

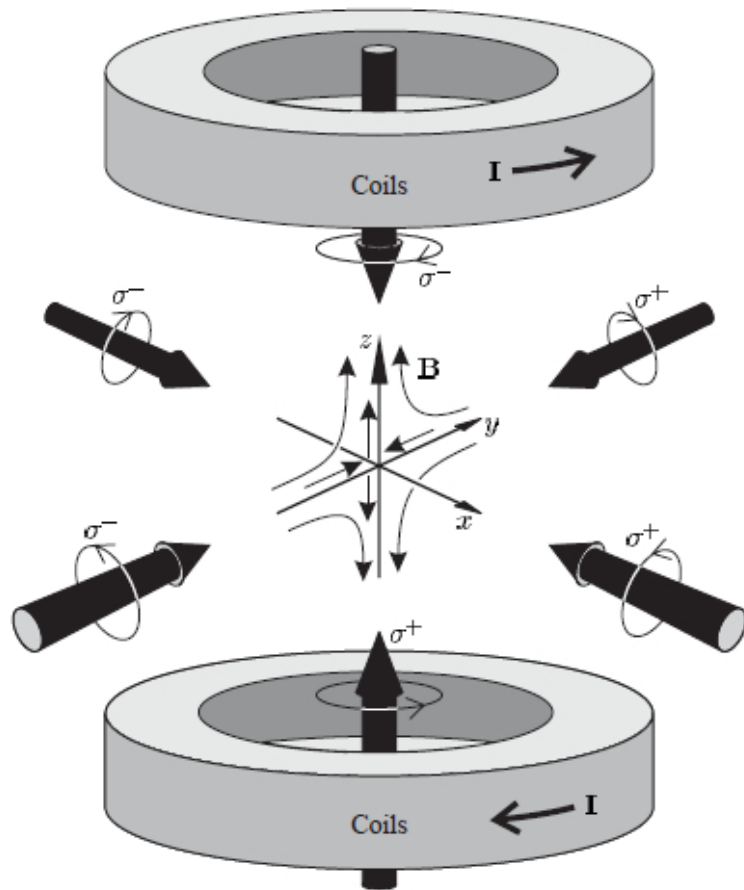
# Precizno ugađanje temperature u sustavu hladnih atoma rubidija

Ivana Puljić, 29.01.2020.

Fizički odsjek, PMF, Bijenička cesta 32, 10 000 Zagreb

Mentor: dr.sc. Tacijana Ban, Institut za fiziku

# Magneto-optička stupica

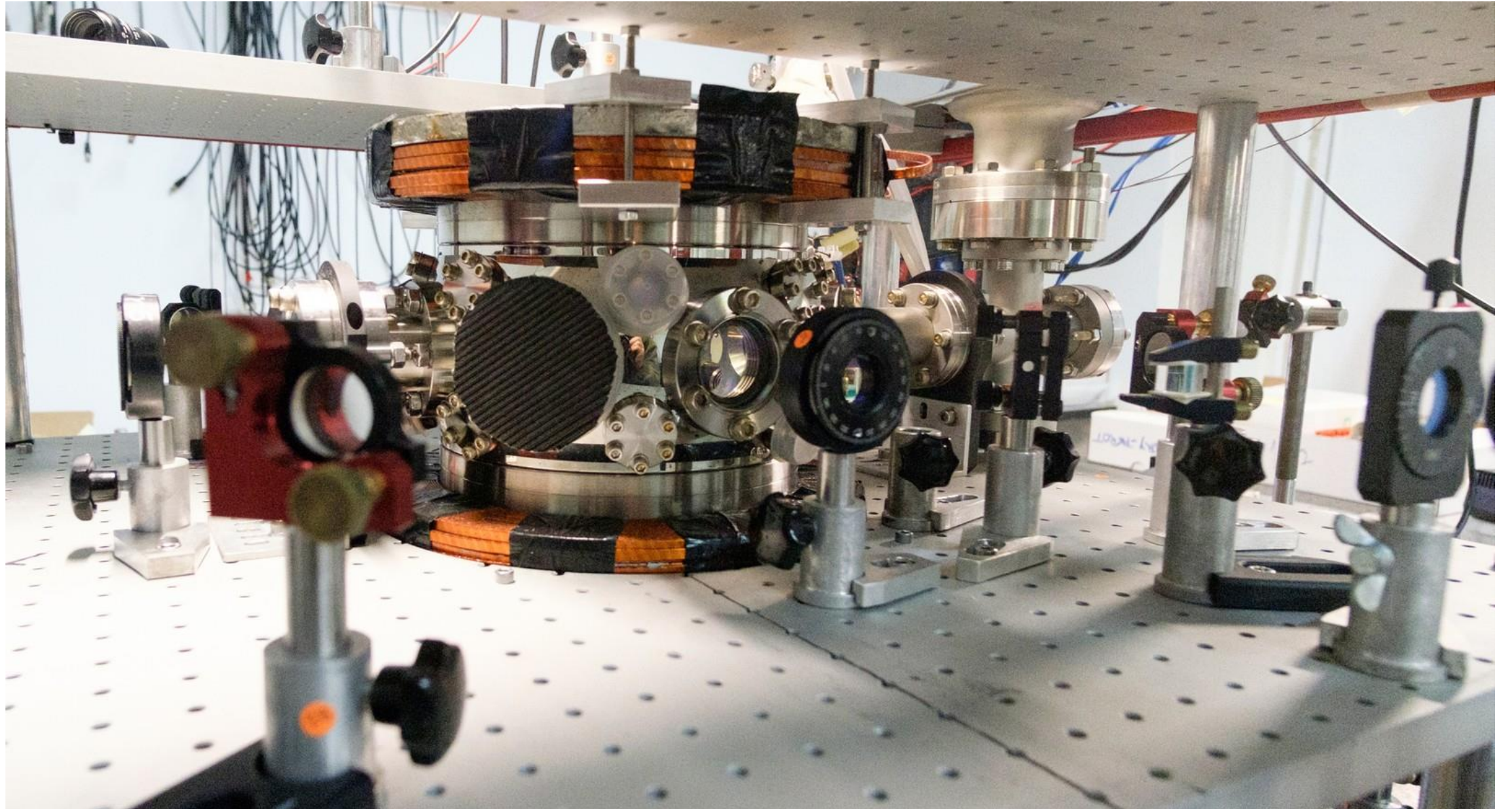


- tri ortogonalna para laserskih zraka dobro definiranih polarizacija + gradijent magnetnog polja
- čelična komora nalazi se u sredini konfiguracije
- tlak oko  $10^{-8}$  mbar

