

3.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.

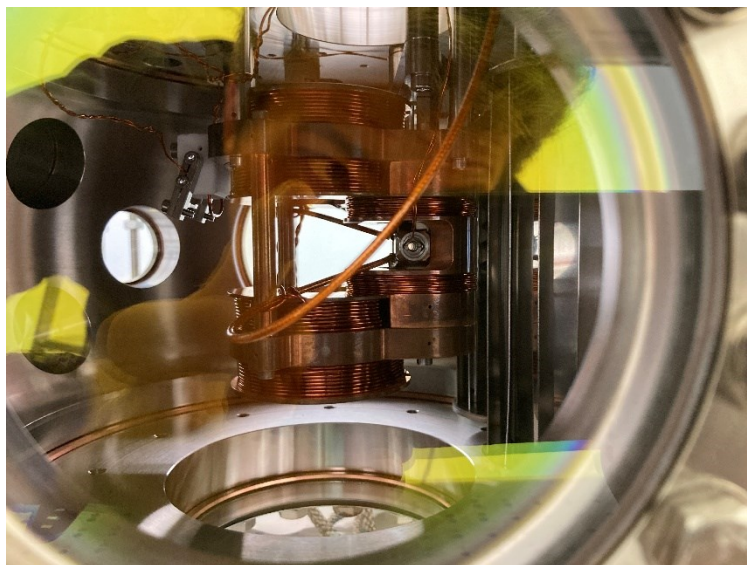
A Wigner Fizikai Kutatóközpontban működő kvantumoptika laborban atomi szintű fény-anyag kölcsönhatást vizsgáló kvantumelektrodinamikai kísérleteket végeznek. Ultranagy vákuumban elhelyezett magneto-optikai csapdában gyűjtött és lézeresen hűtött rubídium atomokat egy Fabry-Perot típusú üregrezonátorban 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:

Ebben a félévben az új atom-foton kísérleti rendszer építését folytattam. Ennek során összeszereltem a kísérletben használandó vákuumkamrát, beépítve a korábban tesztelt mikrohullámú és optikai részt is tartalmazó rezonátort. Továbbá elhelyeztem az atomok csapdázásához használt mágneses tekerceket és a rubídiumot tartalmazó diszpenzert is. Elvégeztem a vákuumkompatibilis vezeték kontaktálásokat és lezártam a kamrát majd elvégeztük a kifűtési és hűtési ciklust, a tisztább vákuum előállításához.



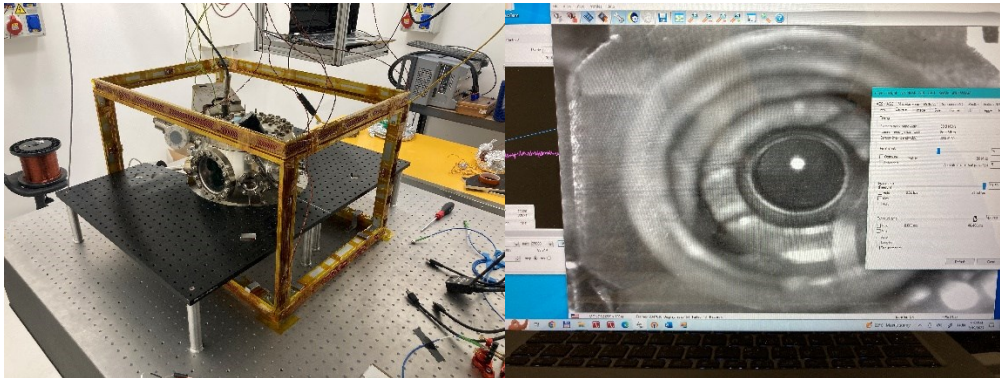
1. ábra A vákuumkamrába épített mágneses tekercek és rezonátor

A kifűtési ciklus alatt a kísérlethez szükséges optikai rendszert terveztem meg és építettem föl, 2. ábra. Elsőként a referencia lézert helyeztem üzembe és beállítottam a spektroszkópiát a vonalszélesség stabilizálásához. Ezután kezdtem el kiépíteni a többi lézer optikai útját, mindegyiknél leválasztva egy ágat, ahol összelebegtettem a referencia lézerrel „beat-lock” technikát alkalmazva lehet rögzíteni a lézerfrekvenciát.



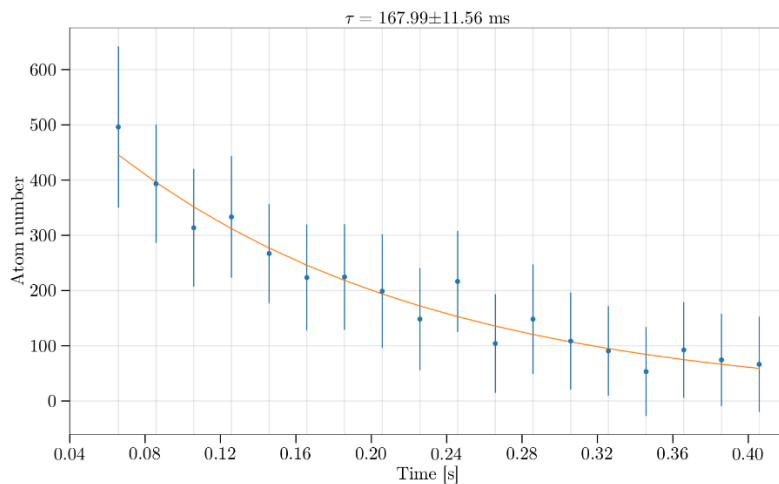
2. ábra Építés alatt lévő optikai rendszer

A kamra kifűtésének befejezésével elhelyeztem a mágneses kompenzációs tekercseket és elkezdtem a beépített rezonátor tesztelését, 3.ábra.



3.ábra Kompenzációs tekercsekkel körbeépített vákuumkamra és a rezonátor tesztelése során rögzített transzmissziós fény

Továbbá már működő laborban végzett mérésekből készült cikk írásában vettem részt. Demonstráltuk a hideg atomok mágneses csapdából optikai dipólcsapdába történő áttöltésének működését, illetve a dipólcsapda csapdázási idejét mértük meg, 4.ábra.



4.ábra Optikai dipólcsapdában lévő atomszám változása az idő függvényében

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:

A félév során általam végzett kurzusok:

- Rádiócsillagászat 1. (FIZ/5/009)

Konferenciák az aktuális félévben:

- 2023.09.18-20. Wigner 121 Szimpózium, posztert mutattam be
- 2023.10.01-2023.10.05. CALI 2023 konferencia Krétán, posztert mutattam be