

Optikai pumpálás

A mérést végezte:

Bozsoki Péter
Hága Péter

A mérés dátuma:

1999. November 24.
Délelőtti csoport

Elméleti összefoglalás

A mérés elméleti áttekintése, és a mérési berendezés leírása a Modern Fizikai Laboratórium című jegyzetben található meg. Ennek ismételése nemcsak időigényes, hanem felesleges is lenne, ezért ettől eltekintettünk.

Mérési feladatok

1. Rb izotópok g_j és g_F faktora:

Esetünkben a $3^2S_{1/2}$ alapállapotot gerjesztjük, vagyis $j = \frac{1}{2}; s = \frac{1}{2}; l = 0$. A jegyzet

függelékében található képlet alapján: $g_j = 1 + \frac{j(j+1) + s(s+1) - l(l+1)}{2j(j+1)} = 2$

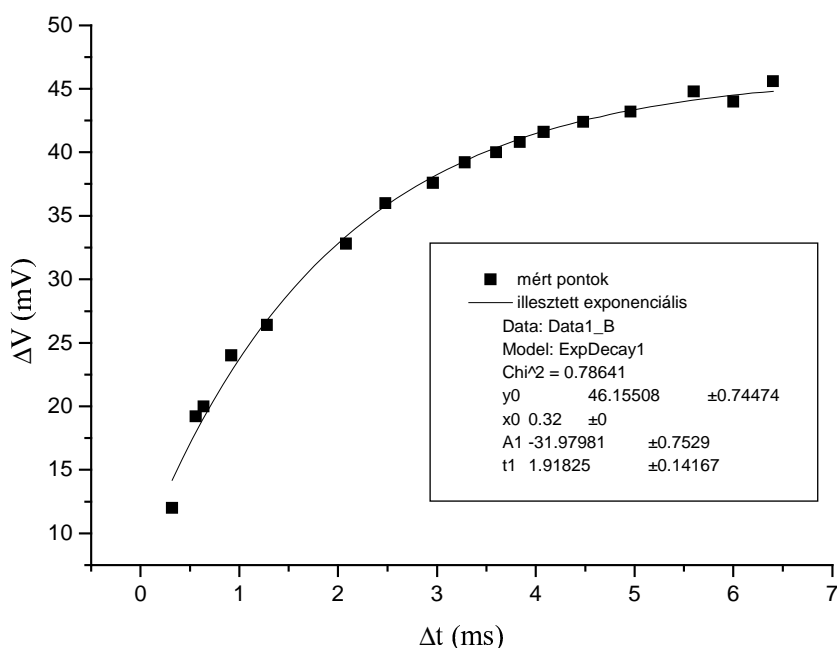
Szintén kihasználva a jegyzetben levő képletet: $g_F = \pm \frac{g_j}{2I+1}$

valamint az előbb kiszámolt g_j -t, és ^{85}Rb -nál $I = \frac{5}{2}$, és ^{87}Rb -nál $I = \frac{3}{2}$ kapjuk, hogy:

$$g_F^{85} = \pm \frac{2}{2\frac{5}{2} + 1} = \pm \frac{1}{3} \quad g_F^{87} = \pm \frac{2}{2\frac{3}{2} + 1} = \pm \frac{1}{2}$$

2. A τ időállandó meghatározása

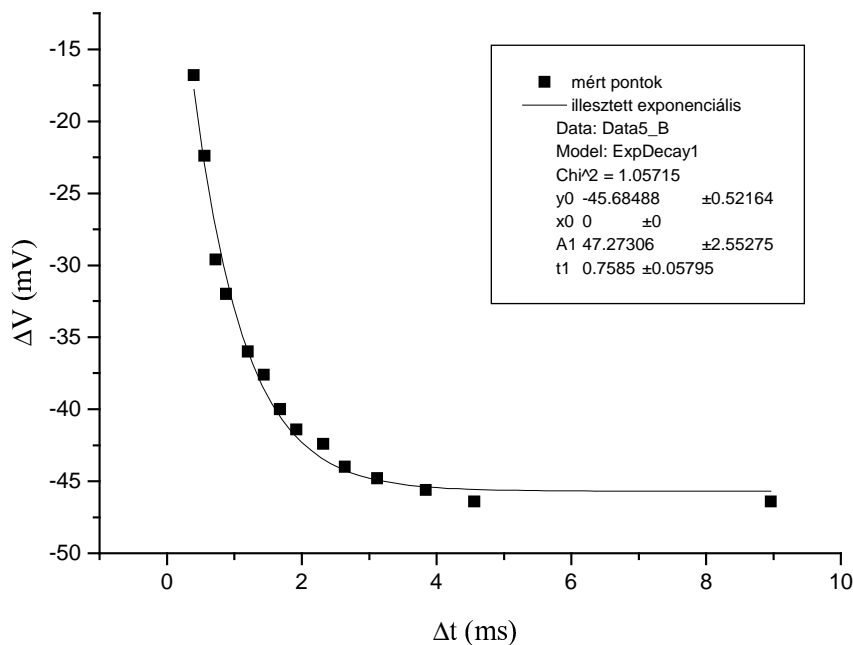
A jelgenerátorral beállítottunk négyszögjelet, s ezt adtuk a tekercsre. A polarizátor segítségével az oszcilloszkópot figyelve beállítottuk a maximális jelet. Figyeltük az oszcilloszkópon a generált jelet és a fotodióda jelét egyszerre. A következő adódott:



