


Rb原子の磁気光学トラップ及び 偏光勾配冷却



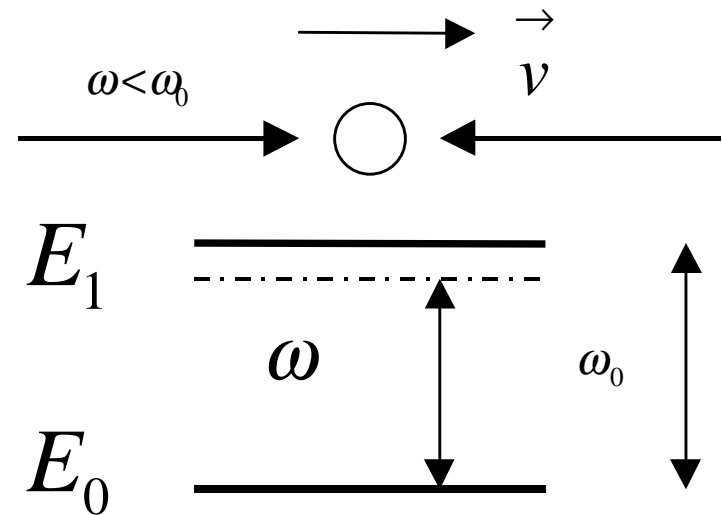
95041009

平野研究室

伊東 健一

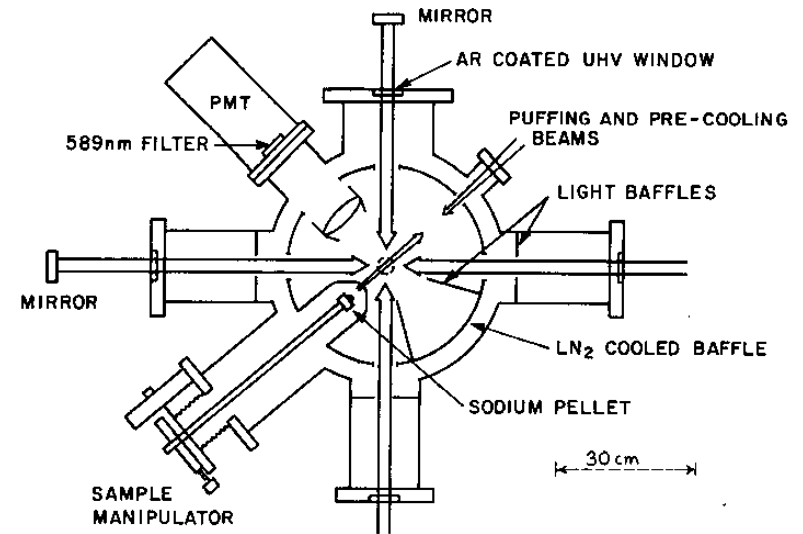
ドップラー冷却とは

- 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

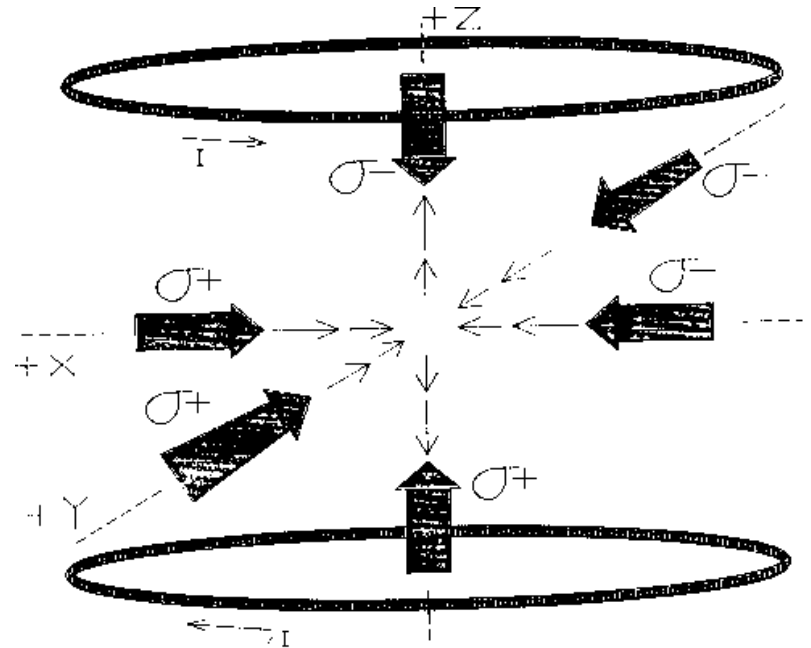
■ 目的

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

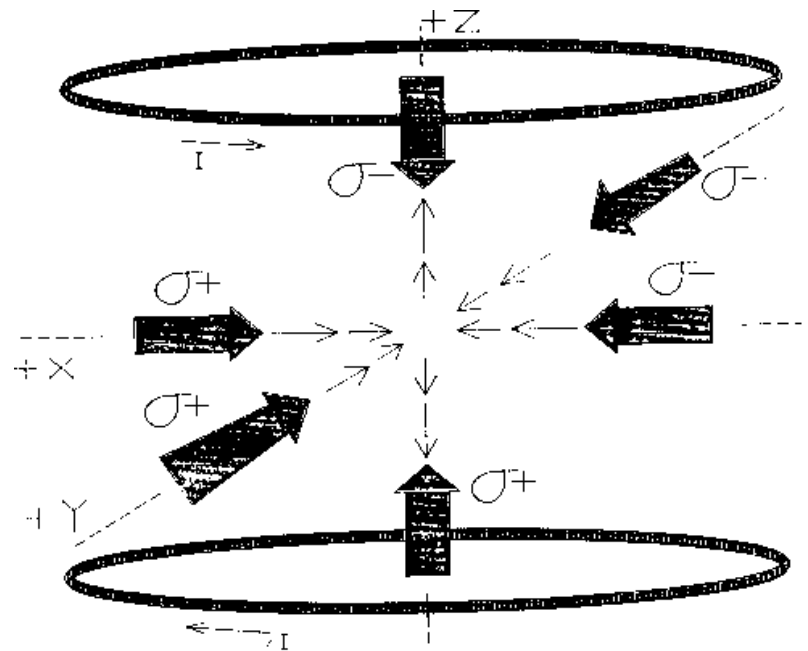