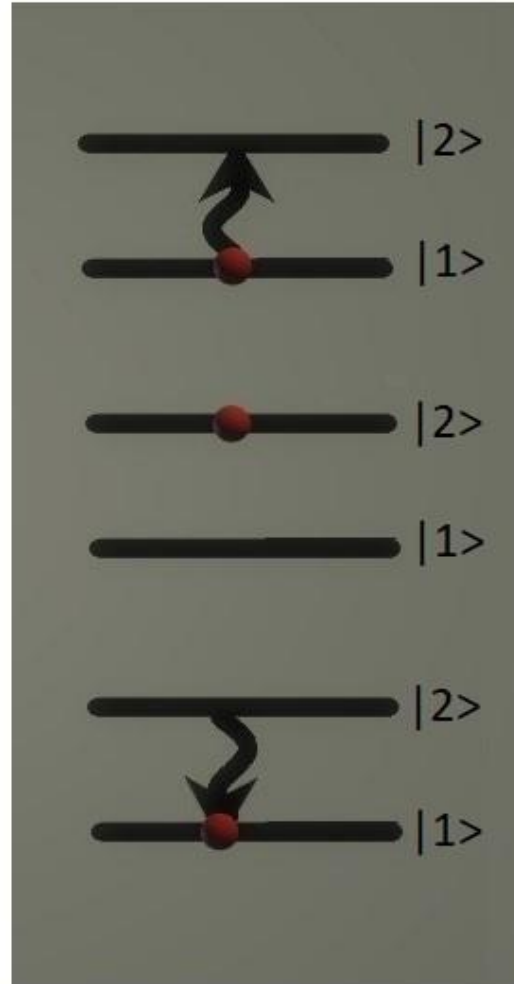
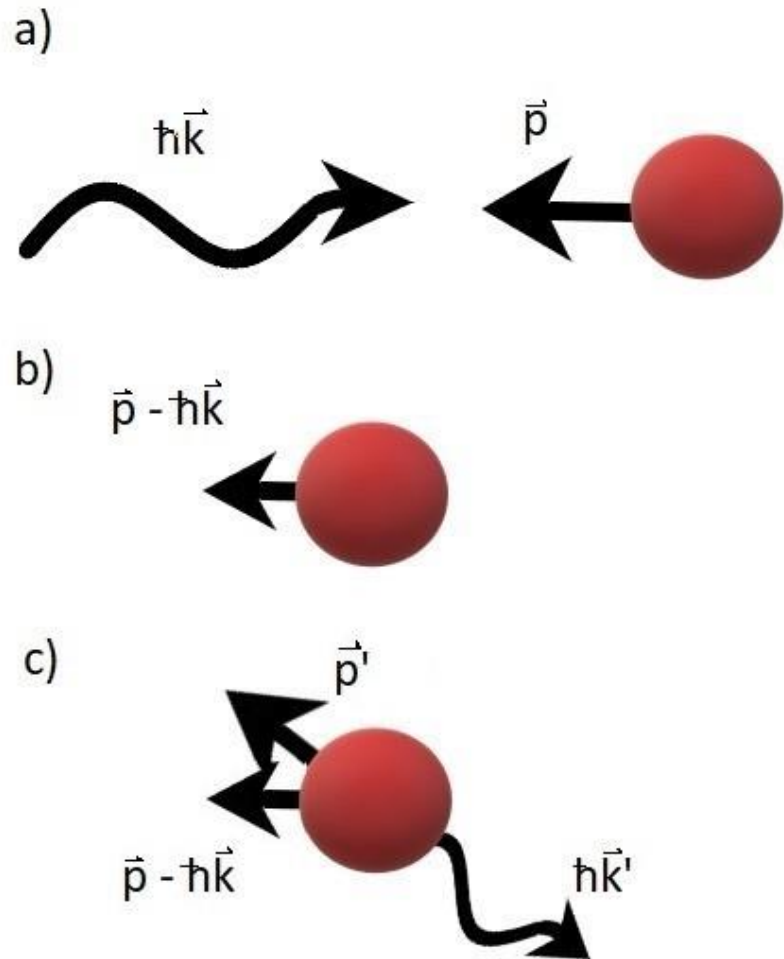
$$\vec{F} = -\alpha\vec{v} - \beta\vec{r}$$

$\vec{v}$  - brzina atoma

$\vec{r}$  - udaljenost atoma od centra stupice



# Međudjelovanje laserske svjetlosti sa atomom - hlađenje

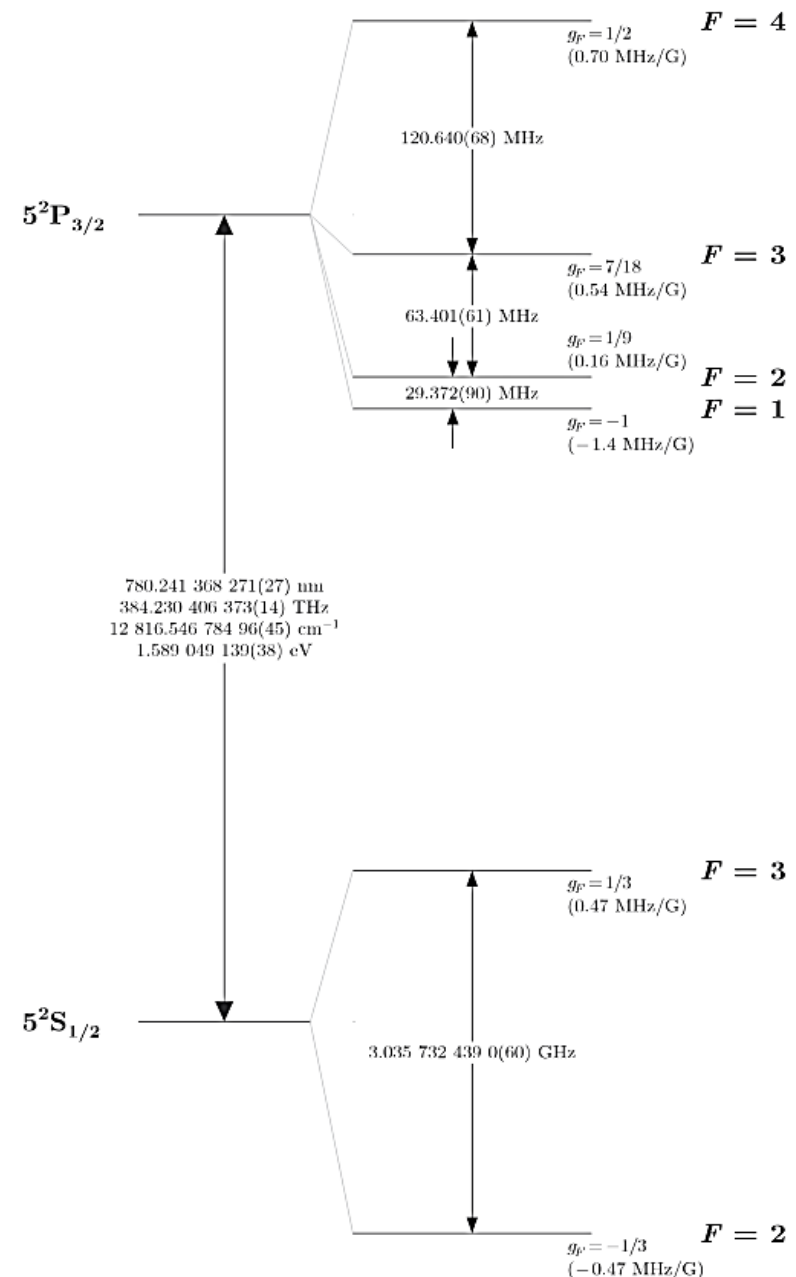


Frekvencija laserske svjetlosti manja od rezonantne frekvencije prijelaza u atomu – „laser pomaknut u crveno”

Međudjelovanje laserske svjetlosti s atomom: apsorpcija i spontana emisija.

