

Zusammenfassung

In der vorliegenden Doktorarbeit beschreibe ich unsere Methode zur gleichzeitigen Erzeugung zweier Bose-Einstein-Kondensate bosonischer ^{87}Rb und ^{133}Cs Atome in zwei räumlich getrennten optischen Dipolfallen. Die beiden Kondensate können für zukünftige Experimente mit Quantengasgemischen oder zur Erzeugung ultrakalter Ensembles dipolarer RbCs Moleküle überlagert werden.

Die Rb und Cs Atome werden zunächst mit Hilfe eines Zeeman-Abbremsers verlangsamt und dann in eine zweifarbige magneto-optische Falle geladen. Anschließend kühlen wir die Atome noch weiter mit Hilfe der Raman-Seitenbandkühlung ab, die wir gleichzeitig für beide Elemente durchführen. Diese Kühlmethode hat den Vorteil, dass die Atome (als Nebeneffekt) in den niedrigsten Spinzustand gepumpt werden. Danach laden wir das Rb-Cs Gemisch in eine großvolumige levitierte Dipolfalle.

Das ist der Ausgangspunkt für eine Reihe von Experimenten, die in dieser Doktorarbeit im Einzelnen beschrieben werden: Zuerst haben wir in den zwei Spingemischen $\text{Rb}|1, 1\rangle + \text{Cs}|3, 3\rangle$ und $\text{Rb}|2, -1\rangle + \text{Cs}|3, 3\rangle$ durch inelastische Verlustspektroskopie nach interspezies Feshbach-Resonanzen gesucht und mit der Entdeckung von insgesamt 25 verschiedenen Resonanzen (in dem uns zugänglichen Magnetfeldbereich) die Grundlage für die Entwicklung eines umfassenden theoretischen Rb-Cs Streumodells geschaffen. Um abschätzen zu können, ob eine weiterführende gemeinsame Kühlstrategie sinnvoll ist, haben wir anschließend inelastische Rb-Cs Dreikörperstoßverluste untersucht und dabei für Stoßprozesse, in die zwei Rb Atome und ein Cs Atom involviert sind, bei einem Magnetfeldwert jenseits der beobachteten Feshbach-Resonanzen einen Verlustkoeffizienten von $1.7(9) \times 10^{-24} \text{ cm}^6/\text{s}$ gemessen. Für eine effiziente Verdampfungskühlung ist dieser Wert zu groß, so dass wir uns dazu entschieden haben, die beiden Spezies räumlich voneinander zu trennen. Hierzu laden wir die Rb und Cs Atome selektiv aus der großvolumigen Dipolfalle in zwei getrennte Dipolfallen mit einem stärkeren räumlichen Einschluss. Nach wenigen Sekunden gleichzeitig durchgeführter Verdampfungskühlung erhalten wir zwei reine Kondensate mit einigen Zehntausend Atomen. Ihr räumlicher Abstand zueinander beträgt ca. $400 \mu\text{m}$.

Schließlich haben wir demonstriert, dass wir die beiden Kondensate überlagern und durch eine Magnetfeldrampe über eine der heteronuklearen Feshbach-Resonanzen ein Ensemble schwach gebundener RbCs Feshbach-Moleküle assoziieren können. Hieraus lassen sich zukünftig durch die Verwendung eines geeigneten kohärenten Zweiphotonen-Raman-Übergangs dipolare Grundzustandsmoleküle erzeugen.