

Lángoló Teflon csapat.

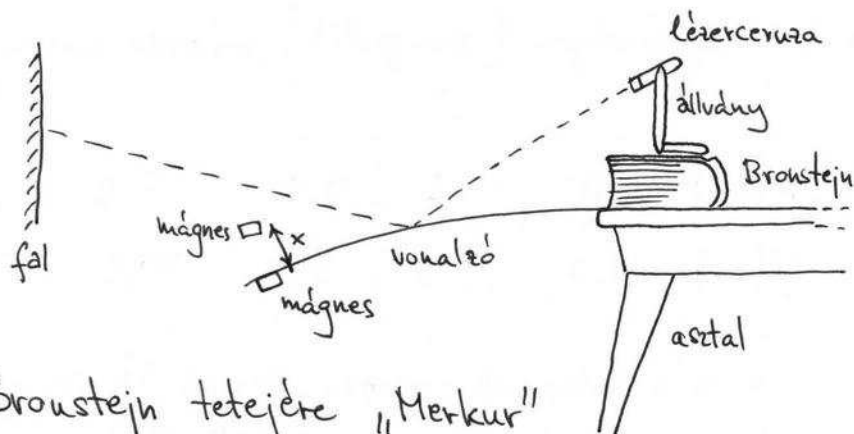
I. mágneses mérés

2.) részfeladat.

1.) A mérés elve

A mágnesek dipólusmomentájának meghatározásához precíziós mérési módszert választottunk. Az elrendezés vázlatát az ábrán látható; egy asztal

síkjára vonalzóval rögzítettünk, amire alulról celluxszal az egyik mágneset ragasztottuk.



A nehezebbként használt Bronstejn tetejére „Merkur” gyártmányú cselszlovák fémépítőből lézerceruza-állványt készítettünk. A lézer vonalzóval visszaverődött fémjét a kb. 3 méter távol lévő falon érleltük. A mágneseket tartó helyzetükben közelítettük egymáshoz (igyekeztünk a tengelyük párhuzamosságára), és mértük a tengelyek x távolságának függvényében a lézerfémfolt helyzetét.

Ezek után „kalibrálunk” is kellett a vonalzó-mérleget. Ezt a következőképpen tettük: levágott kólásflakon alját dróttal és szigetelőszalaggal rögzítettük a mágnes helyén, és vízzel való crepegtetéssel mértük a megfelelő lehajlásokhoz tartozó erőt. (A térfogatot pipettával mértük, igen, lehetetlen, de ezt is hoztuk a NYIFFRre, tessék megnézni !!!)

Az eredeti NYFFF-esomagban 3 mágneset kaptunk, ebből kétféle ugyanolyan volt, a harmadik pedig a négyzetes hasáb alakú hosszúkás. Mi mindkét félélnél megmértük a dipólmomentumot.

Mérési adatainkból ki fog derülni, mennyire jól közelíti a valóságot az ideális dipól közelítés, mely szerint két dipól között ható erő a távolság $-4.$ hatványával arányos.

Mérési adatok.

A két ugyanolyan (magnetit) mágnes esetén:

x (cm)	4,0	3,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5
V (ml)	17,7	25,0	31,7	40,2	50,3	54,6	60,8

x := a mágnesek középvonalainak távolsága.

V := a tartóberékkel megfelelő mélyű víz térfogata.

Egy magnetit és egy rúd-mágnes esetén:

x (cm)	3,5	3,2	2,7	2,2	1,9	1,6
V (ml)	6,7	9,2	13,5	23,5	31,8	36,6

A Mérési eredmények kiértékelése

Két mágneses dipól közötti erőhatás (ha töltéspárokkal közelítjük őket):

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^4},$$

hosszú testek

így esetünkben a két azonos anyagi mágneset ($m_1 \approx m_2$) miatt:

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{m^2}{x^4}, \quad \text{és} \quad F = \rho_{\text{víz}} V \cdot g$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

