

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

跨世纪知识城——

# 谈物理

  
E-BOOK  
网络资源 免费下载

跨世纪知识城  
谈物理

## 物体的惯性

一场精彩的马戏表演正在进行，演员骑在飞奔的骏马上，做着各种各样惊险的动作，时而马底藏身，时而侧身拾瓜，接着又将捡起的西瓜高高地抛向空中，西瓜好像很听话，又落回到了演员的手里。突然演员从马背上腾空而起，“不好，他会落到地上的！”就在观众为演员捏着一把汗的时候，演员却稳稳地落回到马背上。令人惊叹不已。

对于这类奇怪的现象，读者也可以亲自试验一下，例如：当你坐在匀速行驶的汽车、火车、船或飞机上时，将一顶帽子垂直向上抛出去，它决不会落到后边的座位上，还是会落到你的手中。

这是为什么呢？其实这是物体的惯性在起作用。物理学告诉我们：一切物体在没有受到外力作用时，总是保持匀速直线运动状态或静止状态。物体的这种性质就叫做惯性。也就是说，在没有外力干预的情况下，运动起来的物体有保持运动的怪脾气；同样，不动的东西则有保持不动的嗜好。

生活中最常见的物体惯性的例子，恐怕要数坐在汽车上的乘客最能体会了：正在前进的汽车突然停下来，乘客就纷纷向前倾倒。这是因为汽车已经停止，而乘客由于惯性要保持原来速度前进的运动状态的缘故。停在车站上的汽车突然启动的时候，乘客们又一个个身不由己地向后倾倒，这是因为汽车已经开始前进，而乘客由于惯性要保持静止状态的缘故。

应用惯性知识，善于思考的读者一定会想到从马背上腾起一段时间，仍能落回到马背上的道理。正在奔跑的马，由于驮着西瓜和人一起向前运动，故而西瓜、人与马具有相同的速度；当西瓜被抛起、人从马背上跳起而脱离马的时候，由于惯性的作用，在水平方向仍然保持原来的前进速度（空气阻力不计）。这样，西瓜或人从抛上到落下，在水平方向上，西瓜、人、马都以相同的速度前进，所以演员最终一定会落到马背上，西瓜会落到演员手里，没有落在地上的危险。

惯性是物体本身的一种属性，它是客观存在的。认识了惯性，在日常生活、工作中就可以自觉地利用惯性为我们服务。例如，锤子头松了，拿着锤子把在石头上墩一墩，由于锤把碰到硬物停止运动后，锤头由于惯性继续向下运动，就紧箍在锤把上了。在光滑的路面上骑车，将车蹬起来达到一定速度后，停止蹬车，车依靠惯性仍能走一段距离；如果路面阻力很小，车利用惯性可走很长距离。宇宙飞船飞向月球也要利用惯性。飞船飞出地球的大气圈以后，它所遇到的阻力几乎是零，飞船可以在不使用燃料的情况下，按已经得到的速度飞行。

惯性的例子在日常生活中是不胜枚举的。给我们带来不便的惯性，就要设法减小它的作用。例如：坐汽车或飞机时要将安全带系好，没有安全带时则要扶好坐稳，以免人由于惯性作用而使身体受到磕碰伤害。

汽车、自行车在刹车时一定要刹住后轮，否则会很危险。比如：飞快骑自行车的人，当他遇到紧急情况，突然用前闸刹车时，车身后部会跳起来，甚至整个车身会以前轮为支点向前翻倒。这是因为前轮虽已停止运动，但是后轮和人由于惯性却还继续向前运动的结果。那么，刹住后轮，为什么前

轮向前冲的惯性不会使车子翻倒呢？因为这时整个车身以后轮为支点，由于车身受到地面的阻碍，要想往前翻，是翻不过去的。

## 有趣的作用和反作用

你只要仔细观察，便会发现这样一个有趣的现象：每一个力都有一个相等的反作用力。请看大力士挥手劈砖：在手给砖作用力的同时，砖也给手回敬了一个大小相等而方向相反的反作用力。当物体放在地面上时，物体对地面便有一定的压力，同时物体也受到地面的反作用力（支撑力），它们也是大小相等、方向相反的，分别作用在地面上和物体上。作用和反作用的现象在我们的日常生活中处处可见。

对任何作用力来说，总是存在一个数值相等、方向相反的反作用力。作用力与反作用力总是作用在两个不同的物体上。这就是物体间的相互作用规律——牛顿第三定律。宇宙间的力都是成对出现的，一个没有“伙伴”的单独的力是不存在的。

人类在日常的生活、工作中，总是在自觉或不自觉地应用牛顿第三定律。

在你划船或游泳时，船桨或手臂把水向后拨；在这同时，船或人体受到水向前的推力，使船或人向前行进。

吹起一个气球，然后把捏住气球口的手松开，你将会看到当空气从气球里向外逃时，气球则朝与空气相反的方向运动。火箭和喷气式飞机就是这样制造的：当空气被迫朝后（或朝下）冲出时，飞机或火箭则以极快的速度朝前（或朝上）飞行。

如果你的同伴和你开玩笑，将你孤零零地抛在光滑的冰面上。冰很滑，你走不了，如何脱离困境到达岸边呢？精通物理的你非常聪明，你将身上携带的大书包，或身边的大石头使劲向远离岸边的方向抛出去，那么使这些物体运动的作用力的反作用力将帮助你向岸边滑去。是反作用力帮了你一把。不过你也不要忘记还有作用力的功劳。

发射炮弹所产生的后坐力，是反作用力给人带来的麻烦，聪明的你是不是已经想到了；后坐力也可以用同时向后抛射一些物质的方法来抵消。真可谓“以毒攻毒”。无后坐力炮就是依据牛顿第三定律的原理设计的。这种炮在向前发射炮弹的同时，向后喷射火药产生气体，这样后坐力就被抵消了。请读者注意无后坐力炮并不是消灭了反作用力，反作用力是不能消灭的，有作用力就有反作用力。此时是新增加了一对作用力和反作用力，使两个作用在炮膛上的反作用力互相抵消了。不过这样做付出的代价也是很大的。每发一炮就要多消耗  $2/3$  甚至  $3/4$  的火药。尽管如此，无后坐力炮还是很受欢迎的。在反映第二次世界大战的影片中，我们也常能看到士兵们肩扛着无后坐力炮击毁敌人巨大坦克的情景。无后坐力炮的炮身可以做得很小巧，这是它骄人的长处。一辆卡车就可以装好几门大口径无后坐力炮，可是同样威力的一门野战炮则有几吨重呢。

## 跟着感觉走

学了牛顿第二定律后知道：物体间力的作用是相互的，作 4 用力与反作用力大小相等、方向相反。这才恍悟：打人和挨打是受力相等，打别人并不占便宜。可是，感性认识告诉我们：挨打的总感觉到皮肉痛苦，那又怎么解释呢？

