

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

科学奥秘系列丛书

物理之谜



人能走路之谜

在平坦的马路上，谁都可以迈开大步向前走。一个健康的人，走路并不是什么难事，因而也没有想过，人是靠什么走路的。

听了这个问题，有的人会觉得好笑。人只要有气力，抬腿，迈步，不就可以往前走了吗？而事实上，问题并不那么简单。请你试一个动作：挺直身体，贴着墙站在地上。把一只脚抬起来，向前迈步，只要身体不离开墙壁，这只脚是跨不出去的。如果抬起来的脚向前迈出去一步，那末，回头一望，身体已经离开墙壁。这说明，身体向前移动了。

人的身体向前移动的时候，一定依靠了一种外力。或者说，是这种力推着人前进的。如果这种外力比较小，走路就会遇到困难，比如，在光滑的冰面上，人们就不敢迈大步，而只能小心翼翼地挪动双脚。

现在，请你回答：人走路的时候，依靠了什么力？

人在走路的时候，后脚蹬了一下地。从物理的角度来分析，那是人体给了地面一个向后的力，与此同时，地面也给了人体一个向前的力。正是这个力把人体向前推了一下。

脚蹬地面，这是作用力；地面给人体一个向前的力，这是反作用力。这个反作用力表现为摩擦力。

在一般情况下，作用力和反作用力正好相等，因此，我们走路并不觉得困难。可是，人在冰面上走，冰面过于光滑，给人的摩擦力要小得多。这样，如果你仍然像在地面上走路那样使劲，向后蹬的力与摩擦力不平衡，后脚要向后滑，人就会摔跤。

（闫金铎）

马能拉动车之谜

一听说作用力和反作用力大小相等，方向相反，人们就马上会想到它们要互相抵销，对物体的运动不会产生任何影响。马拉车，车也拉马，用力相等而且方向还相反，车岂不该永远动不了啦！可是实际上，马拉车跑得挺好，这是怎么回事呢？

大小相等，方向相反的两个力要能互相抵销，或者说二力平衡，需要一个基本条件，就是它们要同时作用在一个物体上。但是，作用力和反作用力是分别作用在甲、乙两个物体上的，各起各的作用，不能相互抵销。锤子掉到脚上，脚对锤子的作用力作用到锤子上，使它停下来；同时锤子对脚的反作用力作用到脚上，脚被砸肿了。作用力和反作用力并没有相互抵销。同样道理，马拉车的力和车拉马的力也不能相互抵销。

那么，马拉车、车拉马的问题该怎样正确解释呢？要弄清这个问题，除了要想到牛顿第三定律外，还要用牛顿第二定律。让我们先看车在水平方向受到什么力（图 1），有马拉车向前的力 f_1 和地面对车轮的阻力 f 。马在水平方向受了什么力呢？有车向后拉马的力 f_1' 和马蹄向后蹬时，地面对马的向前的反作用力 f_2' （在图中，同一对作用力和反作用力用标有同数的小横

杠的箭头表示)。这四个力中， f_1 和 f_1' 是一对作用力和反作用力，它们总是大小相等、方向相反，但因分别作用到车上和马上，所以不会相互抵消。车为什么能前进呢？是因为它受的两个力不相等：马拉车的力 f_1 大于地面对车的阻力 f 。马为什么能前进呢？也是因为它受的两个力不相等：它用较大的力 f_2 蹬地时，地对它也就产生了较大的反作用力 f_2' 。当 f_2' 大于车拉它的力 f_1' 时，马就产生向前的加速度而起动了。消除在马拉车问题上这一类错误想法的关键在于要理解到：作用力和反作用力是分别作用到两个物体上的，而一个物体的运动情况只决定于此物体所受的力，与它对别的物体的作用力无关。

有人还举出拔河为例“证明”作用力和反作用力不相等。他们说：如果相等，两队就将永远相持不下，不分胜负了。这也是对牛顿第三定律第二定律理解不够。两队比赛，你拉我，我拉你的力一定是大小相等的（图 2）。但甲队向前或后移并不只决定于乙队拉它的力 F ，还决定于甲队和地面间相互作用的情况，而和它对乙队的拉力 F' 无关。甲队运动员训练有素，比赛时，身体的倾斜，两腿的屈伸，双脚的摆法都合适，鞋底也比较粗糙，那他们就可以对地面有很大的向前的蹬力 F_1 。根据牛顿第三定律，地面对它们就同时产生很大的向后的反作用力 F_1' 。当这个反作用力 F_1' 大于乙队拉他们的力 F 时，根据牛顿第二定律，他们就要向后起动而取得胜利了。乙队所以失败，是因为地面对他们向后的阻力 F_2' 小于甲队拉他们向前的力 F' 了。除力的关系以外，质量在这里也起很大作用。根据牛顿第二定律，质量越大，同样外力产生的加速度越小，越不易被拉动。拔河比赛时，总是尽可能地挑选体重大的人参加，就是这个道理。

（张三慧）

拉车比推车省力之谜

手推车，使用方便，既可以推又可以拉。请看图，推和拉的用力方向跟水平线的夹角一样，是推车省力，还是拉车省力？

省力不省力，主要看车轮受到的阻力有多大。因为克服了阻力，车子才能前进。

在地面条件相同的情况下，车轮对地面的压力越大，阻力越大，阻力大就费劲。反过来，压力小，阻力就小，省力。

推车的时候，用力的方向指向斜下方，它产生两个效果：一个分力向前，用来克服阻力，使车匀速前进；另一个分力竖直向下，加大了车对地面的压力，使阻力加大。

拉车的时候，用力的方向指向斜上方，也产生两个分力：一个向前用来克服阻力；另一个竖直向上，减小了车对地面的压力，使阻力减小。

因此，拉车的时候，需要克服的阻力小，也就省力一些。

（闰金铎）

挑重担的人走路像小跑步之谜

人在步行的时候，是左右脚交替着向前的。如果说得正确些，人的步行可以认为是一个接替一个的跌倒动作。人在站立不动的时候，从人体重心引下的垂直线，总是在两脚形成的面积里，这叫做处于站立时的平衡状态。人在起步向前的时候，总是身体先向前倾，使从人体重心引下的垂直线越出底面，形成向前倾跌的趋势，接着立刻把后脚跨向前来维持新的平衡。所以我们说，一步一步地向前走，就是作一次一次的向前倾跌。

这种倾跌趋势，跟人体的重量和跨出步子的大小是有关的。向前倾跌的趋势越厉害，迈出的那只脚，在着地时就与地面冲击得越重，这样不但人要感到吃力，步子也不容易跨稳。

挑着重担走路，等于人体的重量突然增加了许多，向前移步时的倾跌趋势就很厉害。缩小跨出的步子，可以适当减小这种倾跌趋势；迅速迈出后脚，可以防止真的跌倒。因此挑重担的人，走路的步子总是又小又急，这就成了小跑步了。还有，挑重担时步子短促，可以使速度均匀，这样担子也可以匀速地跟着人向前移动。如果步子又大又慢，担子就产生摆动而不好挑了。

惯性会改变之谜

物体不但平动的时候有惯性，转动的时候也有惯性。比如，花样滑冰运动员在冰上作旋转动作，两腿停止用力以后，身子还能疾速地转个不停。这就是转动惯性，芭蕾舞演员也常常利用转动惯性，使身子旋转起来。

进一步观察，我们还会发现，在运动的过程中，转动惯性的大小是可以改变的。花样滑冰运动员在旋转的过程中，速度可以加快，也可以放慢。运动员收拢双臂和悬着的那条腿，转动速度就加快；平伸双臂，腿也伸开，转动速度明显地慢了下来。

你知道这是什么原因吗？

平动物体惯性的大小仅与物体质量有关，质量大惯性也大，质量小惯性也小。转动物体的惯性，不但与质量的大小有关，而且与质量的分布有关，质量分布离转动轴远，惯性就大，质量分布离转动轴近，惯性就小。

花样滑冰运动员旋转的时候，两臂平伸，伸开一条腿的时候，身体的一部分质量就转移到离转动轴比较远的地方，转动惯性增大，旋转速度就慢；收拢手臂和腿的时候，这部分质量就转移到离转动轴比较近的地方，转动惯性减小，旋转速度就明显地加快。

（潘邦桢）

比重计刻度值不均匀之谜

比重计是生产、实验中常用来测量液体密度的仪器。比重计上的刻度值为什么不均匀分布，而是上疏下密的？

对于图中比重计的刻度值，课本上指出：“玻璃管上的刻度值标的是液

体的密度与水的密度的比值”，表示液体密度是水密度的倍数。若设液体密度为 ρ_x ，水密度为 $\rho_{\text{水}}$ ，比重计的刻度值为 N ，则 $N = \rho_x / \rho_{\text{水}}$ 或 $\rho_x = N \rho_{\text{水}}$ ……
(1)

当比重计浸在水中，水面应在刻度值“1.00”处。该处作为长度轴 OX 的原点 O ，比重计的 O 点以下体积设为 V_0 ， O 点以下均匀玻璃管的面积设为 S_0 ，对于一支给定的比重计， S_0 和 V_0 均是定值。并设比重计的重量为 G_0 ，那么由浮体的平衡条件可得，比重计浸在水中时： $G_0 = \rho_{\text{水}} V_0 g$ ……(2)

当比重计浸在某种液体（密度 ρ_x ， $\rho_x > \rho_{\text{水}}$ ）中，刻度值“1.00”（即零点）以下外露出液面的长度设为 X （ $X > 0$ ），则由浮体的平衡条件又得：

$$G_0 = \rho_x (V_0 - XS_0) g \dots\dots (3)$$

联解(1)、(2)、(3)式有

$$X = \frac{V_0}{S_0} \left(1 - \frac{1}{N}\right) \Delta \Delta (4)$$

根据(4)式，描出 X 与 N 的关系如图所示（是一条渐近线）可见比重计刻度值“1.00”以下的管长 X 和刻度值 N 间并不是线性关系。并且在 N 值越大时，相同的刻度之差 ΔN 对应的管长之差 ΔX 越小，即刻度间隔越密（如图所示）。

（姜雄华）

降落伞降得慢之谜

跳伞表演特别吸引人，五颜六色的降落伞出现在空中，运动员坠在伞下，飘飘悠悠地往下降落。

降落伞为什么降得慢？

甲说，根据阿基米德原理，降落伞受到空气的浮力才缓慢降落。

乙说，是空气的压强产生一个向上的作用力，托住了降落伞。

你认为哪种说法对？

降落伞没有利用阿基米德定律，因为降落伞不论是不是张开，体积都很小，密度比空气大，受到的空气浮力十分微小，不可能延缓降落伞的降落速度。

降落伞下落的时候，的确受到空气压强的影响。因为降落伞在空中向下落的时候，伞下面的空气受到挤压，密度增加，压强也就增大了。可是，伞上方的空气稀薄，压强也小，于是伞上伞下的压强有了差别，就产生一个向上的作用力，把伞托住。降落伞下落的速度增大，这个作用力也跟着增大，最后，这个作用力等于运动员加伞的重量的时候，降落伞就以一定的速度缓慢地降落。

（金学方）

铅笔不倒之谜

图中的男孩手里拿着一张窄纸条（宽二三厘米、长约20厘米），纸条的

另一端用一根直立的铅笔压在桌边。他轻轻地把纸条拉平，用另一只手的食指打击纸条的中部，纸条从铅笔下被抽了出来，铅笔却没有倒。

这是为什么？

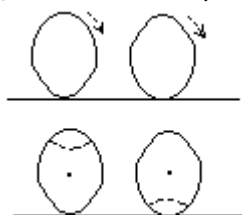
食指打击纸条，纸条迅速被抽出，纸条对铅笔施力的作用时间很短，作用效果就不明显，铅笔本身有惯性，要保持静止状态不变，所以纸条被抽出后，铅笔也不会倒。若慢慢拖动纸条，纸条对铅笔施力的作用时间变得很长，纸条就会带着直立的铅笔一起向前滑动，如果速度均匀，使铅笔的各部分步调一致向前运动时，铅笔平稳向前运动也不会倾倒。可是，在实验中，很难使速度均匀，即使纸条对铅笔施力作用时间足够长，铅笔上、下各部分向前运动的步调很难完全一致，结果铅笔还是会倾倒。

