1. Eksperiments

Ievads

Iekārta sastāv no diegā horizontāli iekārta cilindriska magnēta (parasti dzeltenīgā krāsā). Ja tuvumā nav citu magnētu, iekārtais magnēts nostājas kā kompass Ziemeļu-Dienvidu virzienā, proti tā, kā ir vērsta Zemes magnētiskā lauka horizontālā komponente. Ja šādam magnētam ierosina rotācijas tipa svārstības ap vertikālu asi (ass sakrīt ar diegu), tad šādu svārstību kustību nosaka magnēta inerce rotācijas kustībai un magnētiskie spēki, kas cenšas magnētu noorientēt magnētiskā lauka horizontālās komponentes virzienā. Teorijas nodarbībā tiks parādīts, ka šādi iekārtam magnētam svārstību periods T cita magnēta magnētiskajā laukā B (horizontālā komponente) tiek aprakstīts ar sekojošu formulu

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MB}},$$

kur I ir tā saucamais magnēta inerces moments (kas parāda, cik grūti ir inerces dēļ magnētu iekustināt rotācijas kustībai), M ir tā saucamais magnēta magnētiskais moments (kas parāda, cik tas magnēts ir „stiprs”).

Ja iekārtajam magnētam tuvina citu magnētu, kas ir orientēts tā, ka tā magnētiskais lauks B_M ir tāpat vērsts kā Zemes lauka horizontālā komponente B_Z, tad Zemes un magnēta lauki summējas un rezultējošais lauks ir stiprāks. Tāpēc (atbilstoši svārstību perioda formulai) svārstību periodam stiprākā magnētiskā laukā ir jāsamazinās. Teorētiskajā nodarbībā arī tiks parādīts, ka attālinoties no kāda magnēta virzienā, kas sakrīt magnētiskā lauka virzienu pašā magnētā (iekšpusē vai pie tā pola virsmas), magnētiskā lauka „stiprums”, jeb precīzāk magnētiskā lauka indukcija B samazinās apriezti proporcionāli attāluma (līdz magnēta centram) trešajai pakāpei (kubam).

Darba uzdevumi

1. Iepazīties ar diegā horizontāli iekārta cilindriska magnēta (parasti dzeltenīgā krāsā) rotācijas svārstībām ap vertikālu asi (svārstību ass sakrīt ar diegu) Zemes magnētiskajā laukā. Izmērīt ar pulksteni laiku, kurā magnēts veic pilnas 20 svārstības un aprēķināt svārstību periodu T_Z. Veicot šo uzdevumu, uzmanīties, lai tuvumā neatrastos citi magnēti.

2. Tuvinot iekārtajam magnētam citu magnētu (paralēlskaldnis melnā krāsā), kvalitatīvi pārliecināties, ka tad svārstību frekvence pieaug (svārstību periods samazinās). Magnēts ir jānovieto tā, ka tā īsākā šķautne ir vērsta Ziemeļu-Dienvidu virzienā, pie kam šim magnētam un iekārtajam magnētam ir jāatrodas uz šīs Ziemeļu-Dienvidu līnijas. Magnētam ir jābūt tā orientētam, lai tas pastiprinātu Zemes magnētiskā lauka horizontālo komponenti.

3. Nolikt attālumā 15 cm vispirms vienu melno magnētu un noteikt svārstību periodu T_{1M} (uzņemot laiku, kas ir nepieciešams 20 svārstību periodiem). Pēc tam tanī pašā attālumā nolikt divus vienādus melnos magnētus (tam nepieciešamo otro melno magnētu aizņemties uz mērījumu laiku no kaimiņa), tā ka tie ir „salipuši” kopā viens aiz otra. Acīmredzami, ka šādi divi vienādi orientēti magnēti radīs divas reizes lielāku magnētisko lauku vietā, kur atrodas iekārtais magnēts. Noteikt svārstību periodu T_{2M} šo divu magnētu gadījumā. Tāpat izdarīt ar trim melnajiem magnētiņiem un noteikt T_{3M} . Veikt zemāk norādītos aprēķinus, kas parāda, ka svārstību periods tiešām ir apgriezti proporcionāls kvadrātsaknei no magnētiskā lauka stipruma.

4. Izmērīt svārstību periodu T_x, ja viens melnais magnēts ir novietots attālumā x ir 20, 15 un 10 cm. Veikt zemāk norādītos aprēķinus, kas parāda, ka magnētiskā lauka stiprums patiešām dilst attālinoties no magnēta apgriezti proporcionāli attāluma (līdz magnēta centram) kubam.

