



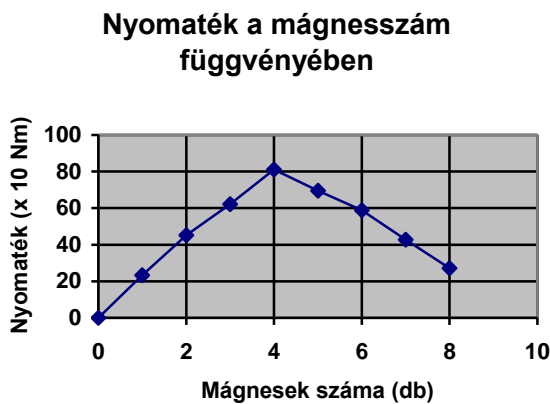
Oktatási Hivatal

A II. kategória Fizika OKTV mérési feladatainak megoldása

1./ A mágnes-gyűrűket a feladatban meghatározott sorrendbe és helyre rögzítve az alábbi táblázatban feltüntetett mérési eredményeket olvashattuk le a digitális mérlegről. Az egyes esetekben 3 – 3 mérést végeztünk, a mérési eredmények 1%-on belül megegyeztek. A leolvasott adatokból számított nyomatékokat is feltüntettük a táblázatban.

1g tömeg által létrehozott nyomaték:

$$M_l = m \cdot g \cdot R = 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot \frac{99}{2} \cdot 10^{-3} = 4,86 \cdot 10^{-4} \text{ Nm}$$



1. számú grafikon

Mágnesek száma	Mért érték (g)	Számított nyomaték $\times 10^{-4}$ Nm
0	0	0
1	4,8	23,33
2	9,3	45,20
3	12,8	62,21
4	16,7	81,16
5	14,3	69,50
6	12,1	58,81
7	8,8	42,77
8	5,6	27,22

1. számú táblázat

(8 pont)

2./ A sárgaréz korongra ható nyomaték oka a benne a mozgás hatására változó mágneses tér által keltett örvényáramok és a teret létrehozó mágnesek közötti kölcsönhatás.

Az elvégzett mérések során nyert nyomaték értékeket az 1. számú grafikonon tüntettük fel.

Tekintettel arra, hogy a mágnesek stroncium-ferrit mágnesek (nem erős neodémium mágnesek), és nem tökéletesen egyformák, mérési adatok alapján azt mondhatjuk, hogy a felrakott első négy mágnes gyakorlatilag nem hat egymásra, ezért egy-egy újabb mágnes hatására a nyomaték megváltozása nagyjából megegyezik. A mérési pontokra pozitív meredekségű egyenes illeszthető, a darabszám növelésével arányosan növekszik a nyomaték.

Az 5.-től az újabb mágnes felrakásával csökken a nyomaték. Ennek okai abban keresendők, hogy az új mágnes két, már ott lévő mágnes közé kerül, ezzel egyrészt a mágneses tér inhomogenitását (változását) csökkenti, másrészt (mivel az indukcióvonalak zárt görbék) csökkenti a mellette lévő mágnesek terét, harmadsorban pedig a már ott lévő mágnesek is csökkentik az újonnan oda helyezett mágnes terét. A három hatás együttesen eredményezi a nyomaték csökkenését. Mivel a mágnesek első sorban a közelükben lévő mágnesekkel lépnek kölcsönhatásba a négy utolsó mágnes közelítőleg azonos nyomaték-csökkenést eredményez.

(6 pont)

Az elmondottak alátámasztására néhány mérést végeztünk. A mágnesek felületén mért mágneses tér erőssége változott (95 – 120 mT). Az egyes darabokon mért indukció értékek között is eltérés mutatkozott. Az egyik összeállításnál 1. mágnes egyedül, a 2. helyén 1,3 mT erősségű teret létesített. Az 1. és a 2. mágnes együtt a 3. és 4. mágnes helyén 2,8 mT erősségű teret hozott létre. Az 1., a 2. és a 3. mágnes együtt a 4. helyén 3,1 mT erősségű teret eredményezett.

3./ Az elérhető legnagyobb nyomatékot akkor kapjuk, ha a mágneses tér változása a lehető legnagyobb. Ezt akkor érzük el, ha a sorban egymás mellett lévő mágnes-gyűrűk polaritása eltérő.

A meghajtó motor 12 V feszültségről történő működtetése esetén a mért nyomatékok átlaga:

$$M_{\max} = 2,99 \cdot 10^{-2} \text{ Nm volt.}$$

(4 pont.)

4./ A motor által a hálózathoz felvett teljesítmény a motorra kapcsolt feszültség (az ismert 12 V), és a motoron átfolyó áram erősségének ismeretében határozható meg. Az áramerősséget a versenyzőknek kellett megmérni. Az általunk mért áramerősség 0,557 A volt.

Így a hálózathoz felvett teljesítmény: $P_{mo} = 0,557 \cdot 12 = 6,684 \text{ W}$

A sárgaréz tárcsa melegítésére fordított teljesítmény a mágnes tartó tárcsa szögsebessége és a maximális nyomaték segítségével határozható meg.