让我们索性跟着感觉走，来寻找问题的答案。

你有没有这样的感觉：鸡蛋与石头相碰，必定鸡蛋倒霉。那是因为尽管它们受力相等，但是承受力的物质不一样，因而它们承受力的限度不一样。同样，打人总是用拳头打对方薄弱的部位，自然是挨打的不利。

飞行员还有这样一种感觉：如果飞机在飞行中遇到一只小鸟，由于相对速度很大，小鸟具有很大的动能，甚至能撞穿飞机。这就使我们联想到：主动进攻者具有一个动能，他往往是有利的。

### “功”“过”各半的摩擦

在我们的日常生活中，处处和摩擦打交道。提到摩擦，使人常常联想到磨损、发热等，其实对摩擦的这种认识是不全面的。

两物体相互接触，发生在接触面上的阻止物体相对运动的力，被称为摩擦力。

实际上摩擦力并不总是和人作对，它也常常默默地助人。没有摩擦力的帮助，走路对人来说就变成了很困难的事；汽车也无法行驶。想想在冰面上活动或行走的情景，使得我们不得不重新认识摩擦。

假如你站在非常光滑的冰面上，想走动起来。你用力想把左脚向前移动，此时在你身体内部有许多力的传递，但归根到底就好像两脚受到两个作用一样。一个力  $F_1$  推动左脚向前，另一个力  $F_2$  使右脚向后，两力  $F_1$  和  $F_2$  大小相等、方向相反，它们能使你的双脚分开来，而你的身体仍然留在原地。假如在粗糙的表面上，那么作用在右脚上的力  $F_2$  被作用在右脚鞋底上的摩擦力  $F_3$  所平衡（完全平衡或局部抵消），而加在左脚上的力  $F_1$ （左脚向前迈，在空中没有与地面的摩擦）就推动左脚向前，全身重心也就跟着向前移动了。左右脚交替进行，在摩擦力的帮助下的上述过程，人就向前走了。

如果没有摩擦力，我们的世界、我们的生活将变得异常艰难。不光人无法行走，车辆无法开动，甚至连吃饭，穿衣都成了问题：饭将从我们嘴里滑掉，衣服既抓不住也穿不到身上，人无法拿工具和文具，各种工作和劳动都一事无成。不能劳动将意味着生存受到威胁。如果没有摩擦力，对质量不大的物体来说，非常微小的万有引力也表现出来了，地球上所有的物体将像流体一样，不断地滚着，滑着……这样的世界里人类是无法赖以生存的。所以人们在日常生活和生产中不但依赖摩擦，而且还常常设法增加有益的摩擦。如你在爬山时穿上橡胶底的运动鞋防滑；汽车在冰道上行驶时，路面要撒些炉渣或沙子，或者在车轮胎上缚防滑链等。

事物都是一分为二的。刚才我们介绍的是摩擦力作为人类助手的一面；不过有时候，摩擦力也确实给我们增加了一些麻烦。如各种机械和车辆内部有很多转动和滑动的部件，它们转动时由于摩擦而使机器发

热，甚至能把机器烧坏等。

产生摩擦力的原因，是由于互相接触的两个表面凹凸不平所引起的。当一个物体在另一个物体上滑动时，两个物体凸起的部分相互“咬合”在一起，阻碍运动的发生。

运用和摩擦有关的物理学知识，我们可以更好地指导实践活动。比如，若需增大有利的摩擦，我们可以用增加两个物体的接触面积，增大接触面的粗糙度等方法。若要减少有害的摩擦，可以采用润滑剂或减少物体间的相互接触面积，变滑动为滚动等方法来达到目的。

### 巧运影碑

参观过北京故宫的人就会发现故宫里陈列着许多整块大石头雕成的影碑，一般都重达几千公斤。这些影碑都是古代劳动人民从石材产地运来的，而在当时，既没有汽车，又没有火车，这些几千公斤重的影碑是怎样运进京城里的呢？

劳动人民的智慧是无穷的。运送影碑时，先把它们装上大船，沿水路载运。到了没水的地方，等到严冬，利用冬天的严寒天气，在路面上浇水，等路面上冻了一层冰以后，将影碑放到冰上向前拉，拉一段，泼一段水，结一段冰，再向前拉一段，最后一直拉到故宫。从物理原理来讲，这就是聪明智慧的劳动人民在利用减少石块跟地面之间的滑动摩擦系数，从而减少滑动摩擦力的巧妙方法来运输影碑这种庞然大物的。

### 生活中的物理应用

人们在日常生活中积累了许多经验。现在介绍几个需要减小摩擦力和增大摩擦力的实例。

当门锁因为生锈发涩而不好打开时，可将铅笔芯削成碎粉末注入锁孔，这样锁就容易打开了。当向木板中钉钉子时，用肥皂水蘸一下钉子再钉就容易多了。当拉锁不流畅时，可向拉锁上抹一点石蜡，这样拉锁会变得好拉了。上述三种方法都是为了减小摩擦力。

有时，人们还要有意增大摩擦力。比如，拉胡琴时要在弓上抹点松香，这样发出的声音才响亮。又如车轮刹车一般是用胶皮来制动。由于胶皮跟车圈间产生的摩擦力较大，有利于迅速把车轮刹住，不使其继续转动。山地自行车的外胎纹槽更深，这也是为了增大跟地面间的摩擦力。

### 为什么自行车在行驶时不会跌倒

自行车两点着地却在行驶中不会跌倒，这个看来平常的事，却说明了一个科学道理：凡是高速转动的物体，都有一种能竭力保持转动轴方向不变的能力。高速旋转的陀螺就是一个好的例证。

自行车的前轮和后轮在行驶时，就是两个迅速转动的物体，也有保持转动轴方向不变的能力，这个能力就使自行车不会倒下。当车要倒下时，人会本能地调正车轮方向保持平衡。

## 为什么衣服被挂破总是直角形的

当衣服的某一点被一个东西挂住，而人又给了一个反方向的拉力时，会对布造成破坏力。这时的破坏力应该和拉力的方向是一致的，为什么会出现直角两个方向的破坏呢？这和布的结构有关。布是以经线和纬线编织而成，最薄弱的环节就是单纯的经线或单纯的纬线，而受力方向往往是经线方向和纬线方向两个力的合力方向，这就是布的最牢固的方向。破坏总是从最弱点开始的，所以就形成了直角的裂口，也就是说这个破坏衣服的力量总是分解成相互垂直的分力，一个沿纬线的方向，一个沿经线的方向。

## 为什么胶合板的层数都是单数

胶合板是我们生活中常见的建筑、装饰型木材，一般都分为三合板、五合板、七合板.....等，为什么它们都是单数层呢？

胶合板采用单数层的目的是为了使胶合板有一个中间核心层，一方面使两面的薄板受到核心层的牵制，另一方面使中间层也受到外层的制约。因此总是按木板纹理一块横，一块直交错重叠胶合起来的，使薄板相互牵制，不易翘曲或折断。如果采用双层数，虽然是一横一直的排置，可是最外两层薄板纹理不一致，就会出来一面的木板朝里收缩，另一面的木板朝横收缩，结果胶合板两面的大小就不同了；而且，由于外面两层木板的纹理方向不同，对中间层的制约作用也会失去，因此胶合板都是单数层的。

