

FP1–V9. Magnetski dipolni moment u magnetskom polju

Ključni pojmovi

Magnetski dipolni moment, homogeno magnetsko polje, Helmholtzove zavojnice, moment sile, torzijski dinamometar

I. TEORIJSKI UVOD

Magnetski dipolni moment strujne petlje koja leži u nekoj ravnini iznosi:

$$\vec{m} = NIA \vec{n}_0 \quad (1)$$

gdje je N broj zavoja u petlji, I jakost struje, A površina petlje, a \vec{n}_0 je jedinični vektor okomit na ravninu u kojoj leži petlja. Predznak se izabire tako da se smjer struje u petlji i smjer vektora \vec{m} odnose prema pravilu desne ruke. Ako je takva strujna petlja smještena u magnetsko polje \vec{B} , na nju djeluje moment sile:

$$\vec{T} = \vec{m} \times \vec{B} \quad (2)$$

Za postizanje približno homogenoga magnetskog polja često se upotrebljava par zavojnica u Helmholtzovoj konfiguraciji. Pokazuje se da je polje između dviju paralelnih zavojnica vrlo homogeno ako je udaljenost zavojnica jednaka njihovom polumjeru. Magnetska indukcija u takvoj konfiguraciji dana je strujom I_H koja prolazi kroz zavojnice i konstantom C Helmholtzovih zavojnica:

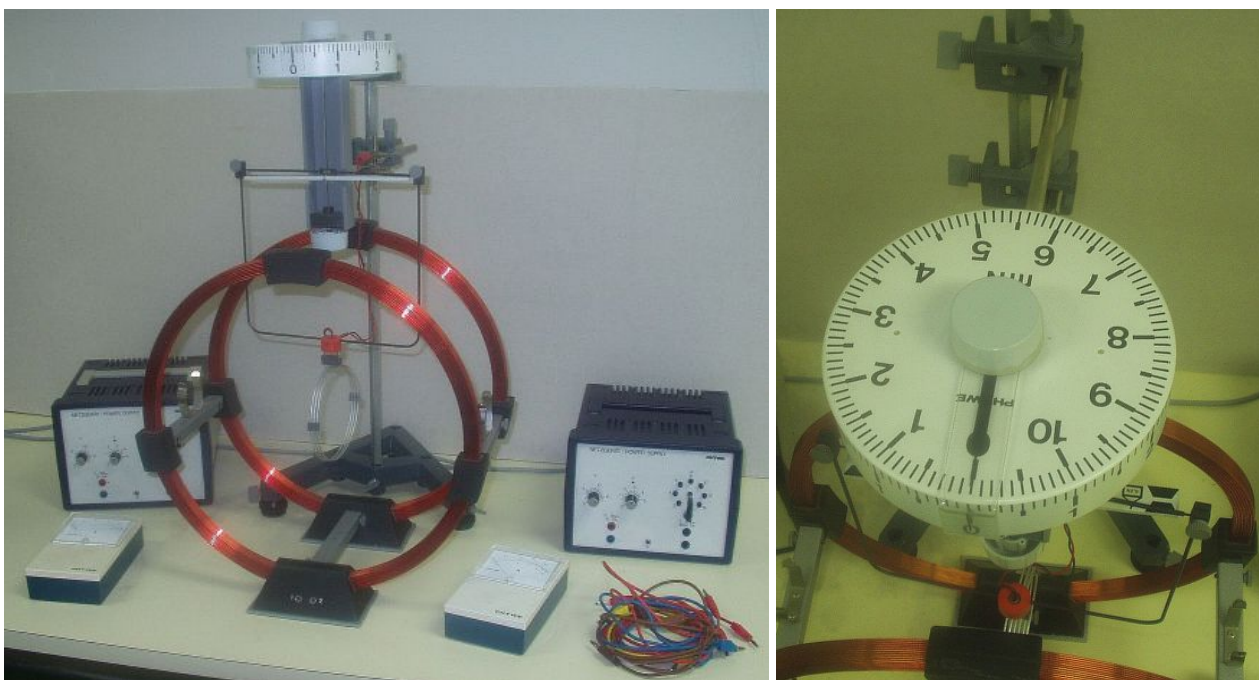
$$|\vec{B}| = CI_H \quad (3)$$

Slijedi da je apsolutna vrijednost momenta sile:

$$|\vec{T}| = |\vec{m}||\vec{B}| \sin \alpha = CNAI_H I \sin \alpha \quad (4)$$

gdje je α kut između vektora \vec{m} i \vec{B} .

