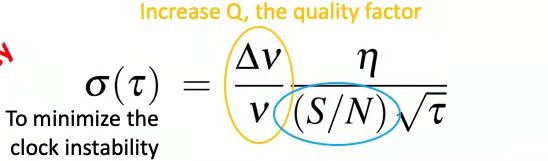
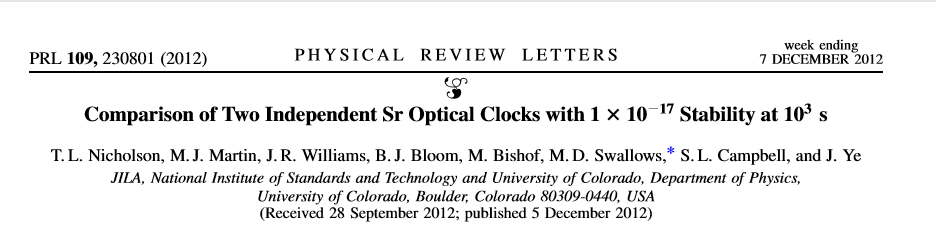
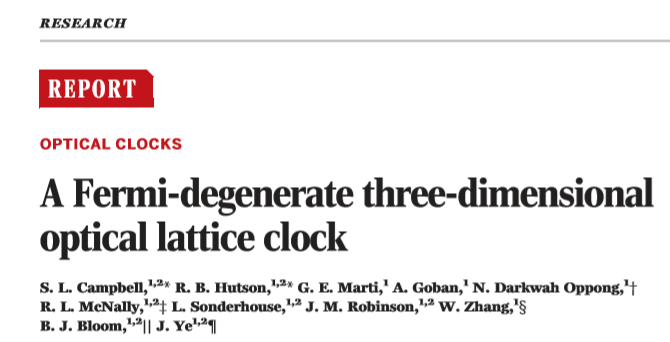
20200217 在线研讨

Q：请问这里S、N和 \eta分别是什么哇  


A：\eta 是一个常数，on the order of one，可以先不管，因为与具体系统有关。S/N 是信噪比。我们做光钟的精密测量，类似于抛硬币。只对一个原子做测量，相当于抛一个硬币，Signal-to-noise ratio，S/N，或SNR，就不如同时测量成千上万个原子的S/N大。  
是指的最后electrical signal的SNR吗？  
不是的，我们希望electrical signal永远都不是最后S/N的决定因素。最后的S/N应该由fundamental fluctuation决定。比如你有10000个原子，钟的稳定度应该由原子的quantum projection noise (QPN)决定。这个QPN是shot noise的一种。所以你可以把S/N理解成：原子数越多，S/N越大。  
这个不是PD的shot noise吧？  
不是PD的shot noise，是原子的shot noise。  
这种noise可以通过降低温度解决吗？  
不可以，实际上，在光晶格原子钟里面，温度的影响已经被光晶格去掉了。但是降低温度配合3D光晶格，有其他的好处。

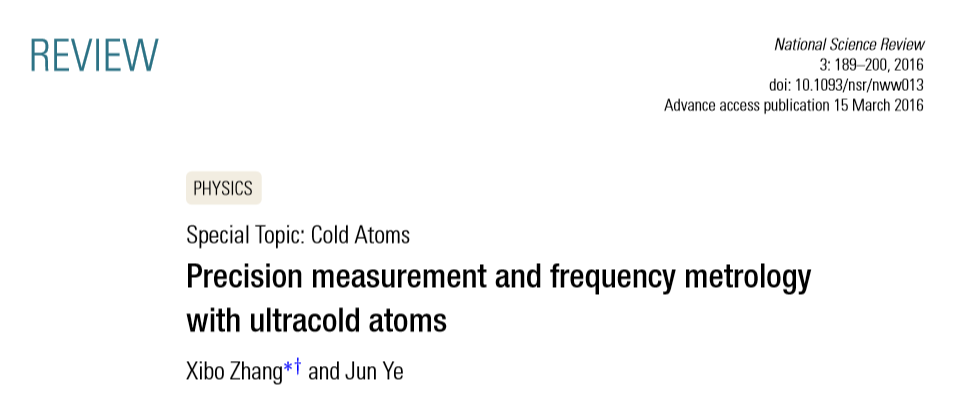
关于原子的shot noise（QPN），可以参考这篇文献（2012年）

ITCAE\_Ref001   
关于降低温度和三维光晶格的好处，可以参考这篇2017年文献:  