# Atom rubidija $^{85}\text{Rb}$

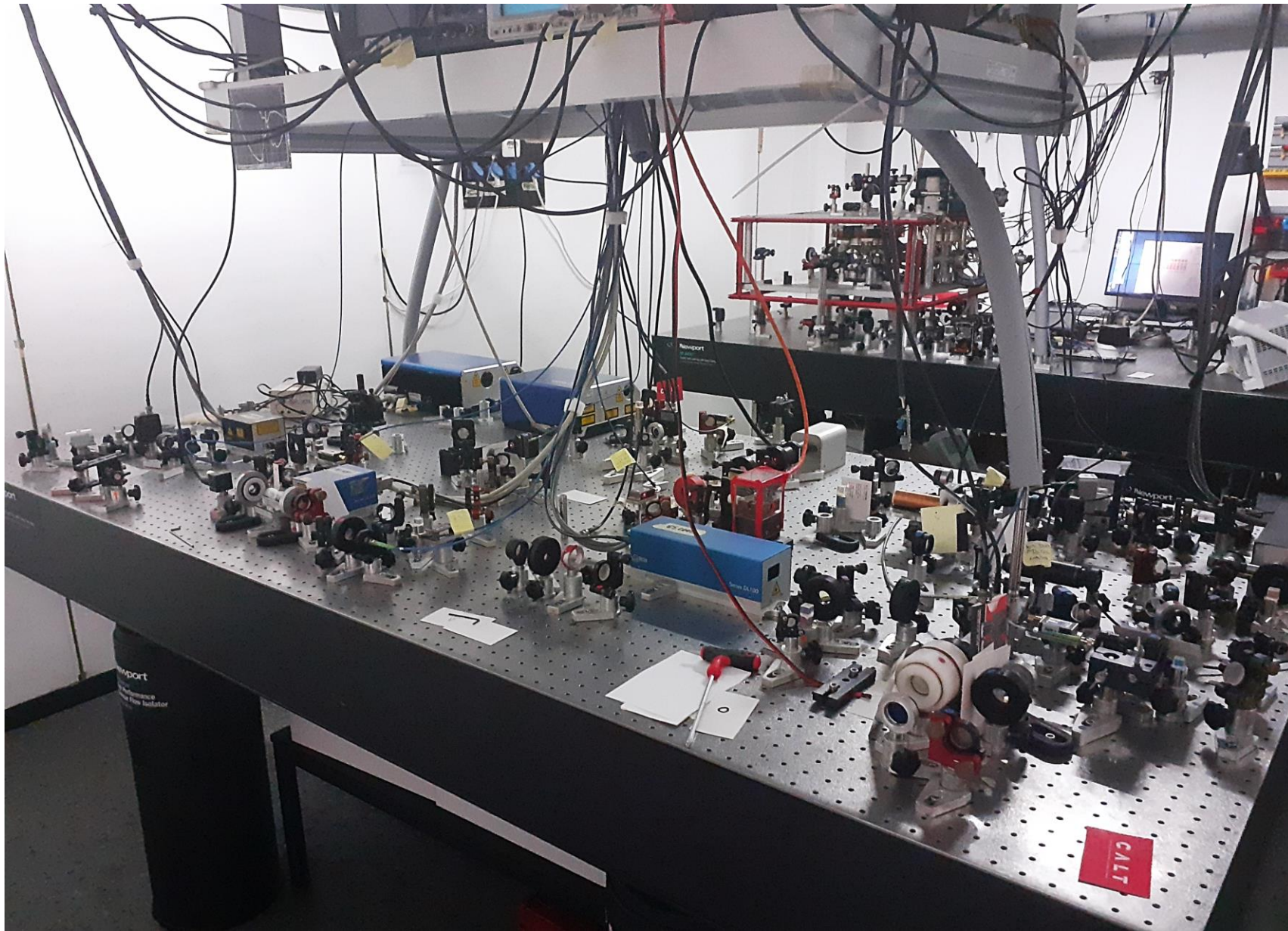
- 1) Laser za hlađenje – pobuđuje atome iz stanja  $|5^2S_{1/2}, F = 3 \rangle$  u stanje  $|5^2S_{3/2}, F' = 4 \rangle$
  - 2) Laser za naseljavanje – pobuđuje atome iz stanja  $|5^2S_{1/2}, F = 2 \rangle$  u stanje  $|5^2S_{3/2}, F' = 3 \rangle$
- Dopplerova temperatura [3]:  
oko  $146 \mu\text{K}$



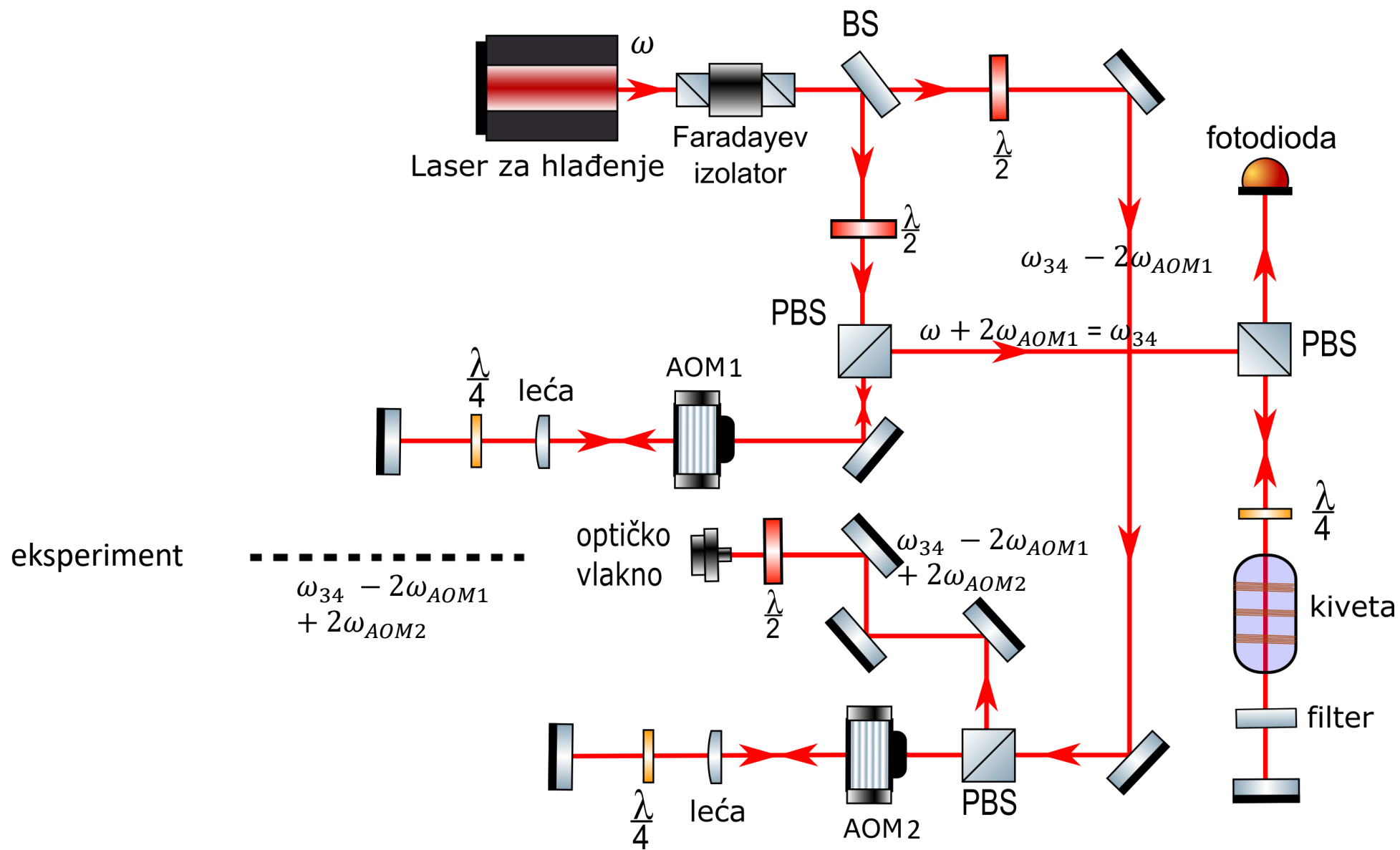
Hiperfini energijski nivoi atoma rubidija  $^{85}\text{Rb}$ .

