

# 中秋科普

Weiling Luo (罗玮凌)

High School Affiliated to Renmin University of China, Beijing, China

## 摘 要

本文转载微信公众号 RDFZPhysics 发布的推文《中秋节到了，你对月亮的认知有多少呢？》。

## 1 引言

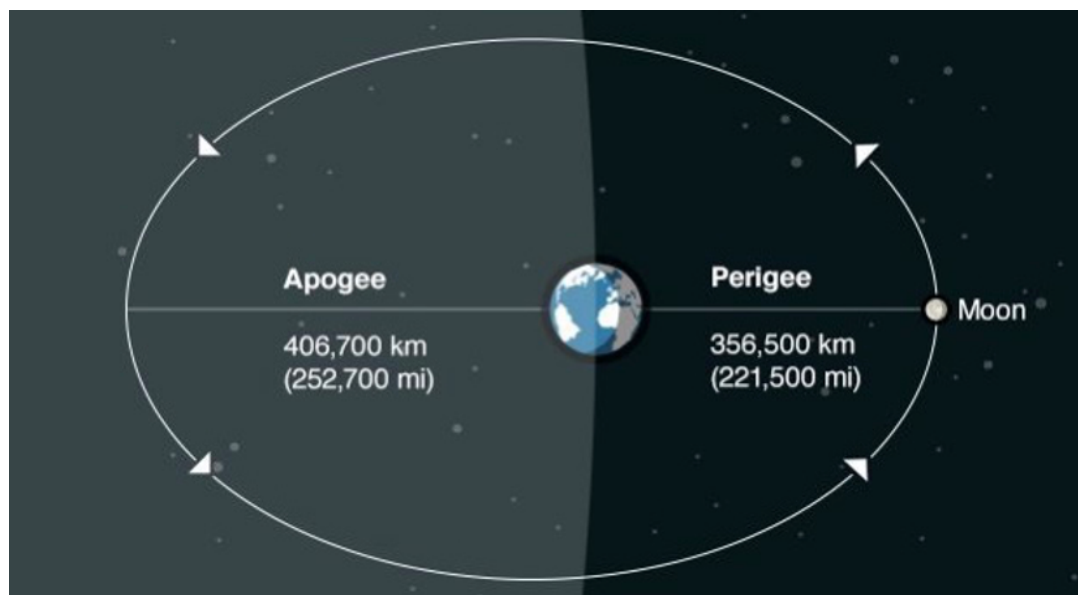
又是一年中秋节，物理社先在这里祝大家中秋快乐！关于月亮的知识你又知道多少呢？

## 2 超级月亮

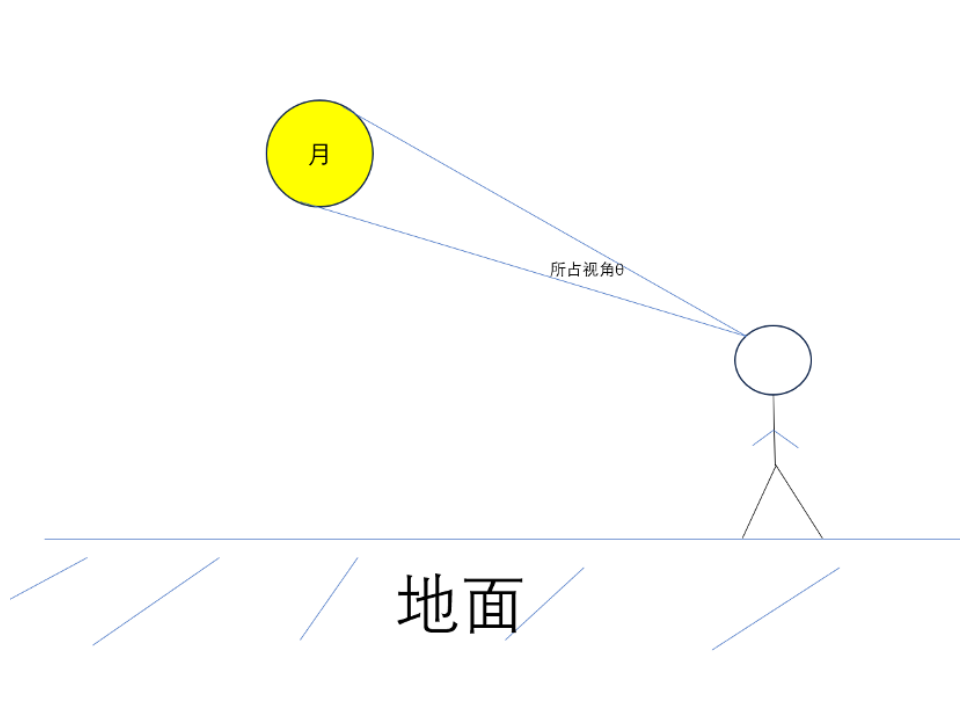
非常巧的是，今年中秋的月亮正是超级月亮！那么超级月亮到底超级在哪呢？

### 2.1 月亮在椭圆轨道的近地点

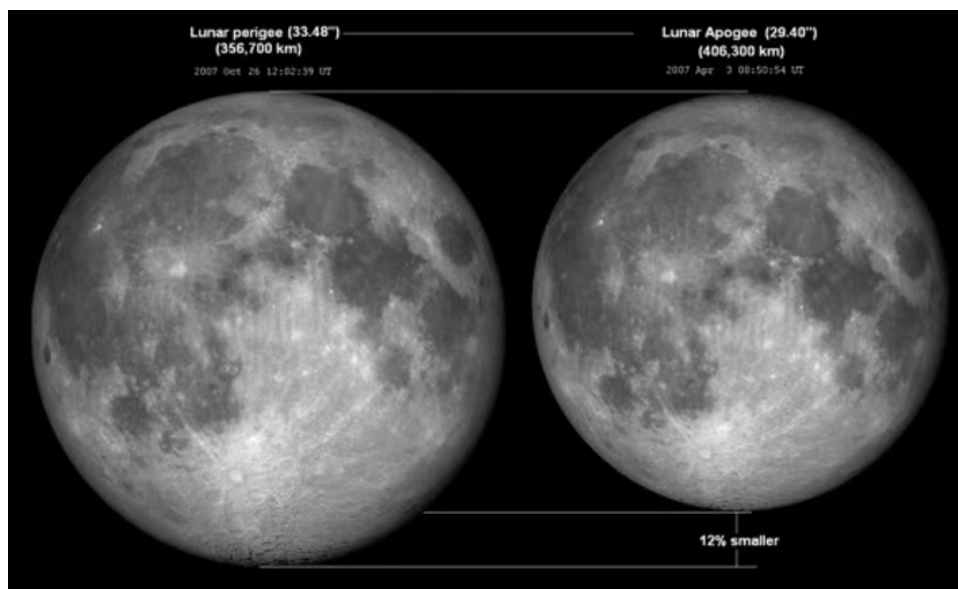
我们都知道，月亮绕着地球转，然而月亮的轨道并不是一个完美的圆，而是一个椭圆形。



当我们站在地球表面观测月球时，近地点的月球所占视角为  $0.5482^\circ$ ，而远地点的月球所占视角为  $0.4911^\circ$ 。



