

光泵磁共振

孙鹏宇

基本思想

- ▶ 测量 g_F 或磁场



- ▶ 磁共振 → 塞曼子能级之间感应跃迁



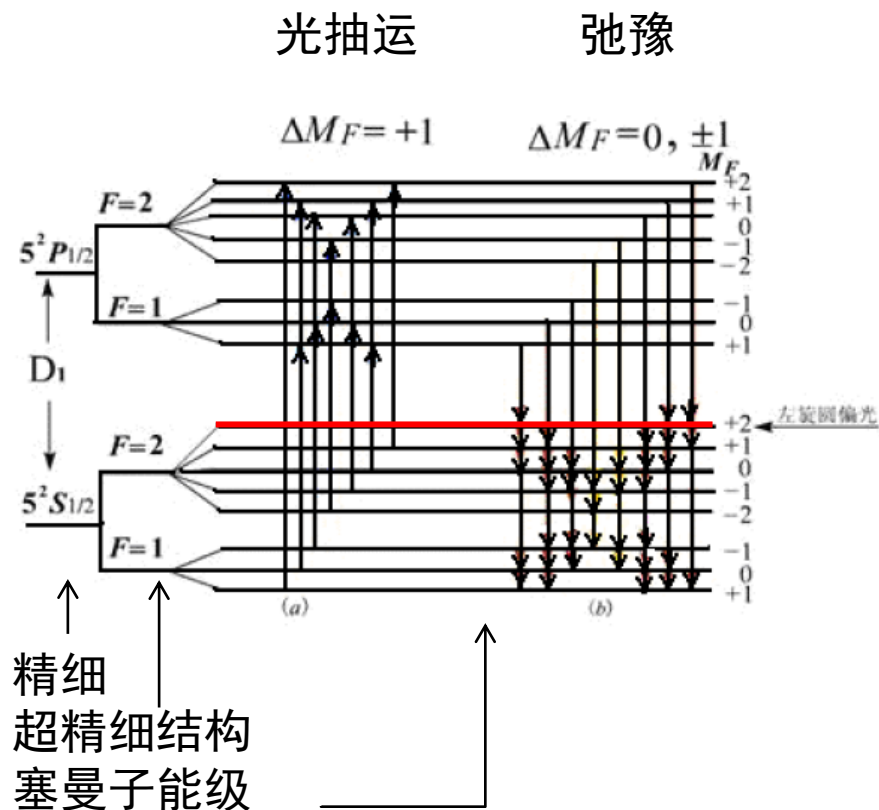
- ▶ 光抽运 → 粒子数的偏极化

- ▶ 磁共振（射频量子）检测转化为光抽运（光量子）检测，信号功率大幅提升



原理——光抽运偏极化（以 ^{87}Rb 为例）

- ▶ 抽运光： σ^+ 圆偏光
 - ▶ 选择定则： $\Delta M_F = +1$
- ➔
- 基态 $M_F = +2$ 粒子数积累
 - 抽运达到稳定