（金学方）

小头在上的鸡蛋倒得快之谜

找两只大小相同的鸡蛋，一只大头朝上，一只大头朝下，用手扶着立在桌上。你猜猜看，松手以后，哪只鸡蛋倒得快，而且晃动得剧烈一些？

你可能想到，大头朝上的鸡蛋倒得快。理由很简单，大头朝上的鸡蛋重心高，而同样重的物体，重心高的倒得快，重心低的倒得慢。



先不要肯定自己的想法，这个实验很简单，最好亲自动手做一做。一做实验，你就会出乎意料地发现自己的想法错了。小头在上的鸡蛋倒得快，晃动也比较剧烈。

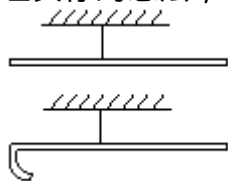
鸡蛋大头这一端有一个气室，当大头在上时鸡蛋重心低，而小头在上时鸡蛋重心高。同样重量的物体重心高的倒得快，而重心低的倒下得慢。因此小头在上的鸡蛋倒得快，晃动也比较剧烈。

（邱德泉）

弯钩不平衡之谜

找一根粗细均匀的铁棍，用细线把铁棍悬起，两端平衡以后，悬线必然通过重心。不移动悬线，悬空把铁棍一端弯成一个钩（见图）这时它还会平衡吗？

为了证实你的想法，请你用一根均匀的粗铁丝试一下。



铁棍不平衡了。

铁棍重量虽然没有变化，但是重心的位置却变化了。铁棍弯曲以后，重心就不在原来的位置上，往右移了。这个实验告诉我们物体的重心不仅与重量有关，与物体形状也有关——与重量分布的状况有关。

(闫金铎)

摩擦系数不一定小于 1 之谜

不少学生认为摩擦系数总是小于 1。其理由有以下几点：

(1) 一般情况下，人们在搬运重物时，在地上拖着走比背在身上走省力，设重物匀速运动，因 $F_{\text{拖}} = \mu mg$ ，而 $F_{\text{拖}} < mg$ ，所以 $\mu < 1$ ，这是不少学生认为 $\mu < 1$ 的客观基础。

(2) 物理课本和一般物理参考书中所见的摩擦系数都小于 1，这是不少学生认为 $\mu < 1$ 的理论根据。

(3) 通常教师在讲课时也讲到摩擦系数小于 1，这是不少学生认为 $\mu < 1$ 的可靠保证。

然而，这种认识是一种偏见，事实上，摩擦系数可以等于 1，也可以大于 1。

1 从摩擦机理看， μ 可以等于或大于 1

摩擦系数主要是接触材料、界面粘染物或面润滑剂的一个特征，根据现代摩擦力理论，摩擦是接触表面原子之间的附着力引起的，当两物体相互接触时，首先是凸起部分表面原子相当地接近形成原子键，其强度与固体内部使自己聚集在一起的原子键的强度相当。表面如果非常洁净、接触非常紧密，两个互相接触的表面会粘附得非常牢固，在发生明显滑动之前出现“接点增长”，接点面积不断增大，直到整个几何接触面积成为巨大的接触点，这时摩擦力很大，甚至会超过正压力，摩擦系数可以等于、大于 1，甚至更大。

美国 C·基特尔等著的《伯克利物理学教程》第一卷《力学》上有一表格记载有：铜与铜静摩擦系数是 1.6，橡皮与固体静摩擦系数是 1.0~4.0。

以上均可表明摩擦系数可以等于或大于 1。

2 从摩擦系数的测定方法看， μ 可以等于或大于 1

摩擦系数通常可以用摩擦角的方法测定，其方法一般是：将所要测量的两物体中的其中一个倾斜放置作为斜面，另一个放在斜面体上沿其滑下，逐渐减小斜面倾角，可以发现，当达到某一数值 θ_0 时，物体匀速下滑，则由

$$mg \sin \theta_0 = \mu mg \cos \theta_0,$$

$$\text{得：} \quad \mu = \tan \theta_0. \quad (1)$$

θ_0 是摩擦角，测得了 θ_0 ，就可以知道此两物体间 μ 的值，从 (1) 式容易看到：

当 $\theta_0 < 45^\circ$ 时， $\mu < 1$ ，

当 $\theta_0 = 45^\circ$ 时， $\mu = 1$ ，

当 $\theta_0 > 45^\circ$ 时， $\mu > 1$ 。

由于正切函数在第一象限的值域是 $(0, +\infty)$ ，所以 μ 不一定小于 1，至于 μ 到底是多少，则由材料性质，界面状况等而定。

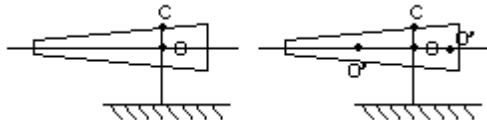
(束义福)

木棒平衡而重量不相等之谜

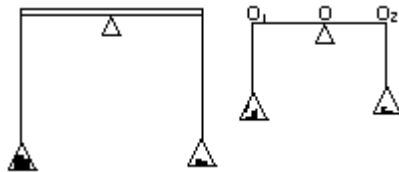
有一根光滑木棒，用细线通过 C 点把它悬起来，棒的两边平衡，木棒平地悬在空中。

这时，我们可以知道，木棒的重心在 O 点。如果过 OC 将木棒截成两段，这两段木棒一样重吗？

你可能认为，既然木棒平衡，两边的重量必然相等。这样想对吗？



认为两段木棒重量相等，是想当然的。所以有这样的判断，也许联想到天平，天平两端平衡，砝码和物品质量相等。



可是，天平两个端点与中心距离相等，而在这道题里却不相等。我们可以看到左端那截木棒的重心在 O_1 ，右边的重心在 O_2 ，这两个点与中心的距离不相等， $OO_1 > OO_2$ 。

这是一个不等臂的杠杆平衡，平衡的条件是：

动力 \times 动力臂 = 阻力 \times 阻力臂

从平衡条件可以看出比较粗短的那一截木棒比较重。

你在思考的时候，应该联想到不等臂的杠杆，那就对路了。

(闫金铎)

灌满水的瓶子不易破之谜

有两个相同的玻璃瓶，一个空着，一个灌满了水，同时从相同的高度落到地面上，哪个瓶子容易破？

一般说重的瓶子容易破。可是，当瓶子灌满水后，瓶子里的水还有另外一个作用，能减少瓶子的形变，反而使瓶子不容易破了。

玻璃瓶破裂，大多是由于形变引起的。空瓶子落地，地对瓶子产生一个压力，瓶子从外向里形变，终于破裂。瓶子装满水，由于水是不可压缩的，从而减少了形变，使得瓶子不易破裂。瓶子里装满水，再拧紧瓶盖，就更不容易摔破了。

(潘邦桢)

大力士输了之谜

李虎长得身大力强，自认为是个大力士，常常找人比手劲。一天，班上

的小同学吴明对李虎说：“我和你比，怎么样？”李虎急忙同意。吴明拿来一根垒球棒，自己拿着粗的那一头，让李虎拿着细的那一头，两人同时向相反的方向使劲，结果垒球棒被吴明扭动了，李虎怎么使劲也扭不过吴明。

李虎的力气比吴明大，为什么反而输了？

因为垒球棒两头粗细不同，他们两人不是比力大，而是比哪方的力矩大。

吴明握住粗的一头，他的力对于轮轴的力臂大；李虎握住细的一头，用在垒球棒上的力对轮轴的力臂很小，因此，尽管李虎的劲大，他给垒球棒的力矩却很小，所以他输了。

（金学方）

小鸟炮弹之谜

在空中，鸟和飞机相撞，已经算不上什么新闻了。在世界范围，相撞的事故的确是成百上千。

小鸟撞上了大飞机，小鸟无法逃生那是没有疑问的。至于飞机呢？损伤更是不轻。有一次，一只鸟把波音 737 飞机的机翼撞出一个两尺多大的洞。另一次，一只大雁竟然撞破歼击机坐舱的有机玻璃，把飞行员撞昏过去。

这里有疑问：为什么肉体的小鸟竟能撞破金属的飞机呢？

简单的回答是：因为飞机飞得太快了。这里涉及一个物理学的概念，物体的运动速度越快，它的动能就越大，动能与速度的平方成正比，飞行速度达到每小时 1000 公里的飞机，其动能十分巨大……

高速飞机比子弹的速度还快，应该比子弹还可怕。那么飞机撞上小鸟，受损伤的应该只是小鸟，而现在小鸟居然撞破了飞机，好像动能存在小鸟身上，而不在飞机上，这是为什么呢？

思考这个问题的关键是：物体运动的速度是相对的。我们说，这架飞机的速度是每小时 1000 公里，那是指它相对地面的运动来说的。因为平常大家用到的速度大多是相对地面的运动，就没有强调这个前提。

如果两架飞机并列在空中飞行，相对地面的速度都是每小时 1000 公里，从甲飞机上看乙飞机，它是不动的，也就是两架飞机彼此之间的速度是零。

如果这两架飞机是相对飞行，从甲飞机上看乙飞机，彼此之间的速度就是每小时 2000 公里了。反过来，从乙飞机上看甲飞机，彼此之间的速度也是每小时 2000 公里。

小鸟在空中朝着飞机飞，对地的速度假定是每小时 100 公里，飞机对地的速度是每小时 1000 公里。从飞机上看小鸟，小鸟飞来的速度就是 $1000+100=1100$ 公里/小时了。小鸟的速度那么高，就具有极大的能量，能够把飞机撞坏！

顺便说一下，在激烈的空战中，如果射来的子弹与飞机飞行的方向相同，而且子弹与飞机的对地速度也相同，彼此之间的速度是 0，那么飞行员伸手就可以把子弹抓在手里。

（闫金铎）

吸不上汽水之谜

我们用蜡纸管喝汽水，总以为是嘴把汽水吸上去的。其实不是，用嘴吸，只吸走了蜡纸管里的空气，至于汽水嘛，那是大气把它压到嘴里去的。

原来，蜡纸管里的空气被吸走以后，管里的汽水受到的空气压强变小，而瓶子里的汽水受到的压强是大气压强，这两个压强有差别，大气就把汽水压到嘴里去了。

如果汽水瓶口盖一个塞紧了的软木塞，木塞中插着一根玻璃管，那末，你从玻璃管里吸汽水，顶多只能吸几口，就再也喝不到瓶里的汽水了。这个道理也简单，因为大气无法进入汽水瓶，大气也就无法把汽水压到嘴里去了。

不拔掉瓶塞，还能喝到汽水吗？

吸不上来，能不能吹上来？

对着玻璃管向瓶子里吹气是个办法。

吹气，增加了瓶内的气体，提高了瓶内气体的压强。瓶内的气体压强变大以后，就会把汽水从玻璃管里压出来，这时，只要嘴不离开玻璃管，就能喝到汽水。

往瓶里吹的气越多，压强增加得越多，就可以顺利地喝到汽水。喝掉一些汽水以后，瓶内的气体体积变大、压强降低，就喝不到汽水了。再吹气，又能继续喝到汽水。

（潘邦桢）

石头拉不上去之谜

有一个人，人瘦力气大。他体重只有 50 公斤，却能抱起七八十公斤石头。

现在有一只定滑轮，上面悬挂着一条绳子，绳子的一端拴着一块 60 公斤重的石头，请问，这位冠军用力向下拉绳子的另一端，能不能把石头提上去呢？

在有定滑轮的地方，你可以自己试一试：能不能通过定滑轮提起比自己重的东西？

使用定滑轮，改变了力的方向，这种情况，有点类似拔河比赛，起决定作用的不是他的力气，而是他的体重。当运动员竖直地向下拉绳子时，绳子也以同样大小的力向上拉运动员，当运动员用等于或稍大于 50 公斤的力拉绳子时，绳子也以同样的力拉他，这时显然石头没被提起来，而运动员却被提起来离开了地面。要把 60 公斤重的石头提上去，他的体重必须大于 60 公斤才行，因此，一位体重只有 50 公斤的人尽管用尽了力气，也只能两脚悬空，挂在绳子上，石头还是一动不动。