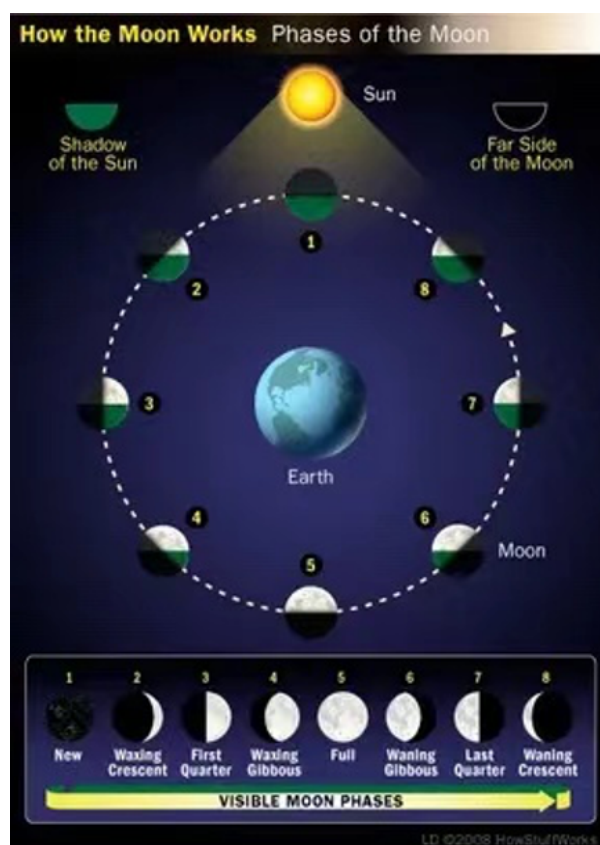
这是什么概念呢？请看下方对比图：



是的，远地点的月亮要比近地点的月亮视觉上小 12%！这就是为什么超级月亮看上去非常非常大。而今晚的月亮距离地球约为 358400km 左右，月球的位置非常接近近地点，也就意味着我们能看见非常非常大的月亮！

## 2.2 满月

说完了轨道，我们再来看看月相。



想要一个又大又圆的月亮，那必然是要在满月的时候，月亮对着地球的整个面都被太阳照亮，地球上的人们也可以看到圆圆的月亮。月亮绕地球转一圈的时间约为 27.32 天，但同时地球也绕着太阳转了一定角度，因此月亮绕到和太阳与地球在同一角度的时间间隔大约为 29.54 天。因此，月相变化的一个周期为 29.54 天，而我们的老祖宗正是靠着月相变化周期制定的农历历法。

### 3 十五的月亮十六圆

又是近地点又是满月，是不是觉得今晚能看到超级无敌宇宙第一好看的月亮了？然而，当你打开一款天文软件时，你会发现.....



什么？今天不是中秋吗？为什么满月是9月18日？我的超级月亮呢？

大家肯定听过一句话叫：十五的月亮十六圆。

那么为什么“十六圆”呢？这还是要从月球的轨道说起。

月球绕地球转的轨道是椭圆的，地月系可近似看作二体系统，且地球质量远大于月球质量，则可使用以下方程：

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

其中  $G$  为万有引力常数， $a$  为椭圆轨道半长轴， $M$  为地球质量， $m$  为月球质量， $r$  为地月距离， $v$  为月球速度。当月球绕着地球转时，由于地月间距离不断变化，月球的公转速度也在不断变化，有时靠近近地点转得更快，有时靠近远地点转得更慢。再加上地球和月球都不是完美的质量分布均匀的球体和其他天体引力的干扰，每次满月的时间都不是固定的，最早可能出现在十四的晚上，最晚可能出现在十七的早上，所以说除了“十六圆”，还有可能是“十四圆”和“十七圆”！总的来说，满月通常会在十五和十六出现，并且这句话使用了互文的修辞手法，想说的实际意思是十五十六的月亮都很圆。今年中秋的满月会出现在北京时间9月18日上午10:34，也就是农历八月十六，而那时候我们都要硬撑开被502粘上的眼皮听老师念经。。。那么，古人为什么不把十五和十六都定为中秋节呢？这样还能多一天假期（bushi）。