## 神奇的浮力

在自然界，我们经常可以看到一些司空见惯的现象，但有时并没有想过造成这种现象的原因。例如当被问到船只在海里沉没时，最终会停止在何处？这与海水的深度有关吗？大家一定回答是沉入海底。但是为什么会这样呢？有人会说这是由于重力的作用。而听了下面的解释，你又怎么会想呢？你认为这种说法对吗？

由阿基米德的浮力原理可知道，物体的飘浮性决定于客观存在的平均密度，而不是它的重量。如果物体的平均密度比液体的密度大，那么它就下沉；密度相同时，物体就可悬浮在液体中。深处的水由于受到上面水的重压，密度会增加，海水越深，密度越大，那末到了相当的深处，海水的密度一定就可以达到与船的平均密度相等。假使船沉到此处，就不会再沉下去，因为再沉下去就会碰到密度更大的海水，而被推上来了。因此，沉船会悬浮在相当深的海水里，而不一定沉到海底。

好像结论很正确，因为海洋深处的压强是非常巨大的。在海洋中深度每增加 10 米，每平方厘米就增加 10.094 牛顿的压力，这相当于 1 标准大气压。在许多地方，海洋的深度有好几千米，那里的大气压强是非常巨大的。有的海员常和没有经验的旅客开玩笑，用很长的绳子把一塞紧瓶塞的空瓶子系上重物沉入很深的海里。当把瓶子提上来时，里面竟装满了海水！旅客很惊讶，因为瓶塞仍在上面紧紧地塞着。其实，这是海水的压强在作怪。当瓶子下沉时，深水中的高压把瓶塞压入瓶中，使瓶子装满水；瓶子提上来时，由于压力减小了，水的膨胀又把瓶塞推回原处。

现在我们再回到原来的沉船问题上。虽然海洋深处有着巨大的压强，但是水像所有液体一样，几乎不能被压缩。也就是说，无论多大的压强，总不能把水压得比它原来体积小很多。1 大气压只能使水的体积缩小  $1/22000$ 。就是在最深的海洋下，水的密度也增加不到 5%，不可能增加到与船的密度一样大，所以船在海里沉没时，毫无疑问都会沉到海底。

但对一些内陆的特殊海来讲，则是另外一种情况。例如死海，它的海水密度很高，平常的海水约含盐 2% 或 3%，而死海里水的含盐量高达 27% 以上。就是说有  $1/4$  的重量是盐，所以那里的海水的浮力很大，人和船都不会沉没于水中。如果人在死海中游泳，绝对淹不死。你可以仰躺在水面上；甚至完全可以抬起头来，让身体在水面上浮着，只有脚跟浸入水中。因此与其说是在水里游泳，还不如说是在水面上“游泳”。

我们如果仔细观察船舷，会发现它们上面都画了若干条横线——吃水线。它表示船在各种密度的水里，满载时的最大吃水深度，超过此线，船就可能下沉。在不同的海洋中，水的密度不同。吃水线在咸水里比较低，在淡水里比较高。这些吃水线的位置实际上也与浮力有关，因为船浸入水的深度决定于液体的密度。即当船上装着同样的货物，在海水里行驶，船就浮得高些，而行驶到大河等有淡水的地方，就会浮得低点。实际上每一条船都能够用来测量海洋中水的密度。

液体的密度能不能用简单的办法来测量呢？回答是肯定的，可以使用密度计。它是一种测量液体密度的仪器，像船上的吃水线一样，密度计上不同的刻度值表示了不同液体的密度值。在使用密度计时，只要把

它插入液体，它就会竖直地浮在液体中，液面所对应的刻度值就是该液体的密度值。

密度计实际上是根据沉浮原理制造的。如果物体平均密度大于液体的密度，那么物体就要浮起来。待测量的液体密度越大，被密度计排开的液体就越少，密度计浸在液体里的深度也就越浅些，即液体密度越大，密度计浮起的越高。

最后我们再看一个有趣的问题，它的答案是许多人意想不到的。经常有人开玩笑问：一吨铁重还是一吨木头重？有些人会想也不想地说一吨铁重，结果引起周围人的哈哈大笑，他忘记了都是一吨重。

但是要是有人回答一吨木头重的话，那么周围的人一定会笑得更厉害，认为这个人比第一个人更笨。可是这个看似荒谬的回答，实际上非常正确。

这是什么原因呢？原来阿基米德原理不但对液体适用，对气体也同样适用。因此一个物体的真正重量，应该是它在真空中称出的重量。可是我们平常所说的重量，都是在空气里称出来的。既然是在空气里称出的，就要受到空气浮力的作用。如果  $F$  表示空气浮力， $P$  表示物体的重力，所以在空气中物体称出的重量是  $T = P - F$ ，方向向下。因而要求出物体的真正重量  $P$ ，就应该把空气的浮力也加上去。在这个问题里，木头的真正重量，应等于在空气中一吨木头的重量再加上木头所排开的空气的重量；而铁的真正重量则是在空气中一吨铁的重量再加上铁所排开的空气的重量。

但是，一吨木头所占的体积大约是一吨铁的 16 倍，一吨木头的体积约占 2 立方米，而一吨铁约占  $1/8$  立方米。我们知道空气的重量是每立方米 1.29 公斤，所以木头和铁所排开的空气重量分别为 2.58 公斤和 0.16 公斤，两者相差约 2.42 公斤！也就是一吨木头比一吨铁重 2.42 公斤。确切地说，在空气里重一吨的木头的真正重量，比在空气里重一吨的铁的真正重量重。

因此对于这个问题，正确的答案应是：如果是在空气中称它们，然后在真空中比较的话，一吨木头重。可见弄清在什么条件下称重量，以及在什么条件下进行比较，对于得出正确的答案来说是相当重要的。

### 潜水艇的奥秘

很久以前，人们就设想在茫茫大海中，从水下隐蔽地袭击敌方的舰艇。18 世纪 30 年代，世界上制成了第一艘潜水艇，由于性能差，没能用于海战。到 20 世纪初，才出现了设备比较完善的潜水艇。第二次世界大战中，潜水艇发挥了巨大的作用，各国仅被它击沉的舰船就达到了 4210 艘！潜水艇能够像鱼一样，可在水面上航行，也可以沉到海洋深处潜伏前进。而普通的船却只能在水面上航行。

这是为什么呢？原来潜水艇上有一些被称为“水舱”的舱体。当潜水艇需要下沉时，就打开阀门，让海水注入水舱，使潜艇重量逐渐增加而渐渐下沉。当需要让潜水艇处于水中某一深度行进时，只需让水舱注入适当量的海水就行了。如果需要潜水艇上浮，就用机器把大量压缩空