（邱德泉）

提不起自己身体之谜

张飞是一员猛将，有人问他：“你力气大，你能不能把自己从地上提起来呢？”他抓住头发使劲向上提，怎么也不能把身体提高一寸。

就算抓头发不是办法，换个办法，用手抱住自己的身体向上用力，任何人也无法使身体离开地面。

还有一种类似的情况：人坐在车上，用绳子拉车，不能使车前进；车向

前行驶，人在车上拉紧拴在车上的绳子，车也不会停下来。

这是说：一个物体只靠内部的相互作用，不能改变物体重心的运动状态。

可是，骑自行车刹车的时候，闸皮紧紧抱住车轮的瓦圈，车就停了下来。那末，能不能说“只靠闸皮和车轮的瓦圈，就使自行车停了下来呢？”

骑自行车，手捏车闸，车就停下来，不仅仅是闸皮和车轮相互作用的结果，也是车轮与地面摩擦力增大的结果。车轮原来与地面是滚动摩擦，刹车后变为滑动摩擦，摩擦力加大以后，车才停下来。

这也是说明，只靠闸皮和车轮，自行车是停不下来的，还是依靠车轮和地面的摩擦力。

如果可以借用外部条件，那末，张飞双手拉住双杠，就可以把自己的身体向上提起。

（金学方）

木块不下沉之谜

小明捧着鱼缸走进了电梯。电梯开动的时候，觉得自己的身体往下坠，鱼缸的重量也好像增大了。小明知道，这就是超重：在向上作加速运动的时候，物体的重量大于静止时的重量。在电梯里，向上加速快的时候，是可以感觉得到超重。超重最突出的例子还是在航天飞机里，开始向上飞的时候，超重现象特别明显。

不过，现在小明想的是一个奇怪的问题：“超重的时候，鱼缸里的鱼体重也增加了，鱼会不会下沉呢？”他接连坐了几次电梯，看到超重的时候，金鱼仍然在游动，看不清是不是下沉了。

这个奇怪的问题，一直在小明头脑里转。既然鱼缸里的金鱼会游动，那就改用不会游的木块，他想，在鱼缸里灌满水，上面漂一大块木头，使水面与鱼缸的边相平，鱼缸下边垫一个盘子可以接水。电梯开动的时候，木块超重下沉，那么，就会从鱼缸里溢出一些水来。

他用这个办法在电梯里试了几次，都没有水溢出来。他想来想去，怎么也想不明白，木块肯定有超重，可是为什么不下沉呢？

我们在分析这个问题的时候，要注意一个情况，木块、鱼缸里的水都在同一部电梯上，木块超重的时候，水也超重了。水超重，就意味着浮力增大了。

在超重的情况下，阿基米德的浮力定律仍然有用，一件东西在水里受到的浮力，等于它所排开的水的重量。木块受到的浮力等于木块本身的重量，也等于它所排开的那一部分水的重量。木块增加多少重量，它所排开的那一部分水也增加多少重量。所以，木块仍然保持平衡，不会向水中沉下去。

（潘邦桢）

轮船入海所受浮力不变之谜

对于这个问题，不少同学都认为：“这太容易了。”他们回答：“浮力变大了。”

问理由，他们还有好几条呢！

有的说：“海水的密度比淡水大，根据浮力的公式 $F = \rho V g$ ，密度大的液

体对物体的浮力也大，所以轮船在海水中所受的浮力大。”

有的说：“轮船在海水中吃水要浅些，这就足以证明轮船在海水中所受的浮力要大些。”

有的说：“海比河深，水越深，物体所受的浮力越大。”

下面我们来分析这个问题。

我们知道：浮在液面上的物体受到的浮力等于物体的重量，如果用 G 表示物体的重量，用 F 表示物体所受的浮力，则有 $F = G$ 。

既然轮船不论在淡水中，或是在海水中的重量是一样的，那么它所受的浮力也应该是不变的。

轮船在海水中吃水浅了，又怎样解释呢？

根据阿基米德定律，可分别写出轮船在淡水中和在海水中所受浮力的表达式：

$$F_{\text{淡水}} = \rho_{\text{淡水}} g \cdot V_{\text{船浸入淡水的体积}}$$

$$F_{\text{海水}} = \rho_{\text{海水}} g \cdot V_{\text{船浸入海水的体积}}$$

$$\rho_{\text{海水}} > \rho_{\text{淡水}}, \text{ 而 } F_{\text{淡水}} = F_{\text{海水}} = G$$

$$V_{\text{船浸入海水的体积}} > V_{\text{船浸入淡水的体积}}$$

即轮船在海水中吃水浅了。

同学们不要把物体所受浮力的大小与物体的浮沉问题混同起来。决定物体所受浮力的条件有两个：一个是浸入液体或气体中那部分物体的体积，另一个是液体和气体的比重。物体的重量对浮力是没有影响的。决定物体沉浮条件的是物体所受的重力和浮力的大小，而当物体浮在液面上时，物体受到的浮力等于重力。

错误认为“水越深，浮力就越大”，是由于没有搞清浮力的物理意义，把浮力跟水的压强混为一谈了。混淆了浮力公式 $F = \rho g V$ 与压强公式 $P = \rho gh$ 的区别。其实，水对物体的浮力(F)总是等于物体排开水的重量($\rho g V$)，跟水的深度(h)无关。

(陈玉书)

用弹簧秤“称”出茶杯容积之谜

对本文的标题你一定觉得很奇怪：弹簧秤是测力的工具，又如何能测出茶杯的容积呢？是标题错了吗？别着急，你仔细地想一想、做一做，会得到不少启发的。

要解决用弹簧秤称茶杯容积的问题，先看看这样一道题吧：在重量为 4.9 牛顿的玻璃杯中装满水，而后称出杯与水的总重量为 11.76 牛顿，求水的体积是多少毫升。

首先求出杯子的质量以及装满水后水和杯子的总质量。

$$\text{由 } G = mg, \text{ 得 } m = \frac{G}{g}。$$

$$\text{所以，玻璃杯的质量 } m_{\text{杯}} = \frac{G_{\text{杯}}}{g} = \frac{4.9}{9.8} = 0.5 \text{ (千克)}。$$

$$\text{水和杯的总质量为：} m_{\text{总}} = \frac{G_{\text{总}}}{g} = \frac{11.76}{9.8} = 1.2 \text{ (千克)}。$$

那么，杯中水的质量是： $m_{\text{水}} = m_{\text{总}} - m_{\text{杯}} = 1.2 - 0.5 = 0.7$ （千克）。

0.7 千克的体积是多大？这可以通过水的密度去找答案。

由 $\rho = \frac{m}{V}$ ，得 $V = \frac{m}{\rho}$ 。

所以 $V_{\text{水}} = \frac{m_{\text{水}}}{\rho_{\text{水}}} = \frac{0.7}{1.0 \times 10^3} = 0.7 \times 10^{-3} \text{ (米}^3\text{)} = 700 \text{ (ml)}。$

由于杯子中装满了水，所以水的体积的大小，也就等于杯子的容积。

到此，你对“用弹簧秤称出茶杯的容积”不会再怀疑了吧？这种测量方法叫做间接测量。其实，有不少东西是无法直接测量的，如大气压等，对那些不能直接测量的物理量就只能使用间接测量的方法。最后，请你把用弹簧秤测出茶杯容积的实验步骤写出来。

（亦木）

水面下降之谜

在一个不大的水池的水面上，浮着一只小船，船上除了坐着一个小孩外，还载着许多石块，这时水池内的水面已经与池边沿相平，若再加一点水，水池中的水就会溢出。这时让船上的小孩将船内的石块轻轻投入水中，水池中的水面是上升，是下降，还是不升不降？

水面将下降。

我们可以这样思考问题：先从船中取出质量为 1 千克的石块放到岸上。这时由于船中减小了 1 千克的石块，船的总重量减小了 9.8 牛顿。据阿基米德定律，船排开水的重量也减小了 9.8 牛顿，排开水的体积是 10^{-3} 米^3 ，水面下降了一定高度。当我们再把 1 千克石块重新投入水时，由于石块有一定体积，水面将回升，但是由于石块密度比水大，1 千克石块的体积必小于 10^{-3} 米^3 ，所以水面回升的高度比刚才水面下降量小，因此总的说来，水面下降。

（潘邦桢）

口袋轻重之谜

有两个相同的塑料口袋，一个充满空气而鼓了起来，另一个把空气排出去折叠起来。想想看，哪个口袋重量大？

小刚说，充满空气的塑料口袋，除了口袋的重量还包括空气的重量，所以它的重量较大。

小方想了想说，在空气中称塑料袋的重量时要考虑空气的浮力，鼓起来的塑料袋受到的浮力大，所以，它的重量小。

小明最后说，鼓起来的塑料袋，虽然增加了空气的重量，同时也受到空气的浮力。根据阿基米德定律，增加的空气的重量与受到空气的浮力相等，所以两个塑料袋不论是充满空气还是把空气排出去，它们称得的重量是相等的。

请你给他们三人当个裁判，谁的说法对？

小明的说法是正确的。

一般来说，塑料口袋内外的空气压强总是相等的，他的说法成立。

如果口袋里的空气被压缩，空气压强升高，这时，空气的重量比空气的浮力大，口袋就会变得重一些。

（邱德泉）

挑担子要把绳子放长一些之谜

对挑担子有经验的人，他一定喜欢把两头的绳子放长一些，这样做可使担子挑得比较稳，并且走起来脚步也不须跨得很急。这是为什么呢？

挑着重担走路的人，当把后脚提起向前跨的时候，总感到身体有向前倾跌的趋势。经验证明：这种向前倾跌的趋势越大，脚步就跨得越急，也就是说，从后脚离地到跨前着地的时间就越短。经验还证明：这种向前倾跌的趋势与担子的重量和重心的高低有关，担子越重，重心越高，这种倾跌的趋势就越大。放长绳子就是降低担子的重心（实际上是降低了人和担子的整体重心），也就是减小了跨脚时的倾跌趋势，因此脚步就不须跨得很急，人就感到舒适得多了。

还有，一个人在走路的时候，总是左脚一步、右脚一步地前进；左脚跨步时右脚单独支持全身的重量，右脚跨步时左脚单独支持全身的重量。在转换左右脚支持全身重量时，为了防止向左右倾跌，人的肩头总在作很小的左右摆动。

挑担子的人，随着肩头的摆动，扁担也在振动，吊在扁担两头的东西也要跟着扁担头向左右摆动。如果肩头的摆动和挑着的东西的摆动合了拍（科学术语叫共振），东西就摆动得很厉害，这样会使挑担的人累得像喝醉了酒一样，歪歪倒倒，无法顺利前进！

物体来回振动一次所经过的时间叫周期。肩头振动的周期决定于跨步的快慢；担子振动的周期决定于绳子的长短，绳子越长周期越大（用1米长的绳子吊着的东西摆动周期差不多是2秒多钟）。实验证明：当担子振动的周期和肩头振动的周期相差不大的时候，就要发生共振现象。放长绳子就可以加大担子振动的周期，使它比肩头振动的周期相差较多，而不致发生共振现象。

