

## 2.félévi beszámoló

**Varga Dániel** (varga.daniel@wigner.hu)

Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája PhD  
program

Témavezetők: Domokos Péter, Dombi András

(Wigner FK, Kvantumoptika „Lendület” Kutatócsoport)

Dolgozat címe: *Fény-anyag kvantuminterfész*

### **Bevezetés:**

A “Fény-anyag kvantuminterfész” címen meghirdetett doktori kutatási téma fókuszában az ultrahideg atomok fizikája és a rezonátoros kvantumelektrodinamika áll.

A Wigner Fizikai Kutatóközpontban működő kvantumoptika laborban atomi szintű fény-anyag kölcsönhatást vizsgáló kvantumelektrodinamikai kísérleteket végeznek. Ultranagy vákuumban elhelyezett magneto-optikai csapdában gyűjtött és lézeresen hűtött rubídium atomokat egy Fabry-Perot típusú üregrezonátorban létrehozott egymódusú optikai mezővel hoznak kölcsönhatásba, kontrollált módon. A módus és az atomok között létrejövő kollektíven erős, elektromos dipólkölcsönhatás miatt a rendszer nemlineáris optikai jelenségek vizsgálatára alkalmas. Emellett az erős csatolás lehetővé teszi kvantuminformáció koherens átadását fény és atomi hordozók között.

A doktori kutatómunka fő feladata egy hasonló rendszer megépítése és beüzemelése, amelyben a csapdázott, hideg atomokat a lézerek mellett közeltér mikrohullámú mezőkkel is lehet gerjeszteni.

Az optikai és mikrohullámú frekvenciatartomány együttes használatának motivációja a kvantumszámítási műveletek és a nagy távolságú kvantumkommunikáció összekapcsolása. Előbbit többnyire a mikrohullámú tartományban végzik, míg az adattovábbításnál fényjel közvetíti a kvantum információt, optikai szálakon keresztül.

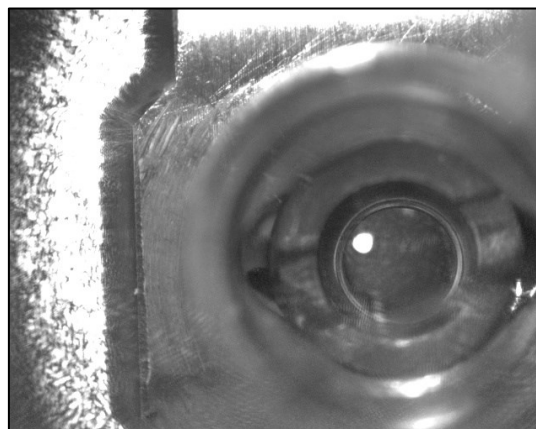
### **Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése:**

A félévben folytattam a korábban megkezdett kísérleti rendszer építését és a „hybrid-cavity” tesztelését és a jövőbeli vákuumkamra belső komponenseinek UHV (Ultra High Vacuum) kompatibilis tisztítását is elvégeztem.

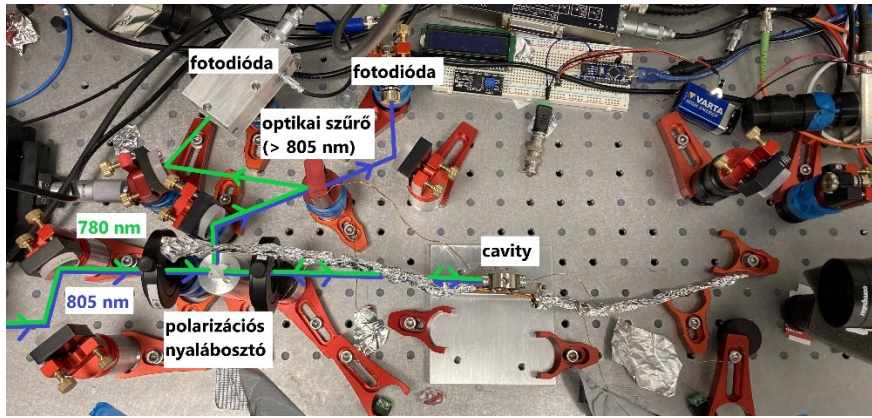
Tovább vizsgáltam a rezonátor mechanikai stabilitását és optimalizáltam az optikai becsatolást, egymódúsú működés beállításához. Ezt követően bővítettem a kísérleti elrendezést egy „lock-rendszerrel”, aminek segítségével a rezonátor saját frekvenciáját tudom rögzíteni egy stabil, keskeny, 100 KHz vonalszélességű 780 nm-es fénynyalábhoz, 1.ábra. Ehhez az optikai rész mellett a vezérlő elektronika beállításával, optimalizálásával is foglalkoztam.

