Thesis Title Study of Two-Body Collisions of Cold Rubidium Atoms Induced by Light

Author Ms. Pimonpan Sompet

Degree Doctor of Philosophy (Physics)

Thesis Advisory Committee

Dr. Waranont Anukool	Advisor
Asst. Prof. Dr. Duangmanee Wongratanaphisan	Co-advisor
Asst. Prof. Dr. Chitrlada Thongbai	Co-advisor

ABSTRACT

The light-assisted collisions between cold Rubidium-85 atoms in an optical microtrap were studied for the purpose of enhancing the single atom loading efficiency. About 10^8 atoms were cooled and trapped using standard Magneto-optical trap (MOT). Small fraction of the cold atomic ensemble was loaded into the far-off resonance dipole trap (FORT). In this optical microtrap, only two atoms were prepared and the dynamics of the atoms undergoing the collision induced by light were investigated for both red and blue detuned light. As a result, the probability of a single atom loss event in the two-body collision, $P(1|2)$, was extracted from the observed time evolution of two atoms. The result shows that the collision induced by the red-detuned light for most parameters investigated gave a nonzero value of $P(1|2)$ while the collision induced by the blue-detuned light contributed the near deterministic $P(1|2)$ value because the collisional released energy could be controlled. A simulation of the dynamics of the atoms was done to validate the experimental results

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

and reveals the insight of the collisional processes. From this insight, by using the red-detuned light assisted collision to prepare the single atom, the efficiency was reached 63%, which exceeded ostensibly the limit of 50% for the first time to the best of our knowledge. Furthermore, the use of the blue-detuned light provided the presently world high record of 91% single atom loading efficiency.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การศึกษาการชนกันแบบสองวัตถุของอะตอมรูบิเดียมเย็นซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยแสง

ผู้เขียน นางสาวพิมลพรรณ ส้มเพ็ชร

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร. วรานนท์ อนุกูล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ผศ. ดร. ดวงมณี ว่องรัตนะไพศาล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ผศ. ดร. จิตรลดา ทองใบ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในการศึกษาการชนกันโดยแสงช่วยระหว่างอะตอมรูบิเดียม-85 ในกับดักขนาดไมครอนเชิงแสง มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเตรียมอะตอมเดี่ยว โดยเริ่มจากอะตอมจำนวนประมาณ 10^8 อะตอมถูกลดอุณหภูมิและกักขังโดยใช้วิธีมาตรฐานคือกับดักเชิงแม่เหล็ก-แสง (Magneto-Optical trap, MOT) อะตอมเพียงบางส่วนจากที่เตรียมไว้ถูกโหลดลงในกับดักไดโพลไกลออกจากกำทอน (Far-off resonance dipole trap, FORT) โดยในกับดักเชิงแสงนี้ อะตอมเพียงสองอะตอม ได้ถูกเตรียมขึ้น และพลวัตของอะตอมทั้งสองซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการชนได้ถูกเหนี่ยวนำโดยแสงนั้นได้ถูกตรวจสอบทั้งแสงปรับคลาดแดง (red-detuned light) และแสงปรับคลาดน้ำเงิน (blue-detuned light) จากผลที่ได้ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการสูญเสียอะตอมเดี่ยวจากการชนกันแบบสองวัตถุ $P(1|2)$ ถูกหาค่าออกมา จากการสังเกตวิวัฒนาการของสองอะตอม ผลการศึกษาพบว่า การชนกันซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยแสงปรับคลาดแดงสำหรับพารามิเตอร์ส่วนใหญ่นั้นให้ค่าที่ไม่เป็นศูนย์ของ $P(1|2)$ ในขณะที่การชนกันซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยแสงปรับคลาดน้ำเงินให้ค่าที่เกือบกำหนดได้ของ $P(1|2)$ เพราะว่าพลังงานที่ถูกปลดปล่อยจากการชนนั้นสามารถถูกควบคุมได้ การจำลองวิวัฒนาการของสองอะตอมได้ถูกทำขึ้นเพื่อหาสาเหตุของผลการทดลองและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้าใจกระบวนการชนอย่างลึกซึ้ง จากความเข้าใจนี้ แสงปรับคลาดแดงช่วยชนถูกใช้เพื่อการเตรียมอะตอมเดี่ยวนั้นมีประสิทธิภาพสูงถึง 63% ซึ่งเกินกว่าลิมิตที่ 50% เป็นครั้งแรก ยิ่งไปกว่านั้น การใช้แสงปรับคลาดน้ำเงินทำให้ได้ประสิทธิภาพในการโหลดอะตอมเดี่ยวสูงถึง 91% ซึ่งถือเป็นสถิติใหม่ของโลก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved