



ELTE TTK

MAG-MÁGNESES REZONANCIA VIZSGÁLATA

Olar Alex

2018

Kivonat

Mag-mágneses rezonancia során a mágneses térbe helyezett atomok rezonancia szerű elnyelést produkálnak. A labor célja ennek a jelenségnek a lehető legpontosabb kimérése volt az adott eszközökkel.

Tartalomjegyzék

I. Elméleti összefoglaló, mérési eszközök	2
II. Mérési feladatok, kiértékelés	2
II.1. A proton g-faktora	3
II.2. g-faktorok aránya, proton és fluor	5

I. Elméleti összefoglaló, mérési eszközök

A mag-mágneses rezonancia jelenségét a következőképpen vizsgáltuk: állandó, homogén mágneses térbe helyeztük a mintát, amit egy áramgenerátor szolgáltatott. Egy feszültség generátor egy másik, sokkal kisebb fluxusú mágneses teret adott ehhez hozzá, ezzel vittünk be gerjesztést a rendszerbe a rezonancia-jelenség vizsgálatához. Ez utóbbi váltóáramú egységről jött.

A közel homogén mágneses tér előállításához azért használtunk áramgenerátort, mivel az sokkal pontosabban működik, mint egy feszültséggenerátor, így az inhomogenitásokat jobban elkerülhetők. A moduláló térnél az amplitudó nem igazán számított (amíg elhanyagolhatóan kicsi, lényegében mindegy, hogy mekkora), így ott a feszültséggenerátor megfelelt erre a célra.

Továbbá felhasználtuk azt, hogy a mintát egy rezgőkörhöz kötve helyeztük a homogén mágneses térbe. Ezt használjuk gerjesztésre, és mivel oszcillátor kapcsolásba van kötve, így mérésre is használható, hiszen az amplitúdó csökkenése így jelzi az abszorpciót. Ezért is kellett a koax-kábel kimenetét ehhez a gerjesztő dobozra kötni.

A mágneses tér mérésére egy ballisztikus galvanométert használtunk. Ezen egy osztás $3.35\text{ mT} \pm 0.01\text{ mT}$ -nak felelt meg. Amikor a galvanométer mérőrúdját kirántottuk a mágneses térből, így hirtelen fluxusváltozást keltve, az analóg mutató 2.9 s relaxációs idővel kilengett, így nagy bizonyossággal leolvasható volt a mért tér érték háromszori validálás után.

II. Mérési feladatok, kiértékelés

Először is a mérés szempontjából fontos lenne megállapítani, hogy mennyire pontosan homogén a mágneses tér. Én függőleges irányban mértem ki a galvanométerrel a mágneses teret, ekkor a következő eredményeket kaptam.

Magasság [cm]	Oszcilloszkóp egység
3.7	0.6
3.2	0.8
2.2	0.8
5.5	0.7
5.7	0.8
7.1	0.6

