

## 20. Erőhatás távolságfüggésének kimérése neodímium mágnesek között

### Feladat:

Egymást taszító, neodímium mágnesek közötti erőhatás távolságfüggésének kimérése.

### Szükséges eszközök:

Két darab henger alakú neodímium mágnes (például átmérő: 10 mm, magasság: 20 mm); egyvékony, hosszú, egyik végén zárt plexicső, amelynek belső átmérője kissé nagyobb a mágnesek átmérőjénél; fahasáb, melynek közepén furat található (abba lehet beilleszteni a plexicsövet); különböző tömegű, lehetőleg ólomból vagy rézből készült hengerek, melyek beleférnek a plexicsőbe; műanyag vonalzó; digitális mérleg.

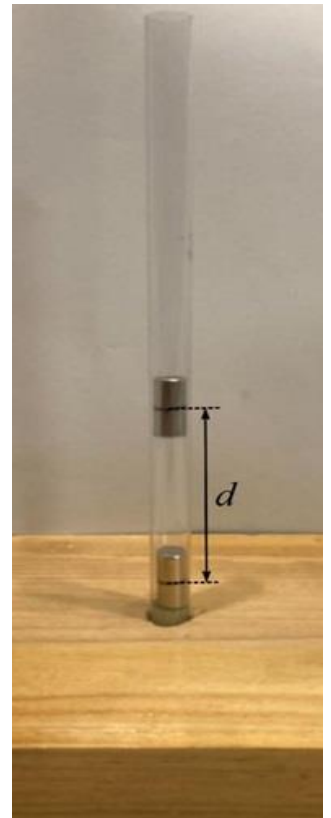
### A mérés leírása:

A mérőhelyen egy olyan összeállítás áll rendelkezésre, mint amit a jobb oldalon látható fénykép mutat. A plexicsőben két neodímiummágnes található, melyek taszítják egymást. Óvatosan szedje szét az összeállítást, a fahasábot helyezze a mérlegre, majd tárazza (nullázza) a mérleget. Végül helyezze az egyik mágnes a fahasáb tetejére, és határozza meg a tömegét. (A másik mágnes maradjon a plexicsőben, és figyeljen arra, hogy a nagyon erős mágnesek ne csapódjanak egymáshoz. A tömegmérésnél a fahasábra azért van szükség, hogy az erős mágnes ne befolyásolhassa a mérleg működését.) Rakja össze az összeállítást az eredeti formájában. Vigyázzon arra, hogy a mágnesek taszítsák egymás.

Mérje le a mérőhelyen lévő ólomból vagy rézből készült fémhengerek tömegét! Jegyezze fel az adatokat!

Mérje meg műanyag vonalzóval a mágnesek bejelölt középvonalának a távolságát. Majd kezdje az ólomból vagy rézből készült hengerekkel felülről terhelni a felső mágneset, és minden egyes terhelésnövelésnél mérje le a mágnesek középvonalának a távolságát. A terhelést addig növelje, ameddig be nem telik a terhelő súlyokkal a plexicső.

**Útmutatás:** Megmutatható, hogy a mágnesek között ható erő a következő alakban írható fel:  $F = Ad^n$ , ahol  $A$  egy állandó,  $d$  a középvonalak közötti távolság,  $n$  pedig egy hatványkitevő.



- Számítsa ki a különböző terhelések esetében a mágnesek között ható  $F$  taszítóerő nagyságát newton-egységben! Foglalja táblázatba ezeket a taszítóerőket és a hozzájuk tartozó középvonalak közötti  $d$  távolságot milliméter egységben!
- Rajzolja fel az  $F-d$  grafikont!
- Egészítse ki a táblázatot úgy, hogy abban szerepeljen az  $F$  erő értékének a logaritmusa, továbbá a  $d$  távolság értékének a logaritmusa! Bármilyen alapú logaritmust használhat, például 10-es alapú logaritmust. Ábrázolja  $\log(F)$ -et  $\log(d)$  függvényében milliméterpapíron, és a kapott pontokra minél jobban illeszkedő egyenest rajzoljon bevonalzóval!
- Az adatokra illesztett egyenes meredekségéből határozza meg a mágnesek közötti taszítóerő távolságfüggésének hatványkitevőjét!

