

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

# 物理万花筒

 **eBOOK**  
网络资源 免费下载

## 物理万花筒

## 竖鸡蛋的窍门

一个小学生在作文中写道：“哥伦布（意大利航海家）真是一个伟人，他发现了新大陆美洲，还能在桌子上竖起鸡蛋。”这两件事在他眼里都是了不起的。

哥伦布竖鸡蛋大概是一个传说：在欢迎他胜利归来的宴会上，有一些曾经反对资助他远航的人，反过来说，发现新大陆没有什么了不起，谁驾着船一直走下去，都能发现新大陆。针对这种挖苦和讽刺，哥伦布提起一个鸡蛋的难题。宴席上没有一个人能做到。哥伦布拿起一个鸡蛋轻轻往桌子上一敲，鸡蛋壳破了，鸡蛋竖起来了。这说明，发现新大陆虽然和竖鸡蛋一样简单，但是谁也没有想到。

能不能不改变鸡蛋的形状就把鸡蛋竖起来呢？下面我告诉你三个方法来解决这个哥伦布没有解决的问题。当然这比发现新大陆要容易得多。

头一个方法可以竖熟鸡蛋，只要象玩陀螺那样把鸡蛋一拧就行了，旋转的鸡蛋能够直立。但是生鸡蛋不行。生鸡蛋里面是液体，不能跟着蛋壳同时旋转，而总是比蛋壳旋转得慢一些。因为蛋清和蛋壳及蛋清内部的摩擦力消耗了转动能量，不能像熟鸡蛋那样迅速地旋转，所以生鸡蛋立不起来。用这种方法可以区别生熟鸡蛋。

如果把生鸡蛋用力摇晃十几次，使鸡蛋成为散黄蛋，然后让鸡蛋大头朝下，放在一个有台布的桌子上，用手扶一会，鸡蛋就会立住。道理是，蛋黄会沉到下面使鸡蛋的重心下移，这样竖起的鸡蛋还是十分不稳定的，稍稍一碰就会躺下。

重心越低，物体的稳定性就越大，重心在支持点的下面的时候，物体就会十分稳定。如把鸡蛋放在有盖的瓶口上，再把一个两侧各插一把叉子的软木塞放在鸡蛋上。叉子、软木塞和鸡蛋合起来的重心比支持鸡蛋的瓶口要低，所以十分稳定，瓶子略微歪一点也不会掉下来。这是竖鸡蛋的第三个方法，不管生熟鸡蛋都一样。

## 十个陀螺

自己动手，不化钱也不用别人帮忙，可以做成十种不同的陀螺，用来做一些有趣的实验。

让我们一个一个来说。

1.你能找到有5个小眼的大衣钮扣吗？如果找得到，把火柴的一头削尖，紧紧地塞到中间的小眼里，一个陀螺就做好了。让它尖头朝下，立在桌子上，用手一拧就能飞快地旋转起来。如果钝头朝下，用手一拧扔到桌面上，它就会一面转动一面摇晃，十分有趣。

2.找一个有点儿软木塞。从上面切下一个圆片，中心插进一根火柴棍儿，就是第二种陀螺。

3.这是一个胡桃陀螺。挑一个一头尖一头钝、形状均匀的胡桃，在胡桃的钝头上打一个小洞，插上一根火柴就成了。必须尖头朝下才能旋转。

4.找一个旧暖瓶塞，切掉一半，把铁丝或毛衣针烧红，在软木塞中心烫一个小洞，插火柴用蜡封住就成了。这样做的陀螺转起来时间又长又稳当。

5.用一个装擦脸油的扁平小圆盒，在它的中心打一个小洞，插上一个小木棍，就成了一个独特的陀螺，小木棍和铁盒之间也应该用蜡油封好，不然木棍插不紧。

6.这是一个很有意思的陀螺。用硬纸板剪一个圆盘，四周系几根短线，线上系着小圆扣。陀螺转起来的时候，小扣把短线绷直，就象游戏场里的大转盘一样。

7.用几根大头针穿上彩色的小圆珠，然后插在扁平的软木塞陀螺的四周。陀螺旋转的时候，小圆珠由于惯性被甩到大头针的钉帽那里，如果光线很亮，大头针就会形成一条银白色的光带，小圆珠就形成色彩斑斓的光边。

8.彩色陀螺。这种陀螺做起来比较费事。不过，它能让你看到令人惊奇的特点。把擦脸油盒的底取下来，通过圆心画几条直线，把圆分为几个等份，涂上黄蓝相间的颜色，然后插上一个铅笔头。陀螺旋转起来以后，你会看到，盒底既不是黄色，也不是蓝色，而是由黄色和蓝色融合成绿色了。

三百多年前，英国科学家牛顿做过类似的实验。他在圆板上按一定比例涂上彩虹的颜色：红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。各种颜色在圆板上占的角度不同，如果比例恰当，陀螺转起来的时候，这些颜色就融合成为灰白色。牛顿用这个实验证明，白色的太阳光是由许多颜色的光线组成的。

9.会画道的陀螺，做法同刚才说过的那种一样，不同的只是中间要插一段削尖了的铅笔。玩陀螺的时候，把它放在一块略微倾斜的硬纸板上，旋转的陀螺会沿着斜放的硬纸板往下走，一边走一边画出螺旋形的线条。因为每转一圈就画出一圈螺旋纹，所以可以容易地数出陀螺转的圈数。用手表计一下时间，再数出圈数，就能计算出陀螺每秒钟的转数。

10.最后一个陀螺是旋转木马。这种陀螺用的圆和轴跟彩色陀螺一样。不同的地方是贴上几面小纸旗和骑马的小纸人。这样的陀螺旋转起来，一定会

使你特别开心。

## 横放的陀螺

“横竖都一样！”是同学们爱说的一句口头禅。思考问题的时候，有时横着想想，竖着再想想是很有用的。陀螺一转起来就会稳稳地立在那里，说明旋转的东西有一种稳定性。那么横着放的陀螺转起来有稳定性吗？

空竹就是一个横放的陀螺。单头的空竹一头沉一头轻。不转的时候，用线吊起来肯定会翻倒。但是抖空竹时，由于迅速旋转，空竹能稳定地成水平方向。杂技演员能抖茶壶盖，把茶壶盖抖转时，茶壶盖不会跌落在地面上摔碎。

自行车骑起来不会摔倒的原因是自行车轮子是一个横放的陀螺，它的转动保持了自行车的稳定。

因此，不管横着转的还是竖着转的都称做陀螺，它们都有保持转动轴稳定不变的特性。利用这种特性，横放的陀螺可以做成类似指南针的仪器。当宇宙飞船飞向太空的时候，因为远离了地磁场，指南针不能使用了，但特制的陀螺仪可以给宇航指引航向。在宇宙飞船起飞之前，把陀螺仪调好，让它指向某一个恒星。飞船飞行的时候，始终保持陀螺仪高速旋转，这样宇航员可以根据陀螺仪的指向来确定自己的航向。陀螺仪是一种非常复杂的仪器，横放的陀螺放在一个特殊的方向支架上，支架无论怎样运动也不会影响陀螺的指向。

## 想不到的结果

找一个象手掌一样长，象手指一样宽的纸条，象图中那样，剪两个小口或撕两个小口。然后去考考你的同学：如果拿住纸条两头向两侧拉一下，纸条会断成几截呢？

一般会认为断成三截。这时候，你让同学试一下。试的结果一定会感到迷惑不解：纸条只断成两截。

这项实验随你做多少次，纸条的大小和剪口的大小也随你改变，结果都是一样的，纸条断开决不会多于两截。原因是哪里薄弱就在那里撕断。在纸条上剪两个切口，不论你多么细心，两个剪口也不会完全一样。即使肉眼看起来，两个剪口完全一样，也总会有一个比另一个大一些。当拉力作用在纸条上的时候，每一个剪口处受的拉力都是严格相等的，所以两个剪口中比较薄的地方先裂开，一旦裂开了就变得更薄弱，一直要裂到底。

这个小实验可以使你了解在“材料力学”中的一个重要问题。

## 碰撞的游戏

两辆汽车撞在一起了，我们说这是一种碰撞现象。而物理学上所说的碰撞含义则更加广泛。打台球，打克朗棋，打乒乓球，人从高处跳到地面上，飞机着陆都可以叫做碰撞现象。凡是两个物体相互接触时间比较短，作用力比较大的情况都叫碰撞。

两个克朗棋子碰到一起，一眨眼的功夫又分开了。这里面的过程很复杂，一般可以分为三步来考虑：一开始两个棋子在接触的部分相互挤压发生形变。紧接着就开始了第二阶段，相互挤压达到最大的限度，弹力阻碍了两个棋子的相互挤压。第三个阶段棋子恢复原来的形状，弹力把两个棋子相互推开。

碰在一起的两个物体越坚硬，碰撞过程进行得就越快，碰撞力就越大。

让我们来看看克朗棋相撞的情况：用一个克朗棋子去撞另一个静止不动的、重量相等的克朗棋子，这个棋子会由于反冲力的作用停在被撞的那个棋子的位置上，而被撞的棋子则以第一个棋子的速度飞开。

把一个克朗棋子打到一长串互相紧挨着的排成一排的棋子上，最先被碰的棋子居然原地不动，它所受的冲击力似乎是经过相邻的棋子一个挨一个传递过去了。它们都在原地静止不动，只有最远端的那个棋子急速飞向一旁，因为它已经不能把冲击力传给另外的棋子，并从那里得到反冲力。

用棋子或硬币也能做这项实验。棋子摆成一行，摆得很长也没有关系，只要互相紧挨着就行。用手指按住一端的一颗棋子，拿木尺从侧面敲它一下，这时候，你会看到，另一端的棋子飞跑了，而别的棋子都没动。

在做这些实验的时候，碰撞和打击要保持在一条直线上才能出现上述效果。



## 哪根绳子先断？

在敞开的两扇门上面横放一根木棍，中间拴一根细绳，绳下面系上一本硬皮的厚书，再在书的下面用同样粗细的绳子拴把一小尺子。

想一想，怎样拉尺子，才能仅仅把绳子拉断，不会把书拉下来。如果小心翼翼地慢慢拉尺子，绳子会在书的上部断；猛然一拉，就会在书的下部断开。

为什么慢慢拉尺子会使书上部的绳子断呢？因为在这种情况下，书上部那段绳子承受的力量，除了手的拉力以外还有书的重量，而书下面的绳子却只受到手的拉力。猛然拉绳子的情况就不同了。这时拉力虽然很大，但是由于硬皮书的惯性较大，还没有来得及运动去绷紧上面的绳子，书下面的那段绳子就断了。

## 不是魔术

有一些魔术，看起来十分奇妙，说穿了却相当简单。在两个纸环上挂着一根很细的木棍；一个纸环搭在剃刀的刀刃上，另一个挂在玻璃烟斗上。魔术师又拿了一根棍子，飞快地使劲往细木棍上打了一下。结果呢？挂着的木棍折断了，而纸环和烟斗一点事儿也没有。

原因和刚才那个实验一样。当冲击极其迅速的时候，作用的时间极其短暂，木棍的两端都没有产生明显的运动，直接承受冲击的那一部分产生运动断为两截。如果把手中的棍子直接压在细木棍上，断开的就不是木棍而是纸环了。所以魔术的全部秘密是打击必须非常迅速、非常猛烈。技术高超的杂技演员能把搭在两个薄玻璃杯杯口上的木棍打断，而玻璃杯丝毫不损。

你当然没有这样高超的技巧，但是你可以做一个简单一点的实验。在一张矮桌子或凳子放两枝铅笔，铅笔的一头露在桌沿外，上面再搭一根细长的木棍。用木尺的窄面迅速有力地打在木棍中间打一下，它就断为两截，而铅笔仍在原处没动。

子弹打到玻璃窗上能在玻璃上打出一个很圆的小洞，而用手扔的小石块却会把整块玻璃打碎。看来力作用在物体上的时间长短不同，效果也就大不相同。

## 奇迹中的道理

报纸上曾报道过，一个 5 岁的小孩从四层楼上掉到地下室窗口的铁篦子上，竟没有摔死，真是奇迹，然而比这更奇的事还有。

第二次世界大战的时候，一架袭击德国的英国轰炸机突然起火了。飞机后座的机枪手阿尔默奇德由于拿不到放在前舱的降落伞，又不愿意活活地被烧死，便毅然地从飞行高度为 5500 米的飞机上无伞跳下来。他着地时的速度比高速驰的列车还要快，但是落地后，身上只有轻微的划伤和挫伤。

苏联空军中尉奇佐夫的伊抑辛-4 飞机在和德国空军作战时被打坏后，被迫从 7000 米的高空跳下，由于失去知觉降落伞没有打开。落下后，20 分钟后恢复了知觉，骨盆骨折，但 3 个半月后又重上蓝天。

这些事情确实算得上是奇迹，因为有的人不小心跌倒在水泥地面就会骨折。奇就奇在他们落在理想的地形上了。5 岁的小孩落在铁篦子上，铁棍砸弯了，小孩的性命保全下来了。两位飞行员都幸运地落在深深的积雪中。阿尔奇默德先掉在松树丛林的枝干上，然后才掉进厚度一米多的积雪里；奇佐夫则是沿着山谷的斜坡滑到积雪中的。

从上面的例子，你一定会悟出这样一个道理：同样是一个碰撞，碰撞产生的力大小不一样，碰在软的东西上，碰撞力小，反过来硬碰硬，碰撞力就大。说得更准确一点，碰撞力的大小由碰撞时间决定，碰撞的时间延长一倍，碰撞力就会少一半。碰撞时间一般都非常短，但是差别也很大。例如，落在水泥地上，如果硬碰硬则碰撞时间只有千分之几秒，而落在柔软的地面碰撞时间要达到十分之几秒。十分之几秒虽然也很短，但是比千分之几秒长了一百倍，因此碰撞力也减少了一百倍。这就是生命保住了的原因。

如果你从高处跳下来，减少冲击力最好的办法是，足尖先着地，然后弯曲双膝，下蹲，这样受到的冲击力，比直腿下跳要少几百倍。高台跳水，如果姿势不正确可能造成严重的内伤也是这个道理。

## 鸡蛋巧落杯中

杂技演员把桌上的台布一下子抽掉，台布上放着的瓶子、玻璃杯等等都原封不动地停在原处，并没有被台布掀到地上去。这一手很使观众惊奇。其实要做到这点并不难，只要有熟练的技巧就行。

你可以来做一个类似的小实验。桌上准备一只玻璃杯，倒上半杯水，再准备一张硬纸片、一只做针线活的顶针、一个熟鸡蛋。把这四样东西照下面说的那样摆起来：用硬纸片盖住水杯，硬纸片上面放顶针，再把鸡蛋竖在顶针上。现在你想想，如果把硬纸片抽掉，又不让鸡蛋滚到桌上，这办得到吗？

初看起来，这似乎同上面说的杂技表演一样难，实际上要容易得多。你只要用手指迅速地在硬纸片边上一弹，这件事就完成了。纸片被弹飞，鸡蛋和顶针一块儿掉到水里，水减弱了鸡蛋下落的冲击力，使蛋壳避免了破碎。

为什么鸡蛋恰好掉在杯子里面呢？

这是由于鸡蛋有惯性，鸡蛋原来是静止不动的，如果没有外力推动它，鸡蛋还会保持静止不动。纸片被弹走的时间非常短暂，对鸡蛋的作用力也比较小，鸡蛋还有来得及获得较大的速度，纸片已经滑出去了。失去了支撑的鸡蛋就垂直地落入杯中。

如果这个实验你不能一下子做成功，可以先做一个更容易做的实验：手掌托着一张硬纸片，上面放一枚硬币，用另一只手的手指把硬纸片一弹，硬币就掉在手心里了。

下面请你想一想，抖掉雨衣上的雨水或者衣服上的灰尘是不是也和上面的道理相同？

## 在车厢里跳一下

一列火车正以每小时 80 公里的速度行驶。你在车厢里往上跳一下，假定你在空中的时间是 1 秒钟（这是一个大胆的假定，因为你必须跳 1 米多高，才能在空中待 1 秒钟）。1 秒钟火车要向前跑 20 多米，当你落到车厢地板上的时候，你是在哪个位置上呢？你是离前门近些还是离后门近些呢？

你也许以为，当你跳到空中的时候，你身下的地板已向前驶去，并且超过你，使你不会落在原来起跳的地方。这样想是不对的。车厢固然是向前行驶了，但是，由于惯性作用，当你跳起来的时候，你仍然是以相同的速度向前移动，所以你始终是处在起跳点的上方，当然也就落在起跳点上。

有一个同学曾经提出过一个省事又省钱的旅行方法。他说，地球 24 小时自转一周，地球的半径 6400 公里，居住在赤道上的人一昼夜就要随着地球跑一个约 40000 公里的大圆圈，也就是说每小时移动 1000 公里，和喷气式飞机速度差不多。如果我们乘一个气球升到高空，等着地球转到我们要去的地方再落下来，这不是一种最省事的旅行吗？

这种方法行得通吗？

想一想在车厢里跳一下的实验，就知道这个设想虽然美妙，但是物理学规律告诉你行不通！气球由于惯性和地球以及大气一起运动，如果没有风，气球还要落到和起飞时差不多的地方。