但是，在崎岖不平的路上或在地面上挑担，绳子就不宜放得过长，否则担子会经常碰撞地面，使人东倒西歪，失去平衡。因此，决定绳子的长短，还要考虑地形等因素。

挑水时在水面上放一片木板或叶子之谜

没挑过水的人，挑起一担水，开头走几步还好，多走几步就不行了，桶里的水摇来晃去泼天泼地的，挑到目的地，恐怕一桶水，只剩下大半桶了。如果我们在水面上浮一块木板或一张荷叶，挑起来就平稳得多，桶里的水也不是那么容易泼出来了。这是什么道理呢？

原来挑着担子走路，人和扁担都要振动，桶里的水也要随着振动。最初水的振动幅度不大，不过是水面有些摇晃，等到后来，桶里的水振荡得与人的步伐合拍了，水就振动得非常厉害，以致溅出桶外，这就是共振现象。在水桶上放一块木板或一张荷叶，水在振动时，就必须带着木板或荷叶一起振动，这样大大地减小了振动幅度，水就不会溅出来了。

雾中跑步对健康无益之谜

早晨，常常可以看到许多人为了身体的健康而进行跑步锻炼，如果遇上了有雾的早晨，跑步对身体的健康还会有益吗？这要从雾的成因分析。

雾是飘浮在低空中的细小水珠，它是由空气中的水蒸汽达到饱和状态时凝结而成的。从热学知识可知，气体的液化必须具备两个条件：一是要在一定的温度下进行。白天由于气温较高，地球表面的水通过蒸发进入大气，到了夜间，由于气温降低，空气中大量的水蒸汽变成了饱和蒸汽，但要凝结，空中还需要有浮尘，倘若无浮尘存在，水的饱和蒸汽压再高，也无法凝结成小水珠，雾也就不能出现。可见，空气中的浮尘在雾的形成中起着凝结核心的作用，这就是气体液化必须具备的第二个条件是要有凝结核心。

为什么气体在液化时要有凝结核？我们知道，液体蒸发过程中，饱和蒸汽压除了随温度的升高而增大外，还和液滴的弯曲程度有关，曲率半径越小，液体越容易蒸发，饱和蒸汽压也就越大。因而在相反的凝结过程中，饱和蒸汽要凝结成液体，除了降低到一定温度外，还需要有个凝结核，也就是需要有个凝结半径，对应于一个饱和气压，就应有一个临界半径 r_c ，当 $r > r_c$ 时，蒸汽对半径为 r 的液滴未达到饱和，因而液滴要继续蒸发，饱和蒸汽压就要增大，而液滴半径 r 却随之减小，这样液化就无法实现。虽然水的分子可以作凝结核，但水分子的半径 r 远远小于 r_c ，无法形成液滴，也就无法形成我们所能看得见的雾。只有当 $r > r_c$ 时，蒸汽对半径为 r 的液滴呈现过饱和状态，所以发生凝结，空气中的浮尘要比水分子大得多，以它为凝结核心，饱和水蒸汽就能液化而形成雾。

综上所述，在雾的形成中，空气中的浮尘是不可缺少的凝结核，这种凝结核既可以是与水蒸汽相同的物质，也可以是其他微粒，例如尘埃、病原微生物等。由于大气的污染，在形成雾的小水珠中，还可能会有各种酸、碱、盐、胺、苯等有害物质，特别在城区，由于大气污染较重，雾中所含的有害物质相对多一些，因此在有雾的早晨跑步，大量吸入这些有害物质，会影响身体的健康，重者还会引起喉炎、气管炎或其他过敏性疾病。

（周如虹）

公共汽车后面窗子不打开之谜

当正在疾行着的公共汽车驶过时，后面总是飞扬起滚滚的尘土，当汽车走远时，尘土也就随着消失，这是什么道理呢？

鱼儿生活在水里，我们生活在空气的海洋里。小鱼儿在茫茫的大海里游泳时，水面不会起什么波浪，如果大鲸游来的时候，就会激起滚滚的浪花。由于鲸的身体很大，它要占据许多地方，当它往前游的时候，它所离开的地方就会有水补充进来，因此在鲸的尾部常常出现巨大的浪头。

人们要占据一定的空间，人所占的地方，这里的空气也要被人体所排开，但是人的体积比较小，行动又不像汽车那么快，所以并不感到什么。当比人

体大好多倍的汽车开来时，它要排开同体积的空气，车子飞快地前进着，在车身刚经过的地方就要有空气来补充，因此空气就由两旁和后面向这个地方涌来，而形成一股涡流，空气的涡流带着马路上的灰尘，紧跟在车子后面，卷起一个大灰柱，这就是我们常看到的汽车后面飞扬的尘土。这时候，如果我们把汽车后面的窗子打开，那么空气必然带着尘土，一个劲儿地往车厢里挤，因此公共汽车后面的窗子，大多是不打开的。

宇宙中物质密度之谜

宇宙中天体的密度是多种多样的。我们居住的地球的平均密度是 5.5×10^3 千克/米³。有的天体密度比地球小，有的天体的密度则大得惊人！地球的密度也是不均匀的，由地壳到地核，密度逐渐增大。地壳（厚度 5—70 千米）的平均密度约为 2.7×10^3 千克/米³；而在地幔（深度达到地面以下 2900 千米）密度为 $3.3—5.7 \times 10^3$ 千克/米³；在地核（从地面以下 2900 千米直到地心）密度为 $10—17 \times 10^3$ 千克/米³。

太阳是一个炽热的球，它的质量相当于地球的 130 万倍，但太阳的密度却比地球小，只有 1.41×10^3 千克/米³。宇宙中各种恒星的密度相差很大，有的恒星密度小到只有太阳密度的几亿分之一，有的恒星密度可达到太阳密度的几十万亿倍。自 60 年代以来，天文学家陆续发现了一些中子星。这些天体都有惊人的密度，根据计算，一个直径 10 千米的中子星，每立方厘米的质量可达几亿吨！

人造卫星发射讯号能量来源之谜

地面上把各种信号送到很远的地方，需要有强功率的发射设备，和强大的电源。发射功率越大，所需的电源功率也要相应增大，一般来说，就要增加电源的体积和重量。这在地面上关系是不太大的。但是对于人造卫星来说，就不是那么简单了，又笨又重的电源会给卫星的发射增加困难。

那么卫星上的电台用的是什么样的能量呢？人造卫星发射无线电信号使用的是电池。目前使用在人造卫星上的电池有两种，一种是化学能电池，一种是太阳能电池。有的卫星是采用化学能电池供电的，供电的时间有一定的期限，当电池能量消耗完了，卫星也就不再发送讯号了。有的卫星是采用两种电池组联合使用的方法。在卫星外表面上密集地排列着一组光电池，它是由一种半导体制成的，能将太阳光直接转换成电能。这样多个元件组成的电池组，发电功率比较大。太阳能是取之不尽、用之不竭的，但是由于卫星绕地球运行，有时会进入地球的阴影之内，阳光被地球遮隔，这时太阳电池就会立即停止工作，但是卫星上的电台、仪器决不能因此而断电，这时就可采用另一组电池——一种类似镉镍电池的蓄电池来供电，它是可以用光电池反复进行充电的。这样，太阳电池和蓄电池联合使用，就能不间断地给卫星供电。

子弹杀伤力之谜

一粒小小的子弹，砰的一声飞出枪口，可以贯穿敌人的胸膛。子弹杀伤

的威力是从哪里得到的？实际上，子弹贯穿目标的过程就是它做功的过程，因为快速运动的子弹能够克服阻力，深入到目标的内部。这样说来，运动的子弹具有杀伤力，是因为它具有做功的本领。

物体具有做功的本领，我们就说它具有能量。任何运动的物体所具有的能量，我们称之为动能。运动着的子弹具有动能，也就获得了杀伤的威力；处于相对静止的子弹没有动能，因而也就没有杀伤力。

很早以前，人们就利用运动的物体为人类做功。到了 17 世纪，有人把长期积累的经验上升为理论，并且得到动能 $= \frac{1}{2} mV^2$ 的计算公式，式中 m 表示物体的质量， V 表示物体运动的速度。这个公式告诉我们，运动的速度越快，物体的动能越大，因而物体做功的本领越大。下过矿井的同志都知道，在井下是禁止在井口的正下方停留的。因为如果恰好井口有石块落下（那怕是很小的一块），当石块到达井底时往往可以得到每秒几十米的速度，这虽然比不上子弹的威力，但对造成工伤却是绰绰有余的。

有趣的是，速度是一种具有相对意义的概念。这就是说速度的大小是相对的，主要是看你针对谁说的。例如，你坐在一辆行驶的列车上，相对于车站，你与列车同速前进；但是针对车厢和你的座位，你却处于相对静止。进一步讲，假如你在车厢里用每秒 2 米的速度向前走，那么在车站上的人看来，你的速度应当是火车的速度再加每秒 2 米。

既然动能的大小是由相对速度决定的，因而动能也就具有相对的意义。子弹对于静止的或低速运动的人具有杀伤力，但是如果有人和子弹同速同方向运动，那么子弹和他处于相对静止，对于此人来说，子弹没有动能，可以随手捻来。如果此人是和子弹同速反方向运动，那末子弹的相对速度就大了一倍，其动能也相应地增加了三倍。有谁会想到，空中的飞鸟会成为现代喷气式飞机的大敌，是现代机场上空飞机失事的祸因之一。在飞机起飞和降落的过程，慌乱的鸟群便在迎着飞机飞翔的时候获得了很大的相对速度（等于飞机速度与鸟速之和），结果他们像炮弹一样冲进飞机的发动机，或撞毁飞机的其他部分。1961 年 9 月一架大型客机由美国芝加哥机场起飞，结果遇到雁群，一只大雁竟击穿了机头蒙皮和密封隔板，并打坏了仪表板，飞机只好迫降。因此，飞鸟的问题已引起航空界的很大注意。

人类利用动能从事生产已有很久的历史，人们利用风（流动的空气）推动帆船前进，利用风车提水，利用水流的动能磨面。在现代，人们则更有效地利用风或水流的动能去发电。

子弹在做功之后要停止下来，水流在做功推动水轮转动之后，流速便平缓下来。一切具有动能的物体在做功之后，它原有的动能便会减少甚至完全丧失。相反，当我们推动小车的时候，小车会因此而得到动能。简单地说，就是物体对外做功，它的动能便减小；外力对这个物体做功，它的动能便增加。

（何艾生）

发射人造卫星一般要顺着地球自转方向之谜

跳远先要跑一段路，跳高也要先跑上一段路。至于赛跑的人，在到达终点以后，总会冲出一段路。这是因为有一种惯性把身体向前推去，要是脚突

然停住，准会摔倒。跳远和跳高，也是利用了这一惯性，以便比静立着跳得更远，跳得更高。

我们有一句话叫做“逆水行舟”，表示事情不容易，要用力量去克服；还有一句话，叫做“顺水推舟”，意思和前一句相反。舟是一样的，一个逆水，一个顺水，人们所花的力量却不同了。

发射人造卫星之所以要顺着地球自转的方向，道理正跟跳远、跳高和顺水行舟一样，就是要借一股外力，这股外力不是别的，是地球自转的速度。

地球由西向东自转，这是大家知道的，可是究竟转得多快，又有多少力可以借呢？地球自转的线速度并不是全球各点都是一样的，越近南北极，线速度越慢；越近赤道，线速度越快，这就跟唱片在留声机上转动一样，同样转一周，外圈跑的路长，里圈跑的路短。在南北极的中心点上，速度几乎等于 0，可是在赤道上，线速度竟快到每秒 465 米。所以只要不是在两极的中心点上，在地球的各处，都有不同程度的地球自转的外力可借。

发射人造卫星和宇宙飞船，当然首先要依靠火箭本身的推力，可是如果火箭在赤道上发射，那么因为有每秒 465 米速度的外力可借，火箭的推力略为小一点点，问题也还不大。纬度越高，能借的外力越小。

所以，发射人造卫星，一般都要借用地球自转的这一股力。当然，如果发射火箭的推力大到足够的程度时，就不一定要借用地球自转的外力了，人们可以按照需要向任何一个方向发射。

