



Q: 倘若我把一张纸巾揉成细长的形状，把其一端放入水杯中，结果水就自己沿着纸巾上来了，是谁对它做的功？又是谁做的功？

A: 纸巾的主要成分是纤维素和各种增强剂。纤维素呈网状结构，由于浸润现象，会对水产生一定的引力，使水被吸入纸内，这个过程中分子间引力做功，系统的总势能减小，尽管水的重力势能增大，系统整体势能依然减小，处于更稳定的状态。可以用空水瓶和纸巾自己做一些实验，比较纸的种类和水上升的高度和快慢的关系。

Q: 弹力到底是四种基本力中的什么力？

A: 弹力不是四大基本力，弹力是四大基本力中的电磁力的宏观表现。本质是材料分子在外力做功下偏离电磁场基态，电磁场被激发而储存的额外能量就是弹性势能。

Q: 如何理解测量导致波函数的塌缩？是因为测量造成的扰动相对于被测量的量子体系总是很大，这个很大的扰动导致了波函数的塌缩吗？

A: 这种说法呢，对也不对。量子体系能量很低，因而测量造成的扰动会对体系产生不可忽略的影响，这个看法很正确。但是，细究起来，为什么会塌缩到被测量的某一个本征态而不是其他什么随便的状态，却并不显然。波函数的演化大致可以分为两类：按照薛定谔方程的演化，记为U；以及观测导致的波函数的塌缩，记为R。目前，对于波函数塌缩的动力学过程并没有公认的解释。对此已经有提出不少模型了。尤金·维格纳(Eugene Wigner)曾提出一种理论，大意是无意识的物质按照U演化，而一旦有意识的个体和物质所处的量子态发生纠缠，就会发生R的演化。罗杰·彭罗斯(Roger Penrose)在一系列著作(比如《皇帝新脑》、

《意识的阴谋》等)中创建了量子引力模型来解释波函数R的演化。除此之外，不一而足。总之，R的演化作为假设可以建立完整的量子力学，但是我们仍然不能很好地理解R的动力学原因。

Q: 两块磁铁上下放置，上面的那块磁铁理论上有一个点使其受力平衡，即处于悬浮状态，为什么现实实验找不到呢？

A: 对于平衡位置，首先需要区别几个概念：稳定平衡、不稳定平衡、随遇平衡。比如一个小球放在山谷，山顶和平地上都存在受力平衡位置，对应之前提到的三种平衡方式。三种状态都是平衡状态，那它们又有什么区别呢？

顾名思义，区别主要在于是否稳定，或者说对于小的扰动是否稳定。碰一下位于山谷的小球，它会暂时离开平衡位置，但又会很快返回；而位于山顶的小球则会直接滚下山。在这个问题中，上面的磁铁就是处于这样一个不稳定平衡位置。只不过这个“不稳定”是指处于一个方向角坐标的不稳定。也就是说，它遇到扰动后会自发地翻个面，再被下面的磁铁吸引。也就是说在下方的磁铁的作用下，会对上方磁铁产生一个力矩，让它翻转过来。不过顺带说一下，如果让上面的磁铁绕竖直的轴自转起来，这个原来会让它翻转的力矩则只会让上面的磁铁发生进动而不至于翻转过来(其实这就是一种叫磁悬浮陀螺玩具的原理)。



稳定平衡、不稳定平衡和随遇平衡

Q: 光和电子都具有波动性，那么电子可以像光一样被透镜约束，聚焦或者发散吗？

A: 虽说光和电子都具有波动性，但二者是有区别的：光的本质是电磁波，而电子具有波动性对应的是物质波，光之所以会被透镜聚焦或发散是因为它遵从电磁波的传播规律。那么电子可以被聚焦或发散吗？答案是肯定的。不过所用的“透镜”有点特别：电磁



