

## Vaja 45, Tuljava v magnetnem polju

Jure Kos

3.3.2022

# Uvod

Magnetni dipolni moment je lastnost mnogih teles, med drugim permanentnih magnetov, tokovnih zank pa tudi elektronov in atomov. V zunanjem magnetnem polju  $B$  na telo z magnetnim dipolnim momentom  $p_m$  deluje navor.

$$M = p_m \times B$$

Za tuljavo s presekom  $S$  in z  $N$  ovoji, skozi katero teče tok  $I$ , velja

$$p_m = NIS$$

Smer površinskega vektorja  $S$  pove gibanje desnega vijaka, ki ga sukamo v smeri toka. Navor na tuljavo v zunanjem magnetnem polju je tako enak

$$M = NIS \times B$$

Pri vaji bomo kot vir zunanjega magnetnega polja uporabili par Helmholtzovih tuljav. To je priprava, ki jo sestavljata dve enaki okrogli zaporedno vezani tuljavi (vsaka z  $N_H$  ovoji), ki sta nameščeni na isti osi in sta med seboj oddaljeni toliko, kot znaša njun radij  $R_H$ . Kadar skozi njiju teče električni tok  $I_H$  v isti smeri, kaže gostota magnetnega polja okoli centra postavitve v smeri osi in je precej homogena. Njeno velikost lahko izpeljemo iz Biot-Savartovega zakona, dobimo:

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 N_H I_H}{R_H}$$

Velikost navora je tako

$$M = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 N N_H I_H I S}{R_H} \sin\varphi$$

kjer je  $\varphi$  kot med vektorjema  $S$  in  $B$ .

## Naloga

Z uravnovešenjem navora na tuljavo v homogenem magnetnem polju Helmholtzove tuljave določiti induksijsko konstanto.

## Potrebščine

1. Par Helmholtzovih tuljav s polmerom  $R_H=200$  mm, vsaka  $N_H=154$  ovojev,
2. merilna tuljava (na voljo različne),
3. stojalo za merilno tuljavo s torzijskim merilcem navora,
4. tokovni usmernik za Helholtzovi tuljavi,
5. tokovni usmernik za merilno tuljavo.

# Meritve

## Dimenzije tuljav

Mala:

$N=3$

$2R=11,8\text{cm}\pm 0,5\text{mm}$

$r=10\text{cm}\pm 0,1\text{cm}$

Velika:

$N=154$

$2R=40\text{cm}$

## Meritve sil

$F[mN]$	$I[mA]$	$I_H[A]$
0,15	500	1
0,20	750	1
0,25	1000	1
0,30	1250	1
0,35	1500	1
0,40	1750	1
0,45	2000	1
0,50	2250	1
0,55	2500	1
0,60	2750	1
0,65	500	1,5
0,20	750	1,5
0,20	1000	1,5
0,40	1250	1,5
0,50	1500	1,5
0,60	1750	1,5
0,65	2000	1,5
0,70	2250	1,5
0,80	2500	1,5
0,90	2750	1,5
0,25	500	2
0,35	750	2
0,45	1000	2
0,55	1250	2
0,65	1500	2
0,75	1750	2
0,90	2000	2
1,00	2250	2
1,10	2500	2
1,20	2750	2
0,25	500	2,5
0,40	750	2,5
0,65	1000	2,5
0,70	1250	2,5
0,85	1500	2,5
1,00	1750	2,5
1,20	2000	2,5
1,25	2250	2,5
1,35	2500	2,5
1,50	2750	2,5

## Računi

Indukcijsko konstanto lahko izračunamo po enačbi

$$\mu_0 = \left(\frac{5}{4}\right)^{3/2} \frac{MR_H}{NN_H I_H I S \sin \varphi}$$

Za vse meritve na koncu dobimo  $\mu_0$  kot

$$\mu_0 = 1,0 \cdot 10^{-6} Vs/Am \pm 0,3 \cdot 10^{-6} Vs/Am$$

## Vprašanja

1. Smer magnetnega polja določimo s pravilom desnega vijaka.
2. Vektor navora je pravokoten na magnetno polje.