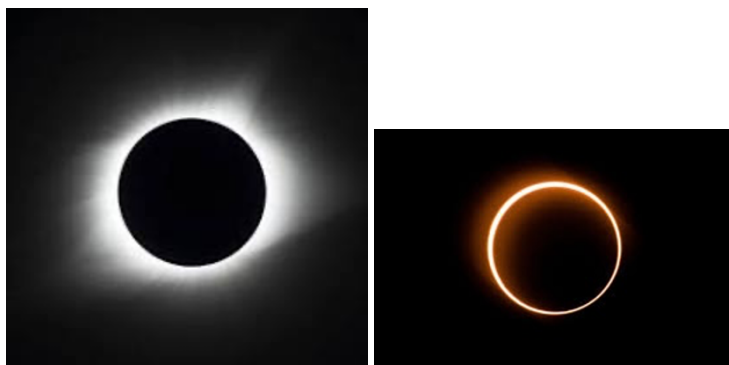
总之，虽然中秋之夜看不到满月，但有家人的地方就是团团圆圆的中秋节。

## 4 日食

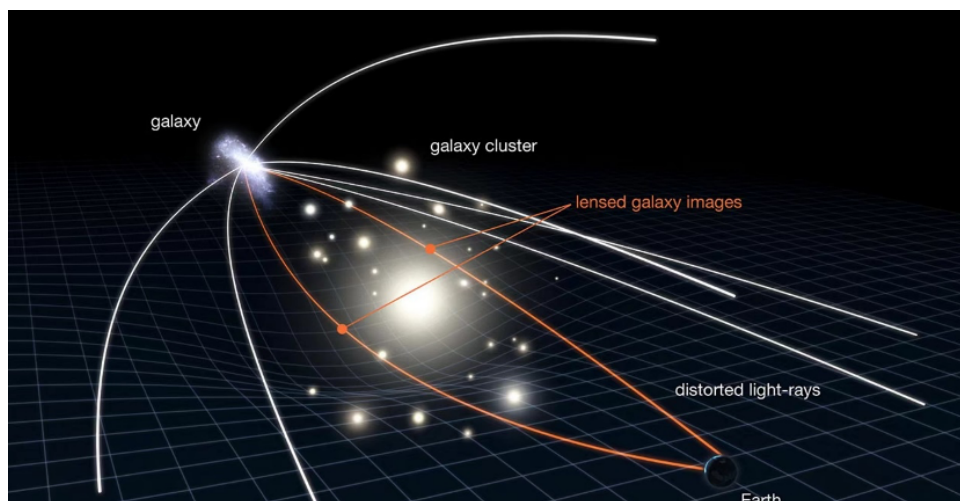
月球在围绕地球转的时候，地球也在围绕太阳转，在远日点时太阳所占视角约为  $0.532^\circ$ ，而在近日点时太阳所占视角约为  $0.542^\circ$ 。

看到这两个数字的你有没有觉得 amazing！竟然和月球所占视角这么接近！这难道是上帝的安排？站在地球之上竟然觉得月球和太阳差不多大！

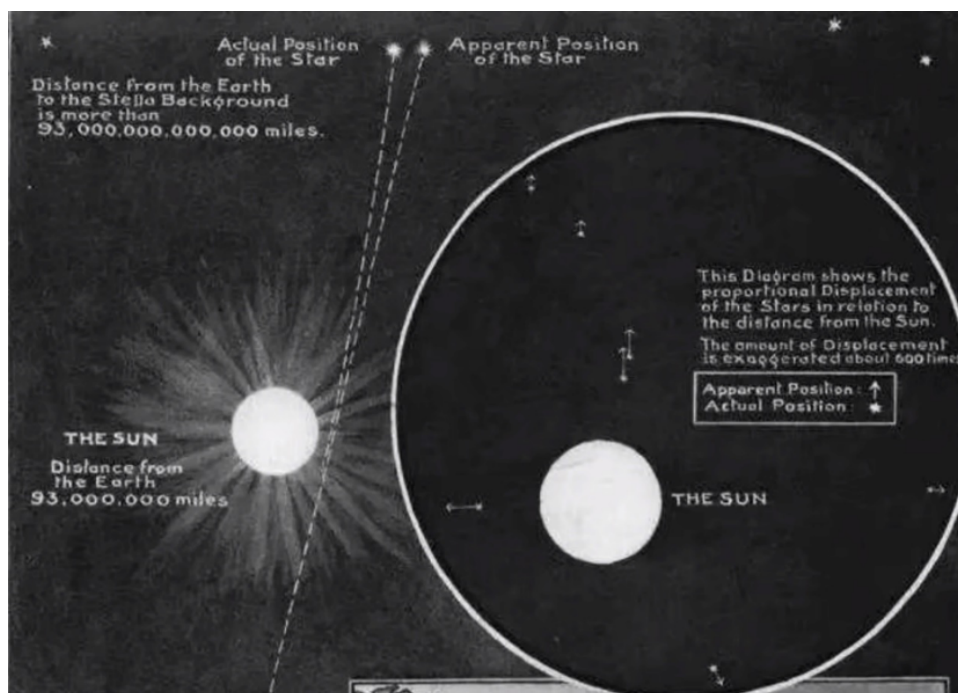
当月球所占视角大于太阳所占视角且二者重合时，就会出现日全食，而当月球所占视角小于太阳所占视角且二者重合时，就会出现日环食。