$$S = 0(m_s = 0)$$

■ 励起状態

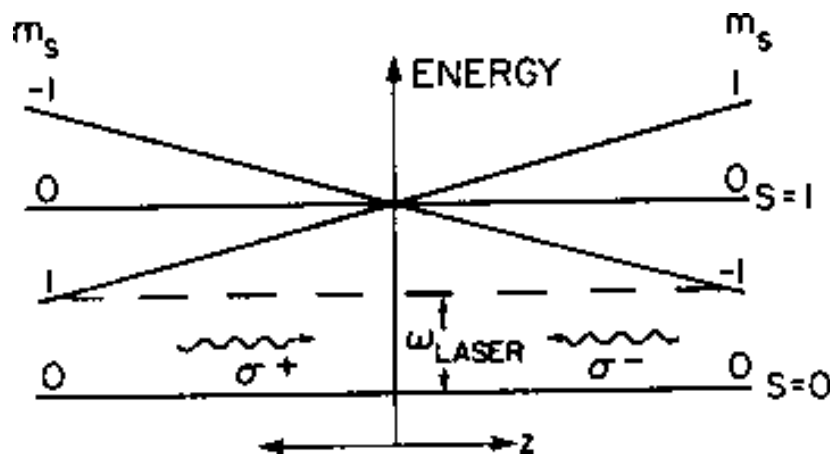
$$S = 1(m_s = -1, 0, 1)$$

■ 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

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

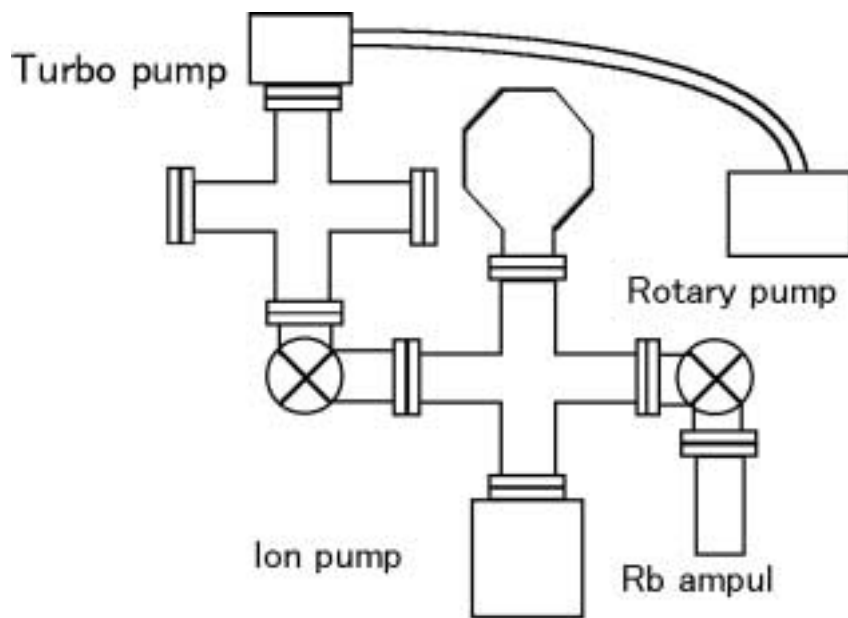
■ 原点に向かう力

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