<https://steck.us/alkalidata/rubidium85numbers.pdf>

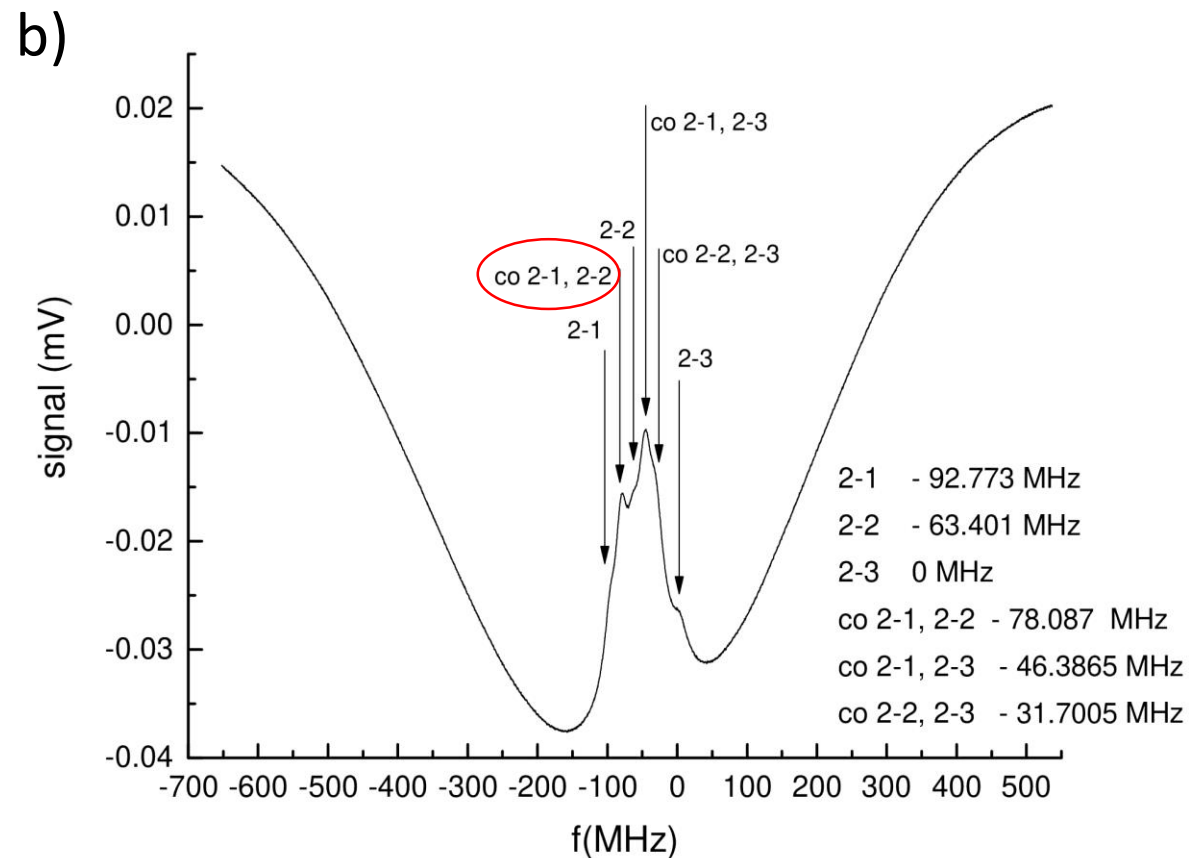
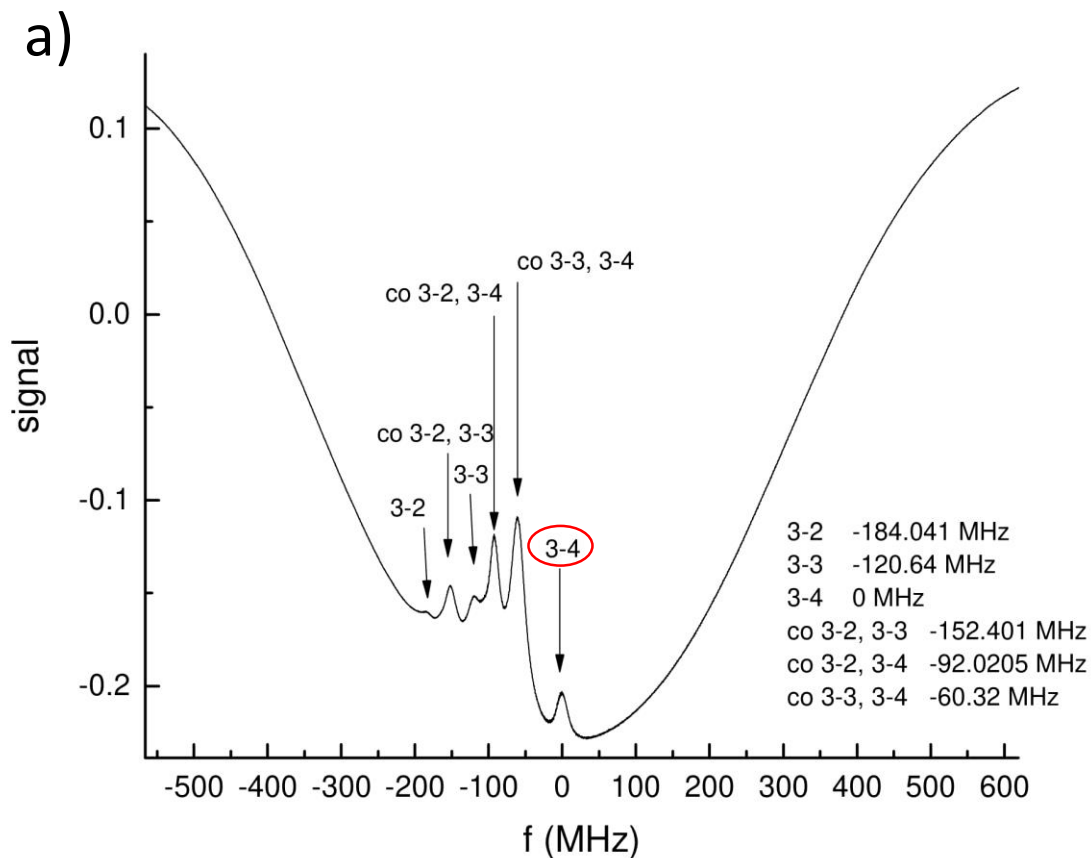
# Eksperimentalni postav