气注入水舱，排出舱中海水，减轻艇的重量，潜水艇就会迅速浮出水面。

这实际上是阿基米德原理的应用。原理告诉我们：浸在液体中的物体受到一种向上的浮力，它的大小等于物体所排开的液体受到的重力。所以，水舱储藏水量的多少是潜水艇上浮、下沉，保持深度的一个重要因素。

潜水艇不是一般的舰艇，主要是在水下进行战斗活动，靠水下隐蔽来发挥它的攻击威力。它除了能在一定深度的水中航行外，还应该能够潜伏在水下一定深度不动，给敌人以出奇不意的攻击。但是当潜艇所处深度的水的密度发生变化时，它就不能保持稳定。虽然潜艇可以通过做一些小的调整来对付这一变化，但是这种调整是不现实的。因为潜水艇的一些细微动作，都可能被敌方侦察到，所以有了一个问题，应该如何使潜水艇保持其稳定状态呢？

要使潜水艇在水中能维持稳定，海水密度应随深度的增加而增加。这时若潜水艇稍微上移，有一向下的合力，使它又回到原来的深度；若潜水艇稍微下移，有一向上的合力，也要使它回到原处。海水密度与水温成反比，与含盐量成正比，而后二者都随水深的增加而下降。故在 25 ~ 200 米水深处，潜水艇能找到一些区域（称为温跃区），其水温会随着水的深度的增加而急速下降，从而抵消含盐量的下降，从而提供了保持稳定性的条件，使潜水艇能够在这些区域潜伏不动。

阿基米德原理在航海、航空及其生产建设与日常生活中，都有着广泛的应用。人类很早就能利用浮力了，最初只是无意识地应用它，后来人们有意识地分析、研究自然界中的现象，得出各种理论，反过来又能指导生产出各种产品，服务于人类。比如，从井中打一桶水，当桶还在水中时，好像向上提并不费力，但桶露出水面后，就感到很重。这就是因为浮力作怪。桶在水中除受到向上的拉力和向下的重力作用外，还受到向上的浮力作用，所以人感到一桶水很“轻”；而桶露出水面后，浮力就开始减小，直到最后完全消失。

破冰船正是以类似的方式工作的。当在极地区域航行时，往往会遇到巨大冰块阻止船前进，这时就需有像破冰船一类构造的船才能继续前进。另外，当严冬降临时，北方的港口和海面常常发生冰封，阻塞航道。为了便于船舶出入港口，常需破冰船进行破冰。破冰船凭借着强大的发动机，可使其向上倾斜的船头爬上冰面。船首露出冰面后，把它的整个重量全压在冰上，这样就能毫不费劲地把冰压碎。为了增加船头的重量，在船头还装上专门的水舱，必要时注满水。如果冰层较厚，破冰船往往要后退一段距离，然后再向前猛冲。一次不行，就反复冲，直到把冰层冲破。破冰船就是这样不断前进，在冰上开出一条通道来的。

在波涛汹涌的大海上，每年总会沉没大大小小的船只，它们堵塞航道，对船舶航行造成极大的威胁。另外在一些极有价值的古代沉船上，宝藏极为丰富。因此，打捞沉船成为必要。沉船的打捞方法多种多样，但原理几乎都是利用浮力。像广泛使用的浮筒打捞法，就是把一些浮筒注满水后沉放排列在沉船的两舷，然后将钢绳套在浮筒的桩头上，开动机器，向浮筒中充压缩空气，使浮筒内的水排出，浮筒受到的浮力就可将沉船抬出水面。

同液体有浮力一样，空气也有浮力。气球和飞艇就是利用空气的浮

力升入空中的。不过航空上把这种浮力称为升力。

中国很久以前就发明了一种松脂灯，用竹箴和纸糊成灯笼，灯下部放一块燃烧着的松脂。当灯笼内空气被加热后，体积膨胀，跑掉一部分热空气，使灯外的空气对它产生了升力，这样灯笼就可飞上高空，用作军事信号。这也是最原始的热气球。

气球和飞艇的主要组成部分是气囊。气囊内充有密度比空气小的气体，如热气、氢气或氦气。如果气球或飞艇自重加上所载物体的重量小于气囊排开的空气重量，即小于受到的升力，气球或飞艇就会升入空中。由于高空中空气越来越稀薄，密度在减小，所以气球或飞艇所受的升力等于它受到的重力，就不再上升而停在某一高度漂浮。当需要降落时，只需放出气囊中的部分气体就行。

气球和飞艇有着多种用途。气球用于气象和天文观测，进行各种科学试验、转播电视节目和进行通讯等。气球只能随风漂游，不能按照预定的航线飞行，而飞艇上装有发动机，可以控制飞艇的飞行方向和速度，所以它可用来进行空中运输、地质考察和治安防卫等。

在医学上，浮力还有一个特殊的用途——水疗法。如果病人的四肢肌肉或关节有病、受伤，医生可以让他浸在水中，利用身体受到的浮力作用，使病人只要用很小的力，就能使四肢活动，进行治疗。

浮力还有许多用途，如农业生产上用盐水选种及港口气体防浪堤的建造等等。

### 蜡烛的精神

一根蜡烛长 18 厘米，质量 59 克，密度  $0.9 \text{ 克/厘米}^3$ ，如果把蜡烛竖直放在水中，保持它稳定不倒，必然有一部分浮出水面。这样，蜡烛仍然可以点燃发光。随着蜡烛烧去一部分，原来沉没在水下部分的蜡烛，它所产生的浮力就会大于蜡烛的重量，于是浮力使蜡烛继续浮出水面。问蜡烛何时被水淹灭，蜡烛灭时还剩多少厘米？

答：由于蜡烛的密度为  $0.9 \text{ 克/厘米}^3$ ，所以蜡烛浮出水面的长度是总长的  $1/10$ ，在水中部分的长度为总长的  $9/10$ ，这样才能使蜡烛的重量和水对它的浮力平衡。

上述关系在蜡烛的燃烧过程中仍然成立，也就是说，当蜡烛烧去一截以后，它浮出水面的长度仍旧是目前总长度的  $1/10$ 。由此推论，蜡烛自始至终浮出水面  $1/10$  的长度。只要水面非常平稳，这种发展将无穷无尽，最后可以认为蜡烛会全部烧完。

到此为止，使人感到蜡烛的精神确实可贵，不仅在空气中，就是浮在水上，也是“蜡炬成灰泪始干”。

### 蜡烛的立场

随之而来，我们会发现又一个问题：为什么把蜡烛竖直放在水中会非常难？它往往一侧身，就横着躺在水面上。尽管这时它仍然浮出水面  $1/10$  的体积，可是无法点燃，也就不能无私奉献了。请你解释一下，它为什么会站不稳？