原理——磁共振

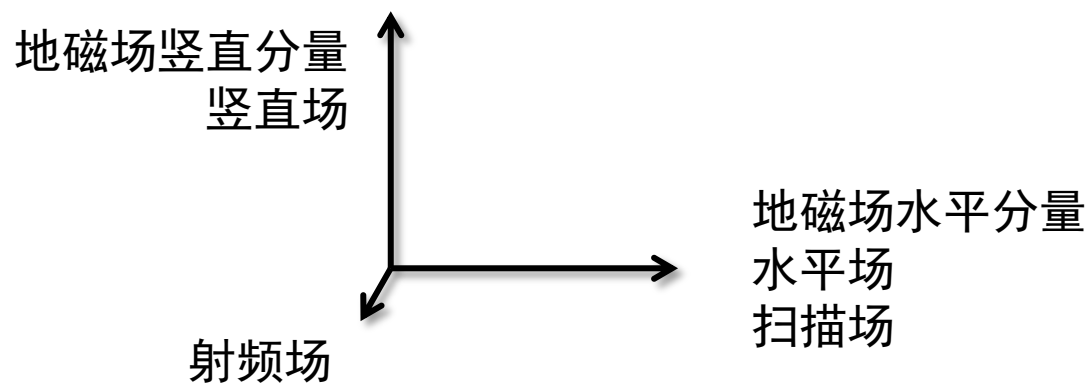
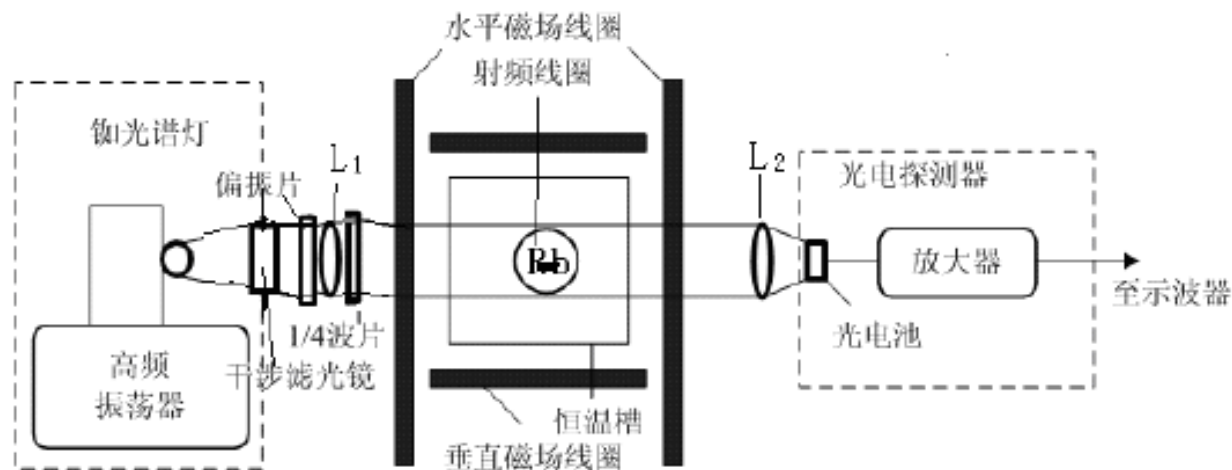
- ▶ 共振条件： $h\nu = g_F\mu_B B$ ， 垂直于塞曼分裂磁场
- ▶ ν ： 射频信号频率 B ： 塞曼分裂磁场

- ▶ 选择定则： $\Delta F = 0, \Delta M_F = \pm 1$



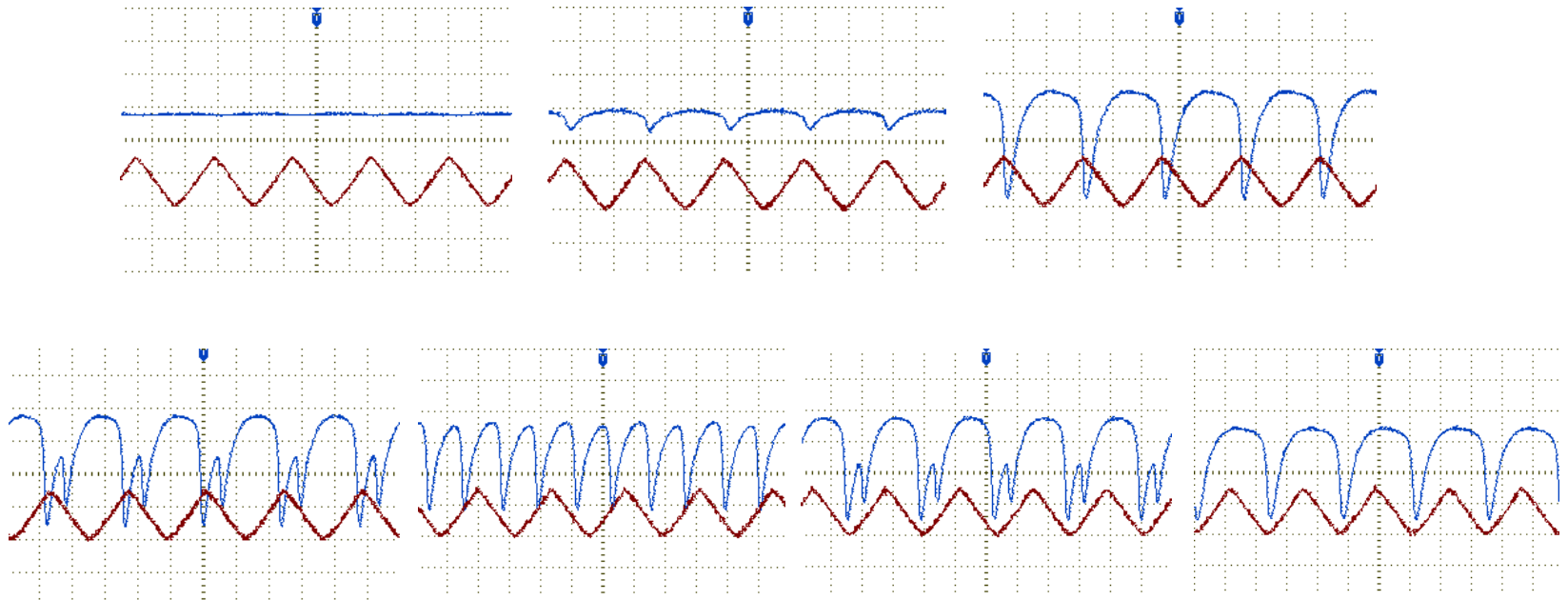
- 1 基态 $M_F = +2$ 粒子向低能级跃迁
 - 2 偏极化破坏
 - 3 重新开始抽运
 - 4 探测光减弱
-