# Eksperimentalni postav za laser za hlađenje



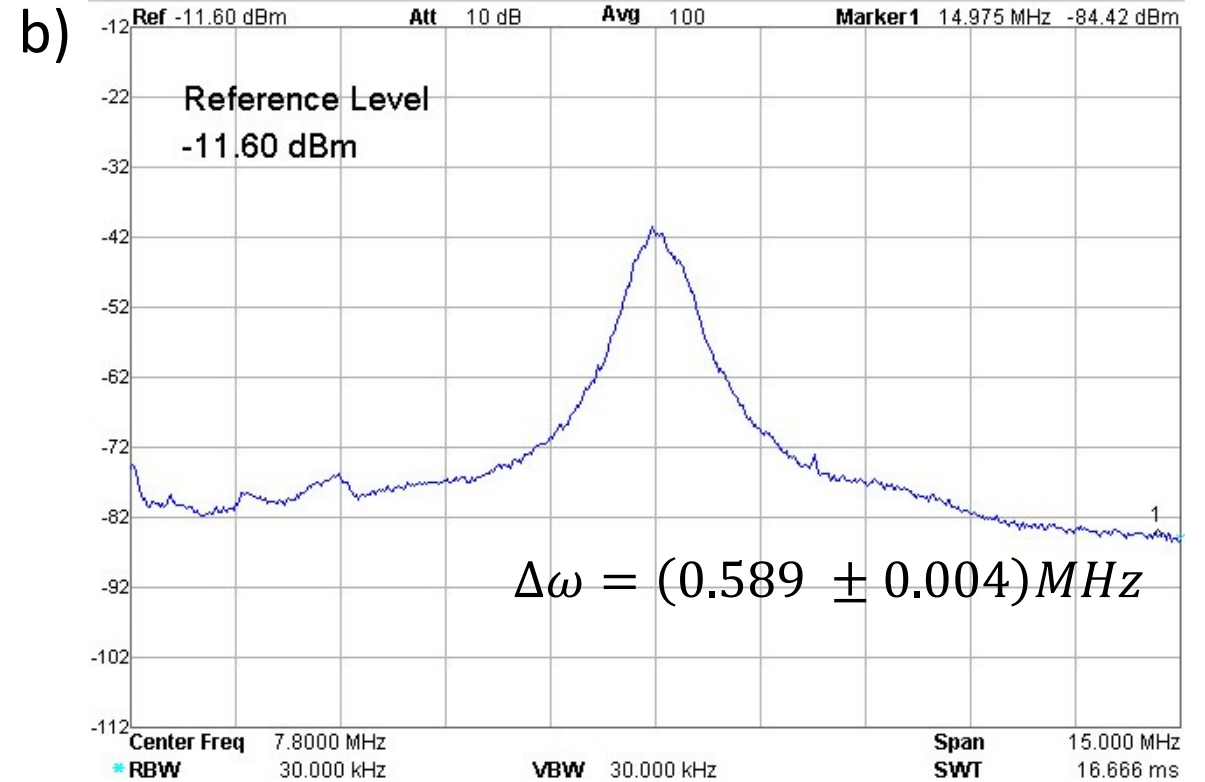
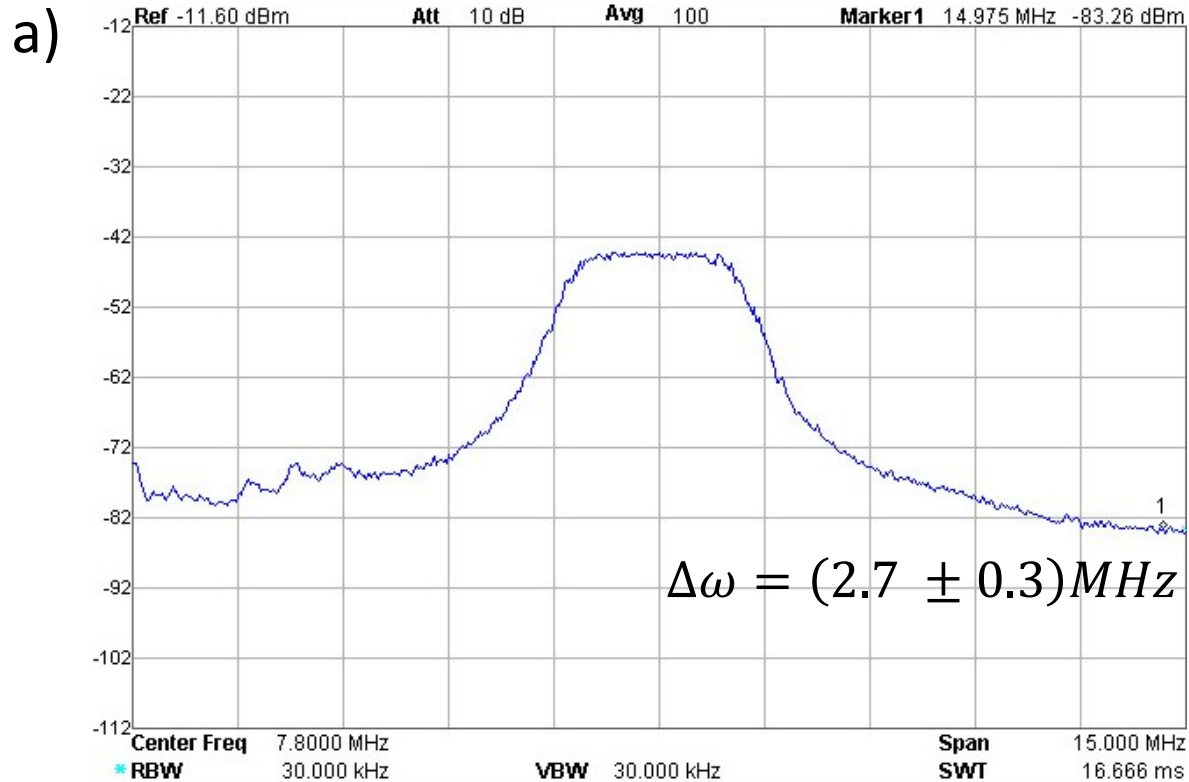
# Hiperfinski nivoi rubidija – saturacijska spektroskopija



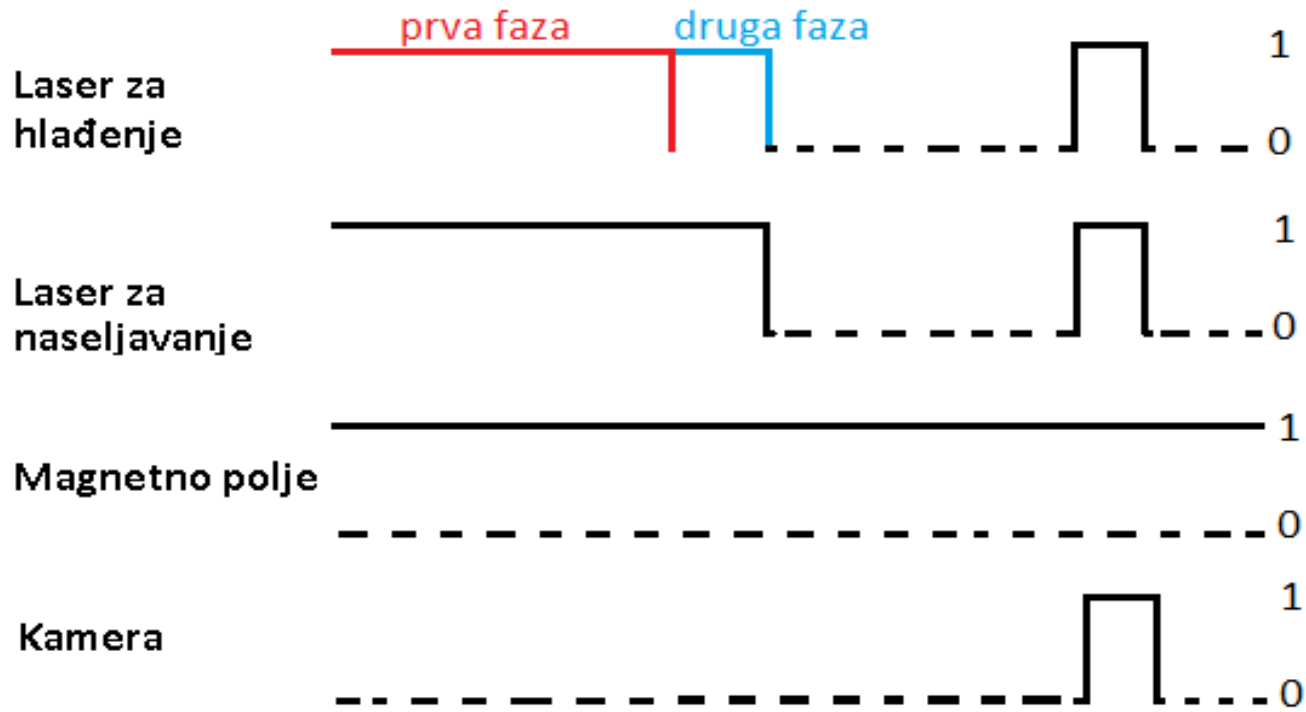
Spektri termalnih atoma  $^{85}\text{Rb}$  dobiveni saturacijskom spektroskopijom: spektar lijevo prikazuje prijelaze iz  $|5^2S_{1/2}, F = 3\rangle$  u gornja hiperfina stanja, a donja prijelaze iz  $|5^2S_{1/2}, F = 2\rangle$  u gornja hiperfina stanja.