答：蜡烛的重心O在  $L/2$  位置，重力G向下可以看做是作用在O点上。蜡烛的浮力F向上，作用在蜡烛没在水中部分的中点P的位置。G和F大小相等、方向相反，分别作用在O点和P点。这种作用方式是不稳定的，只要稍微受到一点外界干扰，产生力矩，使蜡烛旋转，直到横浮在水面，使浮力的作用点P移动直到接近O点。

由此可见，蜡烛的立场很重要。只有站得稳，它才能无私地燃烧自己，放出光和热。

## 神奇的表面张力

在日常生活中，我们对见到的一些现象可能已经习以为常，认为它们理应如此，但是为什么会这样，就没有过多地去想了。比如，下过雨后，我们可以见到树叶、草上的小水珠都接近于球形；不小心打碎了体温计后，里面的水银掉到地上，小水银滴也呈球形。另外我们也可以表演一个小魔术，在一杯水里，小心地把一枚针水平放置在水面上，针浮在水面上而不沉于杯底，并且在针下面的水面上形成一个凹面。如果做得相当熟练，你甚至可以用钮扣、小巧的平面形金属或硬币来代替针。所有这些现象都与表面张力有关。

那么，什么是表面张力呢？原来液体与气体相接触时，会形成一个表面层，在这个表面层内存在着的相互吸引力就是表面张力，它能使液面自动收缩。表面张力是由液体分子间很大的内聚力引起的。处于液体表面层中的分子比液体内部稀疏，所以它们受到指向液体内部的力的作用，使得液体表面层犹如张紧的橡皮膜，有收缩趋势，从而使液体尽可能地缩小它的表面面积。我们知道，球形是一定体积下具有最小的表面积几何形体。因此，在表面张力的作用下，液滴总是力图保持球形，这就是我们常见的树叶上的水滴接近球形的原因。

表面张力的方向与液面相切，并与液面的任何两部分分界线垂直。表面张力仅仅与液体的性质和温度有关。一般情况下，温度越高，表面张力就越小。另外杂质也会明显地改变液体的表面张力，比如洁净的水有很大的表面张力，而沾有肥皂液的水的表面张力就比较小，也就是说，洁净水表面具有更大的收缩趋势。

不光液体与气体之间的表面层，液体与固体器壁之间也存在着“表面层”，这一液体薄层通常叫做附着层，它也一样存在着表面张力。这一表面张力决定了液体和固体接触时，会出现两种现象：不浸润和浸润现象。水银掉到玻璃上，是呈现出球形，也就是说，水银与玻璃的接触面具有收缩趋势，这种现象为不浸润。而水滴掉到玻璃上，是慢慢地沿玻璃散开，接触面有扩大趋势，这种现象为浸润。水银虽然不能浸润玻璃，但是用稀硫酸把锌板擦干净后，再在板上滴上水银，我们将会看到，水银慢慢地沿锌板散开，而不再呈球形。所以说，同一种液体能够浸润某些固体，而不能浸润另一些固体。水银能浸润锌，而不能浸润玻璃；水能浸润玻璃，而不能浸润石蜡。

浸润和不浸润两种现象，决定了液体与固体器壁接触处形成两种不同形状：凹形和凸形。

现在我们就明白了前面介绍的小魔术中，硬币不沉没的原因了，它实际上利用了水具有很大的表面张力的性质和不浸润现象。如果我们事先把硬币表面涂上一层油，硬币就可以轻易放在水面上而不会沉没。在工程技术和日常生活中，人们经常利用水不溶解油这一特性。像在纸伞上涂油漆做成雨伞；给金属器材涂机油，防止因水引起生锈；甚至在选择矿方法中，也用到水不浸润涂了油的物体的性质。浮选矿法就是把砸碎的矿石放到池中，池里放上水和只浸润有用矿物的油，使它们涂上薄薄一层油，再向池中输送空气，这样气泡就附在有用矿物粒上，把它们带到水面，而与岩石等杂质分离开。

表面张力产生的一个重要现象是毛细现象，也就是说浸润液体在细管里上升，不浸润液体在管里下降。我们可以很容易做一个小试验来观察这种现象。把细玻璃管放入盛水的槽中，这时水很快从细玻璃管中上升，管中的水平面比水槽中水平面还要高，管子越细，上升越高，并且管中水面是凹形的。若水槽中放的是水银，情况则恰恰相反，管中液面低于水槽中水银的平面。

浸润液体为什么能在毛细管中上升呢？原来，浸润液体与毛细管内壁接触时，引起液面凹形，而表面张力是沿着液面切向作用的，所以沿着管壁作用的表面张力形成一个向上的合力，使得管内液体上升，直到表面张力的向上拉引作用和管内升高的液柱重量相等为止。同样的道理，对不浸润液体，毛细管壁的表面张力的合力方向向下，使管内液体下降。

我们平常所见到的用毛巾擦汗、粉笔吸干纸上墨水等现象都可用毛细现象来说明。毛巾、棉花、粉笔、土壤等物体，内部有许多小细孔，起着毛细管作用。在酒精中，用棉线作灯芯，可以使酒精沿灯芯上升；而若用丝线来作灯芯，可能点不着酒精灯。这是因为酒精不能浸润丝线，在丝线灯芯中酒精是下降的。

毛细现象对植物生长也具有很重要的意义，它们所需要的养分和水分就是由根、叶子和茎中的小管从土壤中吸上来，输送到绿叶里的。这就像不停止的抽水机，不知疲倦地把水分、养分送到植物的每一个细胞。另外，土壤中有很多毛细管，地下的水分沿着这些毛细管上升到地面蒸发掉。如果要保存地下的水分来供植物吸收，就应当锄松表面的土壤，切断这些毛细管，减少水分的蒸发。所以农民常在雨后给庄稼松上，来保持水分。

利用毛细现象，人们还生产出各种钢笔、签字笔和彩色水笔。当用它们在纸上书写时，纸马上显现出字迹来，这是我们平日所见惯了的，但却很少有人想到，为什么写字的时候，墨水会源源不断地出来，而不写字的时候，它就不跑出来？现在我们已经知道，这是依靠钢笔身上一系列毛细槽和笔尖上的细缝，把笔胆内的墨水输送到笔尖；而签字笔和彩色水笔的笔尖是与一根细长的管子相连，管内壁有吸满了墨水的棉卷，有的彩色水笔笔尖也是用含多个毛细孔的材料做的。写字时，笔尖一碰到纸，墨水就附着在纸上，并在纸上面留下字迹。

当不写字的时候，墨水为什么不流出呢？我们仍可做另一实验来解释。把一块硬纸板盖在盛上水的玻璃杯上（杯内不必装满水），按住纸

板，迅速将杯子倒过来、并把手从硬纸板上移开。此时，发生一奇怪现象：硬纸板停在原处，水仍留在杯内不流出来。难道一杯水的重量推不动一张纸吗？不是的。这是由于大气压强与水的表面张力共同作用的结果。当把玻璃杯倒置后，水柱有些下降，这就减小了杯内的气压，水柱顶部与底部之间的压力差克服了水柱本身的重量而使杯内的水流不出来；水与纸片和水与玻璃之间的表面张力也使纸板保持在原来的位置上。不写字的时候，笔内的墨水不流出来的道理也是一样的。