装置



磁共振信号

频率依次增大 1381.2kHz \rightarrow 1612.5kHz

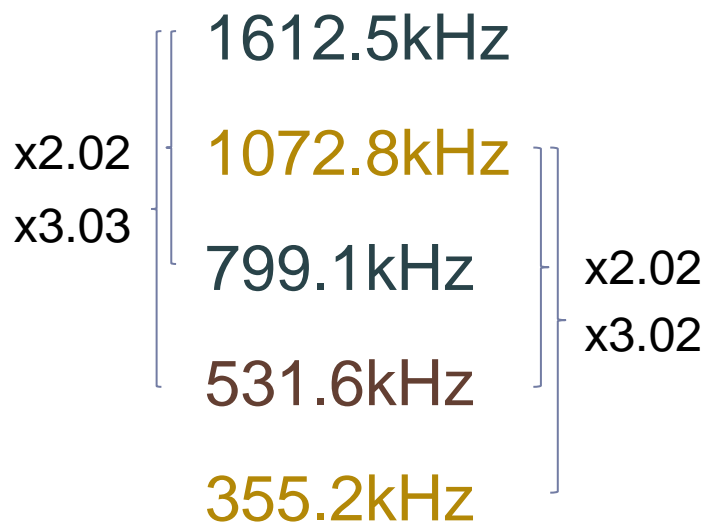


探测光信号
扫描场信号



磁共振信号

- ▶ “峰对峰” 出现对应的射频频率：



“射频信号谐波引起”

张飞雁, 黄水平, 裴积全. 光磁共振实验反常共振信号的判断与原因分析.
宁波大学学报(理工版), 2010(2)

g_F 因子测量

▶ $B_+ = B_0 + B_{\text{扫}} + B_{\text{地}}$

▶ $B_- = -B_0 + B_{\text{扫}} + B_{\text{地}}$

注意：磁场是否真正反向

▶ $h\nu_1 = g_F\mu_B(B_0 + B_{\text{扫}} + B_{\text{地}})$

▶ $-h\nu_2 = g_F\mu_B(-B_0 + B_{\text{扫}} + B_{\text{地}})$

▶ $g_F = \frac{h}{\mu_B B_0} \frac{\nu_1 + \nu_2}{2}$

▶ ^{87}Rb : 0.4961

^{85}Rb : 0.3267

▶ 理论: 1/2

1/3

▶ 偏差: 0.8%

2%



地磁场测量

$$\blacktriangleright B_{\parallel} = \frac{h}{\mu_B g_F} \frac{\nu_1 - \nu_2}{2}$$

$$\blacktriangleright B_{\parallel} = 2.64 \times 10^{-5} T$$

$$\blacktriangleright B_{\perp} = 2.17 \times 10^{-5} T$$

$$\blacktriangleright B_{\parallel} = 2.77 \times 10^{-5} T \quad 5\%$$

$$\blacktriangleright B_{\perp} = 1.94 \times 10^{-5} T \quad 10\%$$



谢谢!

Q&A