## Mérés menete:

Mérleg segítségével meghatároztuk a fakocka és a cső együttes tömegét.

Majd a csőbe helyezve egyenként a mágneseket az együttes tömegből meghatározzuk a mágnesek tömegét.

Bár a sűrűség mintáknál fel van tüntetve az adott testek tömege, de határozzuk meg a mérleg segítségével, mert 0,01 gramm pontossággal adja meg a testek tömegét grammban, míg a mintáknál megadott érték csak egy tizedesjegy van feltüntetve.

A mágnesek és a testek tömegének értékei:

| test                | tömeg<br>(gramm) |       |      |
|---------------------|------------------|-------|------|
| mágnes<br>(M)       | 17,69            | 17,23 |      |
| ólom<br>(Pb)        | 11,32            | 11,13 |      |
| Réz<br>(Cu)         | 8,81             | 8,81  | 8,81 |
| réz.cink<br>(Cu-Zn) | 8,25             | 8,25  | 8,25 |

Mivel a mágnes tömegei különböztek, ezért a kisebb tömegű mágneset helyeztük a cső aljára.

A feladatban a középvonalak távolságát kellett volna leolvasni, de ez technikai okok miatt elég nehézkes volt. Mindkét mágnes hossza 30 mm, így a középvonaluk 15 mm-re van a végétől, ezért a két mágnes közötti távolságot olvastuk le, majd ehhez minden esetben 30 mm-t adtunk hozzá. Ezt a növelt értéket tüntettük fel a táblázatban.

A csőbe helyeztük a másik mágnes is, úgy, hogy az azonos pólusok legyenek egymás felé, majd leolvastuk a köztük lévő értéket a milliméterpapíron.

Ezután a mágnesre raktuk egyenként a testeket és minden esetben leolvastuk a mágnesek között lévő távolságot.



A testek kiválasztásánál ügyeltünk arra, hogy ne legyenek mágnesezhetőek.

A táblázatban feltüntettettük a felül lévő test ill testek együttes tömegét ill az erőt, melynek meghatározásánál  $g=9,8 \text{ m/s}^2$  -tel számoltunk. valamint a  $d$  távolságot mm-ben.

