



**Q:** 为什么电磁波既可以用于加热物体，又可以拿来冷却原子呢？

**A:** 用过空调的朋友知道这个常识：空调既能够出热风也能生凉风，原因是电能的工作方式不一样，在两种工作模式下电能分别用于热损耗与热转移。同样，电磁波用于加热还是冷却，取决于电磁波与物质的作用方式。在作用方式主要是吸收时，电磁波会加热物体；而在特殊情况下，通常是激光作用于跃迁能级与激光波长匹配的原子系统，此时原子吸收光子的同时还释放光子，而且释放的光子能量会超过吸收光子能量，导致无规则运动自由度逐渐被电磁波限制，根据微观温度的定义，原子被冷却了。

**Q:** 无线充电是怎么实现的，会不会对人体有害？有没有可能像无线信号随处可得？

**A:** 无线充电有很多种方案。电容式——原理即是交流电可以通过电容器，用电器上有一个极板，充电器上有一个极板，可以通过两个极板构成的电容器进行交流充电；电感式——两个线圈通过磁场耦合传送能量，这种充电方式有明显的特点：为了达到较高的耦合系数和品质因数，用电器需放在特定的位置；无线电波式——基本原理类似于早期的矿石收音机。主要有微波发射装置，微波接收装置。接收电路能捕捉无线电波的能量，随负载做出调整，保证稳定的直流电压；磁场共振式——能量发射装置，能量接收装置均调到一个特定的频率上共振，他们可以交换彼此的能量。

到目前，还没有任何机构得出无线充电对人体有害的结论。

要让无线充电像现在的无线信号一样俯拾即是，很难。但是，这项技术仍然有望实现。

**Q:** 我们一般说宇宙诞生至今 137 亿年，根据相对



\* Q&A 选自中国科学院物理研究所微信公众号每周五发布的《问答》专栏。受篇幅所限，这些答案难以善尽美，欲深入了解其中缘由的读者请同时参阅相关专业书籍。

论，时间和参考系有关。那么这种说法是以哪个参考系说的呢？不可能是地球吧？

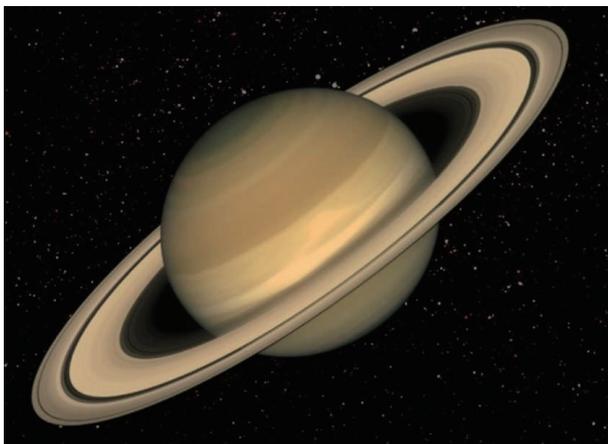
**A:** 天文学家在处理有关宇宙中的距离、时间等问题时，通常使用的是所谓的共动坐标系 (comoving frame)。根据哈勃定律，我们知道整个宇宙是在膨胀着的，并且我们把由于宇宙的膨胀效应而带来的天体运动称为哈勃流。想象有一个观测者，他和哈勃流保持相对静止，那么宇宙的一些宏观性质，比如微波背景辐射，对于他来说就是各向同性的。从这个观测者的角度出发，我们就可以着手建立一个坐标系。接着，我们把宇宙的膨胀想象成吹气球，开始时，我们在气球上画好坐标线，随着我们吹气球，气球上某两点之间的距离越来越大——但注意，这两点的共动坐标 (comoving coordinate) 是不变的！我们可以认为，是气球表面单位距离的长度发生了变化。在宇宙学里，我们使用尺度因子 (scale factor) 这一概念来表征距离膨胀的尺度。以共动坐标系出发，我们就可以得到关于宇宙的一系列性质。

**Q:** 听说物质不止三态。那有几态啊？

**A:** 我们知道物质聚集状态有固态、液态和气态。把气体物质施以高温、高压、电磁场、放电、高能磁场、热核反应等作用，气态原子便电离成带电离子和自由电子。它们电荷相等，符号相反。这种状态是等离子体，物质的第四态。

将固态物质施以高压，非金属会变为金属，继续增大压力，物质中的电子会被挤出原子，形成电子气体而原子核则紧密排列，这是物质的第五态——超固态；继续增大压力，核外电子会被挤到核内，电子与质子结合形成中子，便是物质的中子态，这可能就是物质的第六态。