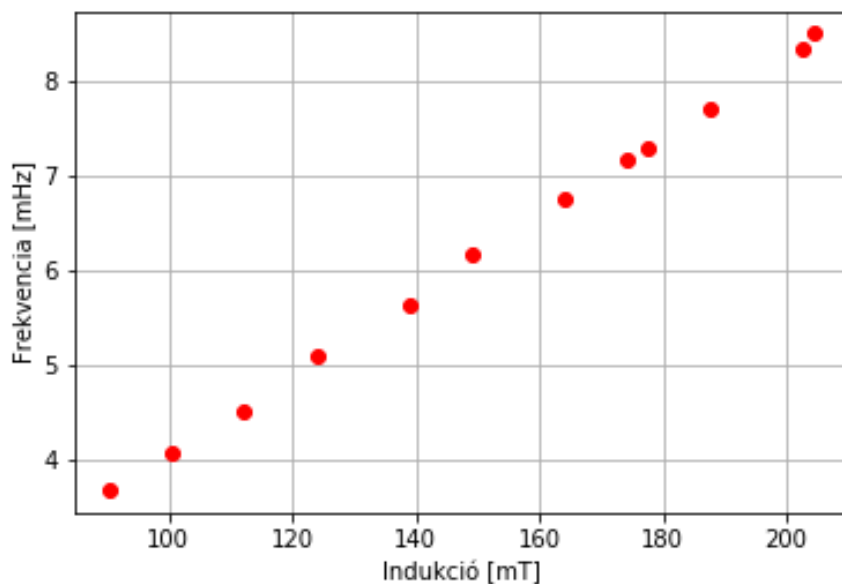
Az oszcilloszkópon azt vizsgáltuk, hogy az adott áramerősségen és frekvencián megjelenő abszorpciós csúcs helyzete mennyivel mozdul el a mintát mozgatva. A magasság/mélység mérését a plexilapok segítségével mérték a két mágnespóla közé felülről belógatva az egyiket. A hosszmérés hibája $\pm 2\text{ mm}$, míg az oszcilloszkópon leolvasott értékek hiába 0.05 osztás körül volt. Lényegében ezek nem fontosak, hiszen ennél jóval nagyobb hibát produkál az, hogy a függőleges mozgatás közben kicsit oldalra kimozdul a minta, hiszen vízszintesen közel sem annyira homogén a tér. Felső becslést adva a hibára, itt az csúcs legnagyobb elmozdulása 0.2 -es volt, ha a módusztól való eltérést vesszük alapul. Ennél biztosan kisebb a hibája a mágneses mezőnek, mivel ezzel felülbecslést végeztem.

Korábban lemertük, hogy az oszcilloszkóp kijelzőjén 1 beosztós 0.3%-os eltérésnek felelet meg adott f frekvenciánál, így mivel B f , a mágneses térnek is, maximum $\delta B = 0.6\%$ -os relatív hibája lehet függőleges irányban.

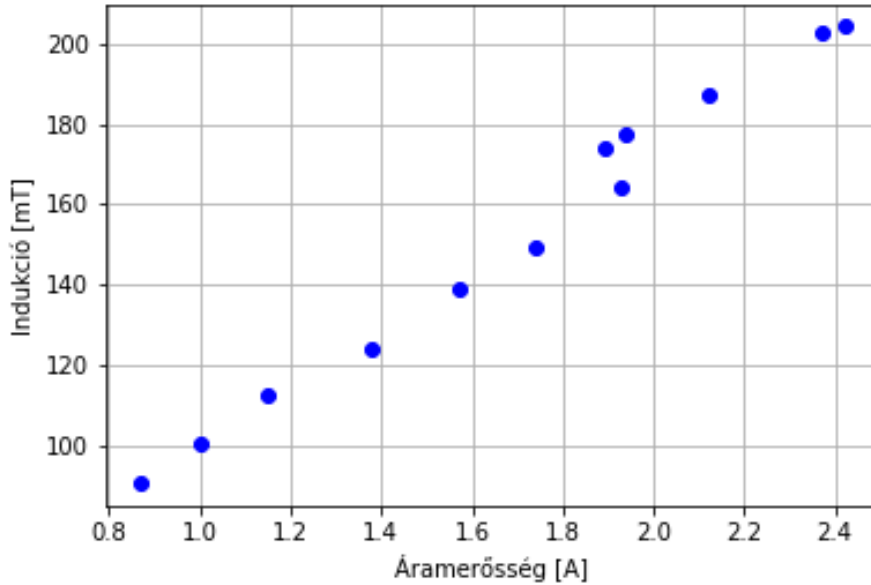
II.1. A proton g-faktora

Rázgálicos vízmintával különböző mágneses tereknél is vizsgáltuk a frekvenciát, ezen adatokat táblázatba szedve, valamint egy szemléltető ábra

Gerjesztő frekvencia [MHz]	f [MHz]	Áramgen.	I [A]	Galvanométer
8.5	8.496	782	2.42	61
8	8.325	766	2.37	60.5
7.5	7.705	685	2.12	56
7	7.285	626.5	1.94	53
7	7.155	610	1.89	52
6.5	6.754	623.5	1.93	49
6	6.167	566	1.74	44.5
5.5	5.641	514	1.57	41.5
5	5.087	445.5	1.38	37
4.5	4.515	373	1.15	33.5
4	4.064	324	1	30
3.5	3.675	284.5	0.87	27



