

Rb原子の磁気光学トラップ及び 偏光勾配冷却



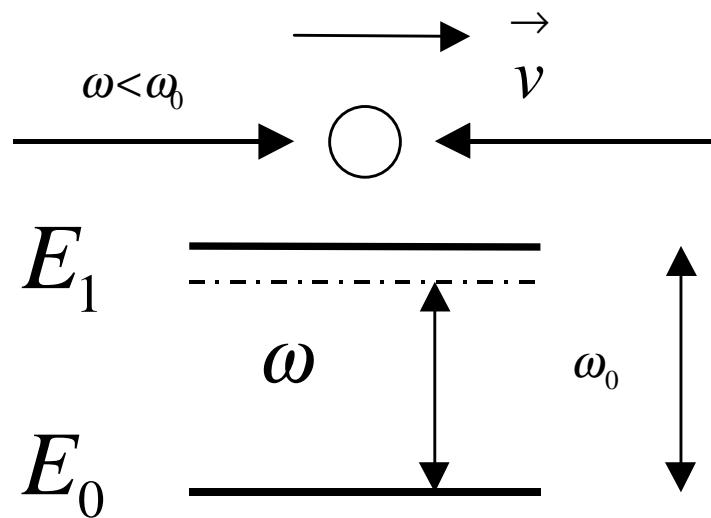
95041009

平野研究室

伊東 健一

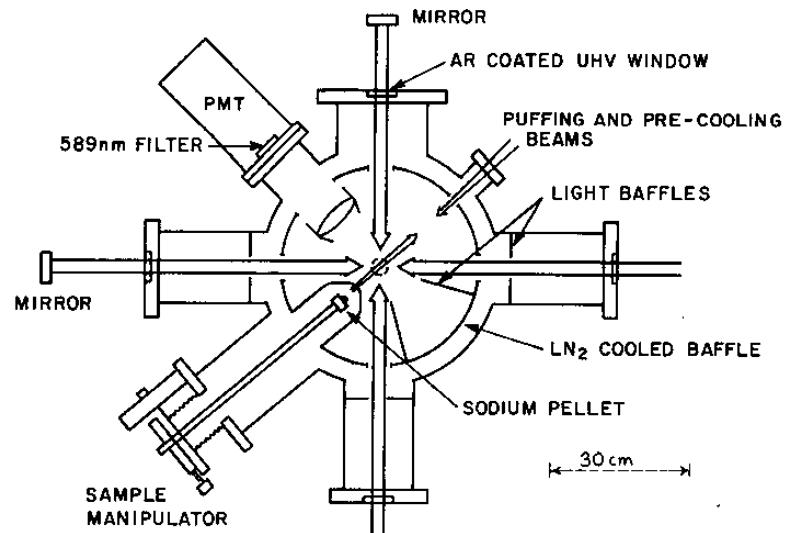
ドップラー冷却とは

- 2準位の原子
- 共鳴周波数よりわずかに低い光を入射
- フォトンの吸収
原子の速度をさえぎる
- フォトンの自然放出
ランダムな方向の運動量変化(加熱)



ドップラー冷却の実験

- 1985年に3次元ドップラー冷却が実現(s.Chuら)
- 冷却された原子集団(optical molasses)の寿命は短い(0.1秒程度)



磁気光学トラップ

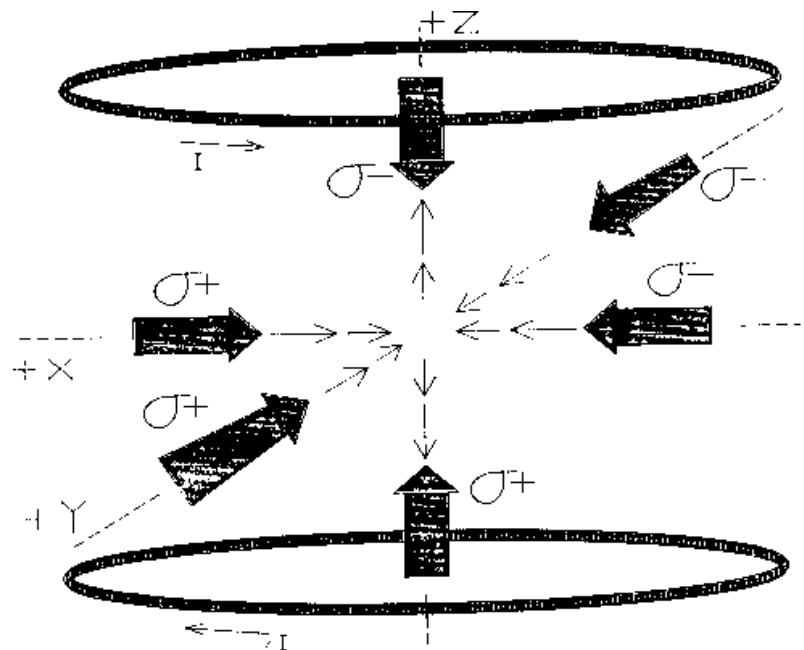
目的

長時間、狭い領域に
多くの数の原子をとど
めること

改良点

2つのコイルによる四
重極磁場

逆周りの円偏光



偏光勾配冷却



- ドップラー冷却の限界以下の冷却が可能
- 向かいのレーザー光の偏光状態を変えることによって実現

卒業研究の目的



- Rb原子(原子番号37、質量数85、87)を実際に磁気光学トラップする。
- トラップされた原子にさらに偏光勾配冷却を施す。

磁気光学トラップの原理(1)