## 往前扔还是往后扔？

从行驶的火车里往外扔一件东西，例如一个玻璃瓶子，为了使它落地的时候摔坏的可能性最小，应该往哪边扔呢？

你可能从影片《铁道游击队》里看到，游击队员是顺着列车运动的方向往前跳的。所以你就认为，往前跳是安全的，瓶子也应该往前扔。仔细想想，你恰好说反了。扔瓶子要往后扔，也就是应该逆着列车行驶的方向。我们知道瓶子由于惯性和火车有相同的运动速度，当它离开车厢的时候，这个速度还存在，就是不给它任何速度，瓶子也会强烈地撞击地面。为了减少瓶子和地面的撞击，应该逆着列车行驶的方向扔，抵消一部分瓶子的速度。这样在接触地面的时候，瓶子相对地面的速度较小。如果向前扔，扔瓶子的速度和列车的速度加在一起，撞击就更严重了。

按照上面的说法，游击队员跳下火车的时候，似乎应该向后跳才是。但是如果你真的背对着火车前进的方向向后跳，那是非常危险的。这是因为，无论你是向前还是向后跳，落地时都会感到马上要摔倒。脚落地的时候，下半身停下来，而上半身由于惯性还要顺着火车前进的方向运动。上下不一致就要摔跟头。如果面朝前，可以顺势跑一段；背朝前，就麻烦了，一般人不能用后退的办法来平衡上下身的不一致。向后跌倒比向前跌倒要危险得多，向前跌倒的时候，我们可以用两手向前支撑以避免严重的摔伤，向后摔，手臂的支撑力就差多了。

结合物理学中的知识来讨论上面的问题是十分有趣的，但是在坐火车的时候，一定不要向外扔东西。当我们把一件东西扔出窗外的时候，由于惯性这件东西就会具有很大的破坏力，能打坏铁路旁的设施或站在路边的铁路工人。所以乘火车时禁止向窗外扔东西，也禁止跳车。

## 谁比较省力？

一艘轮船用均匀的速度，沿着直线向前行驶。船的甲板上有两个人互相扔球。一个人靠近船头，一个人靠近船尾，哪个人向对扔球省力一些呢？

你也许会这样想：当船头的人扔球的时候，船尾的人随着船的前进，向球靠近，因此，球移动的距离可以短一些；而当船尾的人扔球的时候，情况正好相反。从此得到的结论是：船头的人扔球比较省力。

这种想法不正确。实际上，两个人谁也不比对方省力。由于惯性的作用，船上的一切东西都和船有相同的速度，所以在匀速运动的船上扔球和在静止的船上扔球是一样的。

顺便说一下，这里撇开了空气相对于船的流动的影响。当船速较低的时候，这种影响不大。如果在密闭的船舱里做仍球的实验，上面说的结论就是完全正确的。

远在 17 世纪初，著名的科学家伽利略就研究过这类问题，提出力学中的相对性原理，他在书里写道：“你和你的一位朋友孤独地呆在某条船的甲板下的一个船舱里。船舱空荡荡的，你们在里面放一些苍蝇、蝴蝶和他会飞的小昆虫。那里还有一个很大的水缸，一些小鱼在里面游来游去。另外，在你的舱顶上吊一个小桶，水一滴一滴地从桶里向下滴落到放在它下面的另一个有小口的长颈瓶里。当船只静止不动时，你仔细地进行观察，这些会飞的小昆虫往船舱的各个方向飞的速度是相同的；你也会看到，鱼可以毫无例外地往各个不同方向自由游动；所有下落的水滴都滴入空瓶子里；而当你掷出某个物体时，如果掷出的距离一样远，那么往这个方向掷决不会比往另一个方向掷需要化更大的力气；假如你用双腿跳跃，那么往任何方向跳的距离都是相同的。你仔细地观察着这一切，虽然你毫不怀疑，当船只静止不动时，一切事情正应当如此。现在你让船只以任意一种速度行驶，此时（如果船是匀速行驶的，并且没有往这个或那个方向摇晃）你发现不了所有上述现象有任何变化，你也不可能根据其中的某个现象来确定，船是在行驶中还是静止不动的。”

伽利略说的例子说明运动是相对的，在匀速行驶火车或船舱里，如果看不到窗外，我们看到的各种现象和在静止的火车或轮船里看到的一样。

## 不飘动的旗子

在气球下面系一面旗，当气球升到空中以后，被风刮向北方。在这种情况下，气球下面的旗子是向那个方向飘动呢？

你如果不假思索，会以为旗子和气球一样，是向着北方飘动的。

实际上，尽管空中有风，旗子并没有因为有风而飘动起来，它仍然下垂着，同没有刮风的时候一样。你看奇怪不奇怪。

这是因为被风吹走的气球和它周围的空气是相对静止的。在气球上感觉不到周围有风，系在气球下的旗子等于处在无风的环境里，所以飘动不起来。

这个问题也可以说成是旗子向北方飘动了，但是由于气球也向北飞行了，旗子相对于气球是静止的。

因此，运动和静止都是相对的，这要看你站在什么角度上看。有些很复杂的问题换个角度就会变得十分简单，下面让我们看一个渔夫和渔竿的问题。

一个渔夫划船顺流而下，不慎把渔竿落入水中，过了半小时以后才发现，立即逆流而上（让我们假设渔夫仍用同样的力量来划船）。想一想，渔夫化多少时间才能遇到在水上漂浮着的渔竿？

如果用公式计算，这是一道十分复杂的题目。下面让我们换一个角度看看。假设你有孙悟空的本领，变成了一个小虫待在落水的渔竿上，那时看这个问题会怎么样呢？你认为渔竿和水流都没有运动，只是小船在水中划去又划回来。由于渔夫划船的力量是不变的，所以渔船相对于水（也就是相对于渔竿）来去的速度是一样的（地面上的人看渔船顺流快、逆流慢是由于加上了水流的速度或减去水流的速度）。所以待在渔竿上的小虫在处理这个问题的时候，是按事情发生在静水里来计算的。渔竿漂在水面上不动（相对水流静止），渔船划去和划回的速度相等（实际上是相对水流相等），所以返回来找渔竿的时间和离开渔竿的时间相等。

这个问题的答案是，渔夫逆流而上仍然用半个小时的时间就会遇到顺流而下的渔竿。



## 从吊篮向飞艇上爬的时候

一架飞艇一动不动地停留在空中。有一个人从飞艇的吊篮中出来，顺着钢索往上爬。

这时候，飞艇是向上移动还是向下移动？

飞艇要向下移动，因为当人用手拉钢索向上爬的时候，钢索连同飞艇一起受到向下的拉力，使飞艇向下运动。但是飞艇和人做为一个整体，重心位置在空中不变。

类似的问题，一个人站在一个静止的小船上，从船尾走到船头，船会向身后移动，人停止了，小船的移动也跟着停下来。用这种方法不能使小船航行。如果你把小船上的东西猛力向后抛出去，小船就可以前进。

乌贼游泳是时就是用这种方法，乌贼先把水吸进去，然后用力压出体外，靠这种方法可以迅速地游动。火箭飞行的原理也是这样。

在太阳系里，有许多小行星，直径只有几公里到几十公里大，上面有许多丰富的矿藏。有的人设想把小行星移到地球附近的方法是：把在小行星上出来的废矿石，不停地向后抛出去，小行星就会逐渐靠拢地球，抛石块用的能量可以从太阳中获得。

## 大力士的较量

如果一个体重 50 公斤的人能够从地上举起 80 公斤重的东西，另一个人体重 70 公斤却只能举起 50 公斤重的东西。我们说前一个人的力量大。

如果用一根绳子穿过固定在房梁上的滑轮去吊起一件东西，谁的力量大呢？体重 50 公斤的人能吊起 80 公斤重的东西吗？

不能！利用定滑轮并不比直接用手举起的東西多，甚至还要少一些。就是一个大力士拉住穿过定滑轮的绳子，他所能吊起的重量，也不会超过他的体重。体重 70 公斤的人吊起的東西一定比体重 50 公斤的人吊起的多。

下面再换一种比赛的方法：让两个人各乘一条船（船的重量完全一样），在两条船上做拔河比赛，你猜猜，谁能胜利？（谁的船移动距离大谁就失败）

这次失败者仍然是那个体轻力大的人。因为同一根绳子，绳子两端对两只船的拉力大小一样。换句话说，无论在什么情况下，两条船受的拉力相等，拉的时间也相同，这样身体轻的那个人因为质量小，所以移动的距离大。

如果比赛的双方有一方根本不用力，把绳子拴在船的帮上对比赛结果也没有影响，总是质量小的船移动的距离大。由此可见，生活中所说的“力气”和物理学中力的概念还有些区别。

## 重耙不重，轻耙不轻

压力和压强虽然只差一个字，但是完全是两码事。相当重的一件东西产生的压强可能很；相反，小的力量却可能产生很大的压强。

举个例子来说，地里有两种圆盘耙：一种 60 公斤，有 20 个齿；另一种重 120 公斤，有 60 个齿。

用哪种耙耙地可以耙得深一些呢？

让我们来计算一下；第一种耙的总重量 60 公斤，分布在 20 个齿上，每个齿的负载是 3 公斤。第二种耙的总重量 120 公斤，公在 60 个齿上，每个齿的负载是 2 公斤。就是说，虽然第一种耙的总重量比第二种小，但是它的耙齿产生的压强比第二种的大。所以，可以说重耙不见得重，轻耙不见得轻。

缝衣服的时候，如果不小心，用针扎了手指头，你所受到的压强同某些高压锅炉中的蒸汽压强相比，是一点也不差的。保险刀刮胡子的秘密也在这里：手轻轻一动就能在薄薄的刀锋上产生每平方厘米几百公斤的压力，胡子当然就被刮掉了。

## 汽车和拖拉机

汽车和拖拉机都去采石场拉筑桥用的石块。当汽车响着喇叭从拖拉机旁开过去的时候，坐在拖拉机拖车上的装卸工人真有点羡慕汽车上的工人。

拖拉机到达采石场的时候，汽车里的石头已经装得满满的，但是为什么还没有开走？工人们为什么又忙着把石头卸下来？

原来汽车的后轮陷到泥水里，发动机发怒样的吼着，车轮在泥水里飞转，可是汽车在原地纹丝不动。

汽车司机见拖拉机就像见了救命恩人一样，请拖拉机帮忙把汽车从泥水里拖出来。这可真是小马救大马，拖拉机的功率只是汽车的一半，为什么能把汽车从泥水中拖出来呢？原来拖拉机有两个巨大的后轮，上面有着宽大的表面和很深的花纹。拖拉机的特殊本领全来源于这两只大轮子。

两只轮子和地面接触面积很大，分散了拖拉机对地面的压力，所以拖拉机能在松软的土地上行驰。

另外大轮子不害怕地面上的坑坑洼洼。如果你推过小轱辘的儿童车和大轱辘的手推车，就会有体会。路面上很小的不平就能把小轱辘陷进去，大轱辘却不在乎。拖拉机的大轮子比汽车的轮子大好多，汽车过不去的坑，拖拉机不在乎。

拖拉机的车速慢，看上去是个缺点，但实际上这是特意设计的。耕地的时候，速度不用太快，但是遇到的阻力很大。根据物理学道理，一台发动机，功率一定的时候，速度低拉力大，速度高拉力要减小。速度和拉力的乘积等于发动机的功率。拖拉机的速度比较低但是牵引力常常比汽车要大。因为汽车通常是在平坦的道路上行驶，要求速度高，牵引力可以小一点，汽车的功率大主要是用于提高速度上。

拖拉机和汽车的用途不同，设计制造的方法不一样，在不同的地方各自发挥着自己的特长。

## 人体内的杠杆

“给我一个立足点，我就能移动地球。”这是希腊科学家阿基米德的一句名言。实际上，用杠杆移动地球是不可能的。但是这反映了阿基米德发现杠杆规律后的兴奋心情。

几乎每台机器中都少不了杠杆，就是在人体中也有许许多多的杠杆在起作用。拿起一件东西，弯一下腰，甚至翘一下脚尖都是人体的杠杆在起作用，了解了人体的杠杆不仅可以增长物理知识，还能学会许多生理知识。

点一下头或抬一下头是靠杠杆的作用（见图 1），杠杆的支点在脊柱之顶，支点前后各有肌肉，头颅的重量是阻力。支点前后的肌肉配合起来，有的收缩有的拉长配合起来形成低头仰头。从图里可以看出来低头比仰头要省力。

当曲肘把重物举起来的时候，手臂也是一个杠杆（图 2）。肘关节是支点，支点左右都有肌肉。这是一种费力杠杆，举起一份的重量，肌肉要化费 6 倍以上的力气。虽然费力，但是可以赢得速度。

当你把脚尖翘起来的时候，是脚跟后面的肌肉在起作用，脚尖是支点，体重落在两者之间。这是一个省力杠杆（图三），肌肉的拉力比体重要小。而且脚越长越省力。

呼吸也是靠杠杆的作用。在两条肋骨之间有肌肉群，当它们收缩时，使肋骨向上，向外提升使肺部扩张，这就是吸气动作。呼气则是由另外一组肌肉使肋骨向下运动形成的。

如果你弯一下腰，肌肉就要付出接近 120 公斤的拉力。这是由于在腰部肌肉和脊骨之间形成的杠杆也是一个费力杠杆（图 4）。所以在弯腰提起重物时，正确的姿式是尽量使重物离身体近一些，以避免肌肉被拉伤。

## 横着拴的绳子为什么拉不直？

晾衣服的绳子，用多大的力量才能把它拉直，中间一点也不会下垂呢？

无论用多大的力也不可能做到这一点。这是因为绳子本身有重量。重力垂直向下拉绳子，如果绳子一点也不下垂，那么拉它的力就应该是完全水平的。水平方向的拉力和垂直方向的拉力是无论如何不能相平衡的。只要绳子有一点下垂，拉力的方向就不再是水平的，而微微向上倾斜。在这种情况下，拉力和重力就能平衡。不过拉力本身的数值要比绳子受的重力大得多。

不信，你试一试，不管用多么大的力都不能把绳子绷得笔直，就是把绳子拉断了也做不到。反过来，如果一个绷得十分紧的细铁丝，用手指在中心猛地一弹，铁丝就会断裂，别人还以为有什么“气功”呢？实际上是物理学规律。竖直向上的一个小小的力需要极大的拉力才能平衡，这个拉力会大到把铁丝拉断。冬季电话线因为冷缩而绷紧，这时候，电线上的一个冰坨就能把电话线压断。

## 令人深思的水壶

“自满的人，没有不摔跤的”。这个道理古人就知道。有趣的是古人制成了一种特殊的酒壶来说明这个道理。

我国伟大的学者孔子周游列国的时候，在鲁恒公庙里的案桌上看到一个半躺的奇形怪状的水壶。孔子不知道它的用途，就恭敬地问守庙的人。守庙的人回答说，这是君王用来防止骄傲的座右铭酒壶。

孔子对他的弟子说，以前我听说过种酒器，不盛酒时是倾斜的，酒盛到一半的时候就能站立起来，盛满了酒就会翻倒。但是从来没有见过，咱们来试一试。学生舀来一瓢清水一试，果然如此。

这种水壶是古代人用来到池塘里打水的一种容器。刚接触水面的时候，水壶是空的可以躺在水面上，等水灌到一半的时候就会自动站立起来。

秘密是由于空水壶的重心偏向一边，加上水以后重心慢慢地移到水壶的中间，重心通过水壶的支面，水壶可以站立。水太多了，重心就会向有水的那一半移动，最后重心又移出了支面，这样水壶又会翻倒了。

## 让重心从跳高横杆下钻过去

当你看到跳高运动员凌空而起，干净利落地越过高高的横杆的时候，你一定十分钦佩，而且自叹不如。

如果我说，你也能越过2米以上的横杆，你一定不相信。你会说，我的弹跳力不好，没有跳高的天才等等。跳得高低，确实和弹跳力有关，但是弹跳力是不是决定的因素呢？

还是让我看看美国科学家做过的试验吧！

美国科学家曾经在哥伦比亚大学，请270名男生做过立定跳高测验，结果发现他们的弹跳力大致相同。一次立定弹跳只能使人的重心（在腰部）升高0.51米左右，即使最优秀的运动员也只能使重心升高0.7米左右。

这说明，弹跳力不是跳得高的绝对因素。从跳高的发展史看，跳高的姿势不断更新，每改变一种姿势，跳高的记录就提高一大块。那么跳高的姿势与跳的高度有什么关系呢？

假如一个优秀的跳高运动员身高1.83米。站立的时候，重心距地面1.09米。立定跳高重心可以升高0.7米，那么，他一次跳跃可以使自己的重心距地面 $1.09 + 0.7 = 1.79$ （米）。他是不是一定能越过1.79米的横杆呢？不一定，这就要看他采用什么姿势跳了。

先看跨越式的动作图（图1），由于过杆时，人体大部的重量分布在横杆的上部，所以运动员的重心始终在横杆上方十几厘米处。这就是说，他一般只能越过 $1.79 - 0.1 = 1.69$ （米）左右的横杆。如果助跑和摆腿动作做得好，也许可以越过1.79米的横杆。

