je približno jedan, $\mu_r = 1$.



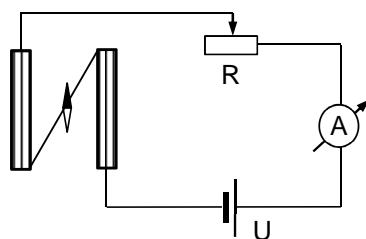
Koji je smjer vektora magnetske indukcije u točki T?

Skicirajte izgled magnetskog polja dviju usporednih zavojnica kojima teku struje u istom smjeru.

Napišite izraz za magnetsku indukciju za slučaj da su zavojnice razmaknute na udaljenosti njihovog promjera u točki koja je jednako udaljena od jedne i druge zavojnice i da kroz njih teku struje u istom smjeru. Obrazložite.

Što se događa ako u zavojnicama struje ne teku u istom smjeru? Pokušajte odgovor i eksperimentalno provjeriti.

Na slici je dan shematski prikaz određivanja magnetske indukcije Zemlje:



Na osnovu shematskog prikaza opišite detaljno kako se izvodi određivanje magnetske indukcije Zemlje.

Napomena:

Promjenjivi otpornik (trimer) je spojen na eksperimentalnu pločicu i moguće je mijenjati vrijednost njegova otpora njegovim zakretanjem (utor). Koristi se za promjenu jakosti struje u danom spoju.



Pomoću multimetra se očitava jakost struje u strujnom krugu. Vrijednost očitavanja se očitava na mA skali. Multimetar treba spojiti serijski (zašto?) i jakosti struje koje se mogu očitavati su maksimalno 200 mA!!!

Broj namotaja na svakoj zavojnici neka je 100 ili više namotaja. Izmjerite promjer svojih zavojnica. Na osnovu odgovora na prethodna pitanja odredi razmak između zavojnica.

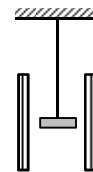
Treba izvesti mjerenja, tablično ih prikazati, a na osnovu kojih se može nacrtati grafički prikaz ovisnosti magnetske indukcije zavojnica i funkcije kuta odklona magnetske igle kompasa kako bi se na osnovu grafa mogla odrediti vrijednost magnetske indukcije Zemlje. Što pokazuje kompas?

Procijenite točnost mjerenja. S obzirom na mogućnost da se rezultati o odnosu na druge osobe koje paralelno izvode mjerenja mogu razlikovati potrebna je detaljna analiza rezultata mjerenja!

2. dio

Mjerenje magnetske indukcije Zemlje pomoću magnetskog njihala

Ovjesi li se i postavi li se ravni ili štapičasti magnet u magnetsko polje tako da je magnet usmjeren sa magnetskim silnicama vanjskog polja, on miruje. Tada je njegov ukupni moment sile jednak nuli.



Iznos vektora momenta sile M određen je izrazom: $M = \mu B \sin \theta$, gdje je θ kut između vektora magnetskog dipolnog momenta μ i vektora magnetske indukcije B .

Kada magnet nije usmjeren sa silnicama vanjskog magnetskog polja, on se zakreće kako bi se usmjerio sa silnicama vanjskog polja. Ako je I_m moment tromosti magneta, a α njegova kutna akceleracija, tada je:

$$I_m \alpha = -M = -\mu B \sin \theta \quad \text{ili} \quad \alpha = -\frac{\mu B}{I_m} \sin \theta$$

Za male kuteve odklona $\sin \theta \approx \theta$ pa se kutna akceleracija može izraziti kao: $\alpha = -\frac{\mu B}{I_m} \theta$.

Proporcionalnost kutne akceleracije i kuta odklona ukazuje na harmonijske oscilacije i prema analogiji sa matematičkim njihalom, može se izraziti period oscilacija kao:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_m}{\mu B}}$$

ili:

$$B = \left(\frac{4\pi^2 I_m}{\mu B} \right) \frac{1}{T^2}$$

Usmjeri li se magnetsko polje zavojnice u smjeru magnetskog polja Zemlje, ukupno polje u kojem se magnet nalazi proizlazi iz magnetskog polja Zemlje i magnetskog polja zavojnice. Tada se ukupna magnetska indukcija može odrediti kao zbroj magnetskih indukcija zavojnice i Zemlje:

$$B_{uk} = B_{zem} + B_{zav}$$

Treba izraziti period kao funkciju:

$$\frac{1}{T^2} = C_0 + C_1 I$$

gdje je potrebno odrediti parametre C_0 i C_1 , na osnovu mjerenja perioda oscilacija magneta u magnetskom polju. Ovisnost recipročne vrijednosti perioda titranja $1/T^2$ o jakosti struje I potrebno je prikazati grafički.

Očitane podatke treba uvrstiti u izraz pomoću kojeg će se izračunati magnetska indukcija Zemlje.

Mjerenja treba izvršiti za najmanje pet do deset različitih vrijednosti jakosti struje i procijeniti točnost mjerenja. Početni kutevi odklona neka su do 15° .

Paziti na duljinu niti o koju je ovješena magnet. Ispitajte kako duljina niti utječe na harmonijske oscilacije magneta.

Obrazloži kojom metodom se može preciznije odrediti iznos horizontalne komponente magnetske indukcije Zemlje.

Kako bi se odredila ukupna magnetska indukcija Zemlje?