

ガラス容器中の熱い Li 蒸気におけるスピン偏極の拡散

兵庫県立大学 大学院 物質理学研究科
石川 潔

Spin polarization diffusion in glass hot-lithium-vapor cells

Graduate School of Material Science, University of Hyogo

Kiyoshi Ishikawa

リチウム(Li)原子の光ポンピングにより、我々は、固体 Li 塩の核スピン偏極をめざしている。その実現には、レーザー光の角運動量を、Li 原子を經由し固体まで移動させることが重要だ。気体中を固体表面まで流れる拡散スピン流の大きさは、角運動量のキャリアである、電子スピンと核スピンの角運動量の授受、原子の並進運動によるスピン輸送に依っている。前者は、原子衝突による基底状態の副準位占有数分布の緩和(*S*-damping, hyperfine-shift 衝突などの断面積)により評価できる。後者は、緩衝ガス中の Li 原子の拡散運動を観測すればよい。今回は、Li 原子の拡散係数を計測する。軽い Li 原子では、実験温度における並進速度の平均値が 1300 m/s になる。基底状態の電子軌道半径が小さいので、緩衝ガスとの速度変化衝突の断面積も小さい。したがって、非常に大きな拡散係数、つまり、拡散スピン流が期待できる。緩衝ガスとして、質量、原子半径、核磁気モーメントの有無を比較するため、ヘリウム(He)とキセノン(Xe)ガスを用いる。

実験では、Li 金属と緩衝ガスを封入したホウケイ酸ガラス容器を 290 °C に加熱した。静磁場 200 μ T の方向に照射した D_1 線(671 nm)に共鳴する円偏光(パルス幅 5 ms)でポンピングし、基底状態ゼーマン分裂に共鳴する振動磁場(^7Li 1.4 MHz, ^6Li 1.9 MHz)の $\pi/2$ (2.2 μ s)と π パルス(4.4 μ s)を加える。連続円偏光を磁場に直交するように入射させ、その透過光強度からスピネコー信号を検知した。勾配磁場中を原子が拡散運動すると、 π パルス後の位相補償が不完全になりエコー信号が小さくなる。磁場勾配 G ($\leq 1 \mu\text{T}/\text{cm}$)と RF パルス間隔 τ (100 ~ 600 μ s)を変えて観測した、He ガス中の Li 原子のエコー振幅を図 1 に示す。同位体により減衰の傾きが異なるのは、おもに磁気回転比 γ の差異による。 γ について補正し、拡散係数の同位体質量効果を測定した。当日は、Xe ガス中の拡散運動についても発表予定である。

図 1. 磁場勾配 G と RF パルス間隔 τ でスケールした ^7Li と ^6Li 原子のスピネコー振幅の減衰。温度は 290 °C, レーザーは、それぞれ、 D_1 線に共鳴させた。