滚式跳高比跨越式先进的原因是，运动员越过横杆时，身体的重心比较接近横杆（图2）。前面讲的运动员，如果改为滚式，成绩可以提高十几厘米，但是突破2米仍有困难。

看来降低重心和横杆之间的距离是提高跳高成绩的关键。那么使重心的高度和横杆的高度相等是不是就达到了跳高纪录的极限了呢？能不能让重心从横杆下面钻过去呢？

猛一听，这是一个十分可笑的想法。但是一些突破往往来自一些似乎荒谬的想法。重心不一定永远和物体连在一起，例如，铁环的重心，就在四不沾边的铁环圆心上。体操运动员身体向后弯曲，做后桥（图3）动作时，重心就在身体外，比腰部要低10多厘米。设法让运动员的身体从横杆上过去，而使重心从横杆下面钻过去是完全可能的。背越式跳高就是这样做的（图4）。

当运动员用背越式过杆时，是背对横杆。头和肩膀越过横杆时，迅速下降到横杆的下面，保持较低的重心，然后才迅速地把腿踢过横杆。这样做可以始终保持重心在横杆以下。优秀运动员可以使重心低于横杆30厘米。如果用滚式可以跳过1.79米的运动员，改为背越式就会毫不费力地越过2米的横杆。不信你也来试一试，你的跳高成绩准会提高20多厘米。



## 荡秋千

想体会一下惊心动魄的感觉吗！最简单的办法就是荡秋千。当秋千从高处摆下来的时候，风在耳边呼啸，大地在脚下晃动，可真带劲。

可惜，有的同学不会打秋千，要靠别人来推。推一下，摆不了几次，摩擦阻力就会使秋千停下来。

荡高秋千的关键是身体动作要和秋千的摆动配合好。随着秋千要有节奏的一起一蹲，当秋千由后面从高处向下摆的时候，人要从站立的姿势突然下蹲，随着向前面升高时，又要重新站立起来。向后摆的时候也是这样。人体重心位置的不断变化，促使秋千不断荡高。在秋千板上不断地站立和蹲下要消耗身体的能量。仔细地体会一下，会发现这比在地面上站立和下蹲要费力。也就是说，荡秋千的时候你要付出更多的能量使秋千升高。

人体付出的能量是如何添加到秋千上去的呢？计算秋千摆的高度应该以重心的位置为准。如果忽略秋千板和绳索的重量，可以按人体重心位置来计算。当秋千在最低点的时候，人体是下蹲的，重心最低。离开最低点向上摆的时候，可以分为两种情况来讨论：如果荡秋千的人仍然蹲着不动，秋千的重心会达到一个高度；如果人体随着秋千向上摆动的时候慢慢站立起来，秋千的重心就会由于人的站立比上一种情况升高几十厘米（人体站立的重心比下蹲的重心高几十厘米）。秋千的重心升高了，摆到下面速度就会变得更大；上摆时再次站立提高重心，反复不断秋千就会越荡越高。

## 鸡蛋做的“潜艇”

新鲜鸡蛋在水中会沉底，如果变了质就会浮起来，人们可以用这个办法来检查鸡蛋是不是新鲜。

为什么新鲜鸡蛋会沉底？用浮力定律来说明，就是因为它的重量大于所排开的水的重量。

腌鸡蛋的时候，新鲜鸡蛋会在盐水里漂起来。这是由于盐水比清水的重量大。换句话说，体积相同的情况下，盐水比清水重。新鲜鸡蛋放在盐水里，鸡蛋的重量小于它所排开的盐水重量，于是就浮上来，直到浮力和重力相等的时候，鸡蛋就不再上浮。这时候，鸡蛋有一部分露在水面上。

现在，请你想一想，有没有办法让鸡蛋在盐水里既不沉也浮，就是说，放在水里哪一层，它就悬在那儿。这时候，鸡蛋的重量和同体积的盐水的重量精确地相等。

明白了上面说的道理，就要仔细地配盐水的浓度。如果鸡蛋浮在盐水的表面，就要加一些清水；如果鸡蛋沉底了，就要加一些浓盐水。试验几次就能得到浓度合适的盐水，鸡蛋就可以在盐水的任意深度悬浮。

潜艇的浮沉也是利用这个原理。只有当潜水艇自身的重量和被它排开的海水重（也就是和它同体积的海水重量）相等的时候，它才能潜在水中不沉也不浮。为了使潜艇沉到水里，士兵们把适量的海水灌到潜艇的水柜里；需要上浮的时候，则用压缩空气把海水排出去。

## 浮沉娃娃

你也许知道科学家笛卡尔提出过直角坐标系，但是大概不知道笛卡尔还发明过一个曾受到儿童喜爱的浮沉子玩具。随着时代的发展，这种玩具已经没有地方生产了。不过你可以做一个并从其中学习一些物理原理。

找一个高一点的玻璃杯（在学校里最好使用量筒）向里面注入清水。再找一个可以在水里漂浮的塑料娃娃（用一个小药瓶代替也可以），在娃娃的下面打一个小洞，装进一些能进不能出的长圆形的小石子，一面装石子一面放在水里试，要让塑料娃娃刚好在水里浮起（只露出一个脑袋顶，不要把小孔封死）。把小娃娃放在水杯里，杯里的水要灌得满满的。用手掌盖住杯口，一点气也不要漏。手向下一压，小娃娃就沉下去；减轻压力，小娃娃就会浮上来。这是一个非常听话的小娃娃。

如果你的手盖不严杯口，可以用一个破气球的橡皮膜盖在杯口，用绳子牢牢地捆住，一点气也不要漏。用手压一下橡皮膜，小娃娃就会沉下去；松开的时候，小娃娃就会浮起来。

浮沉娃娃的道理是：手向下压橡皮膜的时候，杯内的空气被压缩了，压缩空气把一部分水压到小娃娃的肚子里，娃娃肚子里的空气体积变小，因此浮力变小，使小娃娃下沉；松开手的时候，娃娃肚子里的水量减少，空气体积变大，娃娃上浮。

## 科学家也搞错的问题

在一次科学会议上，有人向三位科学家提了一个问题。三个人都因为没有仔细的考虑作出了错误的回答，其中有一位是诺贝尔奖金获得者。下面你来回答一下这个问题。

在一个不太大的水池上面，有一只小船。假如你坐在船上，船上还载着许多大石头。这时候，水池内的水面已经与池边相平，若再加一点水就会溢出。把石头一块一块地抛到水里，水池里的水会不会溢出来？

回答会有三种，水面升高、不变或降低。许多人会认为，随着石头扔下去，水面会升高。因为石块占据了一部分水的位置，把水挤出来了。如果再想想船随着石块的减少而浮起又少占了一部分水的位置，这样一多一少到底谁占上风呢？

扔下一块石头，船就会浮起一点，占据水的空间小了，池子就好像大了一些。假定我们扔下去了 100 公斤的石头，船的重量少了 100 公斤，水对它的浮力也相应减少了 100 公斤。这样就可以计算出船上浮后让出来的体积是 0.1 立方米（0.1 立方米的水重 100 公斤）。池子里的水好像少了 0.1 立方米一样；石头扔到水里又使水面上升，但是石块的比重要比水大 7.8 倍，因而体积是水的  $1/7.8$ ，约是水的体积的 0.13 倍即 0.013 立方米。由此可以看出石块挤占去水的体积要比船上浮让出的体积小得多，所以，水面要下降。

如果你对上面的论证还有一点不相信，请动手做一个实验：用一个药瓶盖做小船，里面放一个大螺丝母，放在水杯里记下水面位置。把螺丝母扔到水里，看看液里的变化。

## 水面浮针

你能把一根缝衣针放在水面上，让它像麦秆似的浮着吗？

很多人认为，这是不可能的，因为铁的比重比水的大，水的浮力不能托起铁针。

如果你也是这“很多人”中的一个，那么下面的实验可以使你改变看法。

取一碗水，拿一根细一点的缝衣针，稍微抹上一层猪油。在水面上放一小张能吸引的纸，再在纸面上轻轻地平放一枚缝衣针。等这张纸完全湿透以后，轻轻按下纸的四个角，使纸慢慢沉入水中。这时候，钢针却漂浮在水面上。放吸水纸的目的是为了减少针对水面的冲击。

水的表面有一层弹性的薄膜，是由于水的表面张力形成的。钢针如果不是被沾湿或刺破这一层薄膜，这层薄膜就像一张绷紧的橡皮膜一样把钢针托住。在钢针上抹油就是为了让水沾湿钢针，所以你在重复做这个实验以前，一定要把这枚钢针擦干，重新抹上一层油。

夏日，你在池塘里一定见过一些能在水面上爬来爬去的昆虫，叫做水黾虫（黾 m n）。它不陷到水里的原因就是足上有一层油，身体又很轻，所以它在水面上就像在陆地上行走一样。

## 打水漂

当你郊游到有水的地方，大概不会忘记做一种十分有趣的游戏——打水漂。选一块又薄又平的石片，贴着水面用力一扔，“一、二、三……”石片在水面上蹦蹦跳跳地前进。如果能跳跃个五六次就会引起一阵欢呼。

第二次世界大战的时候，英国人想轰炸德国人的沿海工事。但是飞机很难接近有高射炮保护的海岸。于是一名工程师利用打水漂的原理设计了一种炸弹。当飞机从距海岸较远的地方投下这种炸弹后，炸弹能够在水面上一蹦一蹦地接近海岸。到了岸边由于海岸的阻挡，就贴着岸边沉入水中。到达距水面 10 米深的地方。水的压力就引爆了炸药。

5 吨重的炸弹能在水面上跳跃，道理和打水漂类似。石片在水面高速运动的时候，就象飞机在空中飞机一样。石片和水面的相对速度越大，石片得到的升力越大。打水漂的时候石片应该旋转，旋转可以增加石片的稳定性以及和水面的相对速度。炸弹扔下来的时候是高速旋转的，正是这种旋转才使炸弹不会下沉。

滑水运动员不下沉也是这个道理。脚着宽大的滑水板的运动员在摩托快艇的拖拽下，和水面之间有极高的相对速度，水产生的外力和绳子的牵引力合起来足以支持滑水运动员的体重。

冲浪和滑水运动的原理一样，只是需要有更多的勇敢精神。冲浪运动员没有摩托艇的牵引，怎样能得到较高的速度呢？冲浪的速度是靠“坐滑梯”获得的。冲浪运动员从几米甚至几十米高的浪尖上滑下来，速度很大，正是这种速度使他不会下沉。所以惊涛骇浪正是冲浪运动者的天堂。

## 用倒扣的杯子装半杯水

假如有人向你要杯水喝，你用倒扣的杯子装满一杯水拿过去，他一定会大吃一惊。

玻璃杯里倒满水，用一张明信片大小的硬纸片盖住杯口，随后用手指轻轻按着硬纸片，把杯子翻过来，使杯底朝上。只要硬纸片处于完全不平，就不必再用手托住它，也不会掉下来。你可以大胆地把杯子端来端去，水也不会溅出来。

是什么东西托住了硬纸片，使它能顶住水的重量而不掉下来呢？是大气的压力。一杯水大约重 220 克，空气给硬纸片的力量大大超过了它。

有人说，做这个实验的时候，杯里的水一定要倒满，一直要倒到杯口。如果杯子里存有少量的空气，这个实验就做不成了。因为杯子里的空气也会对硬纸片产生压力，跟杯子外面空气产生的压力互相抵消，硬纸片就要掉下来。

但在做实验的时候，你试一试不把水杯倒满，会惊奇地看到，用水不满的杯子做这个实验和用满杯水做一样，硬纸片也不会掉下来。

自然科学中的最高裁判员就是实验。任何一种理论，不论听起来多么合乎情理，都应该用实验来检验。如果发现某种理论和实验的结果不符，那就要去研究这种理论错在哪里。

刚才那种说法错在哪里呢？通过实验就看出来了。你用硬纸片把没装满水的杯子盖住以后，再用手按住硬纸片把杯子翻过来，你的手暂时不要挪开，用大拇指把硬纸片的一角轻轻地向下折一下，这时候，你会看到水中产生了气泡。这说明杯中的空气比外面的空气稀薄，否则杯外的空气是不会跑到杯里去的。问题就在这里：杯里虽然还有空气，但它比杯外空气密度小，因此压力也比较小，所以杯外的空气仍然能托住硬纸片上的水。那么，杯里的空气密度为什么会比杯外小呢？这是因为，当你把杯子翻转过来的时候，杯里的水向下流动，排出了一小部分空气，剩下的空气在原来的容积内自然就稀薄了，空气的压力就变小了。

你看，如果态度认真的话，即使是最简单的物理实验，也能引起你进一步思考。

## 屋里的空气有多重？

你居住的那间小屋里空气有多重，你能计算出来吗？是几克还是几公斤？这个重量，你能用一个指头把它挑起来，还是要用肩膀才能扛得动？

古人认为，空气根本没有重量。现在许多人知道这种说法是不对的。可是要说出空气究竟有多重，不少人还办不到。

请记住，接近地面（不包括山顶）的空气1升重1.2克。一个大号的饭盒容积大约是1升半。1立方米等于1000升，所以1立方米空气的重量是1.2克的1000倍，即1.2公斤。这样，你就不难算出你的房间的空气有多重了。

假如你的房间面积是15平方米，高3米，那么这个房间里的空气就是45立方米，这个房间的空气重量就是54公斤。这个重量用一个手指头是挑不起来的，就是用肩膀来扛也不太容易。

大气的压力和空气的重量有密切的关系，用压在地球表面的大气压力可计算整个大气层中空气的重量。地球的半径约是6400公里，那表面积就是500万亿平方米。大气压力按每平方厘米1公斤计算，每平方米上的大气压就是10吨，这样整个大气压在地球表面的压力是5000万亿吨，也就是大气中整个空气的重量。



## 不听话的软木塞

这个实验可以让你知道压缩空气是有力量的，而且力量还不小。

实验用具挺简单：一个普通的瓶子和一个比瓶口略微小些的软木塞。

把瓶子横放在桌子上，再把软木塞放在瓶口，然后用嘴把软木塞吹到瓶子里去。

好象没有比这更容易的事了。可是，你试试看吧。你使劲一吹，如果竟把你吓了一跳：软木塞非但没有进到瓶子里去，反而蹦出来，飞到了你的脸上。

吹得越用力，软木塞飞回来的劲头越大。

那么，怎样才能让软木塞滑到瓶里去呢？要做的恰恰相反：不要吹它，而是在它的上方从瓶口向吸气。

这两种奇异现象是这样发生的：当你往瓶里吹气的时候，你吹的气从软木塞和瓶口壁之间的缝隙进入瓶中，瓶子里的空气受到了压缩（因为新吹进的空气和原来就有的空气被挤在一个瓶子里）。压缩空气力图往外冲，于是把软木塞推出来。相反当你吸气的时候，你使瓶子里的空气变得稀薄了，压力小于瓶外的空气，于是瓶外的空气就把软木塞推到瓶子里。做这个实验的时候，瓶口要完全干燥才行，因为瓶口壁潮湿以后，就会增大它和软木塞之间的摩擦力，阻碍软木塞的运动。

## 气球能飞多高？

节日时，你能在小贩的手里买到充了氢气的气球。卖气球的小贩随身带着一个装有氢气的钢瓶。把气球的口套在钢瓶的嘴上，一拧开气瓶的开关，气球就撑大了。你一定会小心地抓住系气球的绳子，一旦松手气球就会冉冉上升，越飞越高。

你的心也会随气球飞去，气球的命运如何呢？

气球能不能越飞越高，飞出地球去呢？

不能！气球飞到一定的高度就停止了，在大气层中就像有一块无形的天花板挡住了它一样，更不能飞离地球。

氢气球上升的原因是，氢气比同体积的空气轻，空气的浮力使它上升。浮力的大小等于氢气球排开的好块空气的重量。所以空气的密度越大，浮力也就越大。气球越向上飞，空气稀薄了，浮力就减小。到了一定的高度，气球的重量正好和浮力相等的时候，气球就不再上升，好像碰到天花板一样。

有的气球来不及到达“天花板”就会胀破。这是因为，高空中越来越稀薄的空气，对气球的压力越来越小，气球内部的气压较大，气球会不断地膨胀，最后把自己胀破了。

能载人载物的大型气体，外皮很结实，不用担心会胀破。气球上装有阀门，可以随时放掉一些气体，来控制飞行的高度。气球的吊篮里还载有压舱物，人们要让气球飞高一些的时候，就扔下一些作为压舱物的沙袋，让气体下落的时候，就放掉一部分气体。这种气球里充的是氦气。氦气比空气轻，而且不会像氢气那样易燃易爆，只是价钱比氢贵得多。

用气球带上仪器升入高空可以对高空的大气层进行研究。美国空军曾使用气球载人升到 3 万米的高空收集高层大气数据。

## 潜水钟

什么叫潜水钟？等你做完这个实验就明白了。

用一个普通的洗脸盆，里面盛上大半盆水。再找一个高筒玻璃杯，把玻璃杯倒扣在水面上，垂直地按到盆底，不要松手，以免杯子被水冲倒。你可以看到水几乎没有涌进去。这是因为，杯中的空气不让水进去。如果事先在水面上放一个瓶塞，瓶塞上面再搁一块糖，再用玻璃杯倒扣在上面。这时候，糖块已经低于杯子外面的水面了，但是还是干的，因为杯子里的水面已经大大降低了。

用玻璃漏斗也能做这个实验，而且更有趣。把漏斗的喇叭口朝下，用一个指头紧紧堵住漏斗的细口，然后把它扣到盆底，水并没有涌进漏斗。可是，只要把手指头一挪开，便给漏斗里的空气开了一条出路，水就马上涌进漏斗里，使漏斗里外的水面相平。