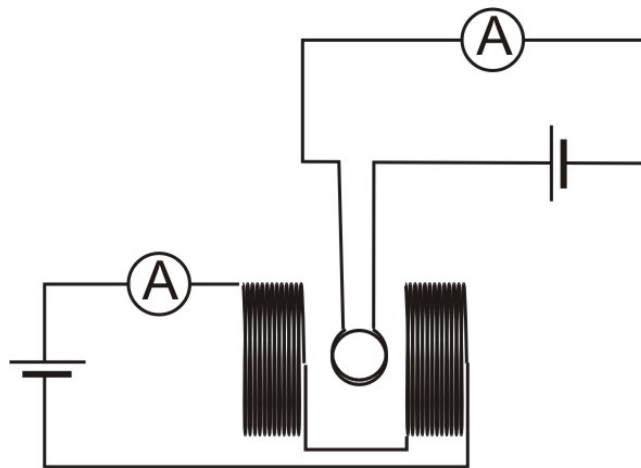
II. MJERNI UREĐAJ I MJERENJE



Slika 1: Mjerni uređaj. Desno: pogled odozgo na skalu torzijskog dinamometra.

Mjerni uređaj prikazan je na Slici 1. Sastoji se od para zavojnica u Helmholtzovoj konfiguraciji, strujne petlje polumjera $r = 62$ mm, torzijskog dinamometra, dva izvora istosmjerne struje, dva mjerna instrumenta (ampermetra) i više dovodnih žica. Jedan strujni izvor služi za strujnu petlju (magnetski moment \vec{m}), a drugi za Helmholtzove zavojnice (polje \vec{B}). Ampermetri se uključuju serijski u strujne krugove. Helmholtzove zavojnice trebaju biti serijski spojene tako da njima teče ista struja I_H . Važno je da smjer struje u zavojnicama bude takav da obje daju polje \vec{B} istoga smjera. To se može provjeriti zasebnim uključivanjem pojedinih zavojnica i praćenjem smjera zakretanja strujne petlje (magnetskog momenta). Kut između strujne petlje i Helmholtzovih zavojnica namješta se u razmacima od 15° naizmjeničnom uporabom zareza na nosaču male zavojnice. Dovodne žice u svakom krugu također stvaraju neku petlju i uzrokuju neko polje pa je uputno prije mjerenja lagano ispreplesti dovodni par žica kako bi se ta petlja smanjila. Skala na torzijskom dinamometru pokazuje kolika sila djeluje na krak $l = 126$ mm. Očitane vrijednosti sile (izražene u milinjutnima) treba pomnožiti s l da bi se dobio moment sile $|\vec{T}|$.

Pažnja! Pazite da ne propustite prejakom struju kroz bilo koju od zavojnica. Mjerenje počnite malom strujom, a zatim povećavajte njezinu jakost. *Maksimalna dopuštena jakost struje kroz Helmholtzove zavojnice iznosi 3 A za dugotrajnije mjerenje, odnosno 6 A za kratkotrajno uključivanje.* Kad se strujni izvor kratkotrajno uključuje, dolazi do naglih zakreta torzijskog dinamometra. Stoga treba često provjeravati njegov multi položaj.



Slika 2: Shema spajanja.

Zadaci

1. Odaberite kut između magnetskog polja i magnetskoga dipolnog momenta $\alpha = \pi/2$. Za konstantnu struju I_H kroz Helmholtzove zavojnice, izmjerite ovisnost iznosa momenta sile $|\vec{T}|$ o struji I za desetak različitih jakosti struje kroz petlju (do max. 6 A – **pogledajte napomenu u tekstu**) te nacrtajte graf. Iz grafa izračunajte konstantu C Helmholtzovih zavojnica.
2. Odaberite struje $I = I_H = 3$ A i izmjerite ovisnost momenta sile o kutu α . Kutove mijenjajte od 0° do 90° u koracima od 15° . Nacrtajte graf $\sin \alpha - |\vec{T}|$ i provjerite valjanost relacije (4). Izračunajte konstantu C i usporedite je s prvim zadatkom.