Mivel nem tudtunk minden versenyző részére fordulatszámot biztosítani, a motor általunk mért fordulatszámát megadtuk: $5600 \text{ 1/min} = 5600/60 \text{ 1/sec}$

A mágnes tartó tárcsa szögsebességét a motor fordulatszámából az áttétel segítségével határozhatjuk meg. Az áttétel a szíjtárcsák átmérőjének ismeretében: 18/96. (A hornyok mélységét figyelembe kell venni!)

A tárcsa fordulatszáma:
$$f = \frac{5600}{60} \cdot \frac{18}{96} = 17,5 \text{ 1/sec}$$

Ezek szerint a melegítésre fordított teljesítmény:

$$P_{hő} = M_{\max} \cdot 2\pi \cdot f = 2,99 \cdot 10^{-2} \cdot 2\pi \cdot 17,5 = 3,29 \text{ W}$$

Az elvégzett számítások szerint a tárcsa melegítésére a hálózathoz felvett teljesítmény:

$$x = \frac{3,29}{6,684} \cdot 100 = \underline{49,22} \% \text{ - a fordítódik.}$$

(6 pont.)

5./ A „nagy” mágnes-gyűrű mágneses térben helyezkedik el az álló sárgaréz korong. A mágnes forgatása nem okoz változást a mágneses térben, ezért nem jönnek létre örvényáramok a sárgaréz tárcsában, és így nyomaték sem lép fel.

(2 pont.)

6./ Az előbb elmondottak szerint a mágnes forgatása ellenére, az álló sárgaréz korong állandó mágneses térben van. Állandó mágneses térben, álló vezetőben nem indukálódik feszültség.

(3 pont)

7./ Az előző feladattal szemben itt mágneses térben vezető mozog. Ebben az esetben, a vezetőben lévő töltéshordozókra a Lorentz-erő hat. Az indukció a forgástengely irányába mutat,

a sebesség a körpályán mozgó töltéshordozó sebessége, a Lorentz-erő a kettőre merőleges, tehát sugár irányú. Ezért mérhető a sárgaréz korong tengelye és palástja között feszültség.

Az általunk mért feszültségek átlaga $708 \mu V$.

(3 pont.)

8./ Mivel a feltételezés szerint a mágneses tér homogén, és a sárgaréz korong R_1 és R_2 közötti részére korlátozódik, az indukált feszültség az alábbi összefüggéssel számítható ki:

$$U = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot B \cdot (R_2^2 - R_1^2) = \pi \cdot f \cdot B \cdot (R_2^2 - R_1^2)$$

A megfelelő adatokat behelyettesítve:

$$U = 3,14 \cdot \frac{5730}{60} \cdot \frac{18}{96} \cdot 45 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\left(\frac{72}{2} \right)^2 - \left(\frac{40}{2} \right)^2 \right] \cdot 10^{-6} = 2,27 mV$$

(4 pont.)

9./ A 7./ feladat megoldásakor ténylegesen mért $708 \mu V$ és a 8. feladat megoldásaként kapott eredmény közötti nagy különbség első sorban annak tudható be, hogy a mágneses tér indukció vonalai zárt görbék, és ezért a tér az $R_1 < r < R_2$ tartományban sem homogén, valamint a sárgaréz korong nagy részén (ott, ahol $r < R_1$ és $r > R_2$) a mágnes-gyűrű terével ellentétes irányú mágneses tér van jelen.

(4 pont.)



Oktatási Hivatal

A 2012/2013. tanévi FIZIKA Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny döntő fordulójának pontozási útmutatója

II. kategória

1./ feladat (max. 8 pont).

A feladat helyes megoldása és megfelelő mérési eredmények a táblázatban: 8 pont.

Hibás elrendezés alkalmazásával végzett mérés: legfeljebb 4 pont.

Gyakorlatilag használhatatlan összeállítás alkalmazása: 1 – 2 pont.

2./ feladat (max. 6 pont).

A nyomaték kialakulásának magyarázata: 1 pont

Az első négy mágnes hatására fellépő nyomaték lineáris változása, és ennek magyarázata: 2 pont.

Az utolsó négy mágnes hatására fellépő nyomaték lineáris változása, és ennek magyarázata: 3 pont.

3./ feladat (4 pont).

A mágnesek helyes elrendezése, magyarázattal: 2 pont.

Helyes mérési eredmény: 2 pont.

4./ feladat (6 pont).

A hálózatból felvett teljesítmény helyes meghatározása: 2 pont.

A melegítésre fordított teljesítmény helyes meghatározása: 3 pont.

Hatásfok meghatározása: 1 pont.

5./ feladat (2 pont).

A nulla nyomaték megállapítása: 1 pont.

Helyes magyarázat: 1 pont.

6./ feladat (3 pont).

A nulla volt feszültség megállapítása: 1 pont.

Helyes magyarázat: 2 pont.

7./ feladat (3 pont).

Jó közelítéssel 0,7 mV-ot mért: 1 pont.

Helyes magyarázat: 2 pont.

8./ feladat (4 pont).

Helyes összefüggés alkalmazása: 2 pont.

Helyes számítás elvégzése: 2 pont.

9. feladat (4 pont).

A mágneses tér az $R_1 \langle r \rangle R_2$ tartományban nem homogén: 2 pont.

A mágneses tér az $r \langle R_1$ és $r \rangle R_2$ tartományban ellenkező irányú, mint az $R_1 \langle r \rangle R_2$ tartományban, és itt sem homogén: 2 pont.