人造卫星发射时穿过大气层不会烧掉之谜

为什么流星穿过大气层被烧掉，而人造卫星发射时也穿过大气层，却没有被烧掉呢？

流星穿过大气层前，本身就具有一定的速度。在地球强大的吸引力作用下，流星越靠近地球，地球对它的引力就越来越大，因此它的速度迅速地增大，最后能达到每秒 20 到 70 公里。流星以这么高的速度在大气层中运动，受到了巨大的摩擦力，使流星达到几千度的高温，足以烧掉流星。

人造卫星发射前，相对于地球的速度为零，在发射过程中还要不断克服地球的引力，开始的速度很慢，以后逐渐增加。在目前技术条件下，第一级火箭发动结束后才增加到每秒二至三公里。这时卫星已经离地面 50 到 100 公里高，那里的大气密度还没有地面的千分之一。当卫星进入轨道时，速度达到每秒 7.9 公里以上。可是由于高度更高，大气更加稀薄了。所以，在人造卫星发射过程中，虽然由于空气摩擦而产生的温度相当高，但比流星穿进大气层时的温度要低得多，所以不会被烧掉。但尽管这样，还是要用耐高温的合金来做火箭的外壳。为了减少人造卫星与大气层的摩擦，还采取了下面措施：

1. 卫星和火箭的联结总体的外壳，要造得尽量光滑，以减少大气的阻力。
2. 与前进方向垂直的火箭横截面越大，受到的阻力就越大，因此火箭要做成细长的。
3. 发射卫星时，为了尽快脱离最浓密的低层大气，一般采用垂直于地面，或基本垂直于地面向上发射的方法。

人造卫星发射穿过大气层时不使其烧掉用的是这些办法，那么宇宙飞船返回地球穿过大气层时用什么方法不让它烧掉呢？一般都用这些方法：当飞船返回地球，将要进入大气层时，飞船向前进的方向喷气，就像喷气飞机那

样，不过是向前喷，不是向后喷，使飞船的速度减慢。这时飞船开始下降，当它进入大气层时，不是像一块石头那样笔直地从几百公里高空直冲下来，而是逐渐转成一个弧形很大的下降轨道，斜着飞下来，一般要绕着地球飞行半圈以后，再打开强大的降落伞，这时飞船就可以缓慢而安全地落到地面了。

人造卫星可以转播远地电视之谜

一架普通收音机，除了能收听本地电台的广播，还可以收到一些远地电台的广播。然而，电视机一般只能接收本地电视台的节目，稍远一点，例如一二百公里以外的电视台，播送出来的节目就接收不到了。如果要使电视广播能被更远的地方收到，就要设置中继转播站来转播。

那是因为在地球大气上层，有一个“电离层”，里面含有许多带电颗粒。它能够反射短波波段的无线电波，所以普通收音机可以收听到远地电台的广播。而电视广播发出的电波是超短波，波长通常只有几米。这样短的无线电波，不能被电离层反射，只会穿过电离层或者被电离层吸收掉，因此，它只能直线式地传播。同时，又由于地球的弧形表面会把这种电波遮断，因而远地的电视节目就无法收到了。

当然，我们也可以采取加高电视发射台天线的方法，来扩大播送的距离，但是即使用几百米高的天线，传播范围也只有100多公里。为了解决这个问题，可以设置一些中继站，在中继站中装置一套电视收发设备，一方面接收电视台发来的电视，另一方面转发出去，一站一站地把电视节目传到远方去。

利用特制的人造地球卫星作电视转播，这种卫星叫做通信卫星。这种通信卫星可以发射到离地面几百到几万公里的高空。人们把电视信号通信发射出去，穿过电离层，到达卫星上。卫星上设有电视转播台，它把地面电视台的广播信号接收下来，加以放大，然后再向地面发射回来。利用通信卫星转播电视信号，可以不受距离的限制。凡是面对卫星的地面，都可以收到它所转播的电视节目。

例如所谓“24小时卫星”，就是把一颗卫星放到地球赤道上空约4万公里处，以地球自转相同的速度自西向东转动，那么从地面上看起来，它永远悬挂在天空中一个固定的位置。如果发射三个这样的卫星，彼此角距120度，那末用它们来转播电视信号，并彼此转播所收到的电视信号的话，转播的范围几乎可遍及全球了。

澳星发射与火箭“刹车”之谜

“新华社西安3月22日电，中国卫星发射测控系统部驻澳星发射现场发言人在此宣布，澳大利亚通讯卫星在今晚6时40分发射时，因运载火箭点火后，一级发动机推力不正常，实施紧急关机。其原因正在查找之中，目前，卫星、运载火箭和发射设施均处于安全状态。”

这则来自新华社短短100多字的电讯稿引起了海内外各界人士的极大关注。这次澳星发射尽管失败了，但是，人们对“长征—2号E”火箭点火异常后，居然能在几秒内及时“刹车”却留下了深刻印象。

此次澳星发射点火时，一级箭体的一台发动机在工作数秒后，莫名其妙地自行关闭，导致火箭推力不正常。据现场录像，火箭点火后曾向上“轻微”

弹起。后经检查表明，火箭的一个支撑脚发生偏移，就差一点，火箭将发生倾倒。

事故发生后，火箭工程技术人员经过近一个月的检查分析，确认故障原因是助推发动机点火后，一、三助推器发动机氧化剂副系统断流活门电爆管误爆，使一、三助推器发动机关机。而电爆管误爆，是由于点火控制电路中的程序配电器的一个控制接点上有微量铝质多余物，接点闭合后产生高温引起爆燃，使上述电爆管误爆。如果不是火箭的安全保障系统及时“刹车”，那么运载火箭还差几吨推力就会起飞，后果不堪设想。

世界上能够用火箭发射卫星的国家屈指可数，各国都有自己的“刹车”绝招，总的来讲不外乎两种：一种是程序控制式，一种是抓持式。程序控制式的原理大致如下：所有火箭上的发动机从点火到达额定起飞推力时均需要一定时间，如果到了一定时间，而火箭未起飞则证明火箭推力不正常。于是，人们可以在程序中设定一段延时，如果延时过后，火箭仍未升空，则立即关闭所有发动机。抓持式的原理是：用一些巨型“机械爪”将待发射的火箭抓住，然后进行点火，当检测到火箭推力正常后，再松开“机械爪”使火箭升空，如果此时发现火箭推力不正常则可从容不迫地关闭所有发动机。我国采用的是程序控制式，西方一些国家采用的是抓持式。

采用程序控制式的困难在于，第一，程序中的延时不好确定；第二，火箭在延时中就可能由于其各发动机之间的不平衡推力所产生的力矩作用而倾覆。采用抓持式，虽然可以避免程序控制式的弊病，但是“机械爪”之间的同步问题同样也会在火箭发射时带来麻烦。假如，当其它“机械爪”都松开了，而唯有一只“机械爪”因出现故障而按兵未动，那么火箭倾角马上会发生变化，严重的会导致箭体爆炸。

我国这次火箭“刹车”技术的首次使用成功，保护了数亿美元的火箭、卫星及发射台，避免了一场大灾难。正如海外的一篇专稿中指出的那样：“长征火箭发射澳星上天失败，但无意中向国际航天界透露了中国航天技术的一项‘秘方’——火箭刹掣技术。”

（蔚文江）

飞机隐身术之谜

在谈飞机的隐身术之前，先要谈谈雷达。雷达是一种利用无线电波搜索目标和测量其位置的设备。雷达的构造虽然复杂，但它的基本原理是好懂的，打个比方就明白了：你站在山谷里，对着高山大喊一声，过一会儿你就会听到回声。如果你把从发声到听到回声的时间计算出来，你可以根据声音传播的速度，算出高山离你有多远。

雷达的工作原理也是如此，所不同的是，它发出的不是声波，而是无线电波。雷达发出的电波，在前进过程中如果碰到什么物体，就会发射回来显示在荧光屏上，但并不是具体的图象，而是一些亮斑。物体的性质、大小、形状不同，亮斑的大小、形状和明暗程度也不同。

雷达发明出来以后，很快就被运用到军事上，成了“防空部队的眼睛”。过去，敌人的飞机来袭击，总是不能及早发现，等发现了，敌机已经靠得很近，往往来不及反击。有了雷达之后，敌机还在几百公里之外，就能被雷达发现，不等它到达袭击目标，就可以向它开火。

俗话说：“有矛就有盾”。在雷达出现不久，许多反雷达的手段也出现了，其中之一就是“隐形技术”，这种技术能给雷达制造假象，使雷达“看不见”飞机。雷达是第二次世界大战中发明的，隐形技术也是在第二次世界大战中出现的。第二次世界大战结束以后，雷达技术不断发展，隐形技术也在不断发展。

美国是当今世界上研究“隐形技术”投资最多、最花力气的国家。早在50年代末，美国为了从空中获取其他国家的军事情报，便秘密研制出一种叫“黑鸟”的高空侦察机，这种飞机不容易被对方的雷达发现，被看作是早期的隐形飞机。1975年，美国又制订了“神秘的蓝色计划”，发展隐形系列飞行器，包括隐形战斗机、隐形轰炸机、隐形导弹等等。80年代初期，美国又研制出新型的“偷袭”号隐形轰炸机。有一次，在离警戒雷达40公里的地方飞行了30多分钟，雷达系统居然没有发现，隐形效果很好。

隐形飞机用了什么隐身术，让雷达变成“睁眼瞎”呢？

办法有四种：

第一种：在飞机的机身上涂上一层能够吸收电波的“油漆”。雷达发出的电波被这种“油漆”“吃掉”了，没有回波，雷达自然就变成“瞎子”啦。

第二种：在飞机上采用吸收雷达波的复合材料。这种材料内部结构松散，受雷达波幅射后产生振动，把雷达波转换成热能而散发掉。

第三种：飞机机身尽量采用圆滑、曲线形的表面形状，让发射来的雷达波不易发生反射，缩小被雷达发现的截面积。

第四种：尽量减少飞机本身发出的电子幅射和热幅射，让对方的监测雷达和红外探测器捕捉不到电波和红外线。

在隐形技术发展的同时，反隐形技术也有了新的发展，主要表现在以下三个方面。一、把雷达发出的无线电波波段从过去的厘米波段扩展到米波段或毫米波段，扩大雷达探测隐形目标的能力。二、建立双基地雷达系统，把雷达的发射机和接收机的基地分开，并且把距离拉得远一点，使无线电波发射角和反射角都增大，这就相应地增大了隐形飞行器被雷达发现的截面积。三、把探测系统装在人造卫星或飞机上，让它居高临下进行探测。一般的隐形飞行器重点隐蔽其飞行正面的截面积，不注意隐蔽上部，居高临下探测它们，就容易发现它们。

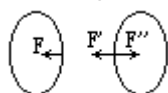
（王宪忠）

打蛋问题之谜

有一天，我的同事说，她能用一只鸡蛋碰破所有要打的鸡蛋即本文所称的打蛋问题。我们几位同事将信将疑，她立即拿来6只鸡蛋，我随便拿起一只递给她，说：“开始吧。”只见她用这只鸡蛋为武器，把剩下的5只鸡蛋一个个碰破了，最后在灶台上磕破这只蛋，我们几位仔细比较了这6只蛋壳的厚度、颜色确实看不出有何差别，事实证明其说不谬。如何解释这个问题呢？

留心她打蛋时手的动作发现：（1）被碰破的蛋都是用手握着不动被动挨碰的靶子，下文中简称靶蛋；没碰破的那一只蛋以极快的速度去撞击靶蛋，下文中简称矢蛋。（2）几次相碰都大致沿水平方向。（3）相碰点均在蛋的腰部，即是相同部位相碰。