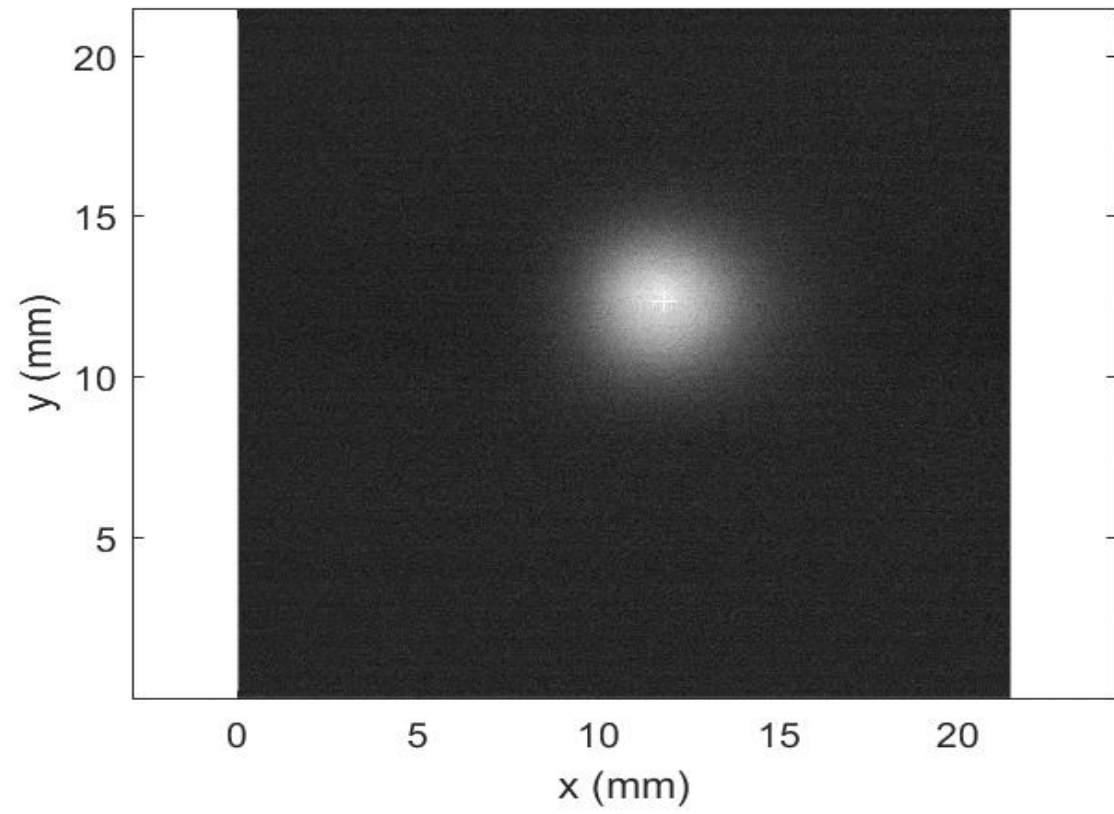
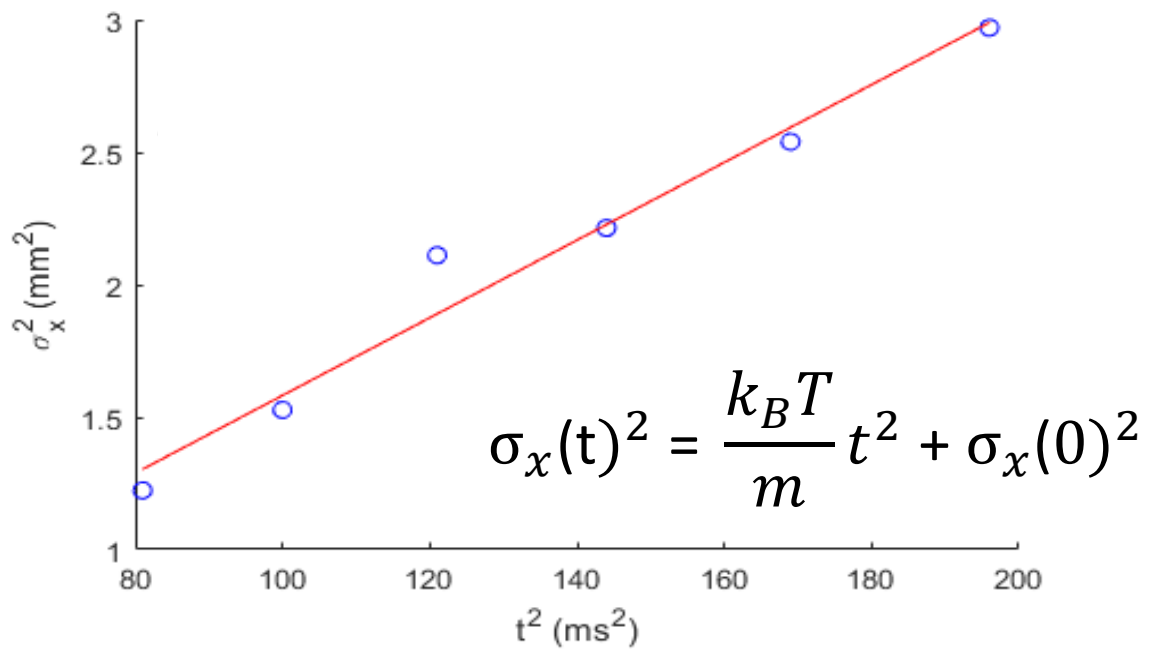
# Mjerenje širine lasera za hlađenje heterodinom spektroskopijom



Frekventni udari između lasera za hlađenje i referentnog lasera spektralne širine oko 100 kHz. Laser za hlađenje stabiliziran je a) direktnom modulacijom njegove frekvencije, b) modulacijom struje solenoida, odnosno modulacijom energija prijelaza u atomu.

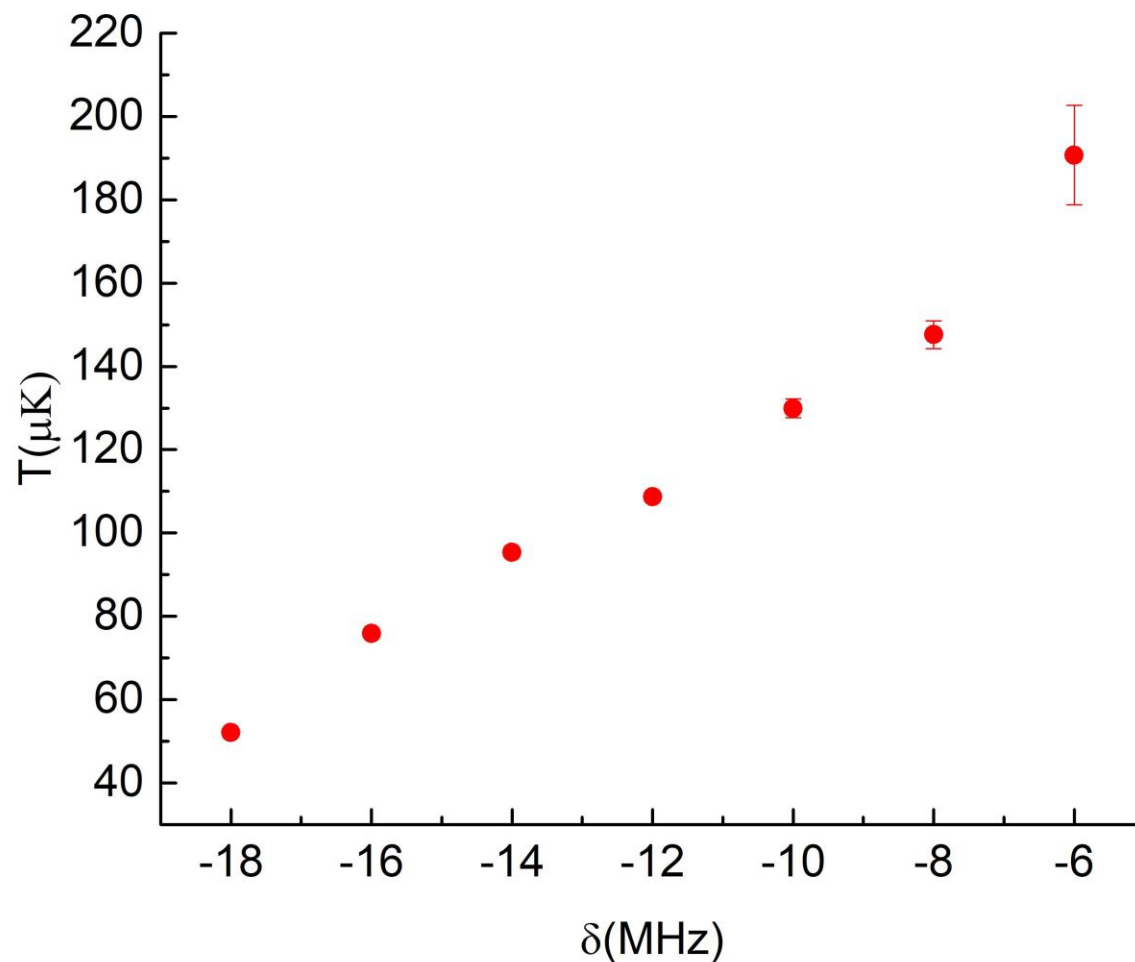


- vrijeme trajanja prve faze: 1500 ms
- odmak frekvencije lasera za hlađenje u prvoj fazi: - 16 MHz
- odmak frekvencije lasera za hlađenje u drugoj fazi: između - 6 MHz i - 16 MHz
- vrijeme trajanja slikanja: 150  $\mu$ s
- odmak frekvencije lasera za hlađenje kod slikanja: - 5 MHz
- laser za naseljavanje uvijek na rezonanciji