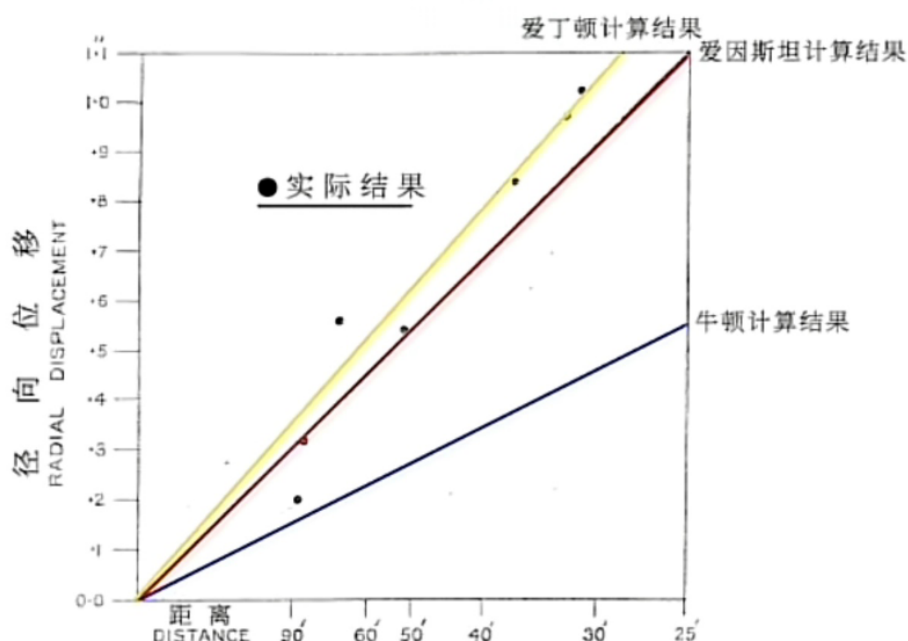
也正是因为月球和太阳的大小和到地球的距离使得他们在地球上观测有相似的大小，月球被用来研究太阳。1905 年，年轻的爱因斯坦发表了狭义相对论，其中有提到大质量的物体会弯曲周围的时空，而光在穿过这些区域时会发生偏折，俗称引力透镜效应。



那么这个理论对不对呢？做个实验不就知道了！我们身边质量最大的物体就是太阳，科学家们决定测定太阳后方的星星的位置是否会与平时出现偏折，但太阳的光线太过耀眼，且大量蓝光在大气中散射使得我们在白天几乎看不到除太阳外的恒星，于是科学家们等了一个时机——日全食。1919 年 5 月 29 日，英国科学家爱丁顿和他的助手在西非日全食时，记录下了太阳背后的恒星，并对比于平时的位置再稍加处理后，得到了这张图片。