Ennek az exponenciálisnak az időállandóját kellett meghatározni. Ezt úgy végeztük, hogy a szkóp kurzorával meghatároztuk a görbe pontjait, majd ezeket ábrázoltuk, illetve exponenciálist illesztettünk az adatokra. Így $\tau = 1,92 \pm 0.14$ ms-ot kaptunk.

3. A T időállandó meghatározása

Ezután csökkentettük a négyszög mágneses tér amplitúdóját. A kezdetben szimmetrikus exponenciálisok eltolódtak, minden második periódus csökkent. Egy adott értéknél a csökkenő periódus "huplija" teljesen eltűnt, ezáltal jel karakterisztikája (lefutó él) a következő lett:



A lefutó élre egy másik időállandójú exponenciális rész lett megfigyelhető. Ha a mérőpad tengelye É-D irányú, akkor ebből meghatározható a Föld mágneses terének vízszintes komponense. Ez esetünkben nem állt fenn. Az előző módszert használva meghatároztuk az időállandót: $T_1 = 0.75 \pm 0.05$ ms.

A T_1 és τ értékekkel számolva az alábbi képlet alapján:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_p} \quad T_p = -0,68 \text{ ms}$$

Ez utóbbi természetesen nem lehetséges. A hiba egyik oka lehet, hogy habár a görbe kinézete karakterisztikusan más a két esetben, de az átmenet folytonos, azaz a kis hupli eltűnése után nem egyértelmű, hogy mikor kompenzálódik ki a tér teljesen.

4. Rezonancia átmenetek megfigyelése

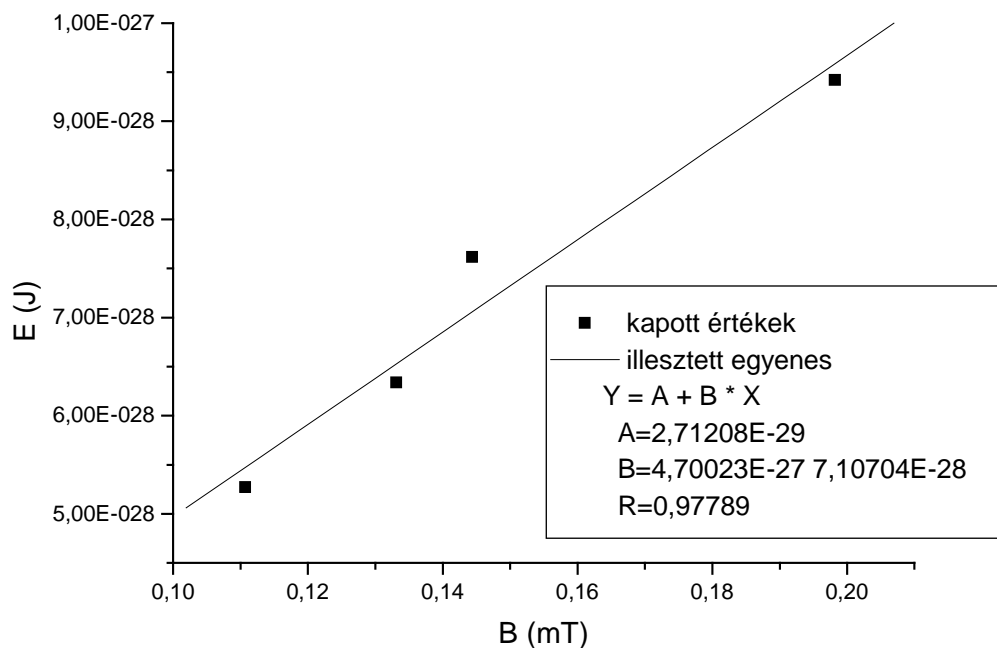
A mérés során különböző rögzített rádiófrekvenciájú térrel sugároztuk be a Rb gőzt tartalmazó csövet, és a mágneses teret változtatva figyeltük, hogy mekkora mágneses térmél van maximális elnyelődés a gerjesztő fényben. Ekkor a besugárzó tér energiája megegyezett a Zeeman - felhasadt nívók távolságával, ezért a $h\nu = \mu_B g_F B$ képlet segítségével következtetni lehetett g_F értékére.