这个实验告诉我们，空气虽然看不见，摸不着，但是它实实在在地存在着，占据着一定的地盘；如果不给它出路，它是不会把地盘让给别的东西的。

利用这个原理，人们造出了叫做潜水钟的东西，它的模样类似古代的响器——钟，长圆形，有顶没有底，把它放到水下，由于里面有空气压缩空气，水不能涌进去，工人们采取了适当的劳动保护措施，可以在里面施工。构筑桥墩的基础，往往要利用它。在建筑中叫沉箱。

## 灰尘比空气轻吗？

找一张薄纸（最好是韧性比较强的棉纸），剪成直径大约四五十厘米的圆形。在圆心上再剪一个直径大约四五厘米的小洞。圆纸片的边上系上一些长短一致的细线（注意：细线之间的距离要相等），所有的细线下面一起打一个结系上一个不重的坠子，目的是不让伞面向上翻。这就是降落伞的全部构造——也就是伞兵使用的降落伞的模型。

为了试验这个小降落伞的性能，你把它从楼上扔下来。坠子拉直了细线，风把伞面展开，降落伞平稳地慢慢地向下落，最后落到地面。有风的时候，甚至只有小风，降落伞也会被风吹向远处。

降落伞的伞面越大，拴的坠子可以越重。

降落伞为什么会在空中停留得那么久呢？你一定猜得到，是空气阻碍了它下落。如果没有伞面，坠子会很快地掉在地面上。伞面的作用等于是扩大了下坠物体的表面积，而又几乎没有增大它的重量。物体的表面积越大，空气对它运动的阻力也越大。

明白了这一点，你也就可以弄明白，灰尘为什么会在空中飘浮。人们常说，灰尘在空气中飘浮是因为它比空气轻，这是完全不对的。

什么是灰尘？就是石头、泥土、金属、木头、煤炭等等的细小粒子。如果拿它们和相同体积的空气比较，所有这些东西都比空气重百倍千倍。例如，石头比空气重 1500 多倍，铁比空气重 6000 多倍，木头比空气重 300 多倍，等等。单从这一点来说，灰尘无论如何不应该像刨花漂在水面那样，在空气中飘浮。

可是，实际情况并不是这样。灰尘虽然最终要落到地面上，但是它不是径直下落，而有点和降落伞相似，非常缓慢地下落，有点风就会飘来飘去，甚至上升。

这是什么缘故呢？

把一件东西弄成粉末，它的表面积要比原来大很多倍。例如，把一粒铅弹变成 100 粒小霰弹 [霰 xiàn]，它们的表面积就是原来的 5 倍；如果把一粒铅弹变成 100 万粒铅的灰尘，它们的表面积是原来的 100 倍，因而空气对它们的阻力也增大了 100 倍。所以能在空中飘来飘去，人们也很难察觉到灰尘的下落。

## 怎样用漏斗吹灭蜡烛？

给你一只大漏斗，要你通过漏斗吹气把蜡烛吹灭，看来是一件容易的事情，但是真做起来不容易。你会发现，看不见的气流在和你捣乱。

把漏斗的大口对着烛焰，使烛焰正对着漏斗大口的中心，嘴含着漏斗的细口向烛焰吹气。如果烛焰不但没有被吹灭，连抖也不抖。

你以为漏斗离烛焰太远，移近一些再吹。这一回，结果更奇怪，烛焰竟逆着气流倾斜地向漏斗烧过来，像被吸过来一样。

怎样吹才行呢？不能按照我们平常的想法，正对着烛焰。应该歪一点，让漏斗大口的一个边对准烛焰（如图所示），烛焰恰好在这个边的延长线上。这样就毫不费力地把蜡烛吹灭。

原因是，气流通过漏斗的细口以后并不沿着漏斗的中轴线前进，而是沿着漏斗大口的周边前进，在中心形成一个特殊的空气涡流。由于涡流，靠近中轴线的周围空间空气比较稀薄，压力比较小。周围的空气向这个区域挤过来，在轴的中间产生了空气倒流，这就是当你用漏斗的中轴线对准烛焰吹的时候，烛焰被吸过来的原因。

当空气吹过一个平面的时候，在平面的附近就会产生涡流，形成一个压力较小的区域。海面的波浪就是这样形成的。当风吹过海面的时候，海面上面的空气形成涡旋，空气压力减低，海水就会升高起来；当风吹过沙漠表面的时候，就会形成像海浪一样的波形的沙面。当大风吹过屋顶的时候，屋顶的上面造成一个空气的低压区域，屋内的气压较高，向上一压就会把不结实的屋顶掀起来。

## 香槟酒的泡沫

伦敦泰晤士河的底下有一个过江的隧道。据说在庆祝隧道通车的时候，发生过这样的趣闻：喝了大量香槟酒的客人在走出隧道的时候，突然感到酒在肚子里翻腾，礼服顿时被撑得鼓起来。一些客人又被迅速地送回地下，肚子上的香槟酒才平息下来。这是怎么一回事呢？

汽水、啤酒、香槟酒中都溶解有大量的二氧化碳气体。瓶内的气压高，二氧化碳不会跑出来，打开瓶盖的时候，瓶内的气压突然减小，二氧化碳气体形成大量的气泡从瓶口冲出来，非常有趣。由于隧道低于地面几十米，大气压力较高，溶在香槟酒里的二氧化碳气体没能全部跑出来而随着酒进入人的肚子里。到达地面的时候，气压减小，二氧化碳气从酒里跑出来把客人的肚子撑圆。返回地下由于气压升高，这种现象又停止了。所以解决这个问题的最好办法是非常缓慢地走出隧道，让二氧化碳气一点一点地散发出去。

潜水员从水底升到水面的时候，也遇到类似的问题，不过要严重得多。水下面每 10 数就增大一个在气压，在水下面潜水员必须呼吸压缩空气（或纯氧气）才能使身体内外压强一致。由于压缩空气的压力高，务液中溶解了过量的气体。当潜水员上浮的时候，会遇到两个问题：一个是，如果肺部存有高压的气体没有排出，就会因外部压强突然减少而把肺部撑裂，在上浮以前一定要把肺里的空气吐净，深潜水游泳的人也要注意这伯事情；另一个问题是，溶解在人体内部血液中和各种体液内的气体会像打开塞子的香槟酒一样突然溢出大量的泡沫，阻碍了血液的流动，严重的可以造成死亡或终身残疾。所以潜水员从水下升起的时候，必须十分缓慢。这样体内产生的气泡才能来得及排出。如果迅速升上来就必须进入一个减压室内，里面的气压和水下一样，然后再慢慢地减到一个大气压。

苏联礼炮号空间站，3 名宇航员在返回地面的时候，由于密封舱漏气，空气压力骤然减小，也使身体内的体液产生大量的气泡，同时又由于缺氧，3 名宇航员甚至没有离开他们的座位就立即死去了。

## 纸蛇跳舞

用图画纸剪一个玻璃杯口大小的圆片，沿螺旋线把它剪开，使它的模样像一条蜷曲的蛇。用圆珠笔尖在“蛇”的尾部按一个小坑，然后把它顶在毛衣针上，再把毛衣针插在软木塞上面。纸蛇的垂下来像一盘螺旋形的蚊香。

现在可以用这条纸蛇来做对流的实验。把纸蛇放在炉灶旁，或放在灯或茶壶旁边，它都会转动起来。附近的物体越热，纸蛇转得越快，附近的那个物体凉下来，纸蛇就转得慢。如果在纸蛇的尾部上拴一根线，把它吊在蜡烛或煤油灯上，它就会转个不停。

是什么使纸蛇转动的呢？是气流。热物体附近都有一股向上运动的热气流。这是因为，热了的空气，体积增大，变轻了。而周围的空气比较冷，比较重。于是冷空气就把热空气挤向上方，它自己占据了热空气原来的位置。但是冷空气马上也被烤热，又被别的冷空气接上去。这就是对流现象。对流使热物体上方始终都有一股向上运动的热气流。只要一个物体比周围的空气热，热气流就一直存在。换句话说，热物体好像不断地向上吹热风，热风碰到纸蛇，就使蛇不停地转动。

走马灯所以不停地旋转，同样是利用上升的热气流。走马灯的上部了一个圆环，从中心的轴到圆环斜着贴了许多小纸条，就像风车的扇叶，灯上的热气流流过这些纸条的时候，就推支了圆环的旋转。而贴在圆环下面的就是一幅有趣的图画，可以随着圆环转动。

你也许没有想到过，如果地球上没有对流，地球就会变成一个死寂的星球。没有风，没有浮云，也不会有生命存在。对流是人类的隐身朋友，它默默地帮助我们做许多事情。

## 小窗户开在哪里好？

为了调节温度，通风换气，许多房子除了要有大窗户，还要有小窗户。

那么，小窗户安在什么地方好呢？是安在大窗户的上方还是下方？有的人家为了开关小窗户方便把它安在大窗户下面。这样对整个房间的通风换气却没有多大好处。这是因为，冬天室外空气比室内空气冷些、重些，它从小窗户时来以后是向下流动的，室内的空气温度比较高，这样冷空气会把室内的空气从小窗户的上部分排挤出去。如果小窗户安得很低，冷热空气的交流只限于低于小窗户的室内空间，对于小窗户上部的空间，这种交流是不能进行的。所以小窗户应安在大窗户的上方。为了预防煤气中毒，风斗也要安在窗户的上部。



## 让对流停下来

对流常常帮助我们做事情，但是有时也会给我们带来一些麻烦。科学家在制造高质量的电子器件时，要在极纯净的半导体材料中非常均匀地掺入一种特定的元素，例如在纯净的硅中掺入适当的磷，简称掺杂。“杂质”在半导体材料中分布得越均匀，制造出来的器件质量就越高。一般的方法是，把单晶硅熔融后再掺入磷元素。但是研究人员发现，掺入的磷无论如何也分布不均匀。这可真透了脑筋。经过长时期的研究才发现，破坏产品质量的罪魁祸首是对流现象。

熔融的单晶硅就像沸汤在锅里翻腾一样，有着激烈的对流现象。掺入的磷元素上下翻滚造成了分布的不均匀。只有消灭对流现象才能保证产品的质量。

在有重力的世界里，对流几乎是消灭不了的。加热的时候，流体的温度总是会不均匀的，热的就要上升，冷的下来补充，对流是永不停歇的，所以只有消灭重力，才能消灭对流现象。

科学家们想到了人造卫星上是没有重力的。在人造卫星上用地球上的办法是烧不开一壶水的。因为没有对流，只有贴近壶底的水被加热。但是这对于制造半导体材料却是一个理想的地方。没有对流的搅扰，杂质可以均匀地分布在半导体材料中，制成了优良的电子器件，虽然它的价格比黄金还要昂贵，但是毕竟是能做出来了。

## 过桥米线和盐湖发电

有一种美味的食品叫过桥米线。把这碗面条端过一座长桥以后，面汤的温度还会保持在沸点附近，仍然能把生鱼片涮熟，所以叫过桥面。秘密全在于面汤表面的一厚层油上。比重较小的油防止了面汤由于对流向外散热。

海水每天吸收了大量来自太阳的热量。但是在夜晚又散发到空气中。如果没有对流现象，太阳不断地加热，甚至可以使海水的温度达到沸点。能不能想出一个办法阻止海水对流，那么我们就可以利用这部分太阳能。

方法很简单，只要在海水表面放上一层淡水就可以，淡水总是浮在上面，阻止了晒热了的海水上升到表面，就像太阳灶表面的一层玻璃一样。科学家做了一个实验，在一个水池的底下先灌入浓度很高的盐水，然后再放上一层淡水。淡水上撒上一层油可以防止水分的蒸发及细菌的繁殖。为了避免水层的混合，还在水面悬挂了可以透光的有机玻璃格栅。这种水池底层的温度可以达到 80 摄氏度以上。一个贮有 500 立方米盐水的水池，利用特殊的汽轮发电机就可以发出 5 千瓦的电能。

用这种方法发电的最理想的地方是死海。那里的海水含盐量高，不必用淡水，只要用一般的海水就会漂在死海表面防止对流散热。半个死海发的电就能够满足位于死海附近的以色列用电需求的一半。

## 刚出锅的鸡蛋不烫手

刚从开水里取出的熟鸡蛋，你用手去拿，为什么不觉得烫手？

这是因为，刚从开水里拿出来的鸡蛋表面还沾着水，水分的蒸发使蛋壳温度降低，因此手并不感到很烫。不过，这只是很短的一会儿，鸡蛋表面的水分完全蒸发以后，鸡蛋就会烫手了。

蒸发是降低温度的好办法。当室温比人体的温度高的时候，人体向外散热主要是依靠蒸发的办法。人体每一天可以分泌 1 升出以上的液，带走的热量大约是 580 千卡。也就是说可以使 58 公斤的水温度下降 10 摄氏度。所以一个人即使在面包炉里，只要不被直接烫伤也是能待一个短时间的。

人体对周围温度的感受和空气的温度关系很大。冬天虽然屋子里的温度在 25 摄氏度，脱了衣服仍然感到很冷。这是由于冬天屋子里的空气十分干燥，身上的汗水蒸发的快。而夏天空气潮湿，蒸发过程缓慢，所以不觉得冷。

## 开壶不响，响壶不开

人们常用这句俗语来比喻某些爱在别人面前喋喋不休地夸耀自己的人。而水壶在烧水的时候也确是这样。

把一壶凉水坐在火炉上，不一会水壶就会发出一种唱歌似的声音，常常给寂寞宁静的冬夜添上一点情趣。等水壶不唱歌了的时候，水就要开了。

声音的来源是，水壶中水泡的破裂声。烧水一开始，贴近壶底的水先受热，变成蒸汽，蒸汽在水中形成许多小水泡，慢慢升到水壶的上部。而水壶上部的温度低于 100 摄氏度。于是小气泡收缩变小，最后被周围的水压破。水在快开的时候，越来越多的小水泡上升，但是来不及到达水表面就在中途破裂，并发出很轻微的响声。大量气泡的破裂声汇合在一起，就是我们听到的水壶里的“歌声”。

壶里的水完全烧开后，上下水温一样高，小泡不再破裂，一直升到水的表面。“歌声”也就停止了。

## 水蒸气有颜色吗？

你看见过水蒸气吗？你能说一说它是什么颜色吗？另外水蒸气是干的还是湿的？

准确地说，水蒸气和空气一样是透明无色的。人们看不见它，就像看不见空气一样。仔细观察一下从水壶嘴里喷出来的气就可以明白这一点。

靠近水壶嘴的一段是透明的，由于壶嘴附近温度比较高，这一段是水蒸气。离开壶嘴一段距离，形成一团白雾，人们常把它叫做“汽”。其实是水蒸气凝结成的微小水滴。由于小水滴折射光线，所以看上去是一团白雾，但是这不是水蒸气。

在高压锅炉里可以产生温度在 300 多摄氏度的水蒸气，这种水蒸气完全无色而且是干的。

## 水壶盖上的小洞

有种烧开水的壶，盖上有一个小洞。水开了以后，蒸汽可以从这个小洞来，不然就要把壶盖顶开了。想一想，壶盖热了以后，小孔是缩小呢？还是扩大了？

你也许认为，小洞一定是缩小了。因为壶盖受热以后是往各个方向膨胀的，壶盖整个向外膨胀，而小孔会向里膨胀。这个想法是不对的。

小孔应该扩大而不是缩小。

为了便于思考，我们把盖上的小孔想象成一个圆环，然后把这个圆环想象成是由许多细金属丝圆环粘起来的，再把这些细丝切开。想一想，每一根金属丝在加热的时候是伸长还是缩短？当然是伸长。如果加过热我金属丝再弯成一个圆环，它的直径是增大了还是减少了？当然是增大了。用这种理想实验的方法把圆环拆开再恢复原状，就把问题解决了。我们的结论是，任何中空的东西受热以后都要比原来大。

让我们想几个生活中的例子，瓶子盖打不开，在热水里一烫就能打开，如果受冷后内径变小就会紧了。

工业上利用这个方法给车轮镶上一个钢箍以减少磨损。方法是把钢环加热，套在轮子上。钢环冷了以后，内径缩小就紧紧箍在车轮上了。

## 谁把瓶子打破？

严寒的冬天，要是有人向你索一瓶冰，你大概会以为这是一件容易办到的事。找个瓶子灌上水，放在室外冻上一夜，一瓶冰就到手了。

然而事情并不这么简单。冰是搞到了，瓶子却破裂了。原来，水结成冰以后，体积增大了十分之一左右。体积增大产生的力量足够把瓶子撑破的。

结冰不仅使塞着瓶口的瓶子破裂，就是敞着口的瓶子也会破裂。这是因为，瓶口的水最先结冰，这就是说，结冰过程一开始，就有一个冰塞子把瓶子堵上了。

冬天严寒可以使自来水管爆裂。而爆裂的地往往不是发生在水结成冰的地方，而是另一个没有结冰的地方。当冰结在自来水管的内壁上的时候，冰不断地延伸把水压回到主水管内，水管不会爆裂。如果被洋压回支的水受到阻碍，例如遇到了水龙头，水没有地方去了，水的压力会因为冰的延伸而增大（结冰的时候体积增大），最后使这段水管在最薄的地方爆裂。