ITCAE\_Ref002

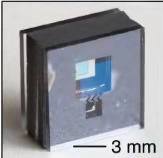
Q：请问老师可不可以有空分享一下光晶格钟的原理和进展？

A：关于光晶格原子钟的原理和最近的进展，可以参考我和叶军老师2016年写的一篇小文。这里面也有如何去掉温度效应的详细描述。



ITCAE\_Ref003

Q：如果是vapor cell的话是不是没法做optical lattice？我不是特别懂 有没有体积的限制？  
A：Vapor cell 带来的主要问题是真空度比较差，一般在10^(-10) torr 到 10^(-9) torr，这会导致原子云的寿命较短。Vapor cell 本身并不一定是小体积，它可以是一个比较大的chamber。我想你也许可能另指Glass cell？  
如果非要做小的呢？比如这个size。

  
Glass cell是玻璃腔构成的chamber，一般Glass cell的体积是比较小的，但是再小，也比通常的冷原子云（几百微米）大得多，它的限制主要在于不容易得到双面的broadband anti-reflection coating，使得光在打进去、出来、再进去的时候，损耗比较大。但是可以通过特殊角度/偏振入射的技术来克服。

你发的这个1cm左右的cell，我不是很熟悉。感觉是为了便携式仪器。美国有一个公司叫Cold Quanta，就做这种。直接从背景气体里面load MOT，甚至做dipole trap等等。  
Vapor cell的背景压强高，真空度达不到10^(-11) torr——因为它要保持background vapor pressure来load atoms。但是如果你的要求低，只是做个磁光阱（Magneto-optical trap, MOT）的话，也是可以的。这种仪器的好处是省下了前阶段的原子冷却，如Zeeman slower, 2D MOT，transverse cooling等等，比较紧凑。

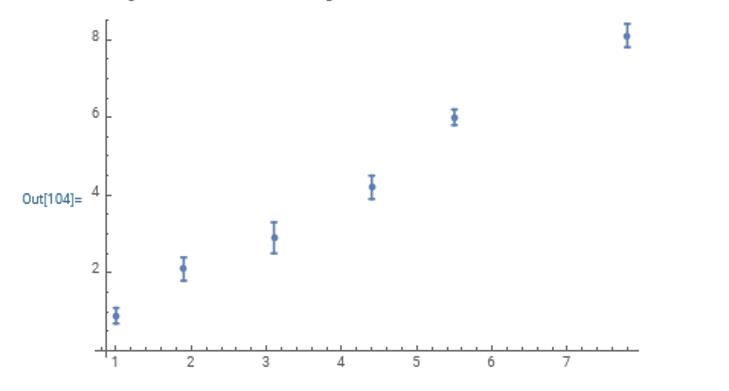
相比之下，Glass cell可以达到10^(-11)的高真空，它是为了避免金属腔体的电磁效应而设计出来的。体积小，窗片小，就需要特殊设计的光学技术工艺，可以做光晶格。

嗯嗯明白了，这个是NIST的人做的 貌似是Kitching和Hummon。

咱们群里的一些同学名字，我似曾相识，应该是在普物实验《杨氏模量》里面见过。上过我的那节实验课的同学还记得，我们需要在最终结果中计入单点测量误差的贡献。在那里，我们每个点的测量误差都是相同的。

有同学会问，如果不同，又当如何解？  
得看误差分布的形式吧，比如高斯误差就可以方差合成?

比如这种：



我们课程第三讲（Class 03 - From Data to Meaning）给出一般的处理方法。

这里的errorbar本身也是有误差的吧？我们平常用的是一个真正variance的无偏估计。  
这里的error bar的作用是为了给每一个点一个权重，error bar大的，在拟合中的比重就小。大家去看会发现，其实拟合和平均是非常类似的概念。平均，是只有一个参数的拟合。拟合，就是特定形式的、可以多于一个参数的，类似于加权平均的过程。我在第三讲里给出的，是经过光钟数据分析实战的方法。这里提前说一下，大家早把玩，早得利~

希望大家在这门课程的学习中看到，在各个具体形式下，有着相同的中心思想；善于化繁为简，抓住最核心的东西，比如相干（coherence），打通关节点，一通诸通。

第二讲的题目是精密测量，大家听课件时想一想，什么是准确度（precision），什么是精确度（accuracy），稳定度（stability）与它们有什么关系。如有疑问，我们下周一仔细讨论。可以参考我今天发的ITCAE\_Ref003 综述文章。