表面张力的用途远不止以上所谈到的这些，在生物学、医学及微循环系统中，它也有着广泛的应用：玩具制造厂也常利用它生产出各种有趣的玩具。

## 伽利略的思考

著名的意大利物理学家、天文学家、数学家伽利略，从小就喜欢观察和思考。在他 18 岁那年，有一次到教堂去做礼拜。他注意到屋顶上挂的那些摇摆不定的吊灯的灯绳都一样长。他用自己的脉搏跳动的次数来测量吊灯的摆动时间，发现尽管有的灯摆动幅度大，有的灯摆动幅度小，但是它们摆动一次的时间都相等。这一发现引起伽利略的思考：是不是其他摆动也跟吊灯的相似，摆动一次的时间跟幅度大小没关系？吊灯的轻重不影响摆动一次的时间长短吗？……

回去以后，伽利略找了些长短不同的绳子和轻重不同的石头，他用绳子系住石头做成摆，研究摆动的规律。他发现：摆动一次的时间，只由绳的长短来决定，不但跟摆动幅度的大小没有关系，而且跟石头的轻重也没有关系；只要摆绳的长度一定，摆动一次的时间就一定。

伽利略发现的摆动规律叫摆的等时性，被后来的科学家利用来制造带摆的时钟。

想一想：伽利略是怎样发现摆的等时性的？你平时生活、学习、工作等方面有什么规律性，你能发现和总结一下吗？

## 哈哈镜

当你走进哈哈镜陈列室就会看到，人们都对着镜子哈哈大笑。你如果挤过去，站在镜子跟前，看到自己的模样是那样滑稽，也会笑个不停。

你知道哈哈镜为什么能把人照成那副模样吗？你不妨先凑近光亮的纽扣、电镀的小勺、灯泡、表壳、罐头盒等等。你的鼻子可能被照得很大，也可能被照得很小，这就要看上述物体表面是凹的还是凸的了。哈哈镜的表面是凹凸不平的，你现在该知道哈哈镜的奥秘了吧？

如果你在肥皂水中加些甘油或糖，吹起一个大的肥皂泡。调整你和肥皂泡的距离，你会从前部的凸面上，看到自己正立的像，而在肥皂泡后部的凹面上看到自己倒立的像。

## 七色光之外

人们通常所说的七色光，是指红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。在七色光之外，还有其他颜色吗？

人们对颜色的感觉包括两方面的内容：一是色相，即太阳光按波长不同而呈现出七色光；二是饱和度，即我们平时所说的颜色的深浅程度。

人们对颜色感觉的了解，除了七色光之外，还包括许多深浅不同的颜色。它是由纯色和白色混合而形成的。如深绿、中绿、浅绿、鹅黄、湖蓝、橄榄绿、奶油色……

正是由于色相和饱和度的同时存在，才使世界变得五光十色，多姿多彩，你说对吗？

## 可见光和可听声

一个健康的人从降生到人间以后就感觉到声和光，但是他并不能看到所有波长的光，也不能听到所有频率的声。比如，蝙蝠能听到蚊子的叫声，人却听不到；导弹能根据飞机尾部发热产生的红外光线而追踪目标，可是人却看不见。那么可见光的范围多大呢？

可见光的波长在 4000 埃到 7600 埃之间，人最敏感的光线是波长为 5500 埃的黄绿光。波长小于 4000 埃的是紫外光，波长大于 7600 埃的是红外光。

可听声的频率范围是在 20 赫到 2 万赫，高于 2 万赫的声波称为超声波，低于 20 赫的声波称为次声波。

### “ 超声 ” 和 “ 超音 ”

“ 声 ” 和 “ 音 ” 难分难解，如果仔细琢磨一下，它们是 “ 发生 ” 和 “ 接收 ” 的关系：由一方发出了 “ 声 ” ，另一方感受到 “ 音 ” 的大小和高低。那么 “ 超声 ” 和 “ 超音 ” 是不是一回事呢？

“ 超声 ” 和 “ 超音 ” 是截然不同的两回事，原因是它们省略了两个关键的字：“ 超声 ” 应该说是 “ 超声波 ” ，而 “ 超音 ” 应该说是 “ 超音速 ” 。

超声波是指频率大于 2 万赫的声波，也就是超出人的耳朵所能感觉到的声音范围。例如，这种超声波在空气中传播速度为 340 米/秒，那么 2 万赫的超声波的波长可以求得：

$$= \frac{340}{20 \times 10^3} = 1.7 \times 10^{-2} = 1.7 \text{厘米}$$

可见，超声波的波长比可听声的波长要短。它就具有较强的穿透力。在日常生活中可以用来 “ 超声清洗或消毒 ” ，也可以用它的定向性制造 “ 超声雷达 ” 。

但是，“ 超音速 ” 是指一个物体的运动速度超过声音在空气中的传播速度。在飞机设计中，飞机的速度就是用马赫数来表示的。马赫数  $M = 1$  表示速度等于音速， $M > 1$  为超音速， $M < 1$  为亚音速。当一个超音速飞机飞过上空时，我们都有这样的经验：当听到飞机的声音传到耳朵时，抬头一看，飞机已经飞向前方老远了，这就是声音的传播速度滞后于飞机的速度的缘故。

### 由《梁祝》想起的

你一定听过协奏曲《梁祝》，尖细的音调模仿出祝英台的唱腔；而深沉的音调模仿出梁山伯的唱腔。

类似这样用乐器模仿人的演唱的例子很多。比如，唢呐也可以模仿河北梆子的唱腔，还有一种特制的胡琴，可以模仿京剧演唱。

但是，你是否发现，不管演奏家的演技多么高超，总还是与真人唱得不一样。这是为什么呢？

这是因为乐器只能在基频、节奏上与真人的演唱保持一致，却不能

在整个声波的波形上、在更丰富的音色上和演员的唱腔一致。所以无论如何只算得上是一种“模仿”而已。

## 圣诞蛋

人们只听说过“圣诞树”，还没听说过“圣诞蛋”。事情是这样的：圣诞节夜晚要开一个联欢会，老师要求每个同学准备一样东西来布置会场。同学们议论纷纷，有的准备挂一条彩带，有的准备挂一帘壁毯，也有的准备放一只圣诞老人的靴子。小栋和小茜在那里偷偷商量，准备来一个绝的。到了圣诞节晚会，只见正中央的桌子上放着一只大的金鱼缸，从缸外往里看，只见缸中水草飘逸，还有许多画着各种图案的彩蛋，在水中沉浮漂落。奇怪的是那些彩蛋既不漂在水面，也不沉到水底，而是像鱼儿一样，悬在各个位置，让人看了赏心悦目。你知道小栋和小茜是怎样让彩蛋悬在水中的？