## 又断又不断的冰块

积雪的马路上，被汽车压过的地方会结成一层冰。这是由于雪受到和后融化，而融化后的冷水一失去压力又会很快地冻成冰（因为此时的气温还低于零摄氏度）。

两个冰块在压力的作用下能冻在一起，是由于冰块上那些比较突出的部分受到挤压，融化成低于零摄氏度的水，这水流到两块之间的缝隙里，不再受压马上又凝结起来，把两块冰冻成一个整体。

冰的这种性质可以用下面的实验来验证。找一个长方形的冰块，两头搭在凳子或别的东西上。把一根直径半毫米的细铁丝做成一个环套在冰块上。铁丝下端系上两个熨斗或大秤砣。在重物的作用下，铁丝以很大的压强切进了冰块，最后从冰块里脱出来。铁丝切过了冰块，但是冰块仍然是完整的，好像根本没有切过一样。

这个奇怪的现象是这样产生的：在铁丝的压力下，冰块融化了，融成的水到了铁丝上面，不再受压了，马上又结成了冰。简单地说，铁丝切下面冰的时候，上面又冻上了。

冰是自然界唯一可以用来做这种实验的物质。日常生活中遇到的许多现象都可以用这种方法来解释。溜冰的时候，溜冰人的体重集中在冰刀上，使冰受压融化，因此溜冰人无论走到哪里，冰刀下总有一薄层水起着润滑作用；在结冰的马路上撒沙子，车轮压在沙子上，由于接触面积小压强大，沙子下面的冰马上融化，沙粒嵌入冰内冻结住，增大了车轮和冰面的摩擦；打雪仗的时候，雪在手的压力下融化成水，把雪球粘成一个冰团。你一定还能想出一些别的例子吧！



## 雪地骑车

一夜小雪使平整的柏油马路变成一个溜冰场。因为雪在汽车轮子的重压下融化成水，随后又立既结成冰。走路不留心都会摔跤，更不用说骑车。一捏车闸，后轱辘一横，“咻”地一下连想都来不及想就摔倒在马路中间，多丢危险啊！所以下雪的时候，妈妈是不让骑车的。

但是，汽车总是要开的。汽车是不会摔跤的。但是，汽车急刹车的时候后轱辘也会一横，使车身转一个90度，横在马路中间，有的时候还会跑到人行横道上，可真危险。

按着惯性的原理，刹车的时候，由于地面滑，摩擦力小，车子向前直冲，可是为什么打横呢？就像是一股神秘的力量，从车子的侧面使劲推了它一样，车身横过来了。

其实这里面没有什么神秘的东西，只是摩擦力有一个不被大家重视的特点：当一个物体相对地面滑动的时候，在和滑动相垂直的方向上，摩擦力特别的小，就像上了油一样，不及滑动方向上摩擦力的十分之一。车轮滚动时没有这种现象，只有车轮在地面上蹭的时候才会有这种现象。冰雪天，本来路面摩擦力就很小，再减少10倍就更小了，横向只要有一点力就会使车辆打横。产生横向力的原因很多。例如，路面不平，后面两个车轮刹车力不均匀等。打横是十分危险的。

上面说的现象，不仅会发生在雪天里。高速公路上的车祸也往往是这种原因。车辆急刹车时，由于急剧地摩擦产生的高温能使路面的柏油、或轮胎上的橡胶熔化，变成一层薄薄的液体，摩擦力急剧地减少使车辆打横。在弯曲的山路上，急刹车能使汽车从陡峭的山崖上翻下去。

那么怎样避免这种现象呢？

雪天撒木屑或煤渣增加摩擦力是一种办法。但是骑车人或司机避免急刹车则是一个重要的措施。只要车轮在地面上滚动就一定不会产生打横的现象。雪地骑车应该慢一点，早发现情况，轻轻捏车闸，捏一下松开，再捏一下，尽量避免车轮和地面相对滑动，就摔不了跤。

## 冰箱和空调器

炎热的夏天，当你打开冰箱门的时候，一股凉气向你袭来，十分舒服。

那么总把冰箱门开着，屋子里是不是会凉快一些呢？

不会，过一段时间以后，屋子里会更热。道理很简单，冰箱不会产生冷气，冷藏室里的食物越来越冷的原因是由于不断地被吸热。冰箱的作用就是把从冷藏室里吸来的热送到冰箱后面的散热片上，通过散热片把热量散到空气里。冷藏室里的温度比室温要低好多，热量怎样从低温传到高温呢？这就要靠冰箱里的压缩机消耗一定的电能来完成。电能完成了这些热量搬运工作以后，就变成热能散失在空气中。

打开冰箱门后，冰箱的作用是把热量从前面搬到后面的散热片上，这就好像我们不停地把一些东西从屋子的这头搬到屋子的另一头一样。对整个屋子来说热量没有传到室外，温度不会下降。但是冰箱中的压缩机在搬运这些热量的时候，耗费了大量的电能，这些电能最后变成热量使屋子的温度上升。

空调器虽然和电冰箱的原理一样，但是它的散热片安装在室外。使用空调的时候窗户都要关严，以免屋外向屋内传热。如果设法把电冰箱的散热片放在室外，当然也可以起到类似空调器的作用。

## 登高望远

站在平原上极目远望，我们仿佛看到大地有一条边，这条边人们叫做“地平线”。地平线以外的树木、房屋和其他高大的物体，我们只能看到它们的上部。这是因为，地球是一个球体，远处物体的下部被弯曲地面挡住了。

由于地球是一个球体，所以人所处的位置越高，眼睛看到的范围就越大。在平坦的田野上，一个中等身材的人能看到周围 5 公里以内的地方。骑马的人在马背上能看出去 6 公里。爬到距海面 20 米高的桅杆上的海员能看出去 16 公里。

人的视力有限，所以上面说的范围是指人的视野，看清楚远方的物体可以借助于望远镜，但是超过这个范围，用望远镜也无济于事。

在一公里高空的飞行员，如果没有云雾，可以看出去 120 公里，再升高一们可以看出 160 公里。10 公里的高空可以看出去 380 公里；22 公里高可以看出去 560 公里。宇航员在 36000 公里高的宇宙飞船上可以观察的范围是 18000 公里，大约是地球表面积的三分之一。3 个这样的通讯员卫星就可以把整个的地球看全。当然这不是指用肉眼。

电视信号是靠无线电的微波传送，微波是走直线的，不能绕到弯曲的地面地边。所以只有能“看”到电视台发射天线的地方才能收看到电视节目。这个“看”字是指从电视台发射天线的顶端对地球表面做一个圆锥面，在这个圆锥面内的电视机都能“看”到发射台的天线。在这个范围内的电视天线如果和电视台的发射天线之间有建筑物阻挡，也不会妨碍收看，电视台发射的微波可以通过建筑物的反射经过曲折的路径达到你的天线上。

如果你的天线在这个范围之外，由于地面的弯曲就收不到电视信号。为了使全国都能收到北京中央电视台的节目，工程师们利用了类似古代烽火台传递消息的办法：每隔 50 公里建筑一个“微波接力站”，每一个微波接力站都可以看到前一个接力站的天线，把收到的信号放大转发到下一个接力站。这样我们这个幅员辽阔的国家的每一个角落都可以收看到中央电视台的节目。

## 声光赛跑

你从远处看见过汽锤打桩吗？你有没有发现一个奇怪的现象：汽锤打在桩子的时候，并没有听见敲击声，而当你看见锤子升起来的时候，却听到了声音。这是怎么回事？

如果你在汽锤连续打桩子的时候，向前或向后移动自己的位置，你将找到一个适当的位置，在这个位置上，你看见锤子敲在桩子上的时候，恰好也听见声音。等你走回原地，声音和动作又不一致了。

这个奇怪现象是由声速和光速的不同造成的。光的速度比声音的速度大近百万倍。光使你看见锤子打击桩子的动作，等到空气把敲击声传到你耳中的时候，锤子已经离开桩子了。如果你前进或后退一段距离，使声音通过这段距离的时间，正好等于两次敲击或几次敲击的间隔，那么，你就会在看到敲击动作的同时，也听见了声音。不过，你听到的声音并不是你看到的那次动作发出的，而是上一次动作或更早几次的动作发出的。

声音虽然比光传播得慢，但是声音可以通过液体和固体传播。潜水员在水底下也能够听到各种各样的杂音。人在河边走路的声音会吓跑岸边的鱼。

具有弹性的硬材料，如生铁、木材、骨头等传播声音的性能都很好。你把耳朵贴近圆木的一端，让你的同学用指甲或小棍敲另一端，你能听到圆木传过来的低沉的敲击声。如果周围很静，没有别的声音干扰，你甚至能听得见放在另一端的手表的嘀嗒。铁轨、铁梁、生铁管甚至土壤都能很好地传播声音。耳朵贴到地面，可以听到远处的马蹄声。任何一种波都不能像声波这样能穿过任何物质，工程上常用声波来研究地质结构。

声音遇到松散的、柔软的、没有弹性的材料就传播的不好了，它们把声音吸收了。所以，为了不使声音传到隔壁房间去，人们通常都在门上挂一个厚门帘。隔音的门也往往蒙着一层很厚很软的材料。地毯、沙发、衣服等对声音也有良好的吸收作用。

## 头骨能传声

我们的头骨，也是传播声音的好材料。你了解一下吗？用牙咬着闹钟上的提环，然后两手堵住耳朵，你可以非常清楚地听到摆轮来回摆动的声音。这声音是通过头骨传到你耳中的，它比通过空气传进耳朵的嘀嗒声响得多。

还有一个有趣的实验，可以证明固体能够传播声音。在一段小绳的中间拴一个金属汤匙，用两只手的食指分别把绳子的两头堵在两个耳朵眼上。你把汤匙摇来晃去，让它撞在桌边上。这时候，你会听到一种低沉的轰鸣声，仿佛在你耳边敲起了大钟。

如果用录音机把你的说话声录下来，再放给你听，你会觉得不大像自己的声音，而别人却会说这就是你的声音。原因就是录音机录下来的声音全部是由空气传送的，而你平时听到自己的说话声，除了有空气传送的一部分，还有头骨传送的一部分。

## 回声

声音在前进的道路上，如果碰到障碍物，就会被反射回来。所以你常常能听到回声。

假定你站在一个开阔的地方，在你的正前方 55 米处有一幢房子。你拍一下手，声音跑了 55 米被房子反射回来，再传到你的耳中，这要经多长时间呢？

我们知道，声音在空气中的速度大约是每秒 330 米，声音在 55 米的距离上一来一回共起 110 米，所以要需  $1/3$  秒（ $110 \text{ 米} \div 330 \text{ 米/秒} = 1/3 \text{ 秒}$ ）。

你拍一下手，声音持续时间很短，还不到  $1/3$  秒。这就是说，在回声还没有到达之前，拍手声已经消失了，所以两者不会融合在一起，可以分别听得清。

我们平时说话，每一个字发声的时间一般不到  $1/3$  秒，所以站在离反射物 55 米的距离上，每次只说一个字，可以听清这个字的回声。如果在这个距离上每次说两个字，发声的时间超过了  $1/3$  秒，回声就会同你发出的第二个字融合在一起。反身物要离多远，我们才能听清两个字的回声呢？这要看两个字的发声时间是多少。如果两个字的发声时间是  $2/3$  秒，那么，为了使回声和原声一点也不重合，大于  $2/3$  秒才行。声波在  $2/3$  秒的时间内能走 220 米，这就是说反身物至少要离发声地点 110 米，也就是 220 米的一半。

在音乐厅里要仔细地考虑回声影响。直接到达耳朵的声音和通过反射到达耳朵的声音时间上一般应不超过  $1/20$  秒。时间短了和长了都不好。如果墙壁都用软的吸声材料制作，没有回声，音乐就显得十分干瘪。只有设计合理才能听到雄厚丰满、悦耳动听一音乐。

## 瓶子做乐器

用普通的汽水瓶子能做成两种乐器：一种是打击乐器，一种是吹奏乐器。

在两张椅子上，横放两根竹竿，上面分别悬挂 8 个普通的瓶子。自上而下，自左而右，第一个瓶子几乎装满水，第二个瓶子里的水比第一个瓶子略少一点，挨着次序，一个比一个少一点，最后一个瓶子装的水就是最少的一个。

用干燥的木棍敲击瓶子，就会发出高低不同的声音。水越少的瓶子，发出的声音越高。仔细调整瓶子中的水量，就能使它们发出的声音组成两组八度音阶。

然后，就可以用这些乐器演奏一些简单的打击乐曲。

如果你不用木棍敲击瓶子，而把瓶子放在桌子上，用嘴对着瓶口吹气，瓶子会像螺号一样发出低沉的呜呜声。而且你会发现，瓶子里的水越少，发出的声音越低，瓶子里的水越多，发出的声音越高，正好和敲击瓶子的顺序相反。这是由于发的原理不同。打击瓶子的时候，声音是由于玻璃瓶和水的振动产生的；而吹瓶子的时候，声音是玻璃瓶的空气振动产生的。这就是吹奏乐器和打乐器的区别。

## 用热水瓶做实验

家家都离不开的热水瓶能做两个有趣的实验。

把空热水瓶的瓶口贴在耳朵上，就会听到嗡嗡声。许多老人到市场去买热水瓶的时候，常常这样做，据说这样可以鉴别热水瓶的好坏。实际上，这是一种鸣现象。在我们的周围总是有各种各样的声音，由于这些声音比较微弱，我们常常察觉不到。如果某些声音和热水瓶发生共鸣，声音就被放大了。这种声音和热水瓶的质量是没有什么关系的。

把茶杯、饭碗、玻璃杯等器皿的口贴在耳朵上都会听到声音，但是声音的高低不同。你可以用两只耳朵对不同的器皿进行仔细的比较，就会发现器皿小，发出的声音音调就略高一点。这里面有一个规律，就是器皿里的空气柱越长，发出的音调越低。换句话说，音调低的声音和长空气柱发生共鸣，不同的音调对应着不同长度的空气柱。

下一个实验是你天天都做过的，向热水瓶中灌水。一般说来，任何人都能凭灌水所发出的声音来判断水是不是灌满了。想一想，为什么灌的时候，声音的高低发生变化呢？

灌热水瓶的时候，水搅动了瓶内的空气使空气振动发出声音，和吹瓶子一样，空气柱越长发出的声音越低。随着水面的升高，瓶内空气柱不断地减少，音调也就跟着升高，当你听到声调升高到一定程度的时候，就知道热水瓶已经灌满了。

古代我国曾经用空气柱的长度来校准各地方的尺子，以防止贪官污吏大尺收税小尺上缴。中央政府做一个9寸长一定粗细的管子，叫黄钟律管，做为尺长的标准。各地如法翻造。检查地方官吏是否伪造尺子的时候，只要反标准律管吹响，看看另一个律管是否共鸣就可以。这种检查十分严格，因为律管差一点就不会产生共鸣。



## 悠扬的钟声

飘忽起伏的钟声从远处传来，非常动听。这种有节奏的忽强忽弱的钟声是怎样产生的呢？

你也许认为，是钟声在空气中传播的时候受到风的影响。这不对，这是由于钟的各部分不均匀造成的。

在铸造一口大钟的时候，钟的各部分性质不会完全一样的。因此在敲钟的时候，钟的各部分发出的声音频率会稍稍有点差别。例如，钟的一部分发出每秒钟振动 500 次的声音，而另一部分发出每秒钟振动 501 次的声音。它们的频率每秒钟相差一次，这样的两种声音合起来就会产生每秒钟强弱变化一次的悠扬的钟声。物理学上把这种现象叫做拍频。

## 变化的笛声

当一辆救火车从你身边飞驰而过的时候，如果你是一个细心的人，一定会发现，救火车发出的笛声在向你驰来的时候，声音很尖，刚刚通过你以后立即变得低沉，好像救火队员改变了笛声的音调一样。可是在你前面的人听到的笛声，仍然是非常尖锐的。

你可以做一个小实验来证明，人听到的音调确实和声源运动的速度有关。找一个口笛，便如足球裁判员用的那一种，玩具竹笛也可以。再找一个漏斗，刚好能把笛子插在漏斗上，并用一个绳子像图中那样拴好。找一个小朋友抓住绳子头，让笛子转起来，你在一旁注意听笛子音调的变化。

看看下图就会明白，为什么救火车向你驰来的时候，音调会升高。救火车每发出一个声波后，就会向前移动，造成了两个波之间的距离变小也就是波长变短。到达你耳朵的波间密集的，因此音调变高。当救火车远离你的时候，过程正好相反，波与波之间的距离拉开了，使音调变低。

这个现象，最早是由奥地利物理学家多普勒发现的，所以叫多普勒效应。用这种效应可以方便地测量河水的流速，甚至可以测知遥远的星球是向着地球运动还是背着地球运动。

## 被自己的影子吓一跳

你想看点什么不平常的东西吗？

一天晚上，有人讲过这么一个故事。哥哥对弟弟说，“走，跟我到隔壁屋里去。”

屋子里面是黑的。哥哥点了一支蜡烛，就一起进去了。弟弟刚一进屋就吓了一跳，因为墙上有一个吓人的怪物在瞧着他。这个怪物是扁平的，像影子一样，它还冲他瞪眼呢！

他四面打量了下，明白是怎么回事了。原来，屋里那面镜子上贴上了纸，纸上剪出眼、鼻子、嘴几个洞洞。哥哥端着蜡烛对镜子照，光线通过几个洞洞从镜子上反身出来，恰恰投身到弟弟的影子。