基底状態

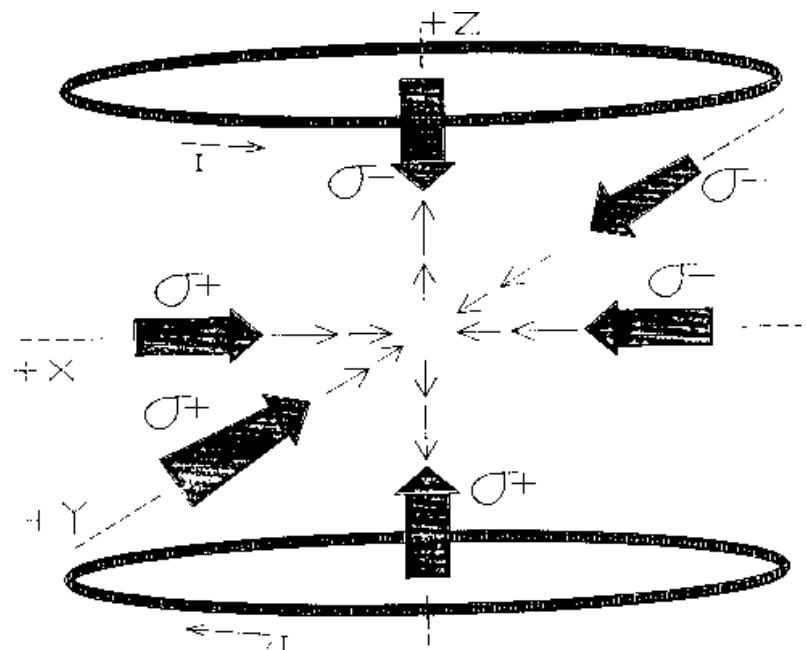
$$S = 0 (m_s = 0)$$

励起状態

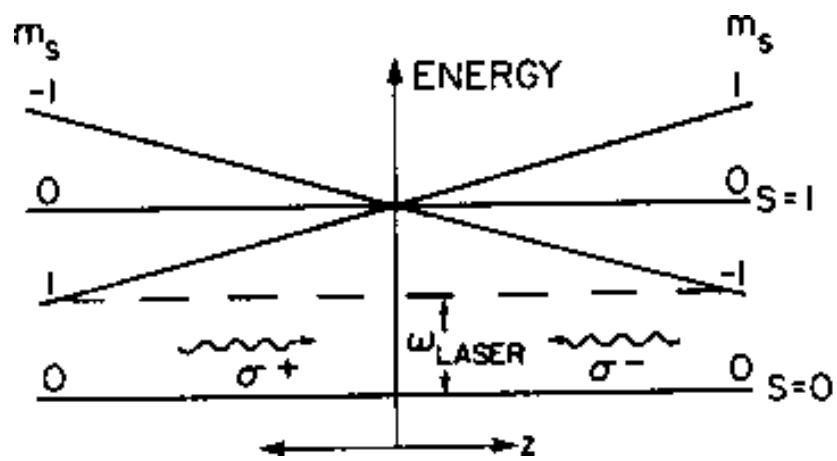
$$S = 1 (m_s = -1, 0, 1)$$

原点付近の磁場(z方向)

$$B_z(z) = bz$$



磁気光学トラップの原理(2)



■ $z > 0$ の領域

σ_- 光を多く吸収

■ $z < 0$ の領域

σ_+ 光を多く吸収

$$\Delta E = \mu m_s B = \mu b m_s z$$

■ 原点に向かう力

磁気光学トラップの実現 のために(1)

- レーザーの周波数ロッ
クシステム

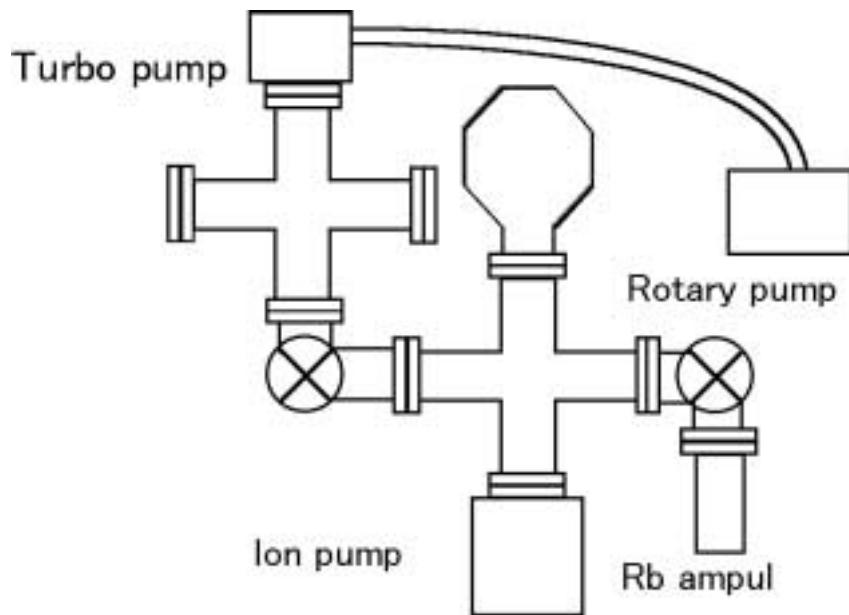
- 到達真空度

$$\approx 10^{-8} \text{ torr}$$

ロータリーポンプ

ターボポンプ

イオンポンプ



磁気光学トラップの実現 のために(2)

- 円偏光のために
 - $\lambda/4$ 波長板
- 磁場のためのコイル
 - 巻き数 150
 - コイル間の距離 6.5cm
 - 電流 1.5A
 - コイルの直径 5cm
 - 磁場勾配 約20G/cm