基于上述(2)(3)两点,两蛋相碰时重力作用可不计;蛋壳上相同部位的耐压能力一般可视为相等,这样靶蛋和矢蛋相碰时的受力情况如附图所示。 F 、 F' 是两蛋相碰时蛋壳触点间的一对作用力和反作用力。由于靶蛋静以待碰,故在它的相碰部位水平方向只受力 F 的作用,当力 F 大于它的耐压力即被碰破。而矢蛋在相碰的瞬间,由于速度突然减小,根据动量定理和牛顿第三定律可知,蛋清和蛋黄这部分质量必对相碰部位的蛋壳产生一冲力 F'' (如附图),这个冲力的方向与 F' 方向相反,结果矢蛋相碰部位的蛋壳所受的合力就小于靶蛋壳被碰部位所受作用力,因此,在靶蛋破了时,矢蛋安然无恙。除非矢蛋壳的耐压力比靶蛋小得多,再加上矢蛋碰前速度小到一定程度致使蛋清和蛋黄产生的冲力不足以弥补这一差别。这种情况是存在的,但一般情况下,矢蛋被碰破的几率是很小的。



附图

笔者曾在一间蛋糕坊用一只矢蛋一气碰破 23 只靶蛋,在家里连续五个星期零星用矢蛋去碰靶蛋,矢蛋先破也只有那么两三次,矢蛋被碰破的几率确是很小。

假如相碰时不是沿着水平方向而是任意方向;或不同部位相碰;或以相等的或不等的速度相向运动相碰;生鸡蛋和熟鸡蛋相碰……,结果如何,怎样解释,留给有兴趣的同仁们一试。

(陶玉良)

冰在开水里不熔化之谜

把一小块冰丢到装满水的试管里去,由于冰比水轻,要想不让冰块浮起,再投进去一粒铅弹、一个铜圆等等去把冰块压在底下;但是不要使冰跟水完全隔离。现在,把试管放到酒精灯上,使火焰只烧到试管的上部。不久,水沸腾了,冒出了一股一股的蒸汽。但是,多奇怪呀,试管底部的那块冰却没有熔化!我们好像是在表演魔术:冰块在开水里并不熔化……

这个谜的解释是这样的。试管底部的水根本没有沸腾,而且仍旧是冷冰冰的,沸腾的只是上部的水。我们这儿并不是什么“冰块在沸水里”,而是“冰块在沸水底下”。原来,水受了热膨胀,就变成比较轻的,因此不会沉到管底,仍旧留在管的上部。水流的循环也只在管的上部进行,没有影响到下部。至于下部的水,只能经过水的导热作用才受到热,但是,你知道水的导热度却是很小的啊。

(符其珣)

牙医烤小镜之谜

今天,天气很冷,我到医院去看牙。检查牙齿的时候,医生拿起一个“带把的小镜子”放进了我嘴里。我看见,医生把小镜子放进我嘴里以前,先点着酒精灯,用火烤一烤小镜子。我顺口就说:“大夫最讲卫生,烤一烤就彻底消毒了……”

谁知医生说:“你注意观察,爱想事是好的。可惜,‘消毒’的结论却

错了。不烧一下镜子，我就看不见牙齿，烧一下才看得到牙齿。”

听后，我直发愣，弄不明白这是什么道理。医生说：“这是利用了物理学上的道理。你回去想想，下次看病的时候来告诉我。”

我想请我的朋友帮我一起探讨道理在哪里？

“带把的小镜子”是金属制成的，天冷的时候，它的温度比较低，一旦放进温暖潮湿的嘴里，潮湿的气体遇冷便会迅速凝成水珠，结在小镜子上。这时，镜面一片模糊，什么也看不见。接受了教训的大夫事先把小镜子烧热，提高了小镜子的温度，使水气不能在它们上面凝结成水珠，这样便能看清牙齿有什么毛病。

（潘邦桢）

湿的比干的轻之谜

篮球掉到水池里，捞起来以后，份量变重了。湿衣服、湿木头也都比干的时候重，这是因为干的物体吸收了水份，增加了重量。

看起来，湿的比干的重。可是，空气却有不同，干燥的空气吸进水分以后，重量却减轻了。准确地说：1升湿空气比1升干空气轻。

这是为什么？

湿空气里的水，大多是以气体状态出现，它是水蒸气，而不是小水滴。

水浸入衣服，不会把衣服挤走，而水蒸气进入干空气，却会挤走一部分空气。1升水蒸气的重量比1升干空气要小。若是大量空气换成了水蒸气，湿空气的重量就变轻了。

（邱德泉）

“开了锅”的粥不热之谜

中午，小刚放学回家，奶奶让小刚把早晨剩在锅里的粥热一热。

小刚把盛凉粥的锅放在火炉上加热，不一会就听到“扑嘟”、“扑嘟”的声音。打开锅盖一看，粥里不断冒出气泡来。他马上给奶奶盛了一碗。

可是，奶奶却问：“小刚，这粥热过了吗？”小刚莫名其妙地说：“热过了。刚开的锅。”奶奶又说：“粥还凉着呢！”小刚半信半疑地尝了一口，惊叹地说：“怎么开了锅的粥一点也不热啊？”

把凉粥煮热与烧开水是不一样的。

水是热的不良导体。在水的内部，热的传导速度很慢。烧开水主要靠热的对流，壶底的水烧热了，就向上升，而比较冷的水又下沉到壶底，通过不断地上下对流，使整壶水的温度升高，达到沸腾。

对流，要求液体或气体有良好的流动性，凉粥的流动性非常差，锅底的粥吸热以后，温度很快上升，却不能很好地向上流动，大量的热集中在锅底，常常把这里的粥烧焦。可是，其它地方的粥无法流到锅底附近，依然还是凉的。

煮凉粥，要在锅里多加一些水，使粥变稀，增强它的流动性。另外，热粥时，还要勤搅动，强制凉粥对流。

（闫金铎）

水开了壶底不烫手之谜

水开了。

从炉子上把开水壶提起来，你敢不敢用手摸摸壶底？你不要犹豫，迅速地把手伸到壶底，一定会感到惊奇，壶底并不烫手。你迟疑不定，过了一会才把手伸到壶底，这时，反而会烫手。

有人说，这是因为水有对流的缘故。靠近壶底的水，接收了炉火传来的热，就向上对流，把热给带走了。

这种说法对吗？

开水开了的时候，壶内的水都已经达到了沸点，上下温度一样，水的对流不再起作用。说壶底不烫是由于对流的缘故，显然是错误的。

我们来分析一下壶底以及靠近壶底的水有什么特别的地方，就能找出准确的答案。

壶底是产生气泡最多的地方，也就是水的汽化最集中的地方。在壶底附近，水开以后，大量的水变为水蒸气，一串串气泡上升，才使水沸腾起来。水汽化的时候要吸热。一克 100 摄氏度的水汽化时要吸热 539 卡，大量的水汽化，吸走了大量的热，在水壶离开火炉以后的那一会儿功夫里，水的汽化仍在进行，所以继续吸收热量，暂时降低了壶底的温度，这时的壶底就不烫手。

你在做实验的时候可以注意一下，开水沸腾激烈的时候，壶底不烫手的现象就很明显；开水停止沸腾，不再冒气泡以后，壶里的水温上下都相同，壶底就烫手了。

（潘邦桢）

纸点不着火之谜

把一纸条缠在一根黄铜棒上，用酒精灯点燃纸条时，纸条并不燃烧。撤掉铜棒，用酒精灯点燃纸条，纸条便迅速燃着了。这是为什么呢？

用酒精灯去点燃纸条，只要达到纸条的燃点，纸条就会燃烧起来。把纸条缠在铜棒上，由于铜棒导热性能好，可以很快地把酒精灯火焰传给纸的热量传导到铜棒的其他部分，所以纸条的温度没有升高多少，达不到纸的燃点，纸条并不燃烧。撤掉铜棒以后，由于纸是热的不良导体，纸条一端受热后温度很快升高到燃点，所以纸条迅速燃着了。

（闫金铎）

“火中取栗”之谜

成语“火中取栗”是源出于这样一个故事：狡猾的狐狸，骗猴子为它取出火中的栗子。结果猴子不但没有取出栗子，反而把脚上的毛烧掉了。这则故事也说明，人们都认为：直接用手从火中取出东西是一件不可能的事。

然而，发生在人们生活中的某些现象，却要比“火中取栗”惊险得多。有消息报导，早些时候，在国外狂欢节的余兴节目中，有些大胆的表演者当场将一个潮湿的手指伸进融化了的铅液中，尽管他以极快的速度将手从熔铅中缩回，但是也使得周围的观众心惊肉跳，目瞪口呆。更有甚者，一些大胆

的表演者，竟然赤着脚在一大堆烧红的木炭上，或者在凝固了的高温熔岩上行走。据说在一本《基尼斯丛书：世界纪录》上，描述了在 650℃ 的燃烧着的一长堆木炭上步行了约 7.5 米的事迹。当你听到这种传说时，一定会感到惊奇，并且认定这样的游戏是在“变魔术”，表演者的脚底上可能事先已经抹上了一种高级的绝热防护剂吧！

实际上这是一种物理现象，可以这样解释：当一个潮湿的手指迅速插入高温熔液中时，手指头上的水突然受热汽化，在手指周围形成一个很薄的蒸汽层。气体是热的不良导体，在一段短暂的时间内，它可以起到绝热防护作用。不过，潮湿的手指头伸进熔化的铅液后，得赶快缩回来。因为时间一长，蒸汽层消失，防护作用失效，后果就不堪设想了。同学们不要去作这种冒险的尝试。

关于“蹈火”的表演，最关键的是表演者脚底上要有足够的汗水。当脚底上的某些部位与炭火接触时，由于汗水的迅速汽化，脚底和木炭之间形成的蒸汽膜起到了瞬时保护作用。步与步之间流出的汗水补偿了部分水分。如果脚底上沾满了厚厚的煤炭或者长着硬茧，也许还能多走上几步。如果跑步，会使双脚反而踩进炭火而使保护层失效。

热传递是通过传导、对流和辐射三种途径进行的。上述两种惊险的表演主要利用了气体是热的不良导体的这一特性，免除了人体被烫伤的危险。热传递的特性已广泛地应用于生产实践中，保温瓶就是一个突出的例子。在生产中，有时为了让工人能够在温度较高的环境之下，连续工作比较长的时间，安全地维修机器设备，特制了一套厚厚的石棉衣服，再在外面喷涂了一层光亮的铝膜。工人穿了这种衣服就能在高温环境下工作一段较长的时间，“火中取栗”也是可能的事了。

导热冠军——热管之谜

在茫茫太空中航行的飞行器——人造卫星、宇宙飞船和航天飞机，面向太阳的一侧受到太阳的直接照射，温度很高，背向太阳的那一侧温度却很低。由于太空里几乎没有空气，不可能通过空气来调节温度，因此，飞行器两侧的温度差可以达到 275℃。尽管飞行器的材料是经过特殊处理的，但仍然受不了这么大的温度差别，容易变形。这对飞行器来说，是很危险的。为了消除危险，科学家们经过长时间的研究，发明了一种神奇的“热管”换热器。通过热管，可以把面向太阳一侧机身的热能，引到背向太阳一侧的机身，使飞行器两侧的温度差降到 44℃ 以下。

如此神奇的热管，它的原理一定很深奥吧？不！实际上它利用的是我们中学课本中讲过的科学原理：液体蒸发时吸热；气体液化时放热。

医生给我们打针前，一定要用酒精消毒，涂在皮肤上的酒精很快就会蒸发掉，同时这块皮肤会感到十分凉爽。这是因为，液体蒸发时要从周围的物体吸收热量。我们知道，液体达到沸点以后，如果继续吸收热量，本身温度也不再升高，所吸收的热量会使液体转变成气体。比如，1 克 100℃ 的水要变成 100℃ 的蒸气，需要吸收 539 卡的热量。反过来，气体变为液体时也要放出热量。这就是人们感到 100℃ 的水蒸气要比 100℃ 开水烫的缘故。