真没想到，他是被自己的影子吓了一大跳。

后来，他又跟自己的同学玩了个把戏，才发现要把镜子的位置摆得正合适还不那么容易。经过好几次练习，他才明白其中的道理。光线是按照一定的规律从镜子上反射出去的，这个规律就是：反身角等于入射角（通过入射点作一条垂直于镜面的直线，叫法线，入身线和法线的夹角叫入射角，反射线和法线的夹角叫反射角）。运用这个规律，他才能成功地把怪物的眼睛、鼻子、嘴搬到人影上去。

## 最简易的照相机

找一个空火柴盒，把盒套的一个宽面上开一个小窗口，窗口上贴一张半透明的白纸。在盒套对着窗口的另一面的中心处，用针尖扎一个小眼(如图)。晚上，你对着点燃的蜡烛，在半透明的白纸上就能看到蜡烛的倒影。这就叫做针孔成像。因为光线是直线传播的，从蜡烛顶部射来的光线通过针孔射在白纸的下部，从蜡烛底部射来的光线通过针孔射在纸的上部，所以在纸上能显出蜡烛的倒像。

如果做一个小小的暗箱把火柴盒包起不，把半透明的白纸换成照相底片，就做成一个针孔照相机。感光时间在十分之一秒左右，就能拍出清晰的照片。如果你有两个 135 暗盒，做成一个卷片器就能连续拍照，成为一个真正的照相机。

无论小孔是什么形状，圆的也好，方的也好，甚至三角形，六连形的都没有关系。你在浓荫的大树下看见过许多椭圆形的光点吧？它们都是太阳通过树叶间的空隙以后形成的像。为什么不是圆的椭圆的呢？这是因为太阳是斜射在地面的。如果把一张纸迎着太阳光垂直放置，纸上就会出现正圆形的像。日蚀的时候，月亮的阴影把太阳遮成月牙形，太阳的像也就变成小小的月牙形了。

## 怎样测亮度

天黑以后，房间里就需要开灯。谁都知道，离灯越远的地方，亮度越低。那么，亮度和距离之间是什么关系呢？是不是距离增加 1 倍，亮度就减弱一半呢？

不是的。有人做过这样的实验：

点 1 支蜡烛，在距离蜡烛 1 米远的地方看报纸，还能够看清楚；把报纸移到 2 米远的地方，因为亮度减弱了，报纸上的字就看不太清楚。于是，他并排点起了 2 支蜡烛，可还是看不清；再增加 1 支，依然如故；直到点起 4 支以后，才算看清楚。这证明，距离增加到两倍，亮度不止是减弱一半，而只有原来的四分之一。继续实验下去的结果还证明：要想在 3 倍距离上得到原来的亮度，必需点  $3 \times 3$  即 9 支蜡烛；在 4 倍距离上，必需点  $4 \times 4$  即 16 支蜡烛……从这里，我们可以找到亮度随距离而减弱的规律。这个规律用数学关系来表示，就是距离增大到  $n$  倍，亮度就减弱到原的  $1/n^2$ 。顺便说一下，声音减弱的规律也是这样。

知道了这个规律，我们就可以利用它来比较两盏灯或任何两个光源的亮度了。比如说，你想知道一盏煤油灯比一根普通的蜡烛亮多少倍，或者说，你想知道用几根普通的蜡烛才能得到同一盏煤油灯相同的亮度，就可以做这样一个实验。

把一盏煤油灯和 1 支蜡烛放在桌子的一头，在另一头垂直地竖起一张白色的卡片（可以用两本厚书把它夹住）。在卡片前面不远的地方垂直地竖一支铅笔。这时，铅笔在卡片上映出两个影子：一个是亮度较大煤油灯照出的；另一个亮度较小的蜡烛照出的。这两个影子浓淡的程度不一样。你往前移动蜡烛，使两个影子的浓淡程度相同。再量一量煤油灯和蜡烛到卡片的距离相差几倍，就能判断出煤油灯比蜡烛亮几倍。假定煤油灯到卡片的距离是蜡烛到卡片距离的 3 倍，那么，它的亮度就是蜡烛亮度的 9 倍。

利用纸上的油点也可以测定亮度。

在纸的一面放一盏灯，从背着灯的一面看，油点是亮的；从迎着灯的一面看，油点是暗的。现在在纸的两侧，对称地各放一盏灯，两灯的连线通过油点垂直纸面。如果这两盏灯亮度不相等，那么从纸的两侧分别看去，油点的明暗程度也不相等。逐渐移动（注意移动的方向必须和纸面垂直）其中一盏灯，改变它和纸的距离，使油点从纸的两侧看来都差不多。然后分别量出两盏灯到油点的距离，进行上面说过的计算，就可以知道两盏灯的亮度相差多少了。

为了能够同时观察两侧油点的亮度，可以在纸的上侧放一面镜子。怎么放法呢？你自己会想出来的。

## “透明的”手掌

用一只手遮住眼睛，眼睛就什么也看不见。下面我教你一个办法，使你的眼睛能“透”过手掌看见远处的东西。

左手拿一个用纸卷的圆筒，把它对着左眼，两只眼睛同时向远处看去。然后，举起你的右手，掌心向里，放在右眼的正前方（距离右眼大约 15 到 20 厘米处）。这时候，你会觉得手掌上有一个圆洞，你的眼睛通过这个圆洞看到远处的景物。

这是怎么回事？

原来，人的两只眼睛从来都是协调工作的，大脑把两只眼睛传来的信息综合成一个完整的形象。两只眼睛的调节也是一致的，要看远处就都看远处，要看近处就都看近处，不可能一只眼睛看远处，一只眼睛看近处。当你的两只眼睛都作好准备向远处望的时候，两只眼睛的水晶体都针对远处的目标作了适当的调节。当你用手遮住右眼之后，左眼通过纸筒仍然看着远处目标，得到清晰的影象；而右眼由于也对准远处，所以近处的手掌看上去有点模糊。当大脑把两只眼睛所得到的影象综合起来的时候，左眼清晰的影象占了上风，而右眼获得的模糊的手掌的影象成为一个不清楚的背景。于是，你觉得你的眼睛能穿过手掌透视东西。

当你想准确地判断一个物体的前后距离的时候，就必须同时使用两只眼睛。不信你可以试着闭上一只眼睛把衣架挂在铁丝上，你会发现这件简单的事情竟不容易做到。两只眼睛之间的距离 6-7 厘米，所以同时观察一个东西时候，看到的两个像稍微有些不同，一只眼睛对右边多看了一点，另一只眼睛对左边多看了一点。两个略有差别的像同时传到大脑中，经过大脑的加工处理，就可以形成一个完整的主体物像，并能判断物体的距离。

## 从望远镜里看渔船

你站在海边，用望远镜看一条正向岸边驶来的渔船。望远镜的倍数是 3 倍（就是说，通过它看见的东西都移近了 3 倍）。那么，从望远镜里看，渔船向岸靠近的速度，是不是也快了 3 倍呢？

假定渔船距离你是 600 米，从 3 倍的望远镜里看到的渔船移近了 3 倍，相当于 200 米的大小。如果渔船每分钟向岸边移近 300 米，1 分钟以后，渔距你为 300 米，在望远镜里看渔船的大小相当于在 100 米处。所以，一直用望远镜观察渔船的人，觉得渔船在 1 分钟内由 200 米处驶到 100 米处，仅仅走了 100 米。

所以，从望远镜里看，渔船向岸边靠近的速度，非但没有扩大 3 倍，反而缩小了 3 倍。而且这个缩小的倍数正好和望远镜的放大倍数相同。

如果把望远镜反着用，你会发现东西都变小了。如果正着使用望远镜，看到的乐西移近了 3 倍，那么反着使用望远镜，看到的乐西就移远了 3 倍，所以显得小一些。你也许会想没有人会这样使用望远镜的。

有的问题反过来想想也是很有意思的。现在许多家庭门上都装有门镜，门镜的原理基本上就是反着看的望远镜。安装门镜的目的是为了在门内看到外面较大范围内的东西或人。如果一件大东西离你的眼睛很近，东西看上去很大，但是看到的范围很小；如果一件东西离你远一些，看上去小了，但可以看到它的整体。望远镜反着用看见的东西都变小了（相当于移远了），但是可以见察到的范围加大了，这正是我们所要求的。

你不必提心外面的人通过门镜看见屋内的东西，因为对于外面的人来说，这相当于一个没有调好距离的望远镜，一切东西都是模糊一片，所以什么也看不清楚。

## 望远镜能当显微镜用吗？

望远镜和显微镜都是由两片透镜组成的，构造差不多。那么把望远镜挨近一个小东西能不能当显微镜用呢？

这样做不行！

虽然望远镜（指天文望远镜）和显微镜都是由两片凸透镜构成的，但由于用途不同，光路并不完全一样，选用的镜片焦距、镜筒的长度也不一样。

望远镜是把东西移近而不是放大。远处的山因为远而看不清楚，而不是由于小；显微镜是看小东西的。这些小东西太小了，放近了也看不见，必须尽量地放大。仔细观察一下，望远镜的物镜口径大，比较扁平；而显微镜的物镜很凸，像一个玻璃球一样。东西离望远镜近了就什么也看不清，而小东西离显微镜远了也看不清楚。所以做不成两种都能通用的光学仪器。



## 画面能变的图片

正面看是一只可爱的小白兔，侧面看却是一只凶猛的大老虎。一张画片上怎么会有两幅图？看这一幅画的时候，那一幅画上哪儿去了？

每个小朋友得到这样一张能改变画面的图片都会爱不释手，转来转去地看着。有的文具尺上也有这样的画。

你想知道它的秘密吗？那就动手研究一下吧！

这种图片都被一层透明的塑料膜覆盖着，用手摸一摸塑料膜是凹凸不平的。沿着画片的边缘用刀片切下一小条，用放大镜仔细看看，就会发现这一小条塑料膜的侧面像瓦棱似的，一个半圆紧挨着另一个半圆形。再小心地撕去画片背面的白纸，就会发现兔子和老虎是重叠地印在一起的。这就是全部秘密。但是弄清它的道理还需要一点光学知识。

瓦棱状的塑料膜相当于一排排凸透镜，凸透镜有折光作用，它能从一个方向射来的光折向另一个方向。利用这种方法就能把重叠在一起的两幅画分开。

下面让我们自己动手来做一个能变画的图片。找一根 1 毫米左右粗的透明钓鱼线，剪成 3 厘米长的一段，一共十几根，排成一排放在此节插图上，让玻璃丝和插图中的单行线平行。从一个角度上看是一个 A 字，而从另一个角度看则是一个 V 字。A 字和 V 字是这样画上去的：把这幅图画分为许多 1 毫米宽的细格，把这些细格分为两组，单数组和双数组，在单数组上写上 A 字，双数组上写上 V 字，从整体上看两个字是重叠的，实际上它们并不重叠。透明的玻璃丝的作用是把单数组里的图画折向一个方向，把双数组里的图画折向另一个方向，起了凸透镜的作用。这样两幅图画互不干扰。兔子和老虎的画面就是用这种方法印制上去的。

## 黑的能比白的亮吗？

在一般人的印象中，黑的东西一定暗，白的东西一定亮。可是，如果我问你，在太阳光下的黑丝绒和月光下的白雪相比较，哪一个看上去更亮呢？

这个问题就不好回答了，因为一个物体表面的亮暗程度要看它对入射光反射的强弱来决定，黑色物体的表面总不可能把照在它上面的光全部吸收掉，就连最黑的煤烟也能反射百分之一二的入射光。所以决定亮暗应该用光度计来测量才对，传统的黑白、明暗的看法就不一定都对。

下面让我们进行一点简单的计算：太阳光照在地球上的亮度比月亮强 40 万倍。因此，黑丝绒即使只反射百分之一的日光，也要比白雪反射的百分之百的月光强几千倍。换句话说，日光下的黑丝绒要比月光下的白雪亮许多倍。

只有一个物体完全不反射光，才是世界上最黑最暗的东西。有没有这样的东西呢？一个洞口就可以认为是一个不反射光的东西，所以洞口看上去总是黑黢黢〔q〕的。找一个装皮鞋的鞋盒，把四周糊严，在盒的一端开一个拇指粗的洞口，这个洞口就会比黑丝绒还要黑。因为光线从这个洞口射进去，在盒的内壁反射过来又反射回去，但很难再从洞口反射出来。科学家把类似鞋盒这样的物体叫做“绝对黑体”。如果是一个很理想的“绝对黑体”，在日光下也许会比月光下的白雪暗。

## 雪为什么是白色的？

你也许看过北国的冰雕或冰灯，透明的冰雕物像水晶一样使人置身于神话般的世界。冰和雪是连在一起的，用放大镜观察雪花，雪花是由一些透明的冰晶组成的。可是雪为什么那么洁白，一点也不透明呢？

夏天吃刨冰的时候，你可以亲眼看到冰是如何转变成雪的。刨冰机的刨刀在一大块冰上迅速地旋转，削出一大堆白花花的冰屑。用一玻璃杯盛上，再浇上彩色的果汁，可真漂亮。

透明的东西变成碎屑都会呈现白色。你注意过拍击在岸边的浪花了吗！在研钵里把玻璃研成碎屑也是白色的。

从透明到白色不透明的转变是光线耍的把戏。原来细小的透明冰屑有许许多多的棱角。光线在每一个棱角上发生折射，大部分的光线不能顺利地透过去，有的光线经过曲折的路径又回到人的眼睛中，所以看上去是白色。浴室的门窗上装的毛玻璃或压光玻璃不透也是这个道理。

如果你把雪装在一个大口玻璃瓶里，少倒一点水，这点水并不能够把雪融化，但是能把雪花内冰屑之间的空隙填满。这时候，雪就由白色转变成透明的。

透明的能变成不透明的，不透明的又能变成透明的，真是有趣。我还可以告诉你，锃亮的东西可心变成黑的。一个新的铝锅，表面锃亮。但是当你用砂纸从上面擦下一些铝屑，放在手指上一捻，竟是黑的。有着银亮从金属光泽的铝怎么变成黑的了呢？

这种事并不希奇，照相底板上的黑色就是由细小的银粒组成的。把银的化合物涂在透明胶片上就制成胶卷。照相的时候，底片感光，光越强折出的银粒就越多，底片就越黑。

原因是由于金属小颗粒和小冰晶不一样，它们只能反射光线。小颗粒的分布是非常混乱的，所以不能像镜面一样把入射光线定向地反射回去。入射光线进到金属小颗粒中，就像进了“迷魂阵”，从一个小颗粒反射到另一个上去，这样反射过来又反射回去，光线越来越弱，很少能按入射方向返回去。因此看上去是黑色的。

把铝粉掺在透明的漆里刷在物体表面，黑色的粉末又会闪现出金属的光泽。

## 皮鞋发亮的秘密

皮鞋只擦上鞋油并不发亮，只有用鞋刷或旧布反复打磨以后，才能打得锃亮。擦自行车的时候也是这样。人人都知道这样做，但是这是为什么，对不少人说来是一个谜。

为了解开这个谜，首先要弄清楚光亮面同粗糙面有什么区别。人们通常认为，光亮的表面一定是平滑的，不光亮的表面则是粗糙的。实际上，绝对平滑的表面是没有的。即使磨得又平又光的表面，放在显微镜底下观察，也是坑坑洼洼的。

光亮和粗糙是相对的，正如我们走在柏油马路上，对我们来说，这条马路已经是非常平整了，但是对一只小蚂蚁来说，这条马路就跟起伏的丘陵地一样。一束光“看”一个表面是不是平整，是以它的光波波长为标准的。如果表面的坑洼程度小于投射光的波长，光线就能向一个方向反射。这样的表面就能像镜子一样映出影象，而且发亮，我们叫它做“光面”。如果坑洼不平的地方大于光波波长，射在上面的光线就会向四面八方散开，这样的表面叫“糙面”。

光波的波长是一个非常小的数，不同颜色的光波波长不一样，可见光的平均波长在万分之五毫米，如果物体表面的坑洼小于这个尺寸，它就是光面。

还是回过头来说皮鞋发亮的问题吧！擦好的皮鞋为什么发亮？

没上鞋油的皮鞋表面凹凸不平，这些不平的地方比可见光的波长大得多，因此看上去是粗糙的，不发亮。涂在粗糙表面的鞋油经过反复打磨以后，把缝隙填平，当鞋面上的坑洼都小于可见光的波长的时候，粗糙的表面就变成光面了。这就是皮鞋发亮的秘密。

## 骗人的增白剂

白色的衣服穿久了，就会慢慢变黄，洗衣服的时候，在水里放一点增白剂，衣服就又变白了。

有人认为增白剂和漂白粉类似，用增白剂会损坏衣物。实际上，这是两码事。漂白粉是和衣物之间发生化学变化，而增白剂则仅仅是欺骗你的眼睛。

我们都知道，白光是由七色光组成的。但是实验告诉我们，用两种颜色的光混合起来就能变成白光。你不妨做这样一个实验，在一个手电筒上蒙上蓝色的玻璃纸，另一个上蒙上黄色的玻璃纸，把两束光照在白墙上，黄光和蓝光重叠的部分就会产生白色。这就是增白剂的原理。

