



**Q:** 为什么七色光合到一起是白色，但七种颜色合到一起是黑色？

**A:** 色觉是人类基本的感觉之一，对颜色的感知源于电磁辐射对眼中视锥细胞的刺激，人们常用红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫来描述不同的颜色，对应于可见光谱中不同的电磁波波长。根据“三原色”理论(RGB)，人眼中有三种视锥细胞，能分别感知可见光的短波(S)、中波(M)和长波(L)，分别对应蓝、绿、红三种颜色，不管入射光线多么复杂，人眼都能将其分解为这三种颜色成分，然后根据这三种颜色的强度的大小产生不同的信号，合成的信号对应人感知到的不同颜色。图1表示了正常典型人类视锥细胞对单色光刺激响应，由于光谱的连续性不难发现三种信号的组合种类是无限多的，据估计人类能够分辨大约一千万中颜色类型。到此，七色光合成白光也就不难理解了。

物体所表现出的颜色，我们称之为物体色，一般由离开物体表面的光线波长决定，物体的表面、吸收及透射性质都会对此产生影响。当我们在白光照射下看到一个物体呈现某种颜色时，其实是离开该物体表面的某种波长的光线进入人眼，那么其他波长的光线呢？都被吸收了。

根据物体色特点，有人提出了减法色的概念。减

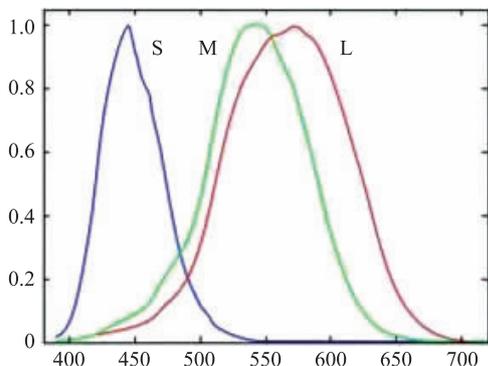


图1 视锥细胞对单色光的响应

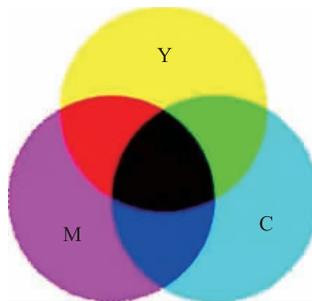


图2 减法色

法色是利用颜料、墨水、色素以及滤波器来吸收一部分光线，表现出的颜色是未吸收光线的颜色，其基本颜色为洋红(红)、黄色、青色(蓝)，如图2所示。当白光照射在没有颜色的物体上时，没有光线被吸收，表现为白色。当红、黄、蓝三种颜色混合在一起时，红色会吸收除红光外的所有光线成分，包括黄光和蓝光；黄色会吸收除黄色外的所有光线，包括红光和蓝光；蓝色也会吸收掉其他光线，整体表现为所有光线都被吸收，物体表现为黑色。这也是当七种颜色混合在一起时会表现为黑色的原因。

**Q:** 既然自行车车轮与地面的静摩擦力不做功，那是哪个力克服空气阻力做功？

**A:** 我们把讨论限制在平直公路上匀速行驶的自行车上。先公布答案：为自行车提供能量的力是运动员蹬自行车的力，也就是说人体的化学能为自行车提供了能量。但是克服空气阻力维持自行车匀速直线运动的力是地面给自行车后轮的摩擦力，不过这个摩擦力不为自行车提供能量。看起来是不是很奇怪？既然人体负责提供能量，那摩擦力看起来就是无用的了；既然摩擦力在克服空气阻力，那人看起来就不是那么重要了。但事实上两者缺一不可：可以想象，如果地面没有摩擦力，运动员狂踩自行车只能使车轮转的飞快而自行车并不前进；如果没有运动员的踩踏，就不会有车轮相对于地面的运动趋势，也就不会有地面摩擦力的产生。其实，摩擦力的存在只是该变了自行车的运动状态，使车轮获得的动能传递给整个自行车系统(可以想象被墙壁反弹的弹力球，弹力改变了它的运动方



\* 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，欲深入了解其中缘由的读者请同时参阅相关专业书籍。