下面，我们来看看热管的结构。

它是一根密封的环形金属管，管壳内衬垫一层多孔材料——吸液芯，里面灌有酒精或别的容易蒸发的液体。抽去管内的空气，使管内没有空气的压力，这样，液体在受热时很容易变成蒸气。

当热管一端受热时，吸液芯里的酒精就会蒸发，这端叫做“蒸发端”。酒精在汽化时会吸收大量的热，蒸气沿着热管中间的通道跑到另一端——冷凝端时，会遇冷凝结成酒精，放出同样多的热。冷凝以后的酒精渗进吸液芯里，由于毛细管作用，重又回到蒸发端。只要热管两端温度相差几度，酒精就可以在管内反复循环，将热量迅速地从蒸发端传到冷凝端。

热管的导热效率极高，热传导系数比铜和银高 1000 倍。一根 25 毫米直径的热管（相当于普通自来水管粗细），传热的效果跟直径 2.7 米的铜棒差不多。热管的体积小，重量轻、结构简单，而且不用配备马达等动力传动设备，因此使用寿命很长。热管的使用范围广泛，在 -253 到 2300 之间的环境中都可导热，甚至还可以在有毒的恶劣环境中使用。

除了在宇宙飞行器中要使用热管外，在工业机械、电子、电机、轻工等领域，热管也有重要作用。例如，现代电动机的转速越来越高，产生的热量也越来越多，如果散热不及时，就有烧毁电动机的危险。普通电动机多用气冷或水冷设备对转子进行冷却，效率低，冷却部件体积大，整个电机显得粗大笨重。利用热管对转子进行冷却，不但效率高，电动机的辅助设备的体积小，使用寿命也延长了。

随着对热管的进一步研究，热管的用途还会更加广泛，说不定什么时候会进入人们的日常生活呢。

（韩吉辰）

100 的水不沸腾之谜

炉子上放一口烧水的锅，盛一些水，再用小奶锅盛一点水，让它漂在大锅里。从锅底给锅加热，大锅里的水沸腾了，小奶锅里的水却不沸腾。做实验的时候，注意使小奶锅一直停在大锅中心，延长加热的时间，奶锅里的水也不沸腾。

这是为什么？

沸腾是液体的一种汽化现象。液体汽化的时候，都要吸收热量。

大锅放在炉火上，炉火的温度比 100 高得多，锅内的水升高到 100 以后，炉火仍不断把热传导给水，使大锅里的水不断汽化，不断沸腾。

奶锅放在水中，只能从水中得到热。大锅里的水温度升高，奶锅里的水温度也跟着升高，大锅的水达到 100，奶锅里的水也达到了 100。可是，大锅里的水沸腾以后，温度不再升高，始终停留在 100。我们知道，两个物体的温度相同，它们之间是不会发生热传递的。现在，奶锅里的水和大锅里的水都达到 100，奶锅里的水不能再从大锅里的水吸收热量，就不会沸腾。

如果奶锅底与大锅底接触，由于炉火的温度比 100 高，因此奶锅里的水可以通过金属从炉火吸收热量，奶锅里的水就会沸腾起来。

（闫金铎）

0 的水不结冰之谜

在通常情况下，水的温度可以降低到 0°C ，同时也可能存在 0°C 的冰。有的同学认为： 0°C 的水一定会转化为 0°C 的冰。这种看法是不对的。 0°C 的水和 0°C 的冰相比较，虽然它们的温度都是 0°C ，但是由 0°C 的水转化为 0°C 的冰可不是一件容易的事。实验表明，1 千克 0°C 的水转化为 0°C 的冰要放出 80 千卡的热量，这相当于同样质量的水，温度从 80°C 降低到 0°C 所放出的热量。 0°C 的水转化为 0°C 的冰既然要放出大量的热量，那么一定要有周围的物体吸收这部分热量才行。为了能使热量从 0°C 的水传至周围的物体，所以周围物体的温度一定要低于 0°C 。冬天，当气温降到 0°C 以下， 0°C 的水才能结冰。如果气温等于 0°C ，那么 0°C 的水和 0°C 的冰将处于一种热平衡状态，容器中的 0°C 的水不能使 0°C 的冰熔解，而 0°C 的冰也不能使周围的 0°C 的水凝固，成为一种 0°C 的冰和水共存的状况。解答有关冰水共存的热学问题，我们应当特别仔细，防止得出谬误的结果。

例在质量 200 克，温度是 10°C 的水中丢入一块 500 克、 0°C 的冰，求热平衡时的温度是多少？

解：设热平衡时的温度是 t ，则 200 克水温度从 10°C 降低到 t 放出的热量 Q_1 为：

$$Q_1 = 1 \text{ 卡/}(\text{克} \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 200 \text{ 克} \times (10 - t) \\ = (2000 - 200t) \text{ 卡。}$$

500 克、 0°C 的冰熔解为 0°C 的水吸收的热量 Q_2 为：

$$Q_2 = 80 \text{ 卡/克} \times 500 \text{ 克} = 40000 \text{ 卡，}$$

500 克、 0°C 的水温度升高至 t 吸收的热量 Q_3 为：

$$Q_3 = 1 \text{ 卡/}(\text{克} \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 500 \text{ 克} \times (t - 0) = 500t \text{ 卡。}$$

根据热平衡方程式，得

$$2000 - 200t = 40000 + 500t$$

$$\text{所以 } t = -54.2$$

答案显然是错误的，在 0°C 的水中丢进一块 0°C 的冰之后，绝不可能出现混合温度在零度以下的状况。检查运算过程，也看不出什么错误。到底错在什么地方？查其根源就在于设错了热平衡的温度在 t 。实际上，在这种情况下，热平衡的温度不可能在 0°C 以上。因为 500 克、 0°C 的冰要完全熔解为 0°C 的水需要吸收的热量： $80 \text{ 卡/克} \times 500 \text{ 克} = 40000 \text{ 卡}$ 。而 200 克、 10°C 的水温度降低至 0°C 也只能放出热量： $1 \text{ 卡/}(\text{克} \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 200 \text{ 克} \times 10 = 2000 \text{ 卡}$ ，这部分热量只能

使 $\frac{2000 \text{ 卡}}{80 \text{ 卡/克}} = 25 \text{ 克}$ 0°C 的冰转化为 0°C 的水。最后只能是一种 0°C 的水和 0°C

的冰共存的状态，其中 0°C 的冰 $500 \text{ 克} - 25 \text{ 克} = 475 \text{ 克}$ ，有 0°C 的水 $200 \text{ 克} + 25 \text{ 克} = 225 \text{ 克}$ 。

(林琳)

在 4°C 时水的密度最大之谜

在 4°C 时水的密度为什么最大，这里介绍一种比较常见的解释。

我们知道水的密度比冰的密度大，这是因为液态的水在凝固成冰的时

候，分子间的相互作用力，使分子按一定的规则排列，每个分子都被四个分子所包围，形成一个结晶四面体。这种排列方式是比较松散的，使得冰晶体中的分子间的平均距离大于液态水中的分子间的平均距离。在液态水中，分子的排列比较混乱，不像冰中的分子那样，按一定的规律排列。分子在液态中的运动虽然比在冰中更自由，但分子与分子间的平均距离比在冰中更小，所以水的密度比冰的密度大。

用 X 射线研究液态水的结构时，发现液态水中在一定程度上还保留着非常微小的冰的晶体。根据推算，在接近 0 的水里，约包含着 0.6% 的这种微晶体。当温度逐渐升高时，这种微晶体逐渐地被破坏，由于这种微晶体具有较小的密度，所以微晶体的被破坏就会引起密度的增加。因此，在水中有两种使密度改变的效应：使密度变小的效应。当温度升高时，水分子的热运动更剧烈了，分子间的距离变大了，因而引起密度的减小。使密度变大的效应。当温度升高时，水中的微晶体逐渐地被破坏，引起密度的增大。在 4 以上，水的温度升高时，第一种效应占优势，水的密度减小，体积增大。在 4 以下，水的温度升高时，第二种效应占优势，水的密度增大，体积减小。因此，水在 4 的时候，密度最大，这就是水的密度反常变化的原因。

皮袄不会给人温暖之谜

假如有人一定要你相信，说皮袄根本一点也不会给人温暖，你要怎样表示呢？你一定会以为这个人是在跟你开玩笑。但是，假如他用一连串的实验来证明他的话呢？譬如说吧，你可以做这样一个实验。拿一只温度计，把温度记下来，然后把它裹在皮袄里。几小时以后，把它拿出来。你会看到，温度计上的温度连半度也没有增加：原来是多少度，现在还是多少度。这就是皮袄不会给人温暖的一个证明。而且，你甚至可以证明皮袄竟会把一个物体冷却。拿一盆冰裹在皮袄里，另外拿一盆冰放在桌子上。等到桌子上的冰融化完之后，打开皮袄看看：那冰几乎还没有开始融化。那么，这不是说明皮袄不但不会把冰加热，而且还在让它继续冷却，使它的融化减慢吗？

你还有什么说的呢？你能够推翻这个说法吗？你没有办法推翻的。皮袄确实不会给人温暖，不会把热送给穿皮袄的人。电灯会给人温暖，炉子会给人温暖，人体会给人温暖，因为这些东西都是热源。但是皮袄却一点也不会给人温暖。它不会把自己的热交给别人，它只会阻止我们身体的热量跑到外面去。温血动物的身体是一个热源，他们穿起皮袄来会感到温暖，正是因为这个缘故。至于温度计，它本身并不产生热，因此，即使把它裹在皮袄里，它的温度也仍旧不变。冰呢，裹在皮袄里会更长久的保持它原来的低温，因为皮袄是一种不良导热体，是它阻止了房间里比较暖的空气中的热量传到里面去。

在这个意义上，冬天下的雪，也会跟皮袄一样地保持大地的温暖；雪花和一切粉末状的物体一样，是不良导热体，因此，它阻止热量从它所覆盖的地面上散失出去。用温度计测量有雪覆盖的土壤的温度，知道它常常要比没有雪覆盖的土壤的温度高出摄氏 10 度左右。雪的这种保温作用，是农民最熟悉的。

所以，对于“皮袄会给我们温暖吗”这个问题，正确的答案应该是，皮

袄只会帮助我们自己给自己温暖。如果把话说得更恰当一些，可以说是我们给皮袄温暖，而不是皮袄给我们温暖。

（符其珣）

逗人笑的奥秘

哈哈镜逗人笑。在这个哈哈镜前，自己的像变得细小瘦高；在那个哈哈镜里，又变得矮小粗胖。还有的，头小身子大；要不又反过来，头大身子小……总之，哈哈镜的像都发生了变形。

同学们在哈哈大笑以后，一定注意到哈哈镜有个共同的特点：不平。同一块哈哈镜上，往往有一部分凸出来，而另一部分又凹进去。

在这里，我们还可以提醒大家，哈哈镜里的虚像变化只有两个基本类型：放大和缩小。现在，请你思考一下，哈哈镜为什么会变出许多不同的虚像来？

一面哈哈镜往往包含着三种镜子。一种是平面镜，镜中的人像与真人大小相等，我们平常用的镜子就是平面镜。另一种是凸面镜，镜中的虚像是缩小了的像，汽车驾驶室旁的反光镜就是凸面镜。还有一种是凹面镜，人与凹面镜的距离小于一倍焦距时，成为放大的虚像，显微镜的反光镜就是凹面镜。

如果平面镜和凸面镜结合，制成直立的圆柱形镜面，直立的高是平直的，而横方向的宽却是一个凸面。这时候，照出来的像，高矮不变，宽窄却缩小，整个人像就成了一个瘦高条。

把这个圆柱形的镜面横放下来，照出来的人像就成为矮胖了。

把三种镜子做在一块镜面上，变化就更多了。当人站在镜前，各种镜面都按各自的成像规律成像，人的不同部位分别成为放大或缩小不同倍数的像。由于镜面是连接在一起的，所成的人像也是一个整体，哈哈镜中就成了多变的畸形人像。