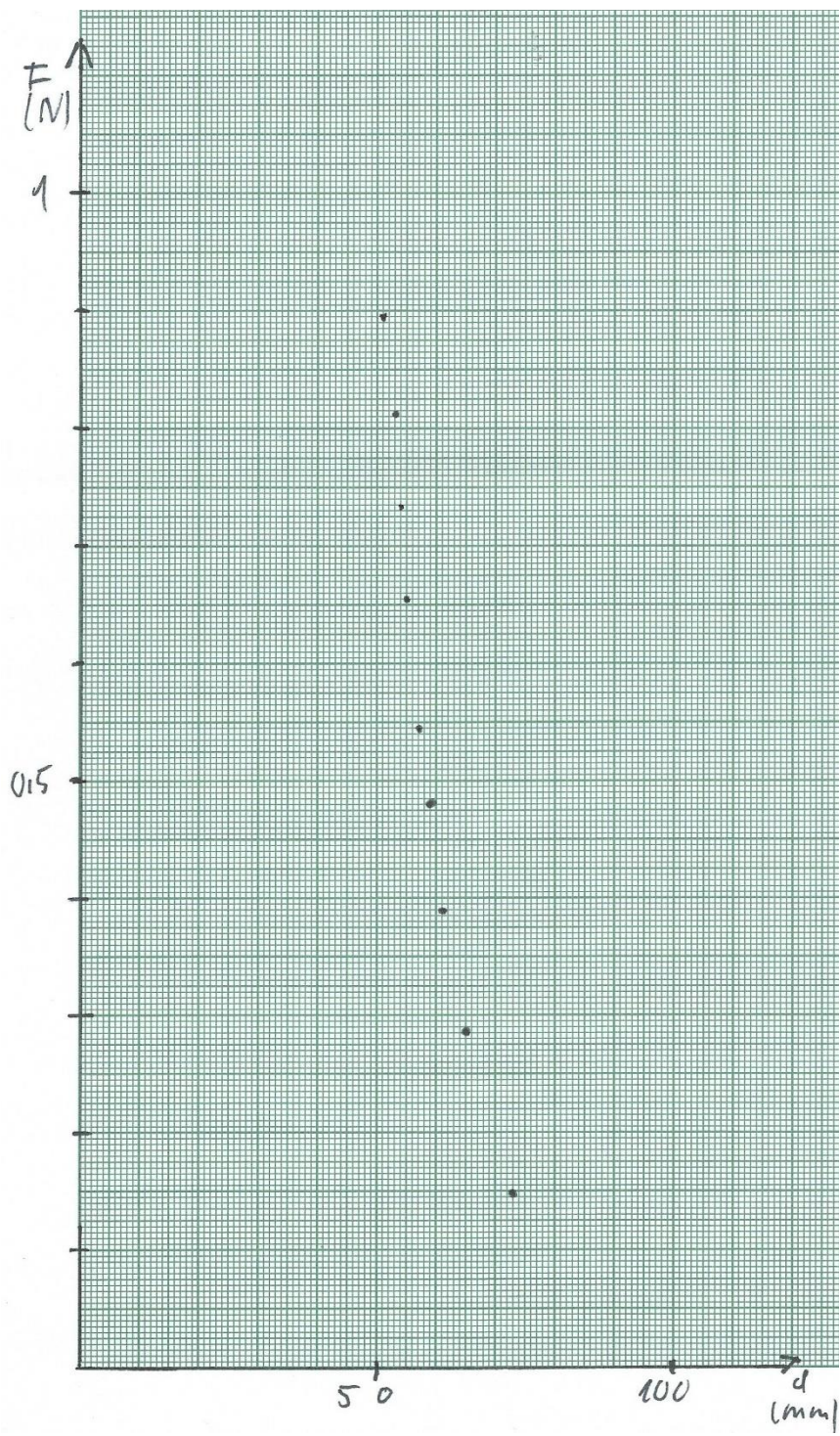
A mágnesek között ható erő a következő alakban írható fel:  $F = A d^n$ , ahol A egy állandó, d a középvonalak közötti távolság, n pedig egy hatványkitevő.

Vettük mindkét oldal logaritmusát (lg ill ln)

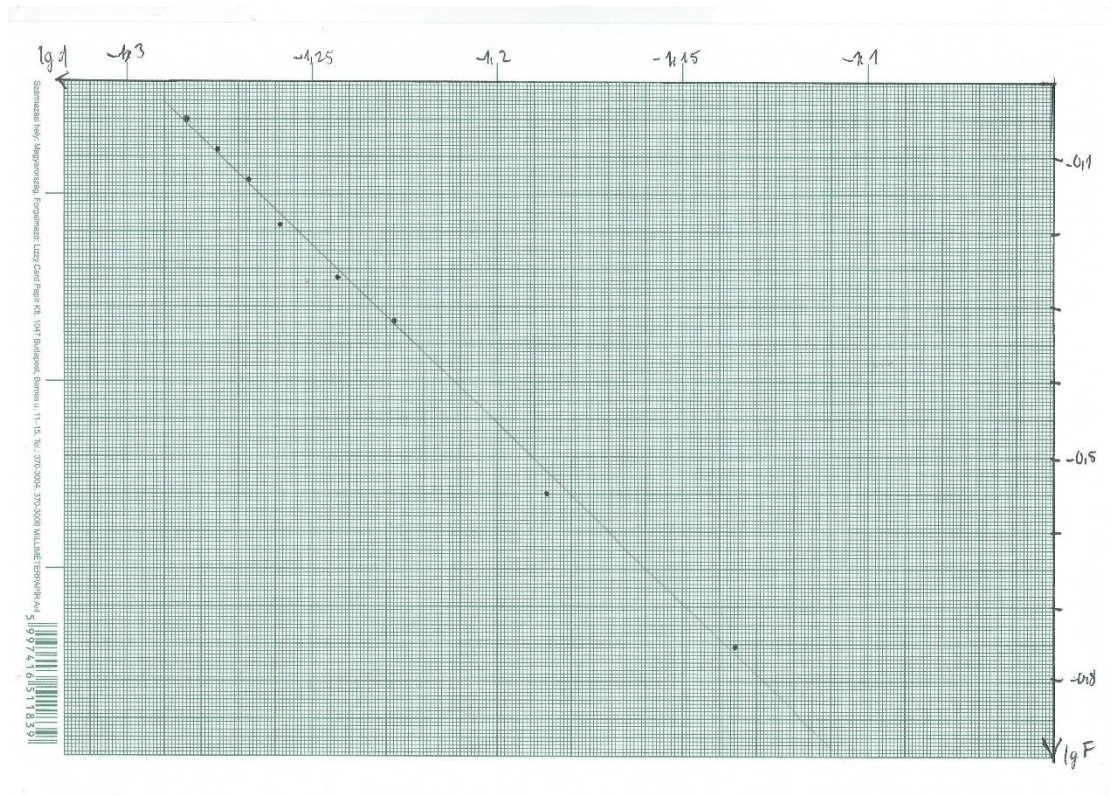
Szintén táblázatban rögzítettük az lg  $F$ , lg  $d$  valamint az ln  $F$  és ln  $d$  értékeket. Itt a d értékét már méterben számoltuk.