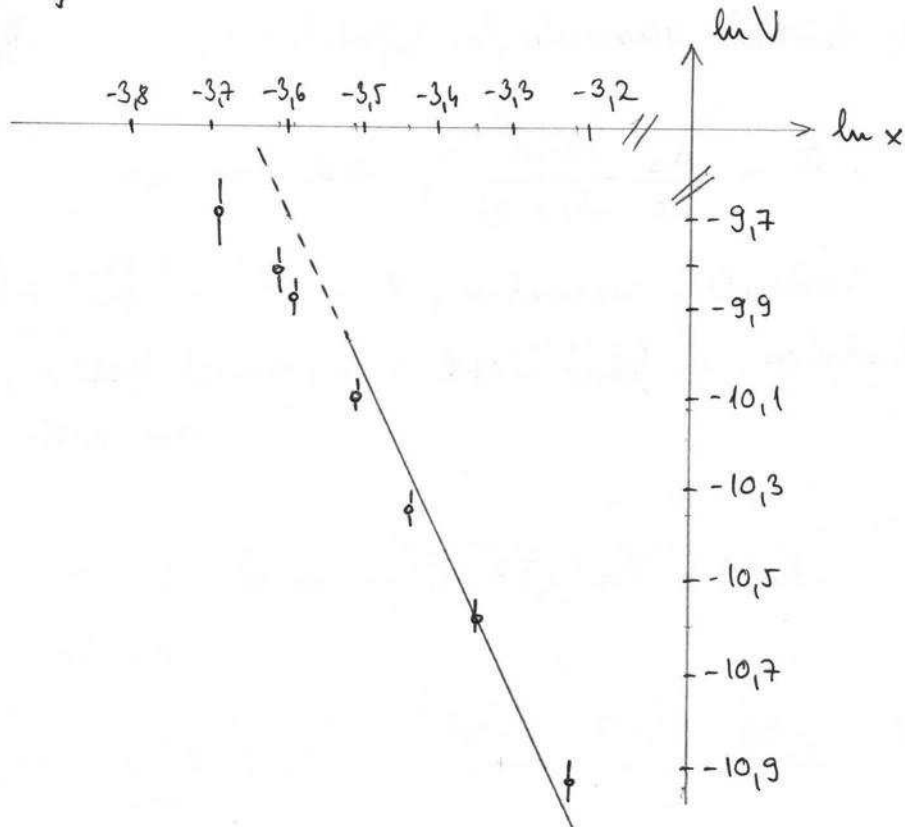
ismert állandókat beírva kapjuk (SI alapegységeket használva):

$$V = 2,04 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{\text{m}^2}{x^4}$$

logaritvánálva:

$$\ln V = \ln(2,04 \cdot 10^{-11}) + 2 \ln m - 4 \ln x,$$

ezt ábrázoljuk $\ln x$ -et és $\ln V$ -t!



A dipól-dipól közelítés csak nyilvánvalóan nagyobb távolságonál helytálló, ezért a nagyobb x -ekhez tartozó adatpontokra illesztettünk egy egyenest -4 meredekségű egyenest.

A tengelymetszetből megkapjuk a dipólmomentákat:

- ha $\ln x = 0$, akkor $\ln V = -24,02$,

vagyis $-24,02 = \ln(2,04 \cdot 10^{-11}) + 2 \ln m$.

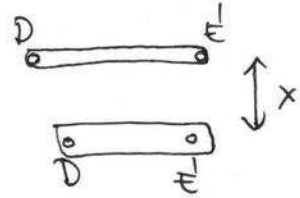
Az eredmény tehát:

$$m = 1,35 \pm 0,15 \text{ Am}^2$$

A hosszú rúd esetén már más a helyzet. Itt még ráerőltet sem tudjuk a mérési adatokra a -4 -es meredekségű egye Nem is lenne helyénvaló, hiszen ennek annyira a két végén vannak a pólusai, hogy az $\frac{1}{r^2}$ -es közelítés sokkal jobb.