原来，增白剂在阳光的照耀下能发出蓝幽幽的荧光，在一个玻璃杯里注入半杯溶有增白剂的水，夜晚，把一个灯泡靠近水杯照射，就能看到这种蓝光。蓝色的光和衬衫上发出的黄光合起来就形成白光。所以浸过增长剂的衣服只是看上去白了一点，黄色仍然是存在的。

## 花色的变幻

透过彩色的玻璃纸看世界是非常有趣的，通过几层红玻璃纸看，一切似乎都变成红的，通过绿色的玻璃纸，就是一个绿色的世界。

其实，颜色的变化并不是那么简单，有一位物理学家兼画家，曾经用各种有色的镜片细致地观察各种花，发现的结果有些是意想不到的：

——通过红色镜片观察花坛，我们可以看到，像天竺葵这样纯红的花白得发亮，绿色的叶子完全是黑色；乌头青紫色的小花变黑了，和变黑的叶子混在一起，几乎找不到；而那些黄色的、玫瑰色的，淡紫色的花朵都不如原来鲜艳了。

——通过一块绿色镜片，看到绿叶更鲜亮了；黄花和淡蓝色的花稍微有点发白；红花是墨黑的；淡紫色和粉红的花变成灰色的。

——通过蓝色镜片看，红花、黄花变成了黑色；白花更加明亮；浅蓝和浑蓝的花几乎和白花一样鲜亮。

花的颜色为什么发生了变幻，这得从物体的颜色说起。

我们知道白色的阳光是由七色组成的。在阳光下，物体如果呈现红色，是由于这个物体反射红光把其他颜色的光吸收了所造成的。如果一个物体表面反射绿光就呈现绿色。彩色玻璃片又叫滤色片，它只让一种颜色的光通过。绿色镜片只允许绿光通过，其他颜色的光被挡住（实际上是被吸收了）；红花射出的大部分是红光，红光不能透过绿色的镜片，透过绿色的玻璃片看到的红花是黑色的。但是通过绿色的玻璃片看绿叶，绿叶变得更鲜亮了。这是由于绿色的光全部通过来，和其他颜色的东西相比得特别亮的缘故。利用这个原理可以解释上面花的颜色的变幻。

摄影的时候，为了拍下蓝天上的白云，常常在镜头前面加一个黄色的玻璃片，是什么道理呢？

原因是，蓝天和白云都发出明亮的光，在底片上强烈感光。印出的照片上天空背景是一片灰白，分不出是云还是蓝天。加上黄色的镜头以后，蓝色的天空变暗了，因为大量的蓝光被挡住，白云却暗的不多，所以蓝天的背景上白云显得很突出。

## 红灯——停车的命令

急驰的火车如果发现前面有一盏红色的信号灯，无论在什么情况下，司机都要立即把车停下来。

为什么规定用红灯作为停车的命令呢？

你也许会认为红色最鲜艳，人的眼睛对红色最敏感。这可以算是一个原因，还有一个更重要的原因是红光在空气中的穿透能力强，传得远。

用一个长方形的槽或一个鱼缸做一个简单的实验可以证明这一点：在水槽里注入一点牛奶，搅拌均匀使水混浊。在一个适当的角度放置一面镜子，利用镜子来反射阳光，使阳光通过纸片上的一个圆孔水平地穿过水槽。迎着光束观察，你会发现，光的颜色变成桔红色。这说明，悬在水里的小牛奶滴把阳光里其他颜色的光散射掉了，只余下桔红色的光穿过来。

空气中弥漫着大量细小的灰尘，对光有一定的阻挡作用。但是对波长不同的光阻挡的情况不同。在七色光中，红光的波长最长，所以它们很容易“绕过”这些微尘而不受到散射；而波长短的蓝光和紫光则容易被散射掉。上面的实验中，你从侧面看光束是浅蓝色的就是这个原因。太阳落山的时候，我们看到火红的太阳，也是这个道理。太阳在落山时，光线是斜着穿过厚厚的大气层，失去了大部分的蓝绿光，所以只剩下桔红色的光。

比红光的波长更长的光线，叫做红外线。这种光线更容易穿过大气层，不过肉眼看不见，但可能通过仪器看到它。通过红外线可以“看”到其他行星表面的情况。天文学家用红外线望远镜可以知道关于这些行星表面的更多的事情。

## 磁力船

如果你有一块蹄形磁铁或一个旧的收音机上的永磁喇叭，你就可以做一些有趣的实验。

首先你可以做一个指南针。找一根大的缝衣针在磁铁的一个极上摩擦（喇叭后面的磁铁向外面的是一极，向里面的也是一极）。注意，不要来回摩擦，而要始终从针的一个方向开始，摩擦到头后，把缝衣针从磁铁上提来，再从另一头摩擦起。摩擦二十几下后，一根磁针就做成了。它可以吸引起其他的针。

把这根针涂上一点油，按着前面水面浮针的小实验浮在水面上，就成为地道的指南针。也可以把针穿过一根细细的麦秆漂在水面上。针的一头向南，一头向北，轻轻地拨动它，等针停止摆动后，还是一头朝南，一头朝北。古人用这种简易的指南针在航海时指引航向。

如果把这根磁针藏在折好的一个小纸船的船底上，就做成一个磁力船。把船儿放在盛水的盆中（不要用铁盆，搪瓷盆是铁盆），用手中的磁铁（也可以用小铁块）就可以控制小船的运动。

磁铁和磁针同性相斥、异性相吸。如果磁铁的一极靠近磁针极性相同的一极，小船就会不停地在水中打转。



## 走钢丝的小人

杂技团里走钢丝是一个高难动作，但是你要制作的走钢丝的杂技演员却有万无一失的高超技艺，永远不会从钢丝上掉下来。

按图用硬纸板造个房子当剧场，房子下部拉一根铁丝，舞台上固定一个马蹄形磁铁。再用纸剪几个姿势不同的“杂技演员”，每个“演员”的身后都用蜡烛油粘一根缝衣针，针的长度不要超过他们的身高。

把这些“演员”放到铁丝上，他们会笔直地站在上面，因为舞台上方的磁铁吸引着他们。稍微晃动一下“钢索”，“演员”们就会活动起来。他们左右摇晃，前俯后仰，就像真的杂技演员在表演平衡技巧一样，但是绝不会从铁丝上跌落下来。

## 头发上的雷电

从这一节起，我们来做一些有趣的电学实验。你会发现在你的周围充满了电现象，只要你留心就可获得许多知识。

做这些实验要注意一个条件，天气应该干燥，屋子也要干燥。在一年中，冬季和春季是最干燥的，所以这些实验最好在这些时间来做。

冬季，在暖烘烘而又静悄悄的屋子里，你用塑料梳子梳非常干净的头发，一定会听到头发上有轻微的劈啪声，头发随着梳子飘舞。在黑暗的屋子里，从镜子里还可以看到你头发上有很小的火花。

这些火花是哪里来的？这是正电和负电发生中和时产生的，物理学上叫做火花放电。那劈啪声就是放电的时候发出的声音。这和夏季天空上电闪雷鸣是同一类现象。

电是从哪里来的？

原来，一切物质都是带正电的原子和核外带负电的电子组成的。一般情况下，一个物体所带的正负电相等，彼此中和，电的性质并不显示出来。当两个物体互相摩擦的时候，带负电的电子容易从一个物体跑到另一个物体上去。失去一部分电子的物体就带正电，多余电子的物体就带负电。梳子和头发摩擦的时候，就发生了这种电子转移的过程，梳子的头发分别带上异种电荷。

我们知道，同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。当带正电的物体和带负电的物体靠近到一定程度的时候，正负电荷电由于强大的吸引力会穿过空气的阻碍中和在一起，产生火花和声音。

## 摩擦起电

使物体带电叫做起电。用摩擦的方法使物体带电叫做摩擦起电。

上一个实验告诉我们，梳子和头发摩擦能够起电，其实能够摩擦起电的东西很多。从原理上讲随使用哪两种物体摩擦都能够起电，而且两种物质分别带上性质不同的电。只是有的东西在一起摩擦特别容易起电，有的带电很弱。

在物理学中规定用丝绸摩擦玻璃棒，玻璃棒带的电是正电；用毛皮摩擦胶木棒，胶木棒带的是负电。同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。利用两个气球可以观察到这种排斥和吸引作用。

把两个气球吹鼓，用棉线系好，吊起来。用一件干燥的纯羊毛衣分别摩擦它们，使它们带电以后，你会发现两个气球互相排斥。

换一个方法再做这个实验：一个气球仍用纯羊气衫去摩擦它，另一个则用腈纶线的毛衣去摩擦电，两个气球就会互相吸引粘在一起。

相互排斥说明两个气球带上的电荷是同类的；相互吸引说明两个气球带的是异种电荷。由此看来，同一种物质和不同的物质摩擦时，带的电的种类可以不同。

## 一万伏高的电压

电视机的后盖上都标有“小心高压”的字样。因为电视机在工作的时候，显像管上要加上一万多伏的高电压，就是关掉电视机以后，高电压仍然不会消失。所以没有修理电视机经验的人不应该独自打开电视机的后盖。

一万伏的电压有多高呢？有经验的维修工人常常用这样一种方法去检查：用一个有绝缘柄的钳锥，钳锥的金属上接一根接地导线，用手拿住绝缘柄小心地去靠近显像管带有高压的部分，当距离还差1厘米左右时，就会看到放电的火花，这就说明电压在一万伏左右。放电距离越大说明电压越高。

当你晚上从身上脱下腓纶毛衣的时候，你的身体上就会带上比一万伏还高的电压。不信你可以按着上面的方法实验一下：实验时，应该穿上绝缘良好的鞋子或站在干燥的木板上，脱去腓纶毛衣，用手指靠近窗户上铁拉手或屋子里的铁器。当手指和铁器相距1厘米左右时，手指和铁器之间就会打一个火花，把你吓跳，但是没有疼痛的感觉。这就证明你身上带有一万伏以上的电压。

身上带的电压，也是摩擦带电造成的，和显像管上带的电性质完全是一样的，但是为什么对人体没有伤害呢？

原来，使人触电引起生命危险标志是流过人体的电流的多少。摩擦起电，虽然电压很高，但是电量很小。放电的时候，流过人体的电流很小，所以不能造成危害。

## 自己做一个验电器

物体带电不带电，单用眼睛是看不出来的，需要一个仪器来帮助检查。这个仪器叫做验电器，它的构造并不复杂，自己动手就能做一个。

找一个干燥的酒瓶，瓶上放一个软木塞或硬纸板做的盖子。在盖子的中间插上一根粗铜丝，一头露出来，一头伸到瓶子里，并在顶端弯一个小圆圈，在小圆圈上用蜡固定两小片铝箔（用香烟盒内的锡纸就行）。这两片铝箔就是用来指示物体是否带电的。

现在，验电器做成了。摩擦一下塑料梳子，然后把它和露在瓶口的铜丝接触一下，如果梳子带电，电会通过铜丝传到瓶内的两片铝箔上，使它们同时带了同种电荷。由于同性相斥，所以铝箔要张开。如果这个物体没有带电，两片铝箔自然下垂，是合着的。

利用验电器还可以检验带电体带上去的电荷种类。用丝绸摩擦玻璃棒，玻璃棒带正电。把玻璃棒和验电器上的铜丝接触，铝箔张开，验电器上带正电。现在有一个带电体不知道带有什么种类的电荷，让它靠近验电器的铜丝（不要接触上），如果铝箔张的角度增长，说明被检验的带电体和验电器带的电是同一种；铝箔张角变小说明是不同种电。

还可以做一个更简单地验电器。在软木瓶塞上横着插一根大头针，针帽上挂上一条对折着的锡纸。用带电体一碰大头针，本来合着的锡纸就会张开。这种验电器的灵敏度当然要差一些。

## 作用和反作用

梳过头的塑料梳子，由于带电吸引小纸片。如果我反过来说，纸片吸引了带电的梳子，你一定会认为我说反了，有点本末倒置。

带电的东西可以吸引不带电的东西，不带电的东西能吸引带电的东西吗？

其实吸引永远是相互的，不存在单方面的吸引力。电的吸引力是这样，地球的吸引力也是这样。地球吸引月亮，月亮也吸引地球；地球吸引你，你也同样在吸引地球。物理学告诉我们，任何作用力都是成对出现的。例如，你使劲压桌子，桌子也用同样的力“回敬”你。梳子带电后吸引纸屑，那么，它本身也同时被纸屑吸引。

把一个用羊毛衫摩擦过的气球吊起来。随使用什么东西去靠近它，气球都会被吸引过来，甚至你的手指都能把气球吸得转来转去。

通过电的实验，我们对自然界的一个普遍规律有了更深刻的认识。这就是，一个物体施一个力作用于另一个物体，它一定会同时受到另一个物体的反作用力，作用力和反作用力大小相等而方向相反。在自然界中，不存在只给别的物体作用而不受反作用的现象。

## 电“喜欢”待在表面

利用下面这个自制的“仪器”，可以观察到电的一个有趣而重要的特点：电总是聚集在带电体的表面，尤其是在带电体突出的部位上。

剪一张纸条。纸条的宽度比一根火柴的长度略小一些，纸条的长度等于两根火柴的总长。在纸条的两面都上几张用锡纸剪成的小纸片，在纸条的两头各粘一根火柴棍，再把它们分别插在火柴盒上。

现在可以用这个“仪器”做实验了。在以下三种情况下，用摩擦带电的梳子和纸条接触。（一）把纸条抻〔ch n〕直，用带电的梳子和它接触。这时候，纸条两面贴着的锡纸片都翘起来，这说明纸条的两面都带电了。（二）改变一下火柴的位置，使纸条变成弧形。再用带了电的梳子去接触一下纸条。这时候，你看，只有向外凸的那一面的锡纸片翘起来，而凹进去的那一面，锡纸片仍然下垂着，没有带电。（三）把纸条弯成“S”形再试一下，你会看到，电也是只存在于纸条凸出的部位上。

著名的科学家法拉第为了证明电的这个特点，曾把自己关在一个金属网里，金属网外面不断地和一个高压带电体像打闪一样地放电，放电时还像打雷一样发着声音。可是法拉第在网里十分安全，一点异样的感觉都没有。这个实验说明电聚集在金属网的外表面是很有说服力的。

遇到雷雨天气，待在汽车里是最安全的，因为汽车是金属的，里面是没有电的，不会遭到雷击。

## 静电复印的实验

现在办公室都有静电复印机，一个文件放在复印机上，一眨眼的功夫就印好一张，和原来的一模一样，可真方便。

下面来做一个小实验说明静电复印的原理：找一张旧唱片，放在干燥的桌子上，用一块呢绒布在上面迅速地摩擦，让唱片带电。用一个手指在唱片上“画图”。画上的图什么人也看不见。

但是，当你用一个纸板把面粉均匀地吹到唱片上的时候，面粉就被电力吸到唱片上，但是用手画过的地方，带电弱（电荷跑到你的手上）吸力小，所以图画就隐隐约约地显现出来了。这就是现在的静电复印机的原理。

在静电复印机中代替唱片的是硒板，字也不是用手写上的，而是用光写上的。当硒板带上电以后，如果有当照上去电荷就会消失。没有光的地方电荷不消失。复印的时候，被印的东西放在硒板上，用强光照射，因为有字的地方不透光，相对应硒板的这部分带电，可以吸引油墨，这样就把原稿上的字转印到一张白纸上。



## 举起喜马拉雅山的斥力

“电的吸引力太小了！”当你用摩擦过的玻璃棒去吸引轻小片的时候，一定这样想过。被吸引的小纸片，轻轻一碰就会掉下来。

电荷之间的作用力果真这么小吗？

这么小的力，研究它有什么用呢？

其实电的吸力或斥力很大，它在物质世界中起着非常重要的作用。我们觉得电的作用力很小的原因是由于摩擦带电的物体通常能带上的电量非常的少，而且迅速地跑到空气中的缘故。

假使我们能使两个相距 1 米的同学，每个人都失去百分之十的负电荷（原来是中性），也就是说让他们都带正电荷。你能想象他们之间有多么大的斥力吗？

计算出来的数字一定使你吃惊：这个斥力是 650 万亿亿吨，足可以举起喜马拉雅山，不！可以举起几千个几万个喜马拉雅山。

当两个电荷靠得非常近的时候，也会表现出很大的作用。力。在物质内部带电粒子这间的距离很小，大致是一千万分之一毫米。物质内部异种电荷相互吸引，同种电荷排斥，在平时吸引力和排斥力正好抵消。当把一个物体拉长时，电的引力就起作用，反抗拉伸；当把一个物体压缩的时候，电的斥力起作用，反抗压缩。正因为电的巨大斥力，所以很多东西很难压缩。例如，在水下 10000 米深处的水的体积也只能减 1/20。所以电的作用力使物体保持了一定的形状或体积。

## 一纸报纸做实验

用一张报纸可以做好几个有趣的物理实验，而且主要是做电学方面的实验。

一位小朋友在他的哥哥的带领下，做了这些实验，学到不少知识，留下了深刻的印象。

现在，请你看看这位小朋友的叙述。你看了他的叙述，很可能也想做这些实验哩！

### 用眼睛看还是用“脑袋”看？

一天中午，哥哥对我说：“白天把作业做好，晚上跟你做一个电学实验。”

“又要做新实验了，真好！”我高兴地说，“最好现在就做。”