| test                 | tömeg (g) | erő (F) (N) | távolság (d) (mm) | lg (F)      | lg (d)      | ln (F)      | ln (d)     |
|----------------------|-----------|-------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| M                    | 17,69     | 0,1734      | 73                | -0,761      | -<br>1,1367 | -<br>1,7524 | -<br>2,617 |
| M+Pb                 | 29,01     | 0,2843      | 65                | -<br>0,5462 | -<br>1,1871 | -<br>1,2577 | -<br>2,733 |
| M+Pb+Pb              | 40,14     | 0,3934      | 61                | -<br>0,4052 | -<br>1,2147 | -0,933      | -<br>2,797 |
| M+Pb+Pb+Cu           | 48,95     | 0,4797      | 59                | -0,319      | -<br>1,2291 | -<br>0,7346 | -2,83      |
| M+Pb+Pb+2Cu          | 55,44     | 0,5433      | 57                | -0,265      | -<br>1,2441 | -<br>0,6101 | -<br>2,865 |
| M+Pb+Pb+3Cu          | 66,57     | 0,6524      | 55                | -<br>0,1855 | -<br>1,2596 | -<br>0,4271 | -2,9       |
| M+Pb+Pb+3Cu+(Cu-Zn)  | 74,82     | 0,7332      | 54                | -<br>0,1348 | -<br>1,2676 | -<br>0,3103 | -<br>2,919 |
| M+Pb+Pb+3Cu+2(Cu-Zn) | 83,07     | 0,8141      | 53                | -<br>0,0893 | -<br>1,2757 | -<br>0,2057 | -<br>2,937 |
| M+Pb+Pb+3Cu+3(Cu-Zn) | 91,32     | 0,8949      | 52                | -<br>0,0482 | -1,284      | -0,111      | -<br>2,957 |