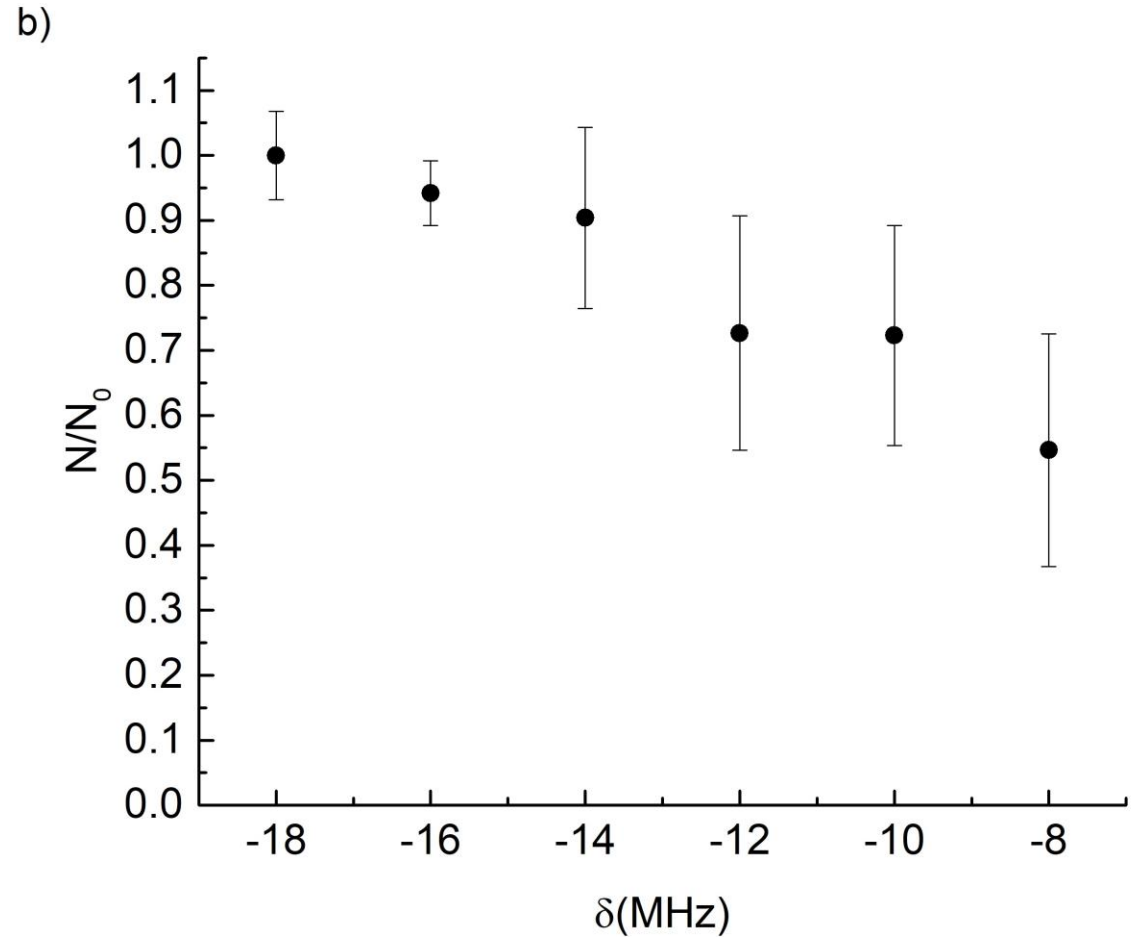
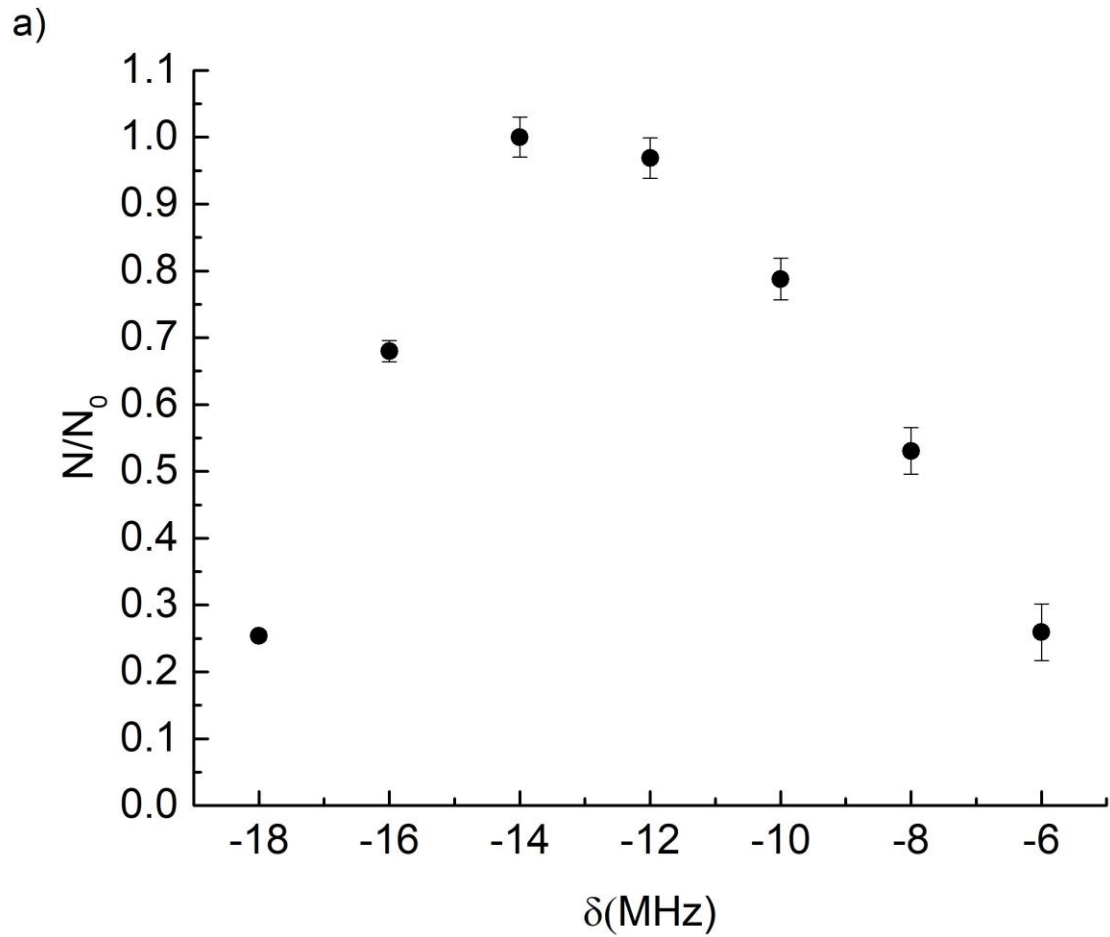