* 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，欲深度了解其中缘由的读者请同时参阅相关专业书籍。

透镜。电子在电磁场中运动时会受到洛伦兹力，通过合理的设计电磁场分布改变电子的运动轨迹，就可以达到透镜的效果啦！这点在电子显微镜中就有应用。

Q: 如果光围绕我们或地球转圈会怎样？

A: 光速的值大约为 3×10^8 m/s，根据狭义相对论，自然界中物体运动或能量传播的速度都不能超过光速。如果光绕地球运动，此时的地球会如同一个黑洞，任何的信息都无法传播出去。当然在质量如此巨大的地球上生存：表面地心引力将异常巨大，潮汐力强，人体会被撕裂。《三体》中，人类制定了“黑域计划”：通过降低光速，使光围绕地球旋转，把地球附近的空间变成一个黑洞来求得安全。按照经典力学的粗略估计，光速大约只能是 8 km/s，在北京给上海打电话，一句话得 3 分钟才能接到。目前民用飞机速度约 300 m/s，人的肉眼依旧难以观察到一些物理课本上非常奇幻的高速运动下的相对论效应。

Q: 处于静电场中的导体达到静电平衡状态，导体内部场强为 0。这是感应电荷产生的电场与外加电场叠加的结果。但是如果将一个很小的导体，比如只有几百纳米，放置在一个强电场中，会不会发生感应电荷量不足够多，导体无法达到静电平衡状态这种情况？

A: 这种情况是不会发生的，利用经典电动力学，我们可以算出在外电场下导体球的表面电荷密度是正比于电场强度的。这样我们就可以算出极限电场，即导体球中的所有自由电荷移到一端时的电场时的外电场强度。这个电场强度是正比于导体球的半径的，对于半径为 10 nm 的铜导体球，这个强度大约是 10^{13} 数量级，而原子内部的电场才 10^{11} 数量级，也就说此时原子将不复存在，所以这样的极限电场是会瓦解导体的。另外，人类也无法达到如此大的电场。闪电内电场强度才 10^4 数量级，X 射线管内电场可达到 10^6 数量级，但这都远小于我们计算出的电场强度。总结一些，我们能制造的电场强度不会大到使导体不会达到静电平衡的情况，即使达到了，足够大的电场也会在那之前

先将导体“撕裂”。

Q: 衣服湿水之后颜色为何会变深？

A: 衣服的颜色一般是由于反射或者散射特定颜色光线并吸收其他颜色形成的(黑色是全色吸收，白色是全色散射)。衣物对于光的散射有两个成因(或者成分)：首先是由于表面纤维或者表面细小起伏造成的，这部分可以近似认为对各种颜色都一样比例散射(严格的来讲，蓝光散射比红光强，但是相对于颜料作用来对比，这部分可以近似认为是常数)；然后是由于颜料的作用，这部分可以近似认为指定颜色(例如红色衣服的颜色)全散射，其他颜色全吸收。当衣服干燥时，表面纤维或者表面粗糙造成的散射效应较强，所以除了颜料的指定颜色外，其他颜色也有部分被散射出来，所以衣物看上去颜色淡；当衣服被打湿以后，表面纤维或者表面的细小起伏被水抚平或者被水填充，从而使使得衣物表面更平整，因此由于表面纤维和小起伏造成的散射大大降低，最终使得除了颜料的功效更突出，其他颜色被散射的非常少，所以衣物看上去颜色更深。

Q: ASA 提出的 emdrive 无工质驱动是否可行，其原理为何？

A: 最近 emdrive 被炒得很火，据该项目研究团队称，它是靠微波在空心导体圆台内多次反射产生推力，这和光压有关。但一个很明显的事实是，如果这个东西确实工作的话，那么它违反人类已知的动量守恒定律，这就好比让你左脚踩着右脚一发力就腾空而起，还可以照此方法越飞越高。所以现在有很多科学家出来各种解释，不过任何一种解释都是要牺牲一定的现有物理理论框架。对于 emdrive 的结局，我们还要拭目以待，真理需要时间来检验。

最后给出几个链接，感兴趣的可以自己查阅相关资料：1. Emdrive 官方网站：www.emdrive.com，里面可以下载到它的理论文献；2. 最近 NASA 发表在 *Journal of Propulsion and Power* 上的测试文章：[arc.aiaa.org/doi/10.2514/1.B36120](https://doi.org/10.2514/1.B36120)。