（邱德泉）

物体颜色之谜

关于物体的颜色，在教学活动中，往往有人说“物体是什么颜色就反射（或透射）什么颜色”，甚至有的说“物体所以呈现某种颜色，是因为它把其他颜色的光都吸收了的缘故”，我们认为，这两种说法是不妥的乃至错误的。

非发光物体的颜色取决于施照光源的颜色和被照物体对光的吸收特性。在没有光源的黑暗环境里，任何物体都不会呈现其颜色，只有在光照下，物体才可呈现一定的颜色。同一物体在颜色不同的光源下呈现着不同的颜色；而在同一光源下的不同物体一般也呈现着不同的颜色。通常所谓物体的颜色是指这种物体在白光（阳光、白炽灯光、日光灯光等）下的颜色。众所周知，白光是由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七色光组成的，在科学技术上，人们还制造了各种单色光源，单色光源只有一种颜色，从波动理论讲，单色光就是波长单一的光。迄今波长最为单纯，颜色最为鲜艳的光源应推激光。

平常人们熟知白光可由七色光复合而成，却很少了解白光也可以由较少颜色的光复合而成。实验表明，如果把适当颜色的两种单色光按一定的强度比例混合，可以形成白光。



图1 光的互补色示意图

这样的两种颜色就称为互补色。图1是互补色示意图，图中每条直径两端的单色光互为互补色。如红光与青光为互补色，黄光与蓝光为互补色，等等。

当白光照射不透明物体时，由于物体对不同波长的光吸收、反射的程度不同，而使物体呈现了不同的反射颜色。若物体对各种波长的光都完全吸收，则物体呈现黑色；若完全反射，则呈现白色；若对各种波长的光，吸收程度差不多，则呈现灰色；如果物体有选择地吸收某一或某些波长的光，那么这种物体的颜色就由它所反射的光的颜色来决定，即反光物体的颜色是与其选择吸收光成互补色的颜色。例如，树叶由于吸收了阳光中紫色而呈现绿色。

当白光照射透明或部分透明物体时，因其对不同波长的光吸收、透射的程度不同而使物体呈现了不同的透射颜色。若物体对各种波长的光透过的程度相同，这种物体就是无色透明的；若只让一部分波长的光透过，其他波长的光被吸收，则这种部分透光物体的颜色就由透过光的颜色来决定，即透光的物体呈现的是与其选择吸收光成互补色的透光颜色。例如，高锰酸钾溶液吸收了白光中的绿色光而呈现了紫色的透光颜色。

总之，物体反光和透光所呈现的颜色都是由与物体选择吸收光成互补色的光而决定的颜色。当然，如果物体选择吸收的不只是一种颜色的光，那么物体（反光或透光）的颜色就将由几种吸收光的互补光复合而成。

（孙秀香）

水下监测的奥秘

在本世纪60年代，苏联的一艘潜艇在大洋深处发生了爆炸。事后，苏联舰队到达出事海域，希望找到确切位置，把潜艇的残骸捞上来。可是，在附近海域始终找不到准确的位置，只好撤退了。

苏联舰队的出现，引起了美国情报部门的注意，等到探听出是来寻找潜艇的残骸，立即查阅美国水下监测系统的资料。这个监测系统能够发现和记录几千公里以外的爆炸，一查，果然发现了大洋里发生过一次爆炸，并且记下了发生爆炸的精确位置。于是，证实了这次爆炸是潜艇爆炸，立即赶制了专用的深海打捞船，把苏联潜艇残骸打捞了起来，窃得了潜艇上装载的导弹秘密。

你想想看，水下监测是记录了无线电波，还是超声波。

大家知道，雷达可以侦察空中的飞机或导弹。雷达是靠接收无线电波进行侦察工作的，可是，无线电波无法在水中传播，因为水会吸收无线电波，造成损耗。在水中，大量无线电波损耗以后，就无法传播信息了。因此，不能利用无线电波去进行水中侦察。

水下监测是靠接收超声波的声纳。超声波在水中可以畅通无阻，水下爆炸的超声波能够传到很远的地方，利用声纳收集和记录下超声波，就可以测定爆炸的位置和距离。

声纳也可以主动发射超声波，当超声波遇到障碍物的时候，就被反射回来，根据发射和接收的间隔时间，也能测出障碍物的位置和距离。

（邱德泉）

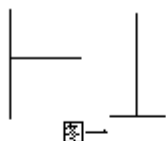
孔“圣人”“不能决也”的问题之谜

早晨和中午，太阳什么时候离人近，什么时候离人远？

这个当年孔“圣人”“不能决也”的问题，如今编进了初一的语文书。这虽然可以激发同学们的求知欲，但要讲清这个问题，确实不大容易。

对初一的同学可以这样回答：在一天里，早晨和中午，太阳离地球的远近，太阳辐射的光和热，可以说是一样的。那么，为什么早晨的太阳“如车盖”，“沧沧凉凉”；中午的太阳“如盘盂”，“如探汤”呢？

先说早晨的太阳为什么显得大，中午的太阳为什么显得小。请你先看图一。你可能会觉得右边的竖道比左边的长，而左边的横道比右边的长。但是，你拿尺子量一量便会发现，原来左右两边的竖道、横道都是一样长的。还有，周围衬有黑底的白色图形，看上去也会觉得比白色衬底的黑色图形大一些（图二）。

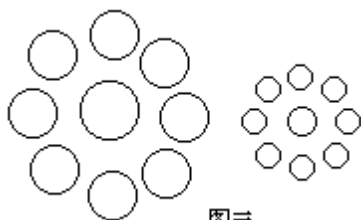


图一



图二

这都说明，眼睛并不很可靠，有时候它也会“骗”我们。这种现象，叫做视差。视差是物体相互比较时产生的，把一个物体同比它小的物体放在一起来看，它就显得大些；同比它大的物体放在一起来看，它就显得小些（图三）。

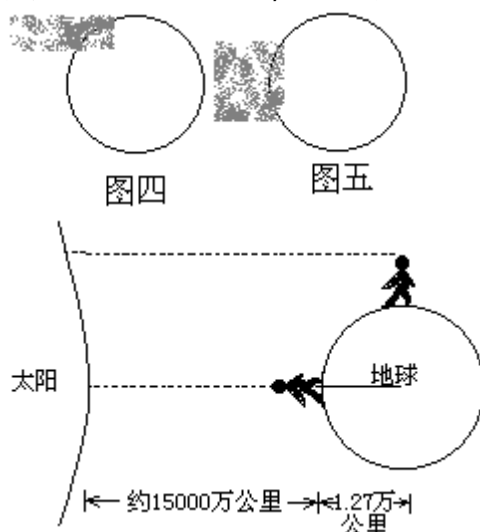


图三

早晨太阳刚刚从地平线上升起，傍晚太阳慢慢落山，离地平线都不远，在房子、树木、山岗等景物的陪衬下，看上去就显得大“如车盖”了。中午，太阳高悬顶空，广阔的天空是它的背衬，所以看上去就小“如盘盂”。另外，早晚的天空都比中午暗淡，也是使人觉得早晚太阳大，中午太阳小的一个原因。

再说，为什么中午的太阳比早晨的太阳晒人。其实，不论早晨或是中午，

太阳辐射的光和热都没有什么变化，只是由于早晨的阳光是斜射到地面上的（图四），便显得比较弱；还有，早晨的阳光才开始照射大地，地面刚刚吸收阳光的热量，而且得到的光和热又要消耗在蒸发露水上，所以气温比较低，有令人“沧沧凉凉”之感。中午阳光直射大地（图五），光线强烈，大地单位面积上接受的热量较多；再加上地面已经晒了一上午，聚积了大量的热量，气温比早晨已有很大的增高，所以令人有灼热“如探汤”的感觉。



也许有人会说，地球从西往东自转，早晚的太阳斜射大地，中午的太阳直射大地，所以就同一个地方的人来说，总是中午离太阳近些，早晚离太阳远些，这是不是中午太阳比较热的一个原因呢？不错，早晚的太阳离人的确远一些，中午的太阳离人的确近一些，可是这远近的差距再大也超不过地球的半径（1.27 万公里），而地球的半径相对于地球和太阳之间的平均距离（14950 万公里）来说，却是微不足道的，可以忽略不计。当然以上只是一种粗略的估计，真要精确计算一天之内地球上人与太阳的距离的变化，还要考虑到地球公转的椭圆形轨道等等。高年级的同学和对天文学有兴趣的同学，可以去作进一步的探讨。

自由电子之谜

（1）金属导体中单位体积内的自由电子数。

金属导体中单位体积内的自由电子数可以看作跟单位体积内的原子数同一个数量级。即假设每个原子都能贡献出一个电子来充当自由电子。

设金属的密度为 ρ 、摩尔质量为 μ 、阿佛伽德罗常数为 N_0 。那么，单位体积内的自由电子数 $n = N_0$ 。

以铜为例。 $\mu = 63.6 \times 10^{-3}$ 千克/摩尔、 $\rho = 8.9 \times 10^3$ 千克/米³、 $N_0 = 6.02 \times 10^{23}$ 摩尔⁻¹。所以 $n = \frac{8.9 \times 10^3 \times 6.02 \times 10^{23}}{63.6 \times 10^{-3}} \text{米}^3 = 8.4 \times 10^{28} \text{米}^{-3}$
 $= 8.4 \times 10^{22} \text{厘米}^{-3}$ 。

（2）金属导体中自由电子定向移动的平均速率。

设单位体积内的自由电子数为 n ，电子定向移动速率为 \bar{v} ，每个电子带电量为 e ，导线横截面积为 S ，则时间 t 内通过导线横截面的自由电子数 $N = n$

$\bar{v}tS$ ，其总电量 $Q = Ne = n\bar{v}tSe$ 。根据 $I = \frac{Q}{t}$ 得 $I = n\bar{v}eS$ ， $\bar{v} = \frac{I}{neS}$ 。

假设 $S = 1.0 \text{ 毫米}^2$ ， $I = 1.0 \text{ 安}$ ， $n = 8.4 \times 10^{28} \text{ 米}^{-3}$ ， $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ 库}$ ，代入可得 $\bar{v} = 7.4 \times 10^{-5} \text{ 米/秒}$ 。

可见自由电子定向移动的速率是很小的。

(3) 金属导体中自由电子的热运动平均速率。

自由电子要在晶体点阵间作无规则的热运动。根据气体分子运动论，电

子热运动的平均速率 $\bar{u} = \sqrt{\frac{8kT}{m}}$ ，式中 k 是玻耳兹曼常数—— $k = 1.38 \times 10^{-23}$

焦/K， m 是电子质量—— $m = 0.91 \times 10^{-30} \text{ 千克}$ ， T 是热力学温度。设 $t = 27$ ，即 $T = 300\text{K}$ ，代入可得。

$$\begin{aligned}\bar{u} &= \sqrt{\frac{8 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}{3.14 \times 0.91 \times 10^{-30}}} \text{ 米/秒} \\ &= \sqrt{1.16 \times 10^{10}} \text{ 米/秒} = 1.08 \times 10^5 \text{ 米/秒}.\end{aligned}$$

可见自由电子热运动的平均速率是很大的。但由于大量自由电子热运动的无规则性，使其在宏观效果上看，没有电荷的定向移动，即没有形成电流。

(4) 金属导体中自由电子定向运动的微观描述。

金属导体中的自由电子，在导体两端没有加上电压时，只做无规则的热运动，在加上电压后，自由电子受到电场的作用，在无规则的热运动上又要加上一个定向的运动，自由电子的定向运动也不是简单的匀速直线运动，而是在电场力作用下的加速运动，又频繁地跟金属正离子碰撞而使它向各个方向弹射回来——定向的加速运动遭到破坏，而电场力的作用使它再度变成定向运动，接着又会出现碰撞。从大量自由电子运动的宏观效果来看，可认为它们以平均速度 \bar{v} 做定向移动。

