

リチウム原子基底状態の超微細準位 CPT 共鳴

兵庫県立大学 大学院 物質理学研究科
石川 潔

Hyperfine CPT resonance of the ground-state Li atoms

Graduate School of Material Science, University of Hyogo

Kiyoshi Ishikawa

リチウム(Li)金属を入れたガラス容器中で蒸気相 Li 原子の分光が可能になったので、我々は、緩衝ガスとの衝突現象を調べている。ガラス容器を均一に熱するので、温度勾配、緩衝ガス密度勾配、対流などが減少し、これらに敏感な量を精密測定できる。衝突に際し重要なのは、超微細シフト相互作用、スピン-回転相互作用、緩衝ガスの核とのスピン交換相互作用である。瞬間的な二体衝突の相互作用により Li 原子の内部状態が変化する。また、三体衝突により LiXe のようなファンデルワールス分子が生成されると相互作用時間が分子寿命にまで長くなるので、相互作用は強調される。高温では蒸気密度が高まり、Li 原子の価電子間のスピン交換相互作用も無視できない。前回より装置を改良し、今回は、Coherent Population Trapping (CPT)により基底状態 ${}^7\text{Li}$ 原子の超微細分裂周波数の衝突効果を測定した。

Li 金属と緩衝ガス(He あるいは Xe)を封入したホウケイ酸ガラス容器を、温度 280–400 °C に加熱した。磁気シールド内で加えた静磁場 0.2–2 μT と平行に、 D_1 線に共鳴する直交する 2 つの直線偏光を照射した。2 つの光周波数の差が超微細分裂周波数 ν_{mm} に一致すると、二重 Λ 型 CPT により原子が暗状態に光ポンピングされ、光の透過率が高くなる。軽い Li 原子を高温で観測するので、ドップラー幅は超微細分裂より広い。緩衝ガスを加えると吸収線はさらに拡がり、光ポンピングとマイクロ波を使った二重共鳴では超微細分裂を測定できない。Li 原子の CPT は便利でコンパクトという以上の利点がある。

実験では、緩衝ガス密度の異なる複数のガラス容器を使い、超微細分裂周波数とその温度依存性を測定した。図 1 は周波数 ν_{00} の緩衝ガス密度依存性である。He ガスでは、実験温度で約 1 気圧まで測定し、周波数シフトは正だった。Xe ガス中ではシフトは負である。緩衝ガスとの衝突や Li 原子どうしの衝突による CPT 線幅、レーザー光による周波数シフト(light shift)と線幅の拡がり(power broadening)も議論する。

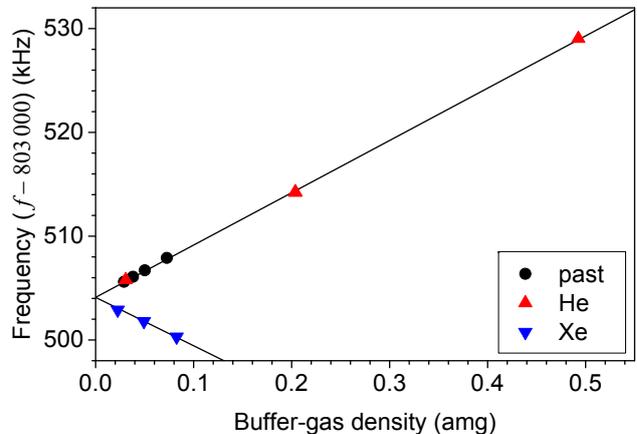


図 1. Li 原子の超微細分裂周波数の緩衝ガス密度依存性。(● 387 °C, ▲ 320 °C, ▼ 360 °C)。