太阳周围的星星无不因为引力透镜效应向外偏移，且偏移程度几乎完全与爱因斯坦的理论计算吻合度极高，自此，爱因斯坦和他的相对论登顶神坛。

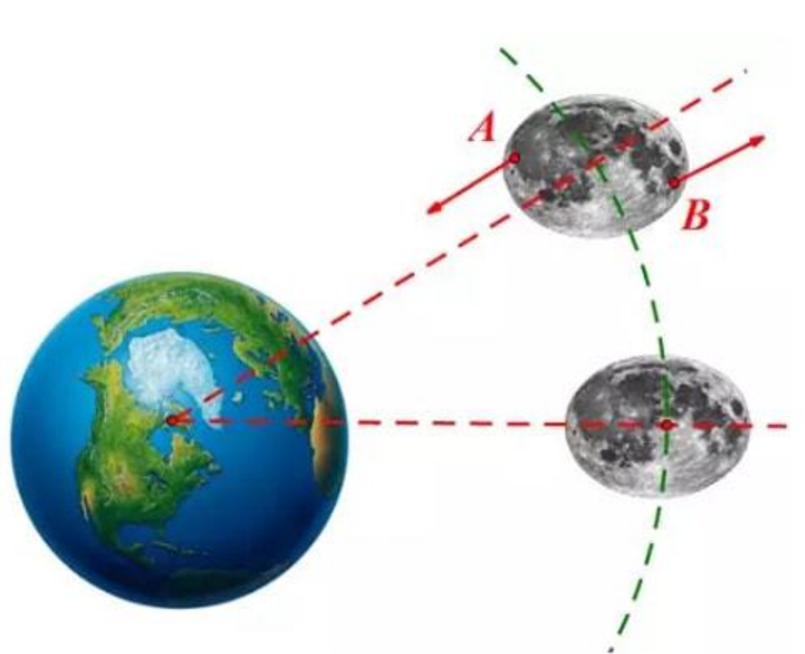


## 5 正在远离我们的玉轮

怎么样？听完刚才的故事有没有觉得月亮非常厉害？但有个不好的消息是，月亮正在以每年 3.8cm 的速度远离我们！这就意味着，大约在 6.5 亿年到 14 亿年之后，我们将永远也看不到日全食了。14 亿年？好小众的数字。。。这是为什么？我们不得不请出一位新的朋友——潮汐能。地球和月球都不是完美的质量分布均匀的球体，因此，地球会被月球拉成长轴与月球共线的椭

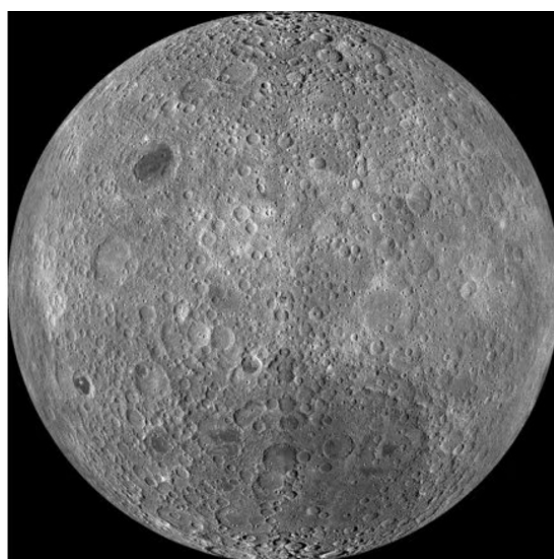


球体。由于椭球体两边受力不均，地球的公转速度会越来越慢直到最后只有一面朝向月球，但那大概率会发生在被太阳吞噬之后，也不用担心黑心老板堆出月景房啦 然而因为角动量守恒，地球的角速度变慢的同时月球必须远离地球以获得更大的角动量，这也就是为什么月球在远离我们的原因。事实上，月球早已被地球潮汐锁定了。



引潮力对月球的作用

当月球的长轴不对向地球时，椭球体的两边会因受力大小不一样而产生力矩修正月球的朝向。这也就是为什么我们在地面上永远只能看到月球的一面，直到 1959 年，前苏联的月球 3 号探测器才拍下了第一张月球背面的照片，人类也第一次看到了这颗美丽的卫星背面的样子。



这就是今天全部的内容啦，祝各位中秋节快乐！让我们用北宋文学家苏轼的一句诗作为结尾：

但愿人长久，千里共婵娟