CaF 分子振動遷移周波数の精密計測

Precise measurement of CaF vibrational transition frequency

NICT　梶田雅稔

NICT, Masatoshi Kajita

E-mail: kajita@nict.go. jp

レーザー冷却は最近になって分子でも行われるようになってきており、特に CaF 分子では 3D MOT の他に磁場トラップや光トラップでも成功しており、Doppler 温度を下回る 40 μK の運動エネルギーを得ている [1]。低温分子が得られるようになると分子の遷移周波数も原子遷移周波数と同じように超精密測定が可能になり、陽子―電子質量比の変化の検出、電子電気的双極子モーメントの検出、キラル分子の光学異性体間の対称性の破れの検出など新たな物理学の発展に貢献することが期待される。

本講演では、3 次元光格子内の CaF 分子の(v,N,J,F) = (0,0,1/2,1)-(1,0,1/2,1) (Q(0))または(0,1,1/2,0)-(1,1,1/2,0) (Q(1))遷移周波数の精密計測の可能性を議論する。この両遷移周波数では光から受ける Stark シフトに偏光依存性がないので 3D 光格子内でトラップレーザーの単一の魔法周波数を用いることでトラップ光から受ける二次 Stark シフトを除去できる。魔法周波数は 470.5 THz と 498.3 THz と見積もられ、いずれも 10 μK のポテンシャル深さを得た場合の光強度でトラップ光周波数の魔法周波数からの 1 MHz のずれで生じる Stark シフトは 16 桁目である。特に後者は光格子の節にトラップされるので光の影響はさらに小さいと思われる。

Q(0)遷移周波数では Zeeman シフトは M = ±1 で厳密に線形であり、その係数は±5 x 10^{-18}/G である。一方、Q(1)遷移では Zeeman シフトは-1.4 x 10^{-12}/G2 の係数による二次のシフトである。Zeeman シフトを抑制するには Q(0)遷移が有利であるが、Q(1)遷移はレーザー冷却後のポンピングでトラップ分子を(0,1,1/2,0)準位に局在化できることが実験技術の上で有利であるといえる。

この方法による到達確度は 17 桁程度だと思われる。同じ方法は SrF、YbF 分子などにも適用可能と思われる

[1] L. Anderegg, B. L. Augenbraun, Y. Bao, S. Burchesky, L. W. Cheuk, W. Ketterle, and J. M. Doyle, ArXiv 1803.04571v1

© 2018年 応用物理学会