答：配制一定浓度的盐水，使其比重与彩蛋比重一样，这样彩蛋就悬在水中了。

## 万有引力

不但地球对它周围的物体有吸引作用，而且任何两个物体之间都存在这种吸引作用。物体之间的这种吸引作用普遍存在于宇宙万物之间，故称为万有引力。

万有引力是由于物体具有质量而在物体之间产生的一种相互作用。它的大小跟物体的质量以及两个物体之间的距离有关。物体的质量越大，它们之间的万有引力就越大；物体之间的距离越大，它们之间的万有引力就越小。

通常两个物体之间的万有引力极其微小，难以察觉它，可以不予考虑。比如，两个质量都是 60 千克的人，相距 0.5 米，他们之间的万有引力还不足 0.01 牛顿，而一个蚂蚁拖动细草梗的力竟是这个引力的 100 倍。

但是，在天体系统中，由于天体的质量很大，万有引力就起着决定性的作用。太阳系中的 9 大行星绕太阳旋转而不离去，就是由于万有引力的作用。银河系里的球状星团——由上百万个恒星聚在一起并呈球状的恒星集合体——聚集不散，也是由于万有引力作用的结果。

在天体中质量还算很小的地球，对其他物体的万有引力已经具有很大的影响，它把人类、大气和所有地面上的物体都束缚在地球上，它还使月球和人造地球卫星绕地球旋转而不离去。重力就是地面附近的物体受到地球的万有引力而产生的。

大约 300 年前，牛顿综合了当时的天文学和力学成就的基础上，发现了万有引力定律，揭示了自然界中一种基本的相互作用力。

## 月球上的奥运会

如果下一届奥运会在月球上举行的话，那么奥运会的大部分纪录都

将刷新，你知道为什么吗？

根据万有引力公式：可得到

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

其中， $M_2$ ， $r_2$  和  $g_2$  分别表示月球的质量、半径和月球表面的重力加速度； $M_1$ ， $r_1$  和  $g_1$  分别表示地球的质量、半径和地球表面的重力加速度。

已知：地球质量是月球质量的 81 倍，地球半径是月球半径的 3.7 倍，所以：

$$g_2 = \frac{M_2}{M_1} \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \cdot g_1 = \frac{1}{81} (3.7)^2 \cdot g_1 = \frac{1}{6} g_1$$

也就是说，月球表面的重力加速度相当于地球表面重力加速度的 1/6。

由于人的能量和潜力是固有的，但是原来 180 公斤的杠铃，现在只相当于 30 公斤重的杠铃，于是举重项目纪录要翻上几番；由于人本身的重量也减轻了，跳高、跳远的纪录也都将刷新纪录。

但是，也有的项目难以刷新纪录。比如游泳，月球上根本没有水；又如自行车比赛，月球上土质疏松，无法依靠摩擦力而使自行车飞驰。

### 当一次相扑运动员

日本的相扑可称为一绝，世界上像这样斯文的格斗固然少见，就是相扑运动员的身材也实在令人惊叹。

你是否想领略一下相扑运动员自身的体验？那么，如果你能到木星上，你就会成为一个名副其实的相扑运动员。比如，你的质量是 60 千克，在木星上，你的体重将会是多少呢？（木星的质量是地球的 320 倍，木星的直径是地球的 11 倍）

答：根据万有引力的公式：

$$F = f \frac{m \cdot M}{r^2} \quad (1)$$

由此，地球上的引力（即物体所受到的重力）：

$$F_1 = mg_1 = f \frac{m \cdot M_1}{r_1^2} \quad (2)$$

其中， $M_1$  为地球质量， $r_1$  为地球半径， $g_1$  为地球表面的重力加速度。相应的，对于木星

$$F_2 = mg_2 = f \frac{m \cdot M_2}{r_2^2} \quad (3)$$

其中， $M_2$  为木星质量， $r_2$  为木星半径， $g_2$  为木星表面的重力加速度。由（2）、（3）式，得：

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \cdot \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\text{已知：} \frac{M_2}{M_1} = 320, \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{11}$$

$$\text{所以，} \frac{g_2}{g_1} = 320 \left(\frac{1}{11}\right)^2 = 2.65$$

$$\text{又 } g_1 = 9.8 \text{ 米/秒}^2, \text{ 故 } g_2 = 26 \text{ 米/秒}^2$$

木星表面你所受到的重力将是

$$F_2 = mg_2 = 60 \times 26 = 1560 \text{ 牛顿}$$

这个数值大致相当于相扑运动员在地球表面上所受到的重力大小。

## 当一次宇航员

尽管宇宙空间已经有人捷足先登，但是人人都成为宇航员还是一件不可能的事。那么有没有办法在地球上造成一种模拟的环境，来重现宇宙中失重的情况，使人可以体验一下失重的心境和感觉呢？发挥你的想象提出一个方案，且不去考虑需花费多大的代价。

答：失重模拟是非常困难的。因为在地球上，人始终受到地球引力的支配。但是，可以找到近似的模拟，或许只有较短的时间来体验失重的感觉。至少有以下三种方案：

(1) 建造一个高 500 米的竖井，可以使舱室从 500 米高处自由落下，当然在井的底部要考虑水或弹簧的缓冲。由于人随着舱室做自由落体运动，使其体验到失重的感觉。根据  $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，大约可经历短暂的 10 秒钟。

(2) 建造一个大的中性浮力槽，所谓“中性”是指槽中液体的比重正好与穿着宇航服的宇航员的比重一致，这样宇航员在水中的行动就犹如在太空中的行动。

(3) 如果你体质非常好的话，可以做一次高空跳伞，在最初阶段不要张伞，当速度达到一定限度后，空气的浮力与重力平衡，正如空中体操或空中漫步，那时的感觉就是失重的感觉。

## 接住高楼坠落的孩子

1996 年 5 月 10 日的《北京晚报》上登载了一则消息：5 月 9 日下午，一位 4 岁小男孩从高层塔楼的 15 层坠下，被同楼住户在下边接住，幸免遇难。

这天下午，家住六里屯 4 号 15 层的刘某出门去倒垃圾，一不留神装有撞锁的门“咣”一声反锁上了。刘某未带钥匙开不开门，时间一长，屋里淘气的 4 岁小男孩急了，他走到阳台哭闹，随后又骑坐在阳台上。此景被住在同幢一楼的住户任志庆发现，未等说话，孩子已从高楼坠下。在这危急时刻，任志庆毫不犹豫地冲上前去用双臂去接。在巨大的冲击力下，孩子被接住后又坠落在地。后送儿童医院检查，小男孩左大腿骨折和轻微脑震荡，现已脱离危险。任志庆眼睛 30 负伤，鼻梁骨被砸裂，