Ezután a rezonátor vonalszélességének mérését végeztem el. Ehhez a lockolt cavity-n lőttem keresztül egy második lézernyalábot, aminek időben változtattam a frekvenciáját. A transzmittált fény intenzitásának változását a frekvencia függvényében fotodiódával rögzítettem. Azért, hogy el tudjuk különíteni a méréshez használt fényt a lockoláshoz használttól eltérő hullámhossztartományon, 780 és 805 nm-en üzemeltettem a két lézert, így a transzmissziót egy felüláteresztő ( $> 805 \text{ nm}$ ) optikai szűrővel szét tudtam választani és külön detektálni, 2.ábra.

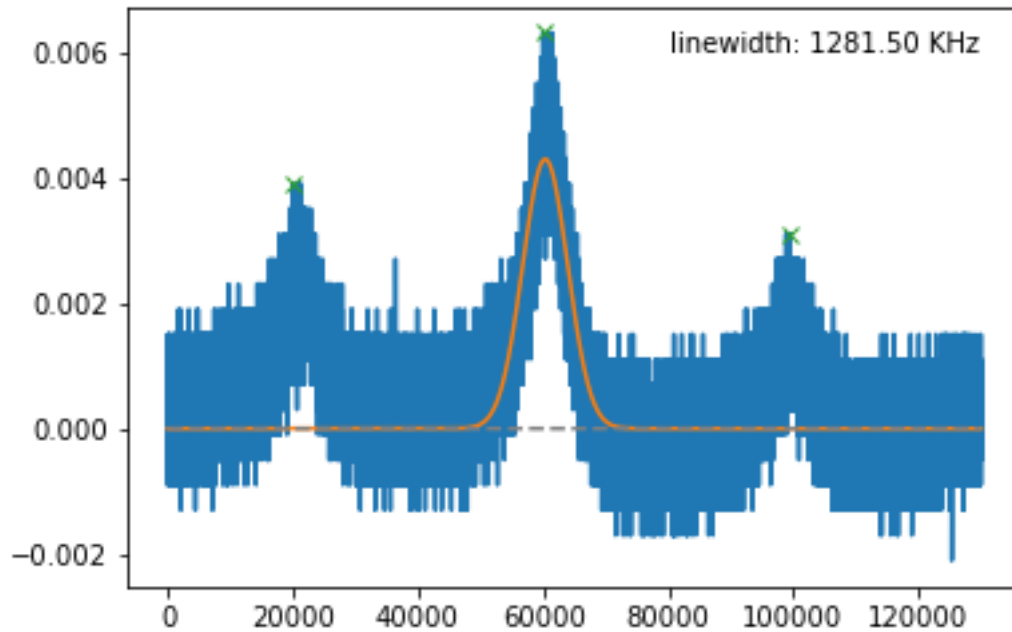
Továbbá a vonalszélesség meghatározáshoz használt nyalábon 20 MHz-es frekvenciamodulációt végeztem EOM (Electro Optical Modulator) segítségével. Így a rögzített transzmissziós görbén meg tudtam határozni a felértékszélességet frekvenciában, 1281 KHz, ismerve a modulációs frekvenciát, 3.ábra.



1.ábra TEM 00 módus a lockolt cavity-ben



2. ábra Vonalszélesség teszteléséhez használt optikai rendszer



3. ábra Modulált 805 nm-es fény cavity transzmissziója

### Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:

A félév során általam végzett kurzusok:

- Kvantuminformáció elmélet (FIZ/3/060E)
- Kvantumelektrodinamika rezonátorban (FIZ/3/070E)
- Semleges atomok lézeres hűtése és csapdázása (FIZ/3/042E)

**Konferenciák az aktuális félévben:**

- CEWQO ( Central European Workshop on Quantum Optics) kvantumoptikai konferencián vettem részt, ahol posztert mutattam be.