2004 年，台湾大学发表了一份研究成果，他们观察到水分子等物质进入细胞膜时，会形成一种新的物质状态，称为“酯膜结构”。2005 年，美国布鲁克海文国家实验室用相对论重离子对撞击制造出“夸克胶子等离子体。”以上两个都有可能是物质的第七态。



**Q:** 为什么行星的光环总是在行星赤道上空?

**A:** 行星环一般认为是行星的卫星进入行星的洛希极限内被行星的潮汐力撕裂而形成的, 也有可能是其本身就在行星的洛希极限内, 因为行星的潮汐力而无法形成卫星。不论是哪种情况, 都是行星的潮汐力的作用而形成的。因为潮汐力最大的方向在行星的赤道平面上, 故行星在行星潮汐力的牵引下, 构成行星环的物质就会绕着行星赤道所在平面运动。

**Q:** 为什么滑动摩擦力小于最大静摩擦力? 和接触面的分子结构有关么?

**A:** 这是一个很好的问题, 摩擦学是一个比想象中要复杂得多的学科。对于干摩擦(静摩擦和滑动摩擦)至今也没有很好的模型能够从理论上预测摩擦力的大小。但对于为何静摩擦力普遍大于滑动摩擦力, 一个比较流行的解释是: 由于摩擦力是由两个物体接触面之间的原子相互作用而产生的, 而物体间又存在扩散作用, 因此静止时会比相对滑动时有更多的原子参与到相互作用中, 而因此最大静摩擦力会大于滑动摩擦力。值得一提的是, 这一定律作为实验定律并不总是成立的, 如费曼在他著名的讲义中提到“很多人认为, 使物体运动所需克服的摩擦力(静摩擦)大于保持物体滑动所需的力(动摩擦)。但是在干燥金属中很难显示出有什么差别。”

**Q:** 利用氢气球听地震或海啸的次声波, 真的可行么?

**A:** 风暴来临前会产生次声波, 次声波的频率小于

20 Hz, 人耳听不到, 但是这个频率却很接近氢气球的固有频率。如果有风暴来临的话, 风暴产生的次声波会与氢气球产生共振, 这种震动能被氢气球周围的人感受到, 因此, 常用氢气球预测海上风暴。

地震时会产生次声波, 但是在查阅一些资料后并没有发现通过氢气球监测次声波, 或许存在比用氢气球更好的方式监听地震产生的次声波。

**Q:** 电子如何测出晶体里原子间距离, 关于电子晶体学的一些知识?

**A:** 在电镜中电子通过晶体时会受到晶体内原子产生的静电场的作用, 这一静电场是由晶体不同位置的电势差产生的。晶体的原子位置可以从晶体的静电势的分布图中得到, 电势高的地方对应着晶体中原子的位置。在电子显微镜中, 由于物体与电子束的交互作用, 使透射物体的电子束或电子波携带了物体的结构信息, 物波在电镜中经过物镜, 中间镜和投影镜的作用, 最后在像平面上形成像波。由于电子波与原子势之间的作用比较强, 只要经过几个原子层就会产生几十甚至几百束强的衍射, 即电子通过样品时要遭受到多重散射, 产生动力学衍射, 电子的动力学衍射效应导致了用电子衍射分析晶体结构的复杂性。到目前为止, 还没有得到一个很好的能够描述电子动力衍射的解析表达式。电子晶体学家所能够做的是从不同的角度寻找近似公式。例如: 如果样品很薄而且是由轻原子构成并且电子的能量很高以致被散射电子波与入射电子波几乎平行, 这时电子穿过样品后只有相位移动, 而保持其振幅不变化。这就是所谓的弱相位物体近似。这时的波函数与投影势成线性关系, 因此从实验上获得的电子显微像就成为晶体结构在电子束方向的投影。

**Q:** 如果恒星死亡了, 它们行星的最后命运是怎么样的?

**A:** 恒星死亡总具有外层物质向外膨胀或抛撒的过程, 而且质量越大的恒星这个过程越剧烈, 可以想象恒星死亡时, 行星通常会被外层抛出的气体撕裂或者吞噬, 应当很难保留下来。以太阳为例, 太阳在红巨星阶段预计表面会膨胀到地球、火星的轨道位置, 那么内层的行星会被吞噬, 火星以外的行星大多是气态的, 那其中的物质就很可能被吹走了。