

13-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
8-oji užduotis Nr. FT13-8 / 2019 11 11 – 2019 12 08

Sąlyga / FT13-8 ▼

Galvanometro rėmelio posūkio tyrimas

Plokščias galvanometro rėmelis, kurio plotas lygus $1,2 \text{ cm}^2$, yra sudarytas iš 180 vijų laido ir kybo ant stangrios vielutės, kurios vieno laipsnio posūkio kampą atitinka $1 \text{ N} \cdot \text{m}$ tamprumo jėgų sukamasis momentas. Rėmelio plokštumos normalė yra statmena 4 kA/m stiprio magnetinio lauko linijoms. Tekant elektros srovei rėmelyje, jis pasisuka 30° kampu. Reikia rasti:

- 1) elektros srovės stiprį;
- 2) rėmelio magnetinį momentą;
- 3) magnetinio srauto rėmelyje pokytį pasisukus.

Magnetinė konstanta $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas - Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2019 12 02.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT13-8 ▼

Duota: $S = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$; $N = 180$; $\varphi_1 = 1^\circ$; $M_1 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m}$; $H = 4 \cdot 10^3 \text{ A/m}$; $\varphi = 30^\circ$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$.

Rasti: I ; p_m ; $\Delta\Phi$.

Kai rėmeliu (tegu jis yra stačiakampio formos, kaip parodyta paveiksle) teka elektros srovė, dėl Ampero jėgų dvejetainio \vec{F}_{A1} ir \vec{F}_{A2} sukamojo veikimo jis pasisuka ir sustoja, kai jį veikiantys magnetinio lauko jėgų ir vielutės tamprumo jėgų sukamieji momentai \vec{M}_A ir \vec{M}_t atsveria vienas kitą, tada jų moduliai yra vienodi:

$$\vec{M}_A + \vec{M}_t = 0; M_A = M_t;$$

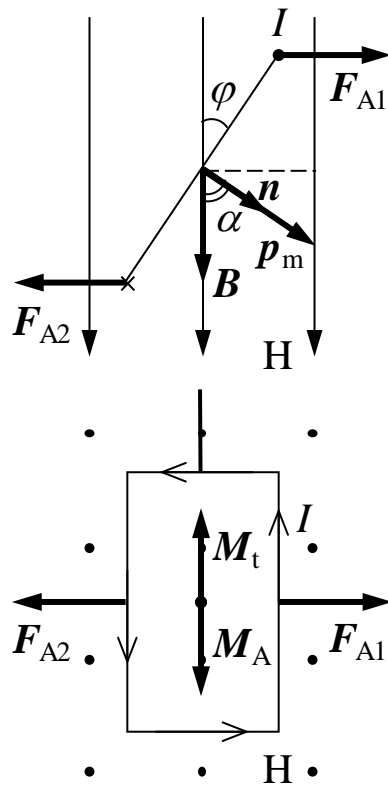
$$p_m B \sin\alpha = \frac{M_1}{\varphi_1} \varphi,$$

čia rėmelio magnetinio momento vektoriaus \vec{p}_m (jo kryptis ta pati, kaip ir paviršiaus normalės vektoriaus \vec{n}) modulis $p_m = ISN$, magnetinio lauko indukcijos vektoriaus \vec{B} modulis $B = \mu_0 H$, kai aplinkos santykinė magnetinė skvarba $\mu = 1$, o kampas tarp rėmelio magnetinio momento \vec{p}_m ir magnetinio lauko indukcijos \vec{B} vektorių $\alpha = 90^\circ - \varphi$. Tada $\sin\alpha = \cos\varphi$, o elektros srovės stipris:

$$I = \frac{M_1 \varphi}{\varphi_1 S N \mu_0 H \cos\varphi}; I = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 30^\circ}{1^\circ \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 180 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^3 \cos 30^\circ} \approx 1,92 \text{ (A)}.$$

Rėmelio magnetinio momento modulis:

$$p_m = \frac{M_1 \varphi}{\varphi_1 \mu_0 H \cos\varphi}; p_m = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 30^\circ}{1^\circ \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^3 \cos 30^\circ} \approx 41,4 \text{ (mA} \cdot \text{m}^2\text{)}.$$



Pradinis magnetinis srautas $\Phi_0 = BS\cos\alpha_0 = 0$, nes prieš pasisukant kampas tarp magnetinės indukcijos ir rėmelio paviršiaus normalės vektorių $\alpha_0 = 90^\circ$ (normalės pradinė vieta paveiksle yra parodyta brūkšnine linija), o pasisukus srautas $\Phi = BS\cos\alpha = BS\sin\varphi$ (tas pats dydis yra kiekvienoje rėmelio vijoje), tai jo pokytis:

$$\Delta\Phi = \Phi - \Phi_0 = \mu_0 HS\sin\varphi; \Delta\Phi = 4\mu \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 1.2 \cdot 10^{-4} \sin 30^\circ \approx 0,3 \text{ (}\mu\text{Wb)}.$$

Taigi, magnetinis srautas sustiprėja apie $0,3 \mu\text{Wb}$.

Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 01 29.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT13-8 ▼

Sprendami užduotį labiau klydo tie turnyro dalyviai, kurie sprendimui neparuošė tinkamo aiškinamojo brėžinio, kuriame būtų matomos rėmelį pasukančios Ampero jėgos, o tuo pačiu ir įvertinamas magnetinio srauto padidėjimas pasukus rėmelį. Čia svarbu žinoti, kad magnetiniame lauke sukamasis momentas yra išreiškiamas rėmelio magnetinio momento ir magnetinio lauko indukcijos vektorine sandauga, o magnetinis srautas – magnetinio lauko indukcijos ir rėmelio paviršiaus ploto vektorių skaliarine sandauga.

Du dalyviai klaidingai rado magnetinio srauto sumažėjimą pasukus rėmelį, o trys dalyviai skaičiavo tik vienos vijos magnetinį momentą. Vertinant sprendimus klaidingu nebuvo laikomas rastas ir 180 kartų didesnis magnetinio srauto pokytis, gaunamas srauto pokytį vienoje vijoje padauginus iš rėmelio vijų skaičiaus.

Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 01 29.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT13-8 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Rastas elektros srovės stipris	3
2.	Rastas magnetinis momentas	3
3.	Rastas magnetinio srauto pokytis	4
4.	Nepakankamas sprendimo paaiškinimas, pateikiant galutines formules	iki (-1)
5.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2020 01 29.