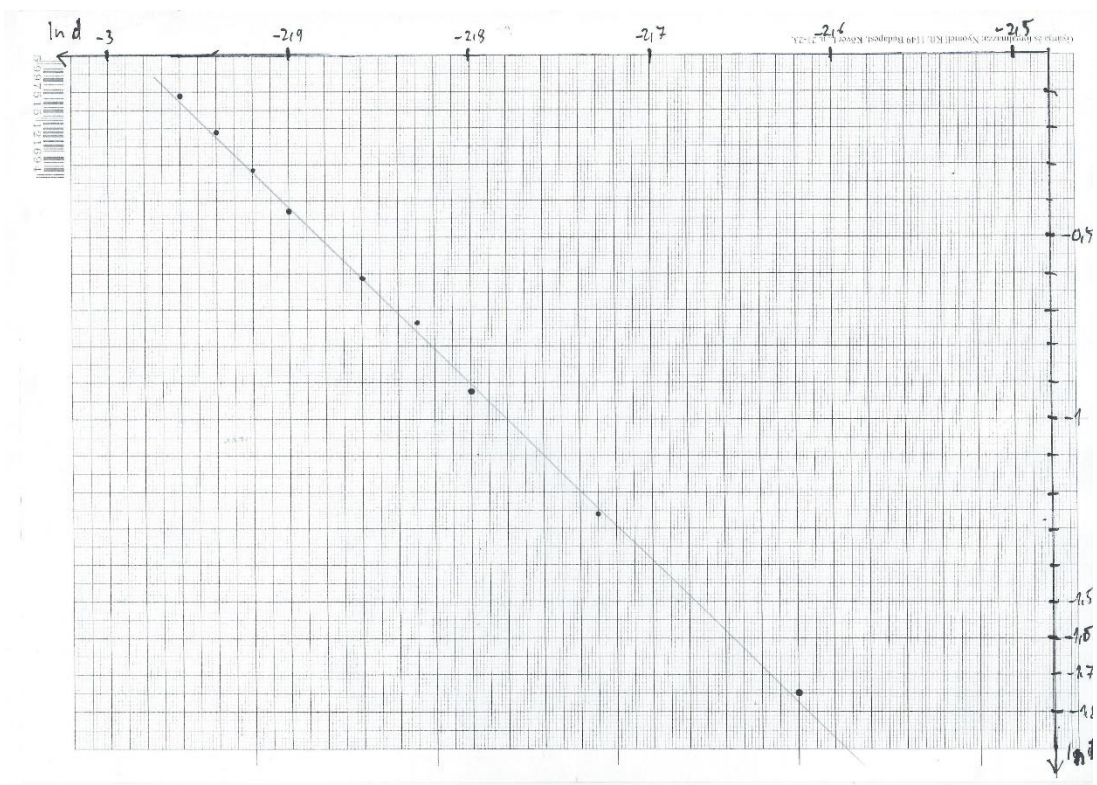
Ábrázoltuk az erőt a távolság függvényében ( F-d)



Ábrázoltuk az  $\lg(F) - \lg(d)$  függvényt



Ábrázoltuk az  $\ln(F) - \ln(d)$  függvényt



Az így kapott lg és ln értékeket ábrázoló függvényeknél az pontok megközelítőleg egy egyenesen helyezkednek el, így egy egyenest fektettünk rájuk. Ezen egyenesek meredeksége pedig megadja az n hatványkitevőt.

Mindkét egyenesen kiválasztottunk két jól leolvasható pontot és meghatároztuk az egyenes meredekségét.

$$n = \frac{\Delta \lg(F)}{\Delta \lg(d)} \quad \text{valamint} \quad n = \frac{\Delta \ln(F)}{\Delta \ln(d)} \quad \text{összefüggések alapján}$$

| lg (d) | lg (F) |    |       | ln (d) | ln (F) |    |         |
|--------|--------|----|-------|--------|--------|----|---------|
| -1,25  | -0,22  | n= | -4,75 | -2,963 | -0,1   | n= | -4,7138 |
| -1,15  | -0,695 |    |       | -2,666 | -1,5   |    |         |

Hiba lehetőségek:

- Mérési hiba. Bár a mérleg 0,01 gramm pontossággal mér ,ebből is adódhat valamennyi hiba, de ez nem számottevő.
- Leolvasási hiba.

A mérésnél mm beosztást használtunk ez is okozhat pontatlanságot, ráadásul a cső falán néztük ami szintén hibát okozhat, he nem pont merőlegesen nézzük a mágnes alját.

Grafikon esetén egyrészt adódhat hiba az egyenes illesztésekor valamint a meredekség meghatározásánál a rácpontok leolvasásánál. (Ezt most a grafikon szkennelésével és nagyításával próbáltam most csökkenteni, vizsgán viszont nincs erre lehetőség)