

19aXK-2 偏極気体原子によるアルカリ塩の核スピン偏極

Nuclear spin polarization of alkali salt by polarized atomic vapor

Univ. of Hyogo, Princeton Univ.^A K. Ishikawa, B. Patton^A, Y.-Y. Jau^A, and W. Happer^A

ガラス容器に封入したアルカリ金属原子を光ポンピングすると、光から原子に角運動量を移すことができる。原子間の衝突により、一部の角運動量が併進の自由度に逃げるものの、電子または核スピンの担われた原子のスピン偏極は、さらに他の原子に移りうる。一方、壁との衝突では、衝突相手の壁における角運動量の行く末を見ることなしに、衝突した原子がスピン緩和する、と言われる。角運動量の流れという観点で光ポンピングを眺めると、光から与えられた角運動量が壁に向かって流れ、壁で消失しているように見える。我々は、この流れの大きさから、壁に少なからず角運動量が残っていると考え、壁に付着させたアルカリ塩を NMR 計測した。

実験では、9.4 T の超伝導磁石の中央に円筒容器を置いた。容器の側壁に CsH 微結晶を付着させ、少量の Cs 金属と N₂ ガスを封入した。高磁場における NMR 計測なので、Cs 塩の共鳴周波数 (52.38 MHz) は、Knight シフトした Cs 金属の共鳴 (53.12 MHz) から明瞭に区別できる。気体 Cs 原子の共鳴周波数は、電子との超微細相互作用により、まったく異なるので邪魔にならない。また、実験の温度 (140 °C) で、固体 CsH のスピン緩和時間は、 $T_1 \sim 130$ s、 $T_2 \sim 240$ μ s である。このような CsH 結晶の Cs 核の磁気共鳴信号を観測しながら、磁場と平行に D_1 線 (895nm) に共鳴するレーザー光を照射した。まず、低圧 (N₂ 11 Torr) では、400 s ($> T_1$) の間 σ_+ 偏光を照射したのち RF パルスを印加すると、FID 信号が約 4 倍に増大した。 σ_- 偏光では、信号が反転する。

信号増大率の N₂ ガス圧依存性を観測すると、固体の核スピン偏極率は高圧側で低下する傾向にあった。これは、主に気体の価電子が角運動量の受け渡しを仲介していることを示す。つまり、高磁場における固体の核スピン偏極には、気体の電子スピン偏極が重要であり、したがって、光ポンピングされる原子と塩のイオンは同種でなくてもよいと推測される。今後、異種核のスピン偏極を試み、併せて、温度や磁場依存性を観測し、気体から固体に偏極が移る機構、固体内でスピン拡散する機構などを調べる予定である。