# Abstract

**Project Code :** MRG5680117

**Project Title :** Polarizabilities and matrix elements of $Ca^+$ and $Yb^+$

**Investigator :** Dr. Jirakan Nunkaew Chiang Mai University

**E-mail Address :** jn8h@virginia.edu

**Project Period :** 2 years

In the first experiment, we observe the microwave transitions of calcium from the *4snf* states to the *4s(n+1)d*, *4sng*, *4snh*, *4sni*, and *4snk* states for $18 \le n \le 23$ using delayed field ionization as the state selective detection technique. The observed intervals between the $l \ge 5$ states can be analyzed to extract the $Ca^+$ ionic dipole ($\alpha_d$) and quadrupole ($\alpha_q$) polarizabilities using two non-adiabatic core polarization models. Using these two models we determine the ionic dipole and quadrupole polarizabilities to be $75.3a_0^3 \le \alpha_d \le 76.9a_0^3$ and $206a_0^5 \le \alpha_q \le 1590a_0^5$, respectively.

In the second experiment, we use selective laser excitation to an autoionizing state to observe the microwave transitions of Ba from the *6sng* Rydberg states to the *6snh*, *6sni* and *6snk* states for $15 \le n \le 18$. We extract the dipole and quadrupole polarizabilities of $Ba^+$ from the measured $\Delta l$ intervals of the Ba *6snl* states of $l \ge 5$ using a nonadiabatic core polarization model. The values we determine for the dipole and quadrupole polarizabilities are $\alpha_d$ =124.81(25) $a_0^3$ and $\alpha_q$ =2478(50) $a_0^5$, respectively.

**Keywords:** Rydberg atoms, autoionization, indirect spin-orbit coupling, Stark states, isolated core excitation

**บทคัดย่อ**

---

**รหัสโครงการ :** MRG5680117

**ชื่อโครงการ : ความสามารถในการโพลาไรซ์และเมตริกซ์เอลิเมนต์ของแคลเซียมและอิเทอเบี่ยมไอออน**

**ชื่อนักวิจัย : อ.ดร. จิรกานต์ นันแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**

E-mail Address : jn8h@virginia.edu

**ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี**

ในงานวิจัยชิ้นแรกเราวัดการเปลี่ยนสถานะในช่วงคลื่นไมโครเวฟของแคลเซี่ยมจากสถานะ $4snf$ ไปยังสถานะ $(n+1)d$, $4sng$, $4snh$, $4sni$, และ $4snk$ สำหรับค่าเลขควอนตัมหลักระหว่าง 18 ถึง 23 โดยใช้เทคนิคการหน่วงเวลาของสนามไฟฟ้าในการทำให้อะตอมแตกตัวเป็นไอออน ความต่างของระดับพลังงานระหว่างสถานะควอนตัมโมเมนตัมเชิงมุมมากกว่า 5 ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความสามารถในการโพลาไรซ์แบบไดโพล $(\alpha_d)$ และควอดดรูโพล $(\alpha_q)$ ของแคลเซี่ยมไอออนโดยใช้แบบจำลองโพลาไรซ์แก่นไอออนแบบไม่แอเดียบาติก 2 แบบ จากแบบจำลองเรากำหนดค่าความสามารถในการโพลาไรซ์แบบไดโพลของแคลเซี่ยมไอออนอยู่ระหว่าง $75.3\,a_0^3 \le \alpha_d \le 76.9\,a_0^3$ และความสามารถในการโพลาไรซ์แบบควอดดรูโพลของแคลเซี่ยมไอออนอยู่ระหว่าง 206 $a_0^5 \le \alpha_q \le$ 1590 $a_0^5$

ในงานวิจัยชิ้นที่สองเราใช้เทคนิคการเลือกสถานะการแตกตัวเป็นไอออนแบบอัตโนมัติโดยใช้เลเซอร์ในการกระตุ้นในการวัดการเปลี่ยนแปลงสถานะในช่วงคลื่นไมโครเวฟของแบเรี่ยมจากสถานะริดเบิร์ก $6sng$ ไปยังสถานะ $6snh$, $6sni$ และ $6snk$ สำหรับค่าเลขควอนตัมหลักระหว่าง 15 ถึง 18 เราวิเคราะห์ค่าความสามารถในการโพลาไรซ์แบบไดโพลและค่าความสามารถในการโพลาไรซ์แบบควอดดรูโพลของแบเรี่ยมไอออนจากการวัดความต่างของระดับพลังงานระหว่างสถานะควอนตัมโมเมนตัมเชิงมุมมากกว่า 5 โดยใช้แบบจำลองโพลาไรซ์แก่นไอออนแบบไม่แอเดียบาติก ค่าความสามารถในการโพลาไรซ์แบบไดโพลของแบเรี่ยมไอออนที่วิเคราะห์ได้เท่ากับ $\alpha_d$ =124.81(25) $a_0^3$ และค่าความสามารถในการโพลาไรซ์แบบควอดดรูโพลของแบเรี่ยมไอออนที่วิเคราะห์ได้เท่ากับ $\alpha_q$ =2478(50) $a_0^5$

**คำหลัก :** อะตอมริดเบิร์ก, การแตกตัวเป็นไอออนโดยอัตโนมัติ, การคู่ควบสปิน-ออร์บิทโดยอ้อม, สถานะสตาร์ค, การกระตุ้นแก่นไอออนแบบโดดเดี่ยว