Használjuk a mágnesekre a póluspár absztrakciót! Amikor a mágnesek közel vannak, a közöttük ható erő:

$$F \approx \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{m \cdot m'}{x^2 \cdot l \cdot l'}, \text{ ahol } m \text{ az}$$

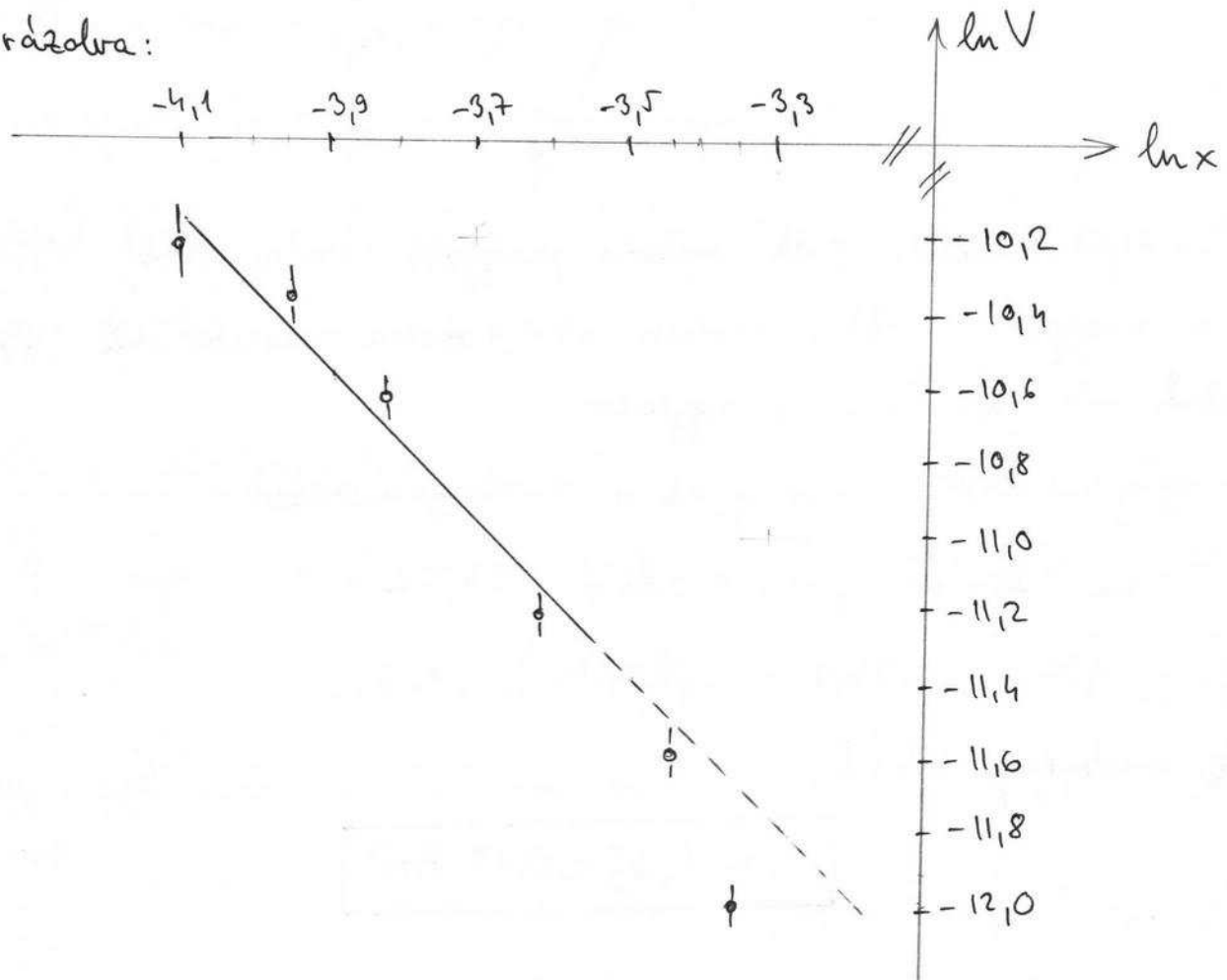


ismert (előbb kiadmolt) momentum, l' és l a két mágnes esetén a pólusok távolsága, jó közelítéssel a mágnesek hossza, ($l' \approx 3,5 \text{ cm}$, kisit kisebb: $l \approx 2,2 \text{ cm}$)

Ez esetben:

$$\ln V = \ln(3,57 \cdot 10^{-8}) + \ln m' - 2 \ln x,$$

ábrázolva:



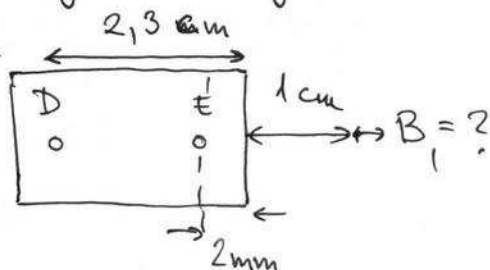
ingelymóseréből:

$$m' = 0,29 \pm 0,12 \text{ Am}^2,$$

ennyi tehát a hosszú rúd mágnes dipólmomentuma.

Ezek alapján már meg tudjuk mondani, mekkora a mágneses mező indukciója a mágnesektől 1 cm-re a tengelyen. Az 1 cm miatt érdemes a póluserőségekkel számolni.

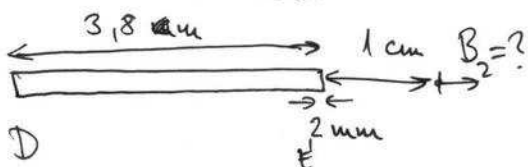
A magnetit mágnesnél:



$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m}{l} \cdot \left(\frac{1}{(0,012)^2} - \frac{1}{(0,033)^2} \right)$$

$$B_1 = 0,037 \text{ T} = 37 \mu\text{T}$$

A hosszú rúd nál:



$$B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m'}{l'} \cdot \left(\frac{1}{(0,012)^2} - \frac{1}{(0,048)^2} \right)$$

$$B_2 = 0,005 \text{ T} = 5 \mu\text{T}$$

Hibaszámítás

A mérési eredmények (az indukció és mágneses dipólmomentum) hibája a lézervény leolvasási pontosságából származik. Ezt a hibát annak számoltuk, hogy a vízrepegtetésnél a pontos beállítás 0,6 grammra volt bizonytalan. A hibaterjedés törvényét és az egyenesíthetőségből származó pontatlanságot figyelembe véve kaptuk meg a feltüntetett értékeket.

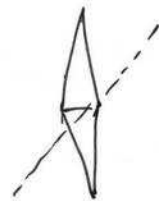
erőfeladat

A mérés elve

Az asztalra fektetett tájolóhoz az előző alfeladatban kalibrált magnetit mágneset közelítjük, így:



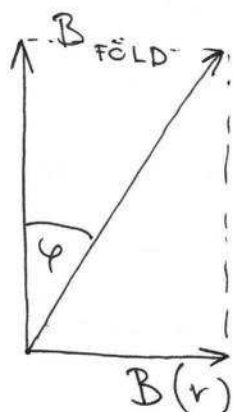
Mérjük a kettjük távolságát, és ennek függvényében a kibérítést. A távolról is



nagy effektus miatt használhatunk dipól-közelítést.

2.) Mérési eredmények

távolság (cm)	21,8	16,6	12,7
kibérítés (fokban)	36°	60°	72°



$$B_{\text{FÖLD}} = B(r) \cdot \text{ctg } \varphi,$$

$$B(r) = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{m}{r^3}, \text{ ahol } m = 1,35 \text{ Am}^2$$

Ezek alapján:

$$B_{\text{Föld}} = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

21,8 cm-es távolságnál.

$$B_{\text{Föld}} = 1,70 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

16,6 cm-es távolságnál.

$$B_{\text{Föld}} = 2,14 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

12,7 cm-es távolságnál.

A távolabbi adatok jobban hozzák a dipólreerü viselkedést, ezért az első két adatot használva:

$$B_{\text{Föld}} \approx 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ T} \pm 10\%$$