

蒸发冷却方案比较

肖波*

合肥微尺度物质科学国家实验室，安徽 合肥 230026

December 10, 2015

表 1: 各组蒸发冷却条件和结果对比

Group	Initial T	Initial PSD	Initial N	Final PSD	Final N	RF time	Dipole trap time
I.B. Spielman	$190\mu K/29\mu K$	$5 * 10^{-7}/1.79 * 10^{-4}$	$9 * 10^8/8 * 10^7$	>2.612	$1.8 * 10^6$	2.9 s	3 s+4s
Cheng Chin/Cs	$0.47\mu K$	0.0445	$1.9 * 10^6$	2.6	$5 * 10^5$		4s/1.8s
Yong P. Chen	$60\mu K$	$2.59 * 10^{-4}$	$5 * 10^5$	2.6	$4.9 * 10^4$		4.35s
Heidelberg	$130\mu K/26\mu K$	$5 * 10^{-7}/1.83 * 10^{-4}$	$5 * 10^8/6 * 10^7$	3.4	$2 * 10^5$	2s	0.5s+4s

1 J.V Porto, I.B. Spielman[1]

该组使用了一个磁阱和一个 dipole trap 结合的方法，光阱的中心在磁场中心下方一个束腰左右的位置，以减小 Majorana Loss，开始的时候使用 RF 蒸发方法 2s 内将原子冷却到 $30\mu K$ 左右，这个时候重力和磁场的力抵消，单独光阱囚禁铷原子用 4s 做蒸发冷却达到 BEC。

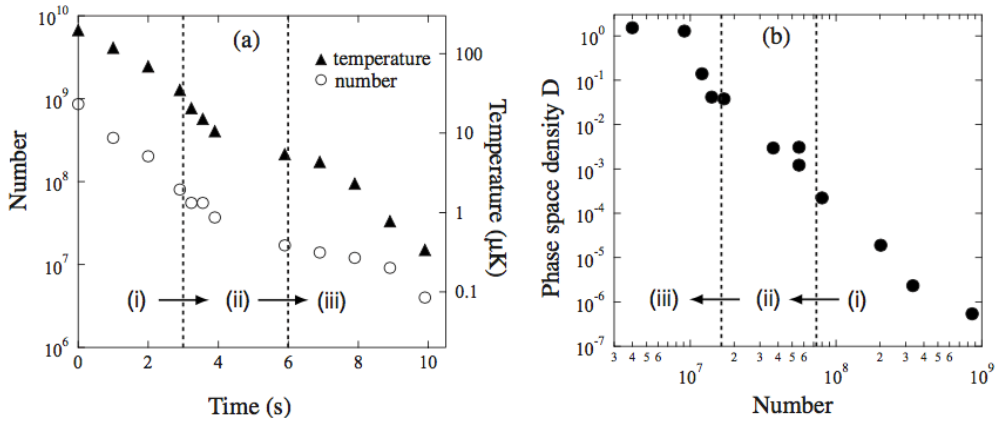


图 1: PSD and Number

2 Cheng Chin[2]

水平面的两束交叉光，交叉光中心和磁场中心重合，交叉光的存在使得势阱在三个方向上对原子都有很好的束缚，同时在铯原子处用亥姆霍兹线圈产生了一个均匀的 20.8G 用以消除三体碰撞损失。在实际蒸发过程中，只需要将梯度磁场增大使得高能原子在重力作用下逃出势阱，

*xbustc@gmail.com

达到蒸发的效果，实验者尝试在 1s 内达到 BEC，最终原子数较少 (4×10^4)。使用 4s 的时间能实现 Runaway 的蒸发，1.8s 也能达到 BEC，但是这个快速是建立在起始 PSD 在 4×10^{-2} 左右的基础上。

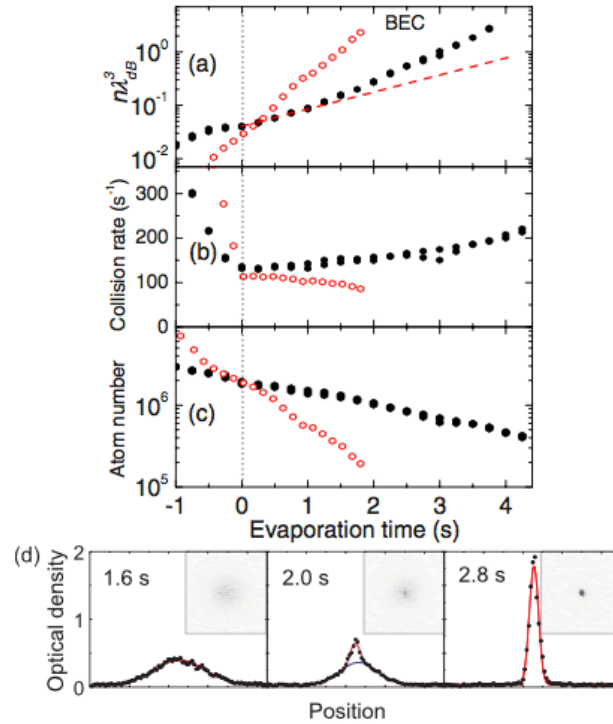


图 2: PSD and Number

3 Yong P. Chen[3]

这个方案完全是在光阱中实现的，在整个过程中，两束交叉光中心有个偏差，通过调节光强的大小，进一步可以调节平衡位置和对应的阱频率，实现蒸发，整个方案有理论模型模拟，找出了截断常数和频率与势阱深度的关系指数的优化值，在这个优化参数下，蒸发效率可以高达 3.95。该组在实现 BEC 的时候，规管显示的真空腔的气压高达 $1 \times 10^{-9} Torr$ ，这个跟我们目前的真空情况很类似，不过作者也提到，对势阱装载的测量显示真空度应该比显示的要好。