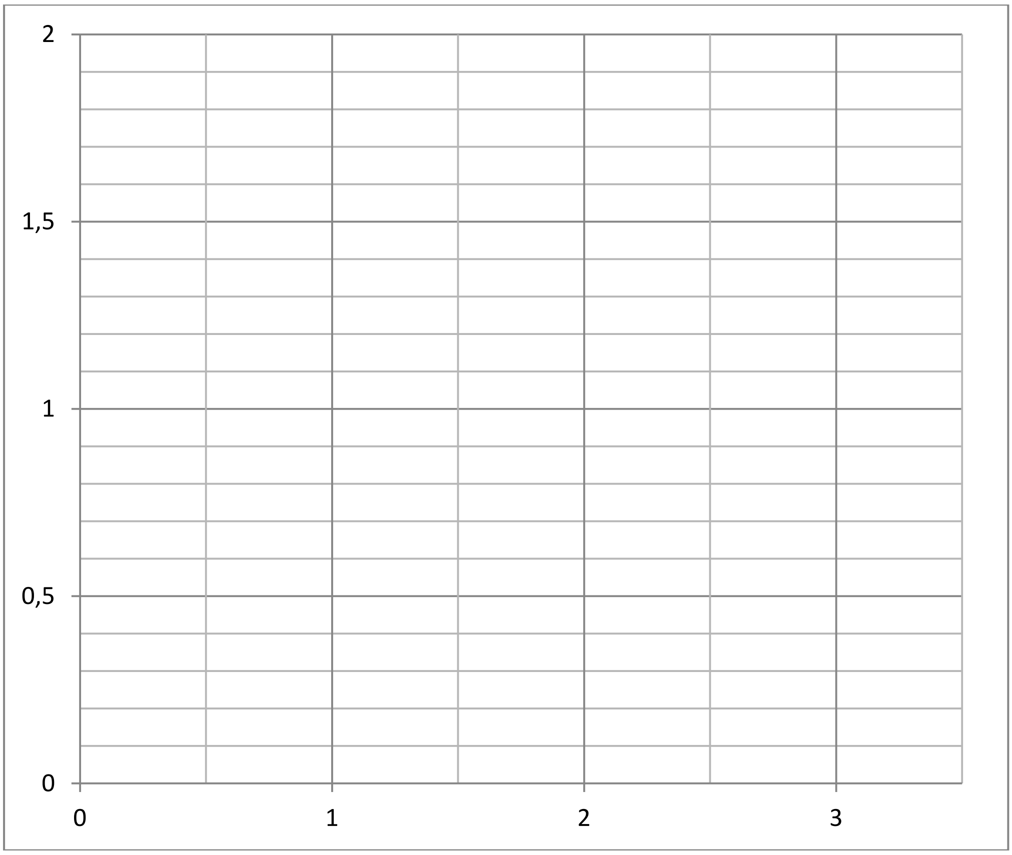
Magnēta svārstību perioda atkarības no magnētiskā lauka stipruma formulas pārbaude

No svārstību perioda formulas $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MB}}$ seko, ka $T \sim \frac{1}{\sqrt{B}}$, to tad arī pārbaudīsim. No šis svārstību perioda formulas iegūstam, ka $B = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \frac{1}{T^2}$. Ja ir tikai Zemes magnētiskais lauks, tad ir jābūt spēkā $B_Z = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \frac{1}{T_Z^2}$. Ja noliekam 15 cm attālumā vienu melno magnētu un izmēram svārstību periodu T_{1M}, tad ir jābūt spēkā $B_Z + B_{1M} = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \frac{1}{T_{1M}^2}$, jeb $B_{1M} = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \left[\frac{1}{T_{1M}^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$. Ja turpat noliek divus vienādus magnētus, tad tie acīmredzami rada divas reizes lielāku magnētisko lauku, un ja izmēram svārstību periodu tad T_{2M} , tad ir jābūt spēkā $2 \cdot B_{1M} = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \left[\frac{1}{T_{2M}^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$. Trim magnētiem analoģiski $3 \cdot B_{1M} = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \left[\frac{1}{T_{3M}^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$. Tātad, ja svārstību perioda formula ir pareiza, tad lielumam $A_i = \left[\frac{1}{T_{iM}^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$ ir jābūt proporcionālam magnētu skaitam *i*. Šo proporcionalitāti pārbaudām grafiski.

Mērījumi: $T_Z =$................ s. (tika izmērīts jau iepriekš).

Magnētu skaits *i*	T_{iM}, s	$A_i = \left[\frac{1}{T_{iM}^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$, s^{-2}
1		
2		
3		

Grafiks, uz horizontālās ass atliek magnētu skaitu *i*, uz vertikālās lielumu $A_i = \left[\frac{1}{T_{iM}^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$, s^{-2} .



Magnētiskā lauka dilšanas kā ~ $^{1}/_{x^3}$ no attāluma *x* pārbaude

Izmantojot cilindriskā iekārtā magnēta svārstību perioda mērījumus var pārbaudīt, vai tiešām, palielinot attālumu x starp melno magnētu un iekārto magnētu, magnētiskais lauks $B(x)$ dilst kā ~ $^{1}/_{x^3}$. Iepriekš parādījām, ka no svārstību perioda formulas seko $B(x) = \frac{4\pi^2 \cdot I}{M} \cdot \left[\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]$, kur T_x ir svārstību periods, kad melnais magnēts ir attālumā x no iekārtā magnēta centra. Ja ir spēkā, ka $B(x) \sim {}^{1}/_{x^3}$, tad ir jābūt spēkā $\left[\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right] \sim \frac{1}{x^3}$. Savukārt no tā seko, ka ir jābūt spēkā

$\left[\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]^{-1/3} \sim x$, jeb $\frac{1}{\sqrt[3]{\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_Z^2}}} \sim x$, Šo proporcionalitāti tad arī pārbaudām grafiski.

Mērījumi: $T_Z =$................ s. (tika izmērīts jau iepriekš).

Nr.	x, cm	T_x, s	$\left[\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]^{-1/3}, s^{2/3}$
1			
2			
3			

Grafiks, uz horizontālās ass atliek attālumu x centimetros, uz vertikālās lielumu $\left[\frac{1}{T_x^2} - \frac{1}{T_Z^2}\right]^{-1/3}, s^{2/3}$