

希ガス原子と衝突する中性常磁性原子の超微細分裂周波数

兵庫県立大学 大学院 理学研究科
石川 潔

Hyperfine splitting frequency of neutral paramagnetic atoms and collision partners
Graduate School of Science, University of Hyogo
Kiyoshi Ishikawa

緩衝ガス中で、常磁性原子(水素原子とアルカリ金属原子: H, Li, Na, K, Rb, Cs)基底状態の超微細分裂周波数はシフトする。基準マイクロ波周波数の視点では、周波数シフトが小さいことが重要だった。一方、衝突相手を調べる視点では、広い温度範囲の周波数シフトが衝突相手の原子によって大きく異なることから、周波数シフトにより衝突相手の性質を調べられると期待する。本研究では、擬ポテンシャルを使った数値計算を利用し、統一的に衝突相手を調べる解析法を探る。

数値計算では、基底状態は Hartree-Fock-Roothaan 近似、励起状態は Coulomb 近似の波動関数、相互作用は Fermi の擬ポテンシャルによる反発ポテンシャルと、van der Waals 引力ポテンシャルを利用した。 δ 関数型ポテンシャルは、アルカリ原子の基底状態の電子分布に比べ、希ガスの電子分布が小さいので有効である。本研究では、緩衝ガスとした希ガス(He, Ne, Ar, Kr, Xe)原子の大きさの相違を自然に取り込めるように擬ポテンシャルを修正した。価電子の波動関数は、擬ポテンシャルの1次の摂動項として励起状態を混合させ、さらに、希ガス原子の全ての波動関数と直交させた。以上の波動関数とポテンシャルを使い、統計的平均(statistical average)により超微細分裂周波数シフトを求めた。図1は、Na, K 原子の超微細分裂周波数のフィッティング例である。引力ポテンシャルによる常磁性原子核付近の電子密度が低下する割合と、擬ポテンシャルの高さの2つを、フィッティングパラメータとした。求めたパラメータの規則性を議論したい。

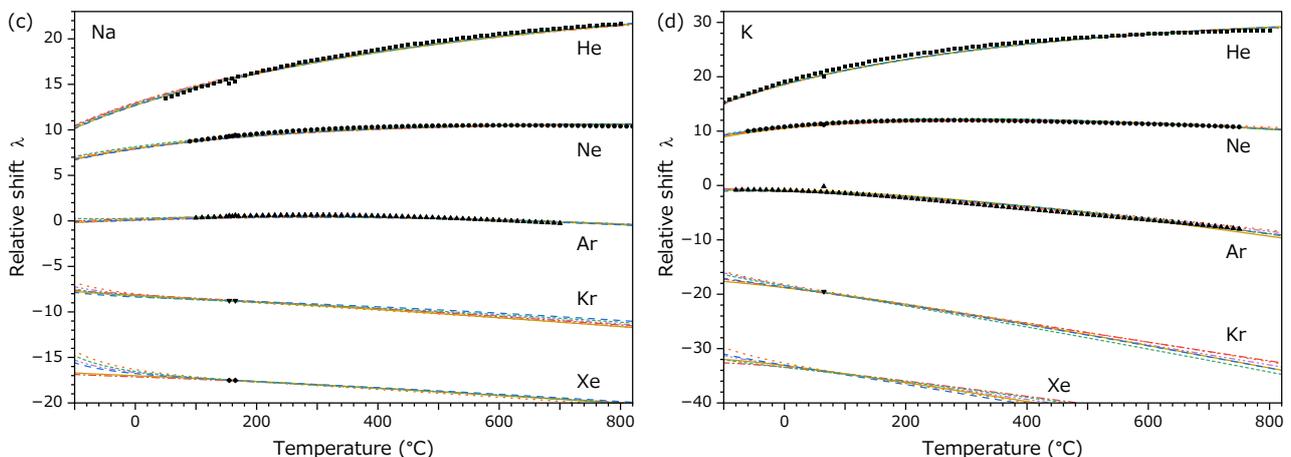


図1 Na 原子と K 原子の基底状態の規格化した超微細分裂周波数の温度依存性。過去の論文より再現した測定値を黒点、さまざまな条件で計算した周波数を曲線で示す。同様に、H, Li, Rb, Cs 原子の超微細分裂周波数に対してフィッティングした。