A mért besugárzó frekvenciát és a hozzá tartozó mágneses tér értéket az alábbi táblázat tartalmazza. Külön megmértük a maximális elnyelést a két különböző izotópra, és különböző mágneses tér irányokkal, hogy a föld eredő terét kiejtsük (a táblázat csak az átlagos teret tartalmazza).

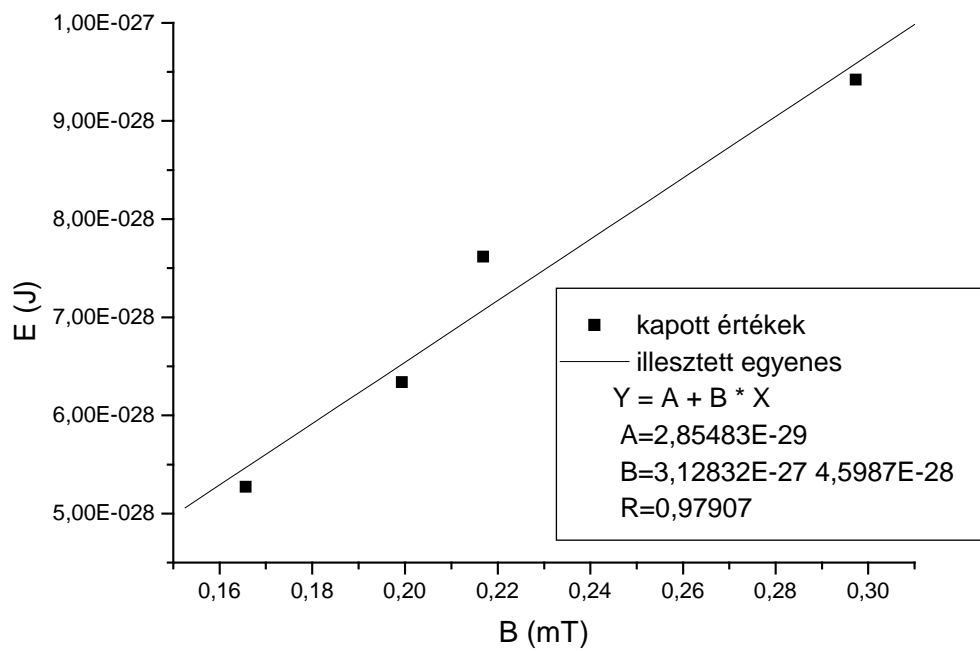
	I_H (mA)	B_{rez} (mT)	$h\nu_{rez}(^{85}\text{Rb})$ (J)	$h\nu_{rez}(^{87}\text{Rb})$ (J)
	148	0,110702	5,2704E-28	-
^{87}Rb	178	0,133141	6,34052E-28	-
	193	0,144361	7,61604E-28	-
	265	0,198216	9,42099E-28	-
	221,5	0,165679	-	5,2704E-28
^{85}Rb	266,5	0,199338	-	6,34052E-28
	290	0,216916	-	7,61604E-28
	397,5	0,297324	-	9,42099E-28

Az energiára, mint a tér függvényére egyenest illesztettünk, és ennek meredeksége osztva μ_B -vel határozta meg g_F értékét. Az illesztett egyenesek az alábbi ábrákon láthatóak.

A 87-es izotópra:



A 85-ös izotópra:



Ezek alapján g_F értéke a 87-es izotópnál: $g_F = 4,70 \cdot 10^{-24} / \mu_B = 0,506$, a 85-ös izotópnál: $g_F = 0,337$ amik jó közelítéssel megegyeznek az elméleti értékekkel ($1/2$ és $1/3$).