Ezek közül én az illesztést a 4.-8. sorokban lévő adatokra végeztem. További hibalehetőség volt, hogy a homogén mágneses tér időben nem teljesen állandó, így a mérés ideje alatt szintén változik egy kicsit, főként az áramköri elemek melegedésétől



bekövetkező ellenállás változás miatt. Ezt szintén lemértük, hasonló módon, mint az inhomogenitásnál a csúcs elmozdulásából származtattunk 0.18%-os relatív hibát, így a mágneses tér homogenitása

$$\delta B = 0.78 \%$$

Fontos megjegyezni, hogy a galvanométer $3.35 \pm 0.01 \text{ mT/osztás}$ -ra volt valaidálva, de ez a hiba, csak szisztematikus, nem statisztikus hibaként jelenik meg, így figyelmen kívül hagytam és csak a végén adtam hozzá.

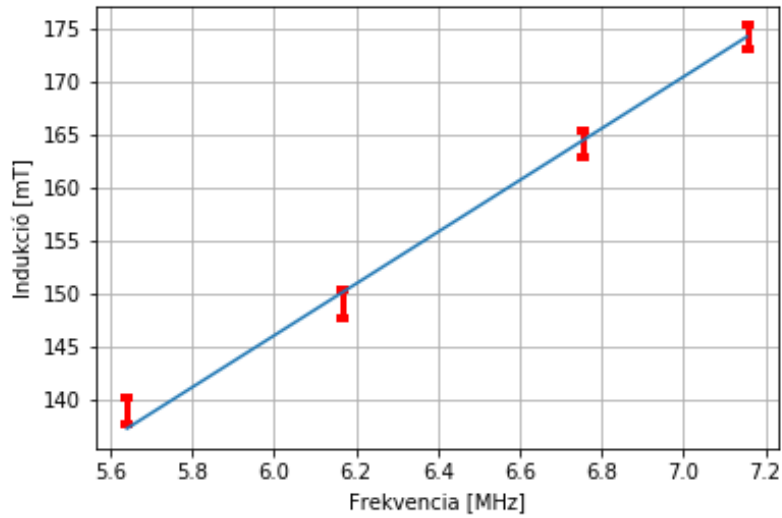
A frekvencia pontos mérésének is van több okból is hibája. Egyrészt a pontosság csak 4 jegyig jegyezhető, így $\Delta f = \pm 0.5 \text{ kHz}$ a leolvasás hibája. Az időmérés hibáját egy rosszabb minőségű kvarcórával becsülve arra jutottunk, hogy a leolvasás hibájánál az több nagyságrenddel kisebb, így elhanyagolható.

Így a proton g-faktorát az adataim alapján

Frekvencia [MHz]	Δf [kHz]	Indukció [mT]	ΔB [mT]
7.155	0.5	174.2	1.34
6.754	0.5	164.15	1.28
6.167	0.5	149.08	1.16
5.641	0.5	139.03	1.08

Ezekre az adatokra origón átmenő egyenest illesztettem, amiből a proton giromágneses faktora:

$$g_p = 5.389 \pm 0.120$$



Ahol az illesztés meredeksége $(24.352 \pm 0.090) \cdot 10^{-9} \frac{T}{Hz}$ volt és ebből számoltam vissza, majd hozzáadtam a galvanométer kalibrációs hibáját.

II.2. g-faktorok aránya, proton és fluor

Méréseink alapján

proton [MHz]	fluor [MHz]
5.920 ± 0.001	5.569 ± 0.001
7.150 ± 0.001	6.726 ± 0.001

Ahol a frekvencia mérésének hibáját a csúcs szélességéből $\pm 0.001 MHz$ -nek becsültem mindkét esetben. Innen $\frac{g_{fluor}}{g_{proton}} \approx 0.9407$, ami jól közelíti az irodalmi értéket. A hiba csak a harmadik tizedesjegy után változtat, így mindenképpen kisebb a hiba, mint 5%-ék.