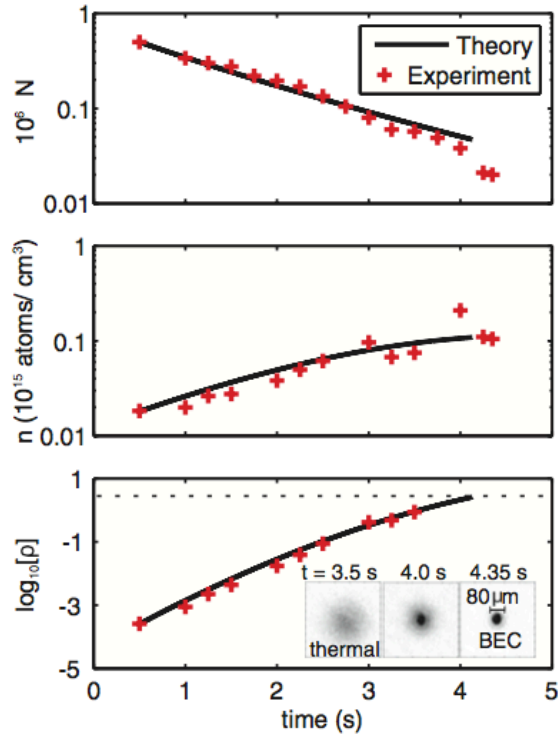


图 3: PSD and Number

4 Heidelberg

方案基本参考 Spielman 组的装载和射频蒸发，磁阱向光阱装载的时间只有 0.5s, 会不会是因为磁场关断比使用金属腔的 Spielman 组快所以可以快速装载？并且为了获得更快的蒸发速度，采用了交叉光阱以提高阱频率，提高碰撞率。

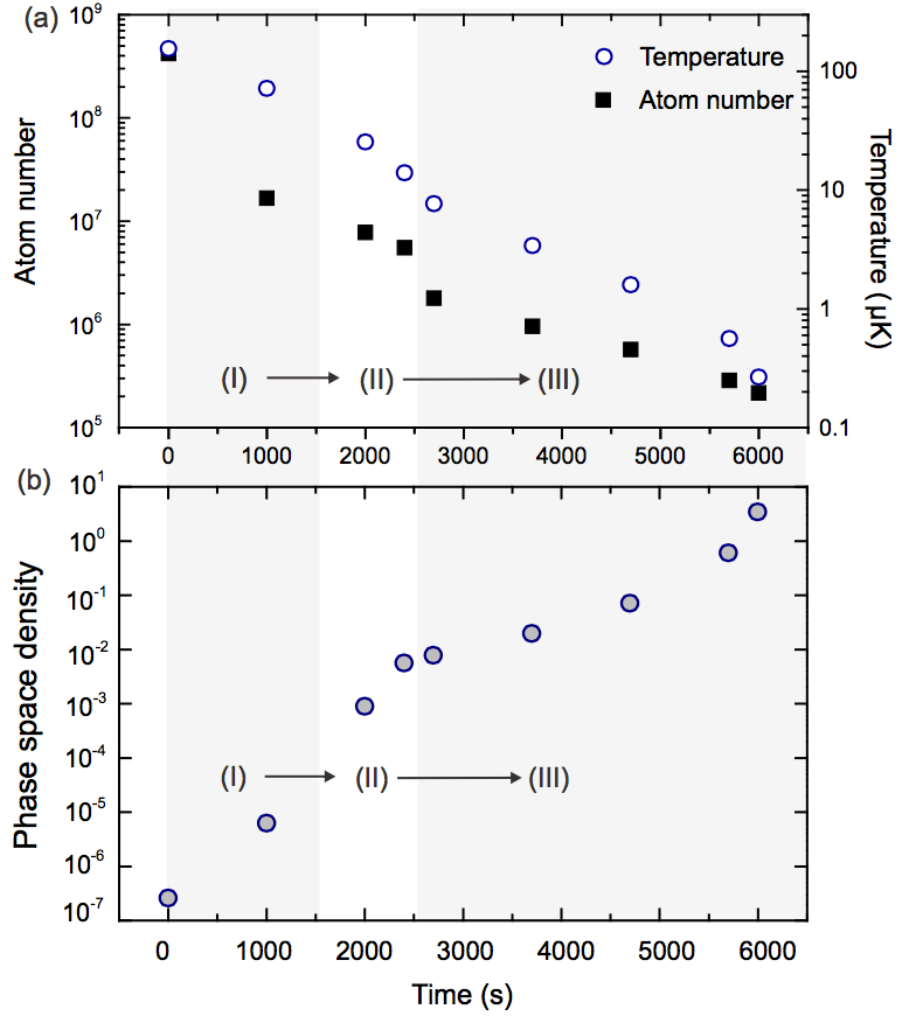


图 4: PSD and Number

参考文献

- [1] Lin Y J, Perry A R, Compton R L, et al. Rapid production of ^{87}Rb Bose-Einstein condensates in a combined magnetic and optical potential[J]. Physical Review A, 2009, 79(6): 063631.
- [2] Hung C L, Zhang X, Gemelke N, et al. Accelerating evaporative cooling of atoms into Bose-Einstein condensation in optical traps[J]. Physical Review A, 2008, 78(1): 011604.
- [3] Olson A J, Niffenegger R J, Chen Y P. Optimizing the efficiency of evaporative cooling in optical dipole traps[J]. Physical Review A, 2013, 87(5): 053613.