

问答

Q: 为什么影子周围有一圈亮亮的线?

A: 这是由于马赫带效应。马赫带效应是人眼的一种视错觉效应,它是指当亮度从一个亮度平台过渡到另一个亮度平台时,在较高亮度平台和过渡带的边缘会出现一条比亮平台更亮的亮条,而在较低亮度平台和过渡带的边缘会出现一条比暗平台更暗的暗条(图1)。物理上检测不出这两个条带的存在,它们的存在实际上是眼人的视觉特性造成的。生理学上对马赫带效应的解释是:人类的视觉系统有增强边缘对比度的机制。简单来说就是,亮的更亮,暗的更暗。

影子周围就是一个典型的马赫带,在光线良好的情况下,影子比较黑暗,而周围比较明亮,两处产生强烈的对比,人眼在观察影子,在周围过渡处就会产生马赫带。它使我们在观察影子时会看到亮处,也就是影子外,有一条亮度更高的带,也就是题目中影子周围那一圈亮亮的线了。

Q: 为什么太阳的光和热,可以到达地球上带来温度和亮度,而途经日地之间的太空却是漆黑的、接近绝对零度的?

A: 这个问题从“途经日地之间”的角度来看其实很简单。首先,太阳的热是通过电磁辐射传递到地球上的,因为这段太空几乎是真空,不存在热传导和热对流,所以只能以热辐射的形式传热。这样,光和热的传递在这个情境下其实都是电磁波的传播。

我们平时所看见的“光传播的线”,例如太阳光的光柱,其实是光线打在空气中的微尘上散射的结果;晒太阳时所获得的热量,其实是电磁辐射被吸收转变成了分子的热运动。而这段太空几乎没有物质会散射



图1 不同亮度平台边界处的轮廓(图片源自网络)



* 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,这些答案难以尽善尽美,欲深度了解其中缘由的读者请同时参阅相关专业书籍。

或吸收电磁波,自然也就又黑又冷了。

如果延伸一下,宇宙充满了像太阳一样的恒星,它们的数量无穷无尽,那它们的光为什么没有照亮太空呢?

你可能会觉得它们离我们太远了,但是,虽然恒星的光强与距离的平方成反比,可它们的数量与距离的平方成正比,从而弥补光强的衰弱。而即使有星际尘埃遮挡,在漫长的时间里,尘埃吸收光被加热升温后也应该再向外发光才对。所以这样推论下来,太空应该像灯会一样灯火通明。

这正是19世纪宇宙学家们提出的奥伯斯佯谬(图2)。针对这个矛盾,现代宇宙学的主流观点是:宇宙的年龄有限,且宇宙在膨胀。所以在宇宙年龄内能到达人眼的星光是有限的,而且有相当一部分的光随着空间膨胀不断红移,变成了人眼看不到的微波背景。

Q: 人体的血压是80—120 mmHg,而大气压是760 mmHg,那为什么出现伤口时血液会往外流,而不是空气倒灌进血管?

A: 血压是相对压强并且是相对于大气压的压强,而大气压是绝对压强,所以只要血压是正值都是比大气压高的。实际的血压绝对压强是测量值加大气压。比如早期老式的水银血压计竖直玻璃管的上端是开口的,其是受到一个大气压作用的。

既然血压比大气压高这么多,那为什么不会喷射而出呢?

这是因为通常说的血压指的是动脉血压,而全身不同部位的血压有高有低。正常人左右臂、上下肢的血压也并不完全相同,右臂比左臂血压高5—10 mmHg,下肢比上肢高20—40 mmHg。广义的血压是指血液对血管壁的侧压力,可分为动脉血压、毛细血管血压和静脉压。血液循环之所以能从大动脉依次流向小动脉、毛细血管、小静脉和大静脉,是因为血管之间存在着递减性的血压差。平时手破了,最多是皮下毛细血管破裂,而毛细血管中的血压是比较低的,并不会造成血液喷射而出。

Q: 为什么每个力都有一个与它大小相等、方向相反的反作用力?是和能量守恒有关吗?

A: 当然是对称性,但是牛顿总结出来的时候,物理学中哪知道有什么对称性啊!