向但是没有给它提供额外的能量),使得自行车的质心具备向前的速度。

从上面的分析可以看出,我们既需要蹬踏自行车来输入能量又需要地面的摩擦力整合能量,这样才能让自行车行驶起来。

**Q:** 在物理学的发展过程中人们是怎样发现动量,角动量这两个比较抽象的物理量的呢?该如何理解角动量呢?

**A:** 其实人们一开始没有思考动量这个概念,而是思考动量守恒。它起源于16—17世纪西欧哲学家们对宇宙的运动和思考。当时的哲学家观测周围的事物诸如弹跳的皮球、飞行的子弹、运动的机器最后都会停下来,于是就自然而然生出一种问题,天上的月亮会不会也停下来呢?根据当时人们的天文观测,没有发现天体运动有丝毫减少的迹象,于是当时的哲学家认为,宇宙中运动的总量是不会减少的,只要找到一个适合的量描述,就可以看出宇宙的运动是守恒的。最早由法国的笛卡尔提出:质量和速率的乘积是不变的。但是后来惠更斯在研究碰撞问题的时候发现按照笛卡尔的定义,动量不一定守恒。最后,还是站在巨人肩膀上的牛顿把笛卡尔的定义改成了质量与速度的乘积,才真正意义上定义了动量并且写进了《自然哲学与数学原理》。然后,也还是牛顿,在研究开普勒第二定律(太阳系中太阳和运动中的行星的连线在相等的时间内扫过相等的面积)的时候,隐约给出了角动量的定义,并且用平面几何的方法证明了在中心力下的面积定理(也写进了《自然哲学与数学原理》)。后来欧拉在他的《Mechanica》中也解决了一些角动量的问题但是没有进一步发展,伯努利提出了类似于现代意义上的角动量但是也没有严格化,后来几经倒手,拉普拉斯、Poinsot、傅科(利用傅科摆显示地球自传的那个)最后一直到1858年一个苏格兰工程师 William Rankine 在他的手稿中严格定义了角动量。理解角动量主要从角动量守恒来理解,它是一个人们偶然发现的封闭系统转动过程中的一个不变量,并且科学家最后证明在更复杂的情况下这个守恒依然成立。深刻的说,它是空间转动群的生成元,来源于系统对空间转动的对称性。

**Q:** 在一个温度相同的环境下不同的东西为什么摸起来温度不一样?

**A:** 从热力学第零定律我们知道,和同一个物体分别处于热平衡的两个物体之间也处于热平衡,进一步可以说两个物体之间温度相同,大量的实验都证明这条定律是正确的。那么为什么在同一个环境下的不同物体摸起来温度不一样?问题一定出现在“摸起来”上,准确的讲是我们的测量方法有问题。测量一个物理量,其中一个原则就是尽量小的对被测量系统产生扰动。我们用“摸”的方法去获取一个物体的温度往往会违背这个原则:以触摸冬天室外的木块和铁块为例:当你触摸到木块,由于手的温度高于木块,所以当你感受到木块的温度时,实际上你感受到的是被手加热过的木块的温度,对于铁块也是同理。但是两者感觉不同的原因在于铁块和木块导热能力不同,铁块优异的导热能力使得热量刚传递到与手接触的部分就被其他部分所导走,相反,木块导热能力差,吸收的热量会积累在木块和手接触的部分,所以木块摸起来更暖一点。因此,尽管原本两者处于相同的温度,由于手对两者的影响不同,这就造成两者摸起来温度不一样。更精确的测量方法应使用温度计进行测量,虽然温度计也会对被测量物体产生扰动,但是由于温度计本身可以提供的热量很少,所以对被测量体系扰动不大,可以认为测量到的温度就是物体的真实温度。

**Q:** 水滴滴到浅水中为什么会呈现小露珠?

**A:** 这个现象其实就是所谓的“反气泡”。我们都知道气泡是液体在外面包着气体,而反气泡则相反,是一层气体包着液体。当液滴周围包裹着一层空气进入液体时,一瞬间不会马上相融,而是保持一段时间,周围的气体隔开当中的液体,形成反气泡。当液滴出现在液体表面时,如果有空气层的有效隔绝,也不会马上与液体相融,会在表面上滚动几下,这应该就是所说的小露珠了吧。

应该说,降低表面张力是有效形成反气泡的途径之一。这是因为表面张力会使得表面绷紧,呈现缩小趋势,而降低表面张力可以使得表面易于变形,便于空气的介入。