# Rezultati mjerenja

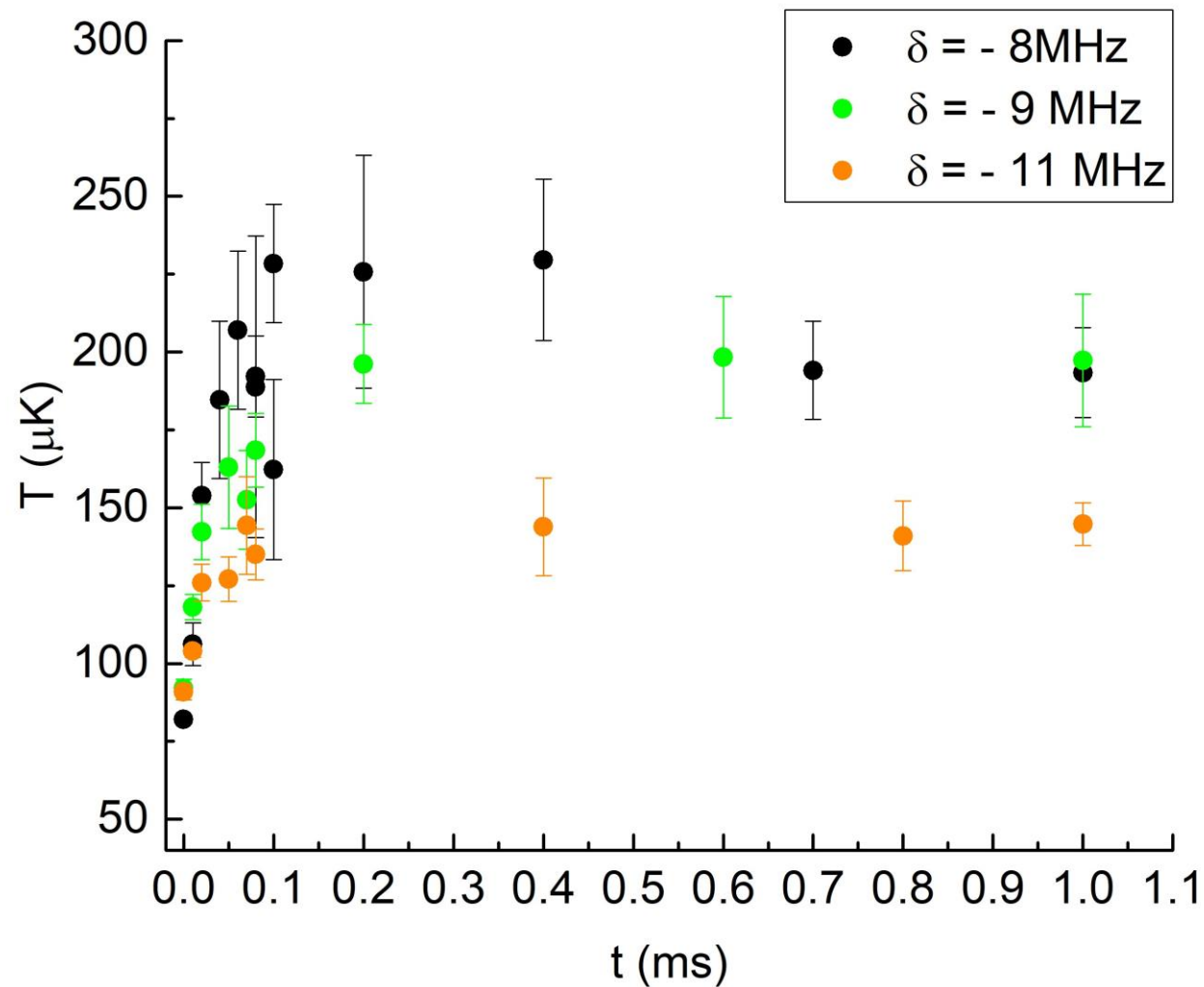
Snaga lasera za hlađenje: 26.6mW  
Snaga lasera za naseljavanje: 3.7mW



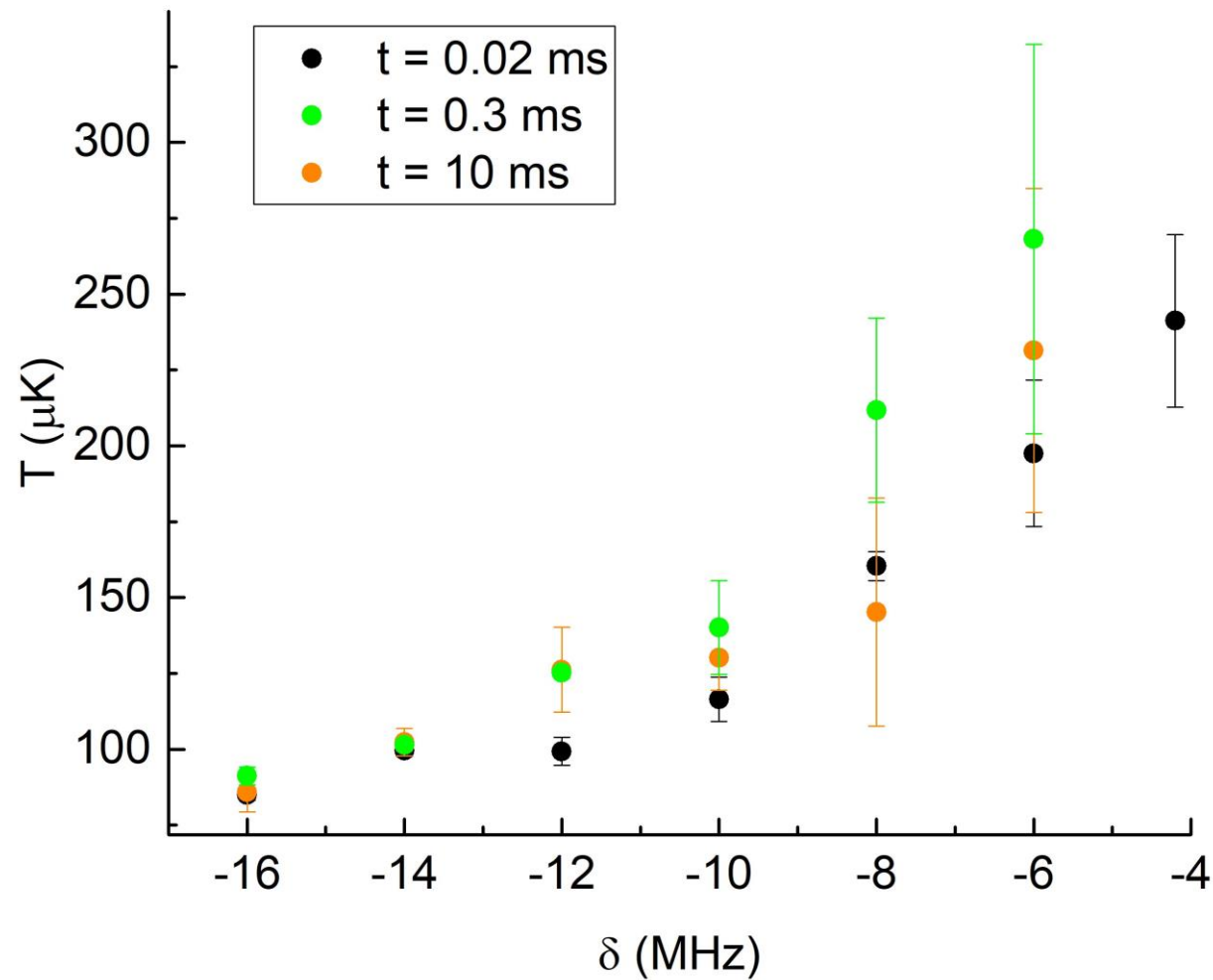
Temperature atoma  $^{85}\text{Rb}$  u ovisnosti o frekvenciji odmaka lasera za hlađenje u slučaju hlađenja jednom fazom u trajanju od 1500 ms.



Broj atoma u ovisnosti o frekventnom odmaku lasera za hlađenje u slučaju a) jedne i b) dvije faze hlađenja. Prva faza traje 1500 ms, a druga 0.3 ms. Broj atoma normiran je na jedinicu.



Graf ovisnosti temperature o vremenu druge faze hlađenja za tri različita odabira frekventnog odmaka lasera za hlađenje. Prva faza hlađenja provodi se laserom na odmaku od - 16 MHz i traje 1500 ms.



- postignuta temperatura rezultat je balansa između hlađenja (odgovorna radijativna sila) i grijanja (difuzija)

Graf ovisnosti temperature o frekventnom odmaku lasera za hlađenje za tri različita vremena trajanja druge faze hlađenja. Prva faza hlađenja provodi se laserom na odmaku od - 16 MHz i traje 1500 ms.

Hvala na pažnji!