在17世纪，略早于牛顿提出三定律的那个时代，人们是如何理解“力”这个概念呢？彼时的物理学，万有引力的思想还尚未萌发，电磁相互作用的发现遥遥无期，更不要说强相互作用和弱相互作用了。人们所关注到的力，大部分都是弹簧的弹力、摩擦力、推力这种类型的力，这些力服从第三定律，在当时实际上是对实验的总结。也就是说，在那个时候，没人真正知道为什么他们世界里“所有的力都符合第三定律”。

但是物理学经过了几百年的迭代已经脱胎换骨了，牛顿第三定律在相对论的情况下已经不恰当了，今日的理论物理学基础中也已经抛弃了“力”这个概念，所有的相互作用都通过粒子传播。而这些在不同物体之间传播相互作用的粒子，极其严格地服从动量守恒这一规则。一个物体损失了多少动量以释放出一个粒子，另一个物体严格地从那个被释放的粒子中获得相等的动量，两个物体组成的子系统在相互作用中保持总动量守恒，从这个原理可以推导出牛顿第三定律。

物理学就这么转了一个圈，在牛顿三定律(和高中物理)的时代，动量守恒是牛顿第三定律的一个推论，而到了今天，牛顿第三定律是动量守恒在经典极限下的一个特例。

Q: 金刚石为什么是自然界最硬的物质？有什么物质比金刚石更硬吗？

A: 金刚石也就是钻石，是由碳元素组成的一种无色晶体，是自然界最硬的物质。自然界里的金刚石一般形成于地球内部高温高压的环境，随后被火山喷发等地壳运动带到地表。

那么，金刚石为什么是自然界最硬的物质？在谈论这个问题之前，我们先说说其他物质相较于金刚石究竟差在了哪里。

首先是同样为碳的同素异形体的石墨，石墨拥有层状结构，虽然层内由强力的共价键连接，但层与层之间却仅由微弱的范德瓦耳斯力维持。范德瓦耳斯力比共价键弱得多，通常其能量小于5 kJ/mol，比共价键要弱2个数量级。因此，我们掰开石墨只需要破坏它弱小的层间作用力即可。石墨的硬度也因此不高。

然后是与金刚石结构类似的二氧化硅，虽然有

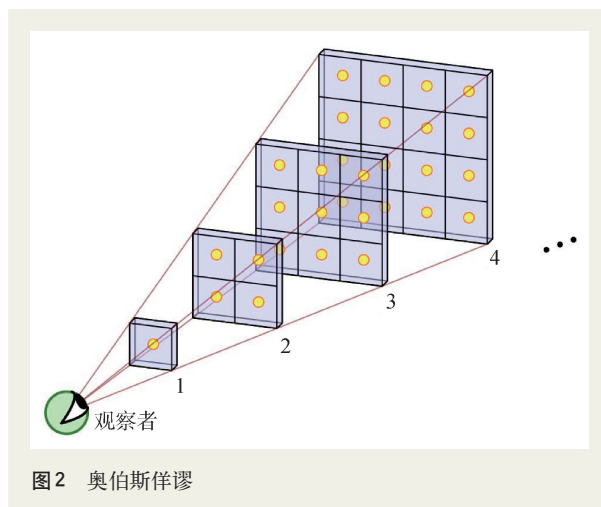


图2 奥伯斯佯谬

金刚石的结构，还同样拥有强力的共价键，但二氧化硅的硅氧键是极性共价键，金刚石的碳碳键是非极性共价键。极性共价键由于既有共价性又有离子性，更易被破坏。

再看金刚石，其不仅由稳定的非极性共价键组成，所有的价电子都参与了共价键的形成，而且碳碳键，键长短而键能高，其三维的构型也能够将外力分担到晶体各处。尽管有的物质拥有强力的共价键，有的物质拥有稳固的构型，但极少能像金刚石这样同时做到如此优秀的程度。

那么有物质比金刚石更硬吗？答案是有的，目前人类已经能够合成很多比金刚石更硬的材料了。例如用压缩富勒体合成的聚合钻石纳米棒，以及聚合物聚甲炔在1000 °C氩气气氛下热分解而成的蓝丝黛尔石(Lonsdaleite)。值得一提的是，蓝丝黛尔石不仅可以人工合成，而且还是天外来客。其第一次被鉴别出，是在1967年美国亚利桑那州的巴林杰陨石坑。但天然的蓝丝黛尔石拥有杂质，硬度低于金刚石，如果人工合成则比钻石硬58%。

虽然人工合成的许多物质的硬度已经能够超过金刚石，但其硬度受限于共价键的强度。如果有一种物质能够不依赖电子，只需要核子构成，那么它的硬度就能突破电子的限制，那就是中子星。

中子星是恒星演化到末期，经过引力坍缩发生超新星爆炸后形成的星体。电子被强大的引力压进原子核中，质子和电子将会因引力的作用结合在一起成为中子，泡利不相容原理则会维持中子星的稳定，阻止其进一步坍缩。中子星是宇宙中已知最刚硬的物体，它的杨氏模量比钻石还刚硬20个数量级。