“不行！只能晚上做。现在我要出办点事。”

“是拿仪器去吗？”

“什么仪器？”

“电学实验的仪器呀！”

“仪器已经有了，在我的提包里，不过，你可别去乱翻。你什么也找不着，只会给我翻得乱七八糟。”

哥哥出门了，装着仪器的提包就放在桌子上。我看着提包，心里老在想：提包里到底有什么仪器呀？干吗不让我看一看？

我想了又想，最后还是憋不住，把提包打开了。

里面只有一个纸包，用手一捏就知道，不过是几本书。我感到很失望，呆呆地坐着。

不一会儿，哥哥回来了，一看我那样子，他马上就明白了。

“怎么？你好像翻过提包吧？”哥哥问道。

“仪器倒是在哪儿？”

“我说过，在提包里呀，没看见吗？”

“骗人！提包里光是书！”

“仪器也在嘛，为什么看不见？你是用什么看的？”

“那还用问，用眼睛看呗！”

“毛病就出在你光用眼睛看。要用整个脑袋看才行。”

“瞎说！用脑袋怎么看呀？”

“用脑袋看跟用眼睛看不一样，现在就来教教你。”

哥哥掏出铅笔，在纸上面画了一个图，对我说：“你看，双线表示铁路，单线表示公路。你看哪条铁路长，是1到2长，还是1到3长？”

“当然是1到3长了。”

“你这是用眼睛看的。再用整个脑袋看一看。”

“怎么看哪？我不会。”

“假定我们从1点向下边的公路2-3画一条垂直线（哥哥一边说，一边在图上添了一条虚线），它把公路分成两段。这两段是怎么样子的呢？”

“相等的。”

“相等的。这就是说，虚线上的任何一点到2和3两点的距离相等，对吗？现在你说1点离2点和3点哪个近？”

“现在看清楚啦，距离都一样。可是刚才怎么觉得右边的铁路比左边的长呢？”

“刚才你是用眼睛看的，现在是用脑袋看。懂了吗？”

“懂了，可是仪器在哪儿呢？”

“什么仪器？噢，电学实验的仪器呀！在提包里。你没有脑袋看当然看不见。”

他从提包里把纸包拿了出来，打开那张包书的报纸递给我，说：“噢！这就是我们要用的仪器。”

我疑惑地看着报纸，一点也不明白。

“你以为这就是一张报纸吗？”哥哥说：“对眼睛来说，这是一张报纸；对肯用脑袋看的人来说，它就是一个物理仪器。”

“我不信！你用报纸能做物理实验？”

“你把报纸拿起来，觉得很轻很轻，你以为随便什么时候，用一个指头就能把它挑起来，对不对？不过，一会儿你就会看到，它会变得很重很重呢。你把那把尺子递给我。”

“尺子上有好多豁口，不能用了。”

“那更好，断了就不可惜了。”

哥哥把尺子放到桌子上，让尺子的一头搭在桌沿外边。

“你按按露在桌没外边这一头，会很容易把它翘起来，对吗？等我盖上报纸你再试试。”

他把报纸铺开，抚平纸折，然后盖在尺子上。

“你拿根棍子照着露出来的一头打一下，飞快地、狠狠地打一下。”

“尺子一定会跳起来，报纸也会捅破。”

“那可不一定！使劲打吧！”

结果出乎意料：啪的一声，尺子断了，报纸倒太平无事，仍然盖着尺子剩下的那一截。

“你看，报纸比你想象的要重要得多吧？”哥哥狡黠〔ji o xià〕地眨眨眼睛。

我茫然地瞧瞧断成两截的尺子，又问哥哥：“这也算电学实验吗？”

“是力学实验，不是电学实验。一会儿就要做电学实验。我是想告诉你，一张报纸也能变成实验仪器。”

“我把报纸从桌上揭起来，一点不费劲，为什么使劲打尺子，尺子却不能把报纸挑起来呢？”

“要你弄明白的就是这个问题。空气对报纸有压力，而且很不小哩！每平方厘米报纸受到的空气压力足有1公斤。一张报纸的面积是4290平方厘米，它所受到的空气压力就有4290公斤。假如你慢慢地按尺子的一头，使它的别一头向上翘，空气就会钻到报纸下面，使报纸上下两面的压力平衡，就可以很容易地把报纸挑起来。现在你打得很快，空气来不及钻到报纸下面，所以这时候你要挑起的，不仅仅是一张报纸，而是报纸加上它上面的空气压力。这么大的分量，一把尺子怎么受得了，它还能不断吗？现在，你该相信用报纸也能做物理实验吧。等天黑后，咱们再来做电学实验。”

## 手指上的火花

晚上，哥哥动手做电学实验了。

实验仪器还是一张报纸。他先把报纸放在火炉周围烘烤，一边烤一边说：“做这个实验，报纸一定要完全干燥。报纸会从空气里吸收水分，所以总是有点潮，不烤一烤就会影响实验效果。不过也要注意，别把报纸烤糊了。”

然后，哥哥就把报纸铺在光滑、平整、干燥的门板上，用刷衣服的刷子从上到下回刷它。刷了一阵，他把两只手都放了下来。

我以为报纸会滑下来，可是它却一动不动，就像用浆糊上去的一样。

“怎么回事？不是没抹浆糊吗？”我问哥哥。

“它被电吸住了。现在，它已经带电了。”

“喔！原来你提包里的报纸是带电的，你怎么不早说呢？”

“那时候它还没带电呢。刚才我当着你的面来回刷它，它就带上了电。这种现象在物理学上叫做摩擦起电。”

“好！这可真是电学实验了！”

“别着急！这才是开头。现在，你把灯关上。”

光线变暗了，我只能模模糊糊地看到哥哥身体的轮廓。

“注意我的手！”

我隐隐约约地看到，哥哥揭下报纸，一只手拎着，另一只手伸开五指靠近了报纸。

这时，我几乎不相信自己的眼睛了。哥哥的手指缝里冒出火花来了，还是蓝白色的。

哥哥说：“这是电火花！你想自己试试吗？”

我可不敢，急忙把手藏到背后。

哥哥又把报纸贴到门板上去刷，然后，手指中又冒出了长长的火花。我注意到他的手指根本没挨着报纸，离报纸大约还有5-6厘米呢。

“试试吧，别胆小。一点都不疼。把手伸过来。”他抓住我的手，把手拉到报纸跟前，说：“把手指伸开！……怎么样？不疼吧！”

还没等我搞清楚是怎么回事，我的手指上已经冒出一束淡蓝色的火花了。在火花的亮光中我看到，哥哥只把报纸揭起了一半，报纸的下半还附着在门板上。在看到火花的同时，我觉得手上被轻轻刺了一下，但是一点也不疼。

哥哥又把报纸整个地铺在门板上，直接用手在报纸上抹来抹去。

“干吗不用刷子了？”

“手如果是干的，也可以不使刷子，只要摩擦就行。”

果然，用手摩擦效果也是一样。

哥哥说：“现在我让你看看电的流动吧！来，给我一把剪刀！”

哥哥把张着口的剪刀尖凑近了一半贴在门板上的报纸。这一回，我看到了一个新的现象“从剪刀尖那里冒出来一些蓝中带红的短线，同时发出轻微的吱吱声。”

哥哥说：“古时候，帆船在海上航行的时候，船员们经常在桅杆顶上看到这种火花。当然，那火花比剪刀尖儿上的火花大得多了。”

“它是从哪儿来的？”

“你是想问谁在桅杆上拿着带电的报纸吧？桅杆顶上并没有带电的报纸，可是有时候却有带电的云彩。云彩离桅杆顶比较近的时候，就会发生火花。不光海上有这种火花，有时候，山里也有这种火花。这种火花甚至会出现人的头发和耳朵上。”

“这种火花烫人吗？”

“不烫人，因为这不是火。这是一种发光现象，而且发的是冷光，连火柴也点不着。不信，你看！”

哥哥用一根火柴代替剪刀，把刚才的实验又做了一遍。我看到，火柴上发生过一圈电火花。

“哥哥，火柴头着过了。”

“把灯打开仔细看看。”

真的，火柴头并没有烧焦，火花果然是冷的。检查过火柴头，我刚要关灯，哥哥说：“不要关灯。下一个实验在灯光下做。”

他把一张椅子摆倒房间正中，又把一根手杖黄搭在椅背上。试了几次，他就找到了可以平衡的一点。

哥哥说：“不许触动手杖，你能不能让手杖向你这边转？”

我想了一下，说：“有了！用绳子套住手杖的一头，一拉就行了。”

“不能用绳子，也不能用任何东西去碰它。”

我又想了一个办法：把脸凑近手杖，使劲吸气，想把手杖吸过来。可是手杖纹丝不动。

“怎么样？”

“不行，办不到！”

“还是叫电来帮忙吧！”

哥哥把一直在门板上贴着的报纸揭下来，拿着它慢慢凑近手杖的时候，手杖就感到了带电体的吸引力，顺从地转动着，直到报纸上的电全部流失到空气中才停止。

做完了这个实验，哥哥说：“今天晚上就做到这里吧！明天晚上继续做，实验仪器还是这张报纸。”

（要是你也想做这些实验，可是你家里没有合适的门板，那么就用平整的桌面来代替也行。重要的条件是干燥，所有的实验用具都必须是干燥的，还是选择干燥的天气，最好是冬天。做每一个实验以前都要烘烤一报纸，才能得到良好的实验效果。）

### 听话的小纸人

哥哥没有失信。第二天，天一黑，他又动手做实验了。头一件事仍然是使报纸带电以后附着在门板上。然后，他向我要了一张比报纸厚一点的纸，剪了一些姿势不同的小纸人。

“一会儿要让这些小纸人跳舞了。现在你拿些大头钉来。”

他在每个小纸人的脚上都别了一根大头钉，并且把它们平放在金属托盘里。哥哥说：“这是为了使小纸人不被报纸掳跑。现在节目开始！”

他从门上把报纸“揭”下来，两只手托着报纸从上面凑近了托盘。

“起立！”哥哥喊了口令。

小纸人听到口令，都站起来了。等哥哥把报纸挪开一点才又躺下去。哥哥可没让他们多休息，他把报纸一会儿凑近，一会儿挪开，小纸人们也只好站一会，躺一会。

“我如果不拿大头钉把他们坠住，他们就会跳起来，贴到报纸上。”哥哥把几个小纸人脚上的大头钉拔掉。“你看，他们立刻就离开托盘了。这就是电的吸力。现在再来做一个实验，看看电的排斥力。你把剪刀拿给我！”

哥哥把报纸又“贴”到门板上，从下往上剪了十几个窄条，每一条都不剪到头，使它们的上部仍然连着，好像纸胡子。哥哥一只手按着纸胡子上部，又用刷子把纸条刷了几下，然后把它从门板上取下来，手捏着报纸的上部，把它围成圆圈。

奇怪的是，这些纸条不是垂直往下，而是向四周散开，像一条裙子。

哥哥说：“每个纸条都带了同样性质的电，所以它们互相排斥。现在，你把手从下边伸到‘裙子’里，看看有什么变化。”

我蹲下来，想把手伸到纸条组成的圆圈中去。可是办不到，因为纸条像蛇似地把我的手缠住了。

“你不害怕这些蛇吗？”哥哥问。

“不害怕，它们是纸条的呀！”

“我可害怕。你看我被吓成什么样子啦！”说着，哥哥把报纸举到自己头上，我看到他的头发都竖起来了。

哥哥说：“报纸使我的头发带了电，头发被报纸吸起来，而头发互相排斥，就同那个纸胡子一样。你拿个镜子来，我让你看看你自己的头发也会这样。”

“不疼吗？”

“一点不疼！连痒都不痒！”

## 小闪电和巨人吹气

第三天晚上，继续做实验。

哥哥拿来三个玻璃杯，先在炉子旁烤了烤，然后摆在桌上；又把一个大的金属托盘烤了烤，放在杯子上面。

“这是干什么呀？”我好奇地问道：“应该是杯子放在托盘上面，干吗把托盘放在杯子上面呀？”

“别着急，等一会你就明白，我要做一个小闪电的实验。”

哥哥又发动了他的“电的机器”——在门板上刷他那张报纸了。刷完以后，他把报纸对折起来又刷。然后他从门板上揭下报纸，急忙放到托盘上。

“你摸摸托盘，不太凉吧？”

我根本没想到这回他真要吓唬我一下。我的手刚碰到托盘，马上又缩了回来，我的手指头好像被什么东西扎了一下，而且同时还听到喀嚓一声响。

哥哥笑了起来。

“好玩吗？这是闪电打了你一下。你听见声音吗？这声音这是一个小雷啊！”

“我倒是觉得被扎了一下，闪电可没看见。”

“我们把灯关了重做一次，你就会看见闪电了。”

“我可再不去碰托盘了！”

“这回不用你去碰它了。我用钥匙把火花引出来。”

哥哥关了灯，喊道：“注意，不要说话了！”

黑暗中，哥哥用钥匙去接近托盘。突然，我听到喀嚓一声，同时还看到钥匙和托盘之间闪现出明亮的、白中带蓝的火花，有半根火柴那么长。

“看见闪电了吗？”哥哥问。

“看见了！”

“你来试试吧！”哥哥把钥匙递给我，但是把报纸拿出了托盘。

“托盘里没有报纸还能产生火花吗？”我问。

“你试一试。”

还没等钥匙碰到托盘，火花就出现了，但是没有前一次亮。接着，哥哥又把报纸放在托盘上，随即又拿下来，又让我试一次，仍然能产生火花。就这样，试了好几次（当中没有再刷过报纸），每次我都引出了火花，不过一次比一次微弱。

最后，哥哥说：“假如我不是直接用手拿报纸，而是用丝线提着它，那么，出现火花的次数就会更多一些。这里面的道理，等你学过的电学的时候就会明白了。暂时只要求你用眼睛看这些实验，还不要求你用脑袋看。下面，我们再做一个水流的实验，这要到厨房水龙头旁边去做。报纸暂时搁在房间里吧！”

哥哥让龙头里放出细细的一股水流。

“你看，我不用拉触水，就能让水流改变方向。让它往左、往右都可以。”

“不信！”我随口说了一句。

“好。别动龙头，我去拿报纸。”

哥哥双手拎着报纸回来了。（他大概又用刷子刷过报纸）。他把报纸从左边凑近水流，水流就向左弯。他把报纸拿到右面，水流又向右边弯。

“你看，电的吸引作用有多强。这个实验不用报纸也能做，用塑料梳子也行。”他从兜里掏出梳子，梳梳头发，再把梳子凑近水流，果然把水流引向一边去了。

哥哥说：“用这把梳子做前几个实验可不行，因为它带的电少，比咱们的主要仪器——报纸少得多。最后一个实验，我还得用报纸做。不过这一个实验又变为力学的了，是一个关于空气压力的实验。”

我们回到房间里。哥哥用一张报纸剪剪裁裁，糊了一个长口袋。

“你去拿几本又厚又重的书来，趁这工夫我让纸袋干一干。”

我从书架上拿下来三本大厚书，放在桌子上。

“你能把这个纸袋吹鼓起来吗？”哥哥问。

“当然能罗！”

“要是纸袋上面压上两本大书呢！”

“哟！那可就吹不起来。”

哥哥没说什么，他把口袋搭在桌子边上，上面平放了一本书，又在上面竖放了一本书。

“你仔细看看，我要吹了。”

“你想把书吹倒吗？”我笑着说。

“一点不错！”

哥哥开始往口袋里吹气。你猜怎么着？在空气的压力下，袋子逐渐鼓起来，平放着的那本书有一头升高了，而在它上面竖立着的那本书竟被掀翻了。这两本大书恐怕有四五公斤呢？

哥哥把书摆好，让我也来吹一次。我可真没信心，但是又想试一试。没想到我居然和哥哥一样，轻而易举地把书吹倒了，根本用不着有象般的肺脏，因为这并不比吹倒一盒火柴更费力。

哥哥后来给我解释了原因。我们往纸袋里吹气，是要把比外部空气压力更大的空气吹进去，否则纸袋是鼓不起来的。外部空气的压力是每平方厘米 1 千克多点。你算一算书压着的纸有多少平方厘米，就能知道纸袋里的空气对书本有多少的压力。即使袋里的压力比外部空气的压力只大十分之一，每平方厘米也要多 100 克。这么大的力量，当然足够把书掀倒了。编后说明

本书部分材料选自苏联科普作家别莱利曼著的《引人入胜的问题和实验》。王昌茂同志翻译，沈宁华、高立民二同志对译稿进行了全部改写，许多章节进行了扩充，并增写了 27 篇，其篇名如下：

横放的陀螺（5）奇迹中的道理（10）大力士的较量（19）汽车和拖拉机（21）人体内的杠杆（22）令人深思的水壶（25）让重心从跳高横杆下钻过去（26）荡秋千（28）浮沉娃娃（30）学家也搞错的问题（31）打水漂（33）香槟酒的泡沫（44）让对流停下来（48）过桥米线和盐湖发电（49）雪地骑车（55）冰箱和空调器（56）用热水瓶做实验（64）悠扬的钟声（65）变化的笛声（66）最简易的照相机（69）望远镜能当显微镜用吗（74）画面能变的画片（75）骗人的增白剂（80）走钢丝的小人（85）一万伏高的电压（88）静电复印的实验（92）举起喜马拉雅山的斥力（93）。