一只胳膊骨折。当笔者向孩子的母亲问及此事时，这位母亲泣不成声地说：“多亏了楼下这位好邻居，孩子伤好后，我要带他去认这位‘再生之父’，记住这救命之恩。”

假设每层楼的高度是 2.8 米，这位青年从他所在的地方冲到楼窗下，需要的时间是 1.3 秒。按照物理中自由落体运动的规律，4 岁小男孩从 15 层坠下，下落高度大约是 39.2 米，下落时间大约是 2.8 秒，减去这位青年从他所在的地方冲到楼窗下所需的时间 1.3 秒，要求这位青年的反应时间不能超过 1.5 秒，才能勇敢地化险为夷，你说对吗？

### 打滑梯中的学问

一群小朋友，一天去公园打滑梯。由于小朋友有男的、有女的、有胖的、有瘦的，体重不同，质量也不同。你猜猜看，他们要是都从滑梯上滑下，由于他们经常打滑梯，熟练极了，无论用什么姿势都能打，坐着打、立着打、躺着打等，都能顺利滑下。他们滑下的时间相同吗？是不是有人滑得快，有人滑得慢？跟打滑梯的人站、坐、躺的姿势有关吗？

这个问题确是物理学中典型的斜面问题。小朋友们打滑梯，等于一物体沿斜面滑下。假设斜面的长为  $S$ ，斜面的倾角为  $\theta$ ，斜面上物体的质量为  $m$ ，物体和斜面间的滑动摩擦系数为  $\mu$ 。因此，物体的平行斜面方向上的合外力：

$$F = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$$

沿斜面方向合外力产生的加速度，根据牛顿第二定律为：

$$a = \frac{F}{m} = g \sin \theta - \mu g \cos \theta$$

物体由静止沿斜面从顶端滑到底端所需的时间为：

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2s}{g \sin \theta - \mu g \cos \theta}}$$

因为  $S$ 、 $g$ 、 $\theta$ 、 $\mu$  不变，则  $t$  也不会变。

因此，只要滑梯的长度  $S$  相同，滑梯的倾角  $\theta$  相同，同一地点的  $g$  值相同，不论小朋友是站着滑、坐着滑、躺着滑等，只要小朋友跟滑梯间的滑动摩擦系数相同，那么下滑时间、下滑快慢，跟小朋友的质量无关（或体重无关），跟滑梯的接触面积无关。

### 摔不倒的小丑

每当看马戏表演时，我们都被台上的小丑逗得哈哈大笑。顶尖帽子、一双大皮鞋，以及在台上前仰后合，醉态百出，总像要摔倒的样子，可却怎么也摔不倒。这里有什么奥妙？

小丑之所以摔不倒，主要是他的那双大皮鞋保护了他。小丑的鞋很大，无论他如何跌撞，重心的垂直线都在鞋的支撑面范围内，或者说是在两只脚之间的连线内。这就保证了小丑的全身（包括衣服、鞋等物）的重力，在竖直方向的作用线始终都落在一个可靠的支撑面范围内。

## 两条成语

有两条司空见惯的成语，我们从不去仔细琢磨，那就是

“咬紧牙关”和“一发千钧”。实际上它还真有科学根据哩。

人每天要吃饭咀嚼，所以咀嚼肌会伴随人的一生不停活动。它也是人体中最强的肌肉。据测量，咀嚼肌收缩时可以负担 800 牛顿的力。正因为如此，杂技演员表演各种高难度的动作，比如空中用牙叼人，或者叼花倒立，只要“咬紧牙关”，他（她）就可以承担一个人的重量。

无独有偶，《红灯记》里李玉和在敌人面前是“铁嘴钢牙”，闭口不吐密电码，也正是发挥了共产党员咀嚼肌肉的功能。

说到“一发千钧”，你可以找一根与头发丝粗细相当的细铜丝比较一下。把头发丝与铜丝拉断几乎要用相同的力量，可见，头发丝是相当结实的。正因为如此，在古代战争中，利用妇女的头发编成绳子，拉战车、系吊桥、起了巨大的作用。

妇女的长发非常珍贵，既柔美又坚韧。假如头发非常长，岂不更稀贵了吗！据《吉尼斯世界记录》记载，美国的黛安妮的头发竟长 3 米多。然而世界上头发最长的人并不是妇女，而是男人。我国四川的吴华银老人，他蓄发 56 年，头发已长达 3.84 米。

## 一指禅

海灯法师的绝招“一指禅”，能用一个手指倒立，支撑全身的重量。小福子看得入了迷，他想：假如，海灯法师左右手指都能“一指禅”，那么是否能找到海灯法师的重心？

你一定以为这很简单。当右手一指倒立时，从手指接触地的那一点向上引一条竖直线；再当左手一指倒立时，也从

手指接触地的那一点向上引一条竖直线。这两条竖直线相交的那个点，就是海灯法师的重心。

这个回答不全面，这样求出的重心只能说是海灯法师倒立时的重心，或者也可以说是海灯法师直立时举着一个胳膊时的重心，（因为这两种方式海灯法师的形状是一样的，只是方位变化了，而重心只跟形状有关）。这样求出的重心并不等于正常站立时的重心。

由此可见，一个物体当它内部质点的分布发生变化时，其重心也随之变化了。就像用一块橡皮泥可以捏成各种形状，而各种形状的橡皮泥的重心却不尽相同。

## 埃菲尔铁塔上的小球

一个小球从埃菲尔铁塔的塔顶自由落下，有人实地测试过，最后一秒通过 72 米的路程，那么，埃菲尔铁塔大约有多高？

答：设小球自由落体共用  $(t+1)$  秒时间，前  $t$  秒路程为  $h_0$  米，最后 1 秒路程为  $h_1$  米，塔的总高度为  $H$  米。已知：

$$h_1 = 72 \text{ 米}, h_0 = (H - 72) \text{ 米}$$

由自由落体路程的公式，有：

$$H - h_1 = \frac{1}{2}gt^2$$

$$H = \frac{1}{2}g(t+1)^2$$

由 式，得

$$H = h_1 + \frac{1}{2}gt^2$$

$$h_1 + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g(t+1)^2$$

$$t = \frac{h_1}{g} - \frac{1}{2} = \frac{72}{9.8} - \frac{1}{2} = 6.85 \text{ (秒)}$$

$$H = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 7.85^2 = 302 \text{ (米)}$$

可见埃菲尔铁塔大约 300 米（由于最后一秒的实测时间很难掌握得非常准确）。

## 赛车省功吗

顾名思义，赛车是专作比赛用的。但目前各种新型的车层出不穷，如山地车、公主车等等。你一定会发现，它们带动链条的齿轮有多种组合，可以根据需要改变。那么，请你思考一下，骑这类车能不能省功？

答：骑任何车都不可能省功，但是由于链条的传动比可以按需要改变，所以可以省力或加快速度。比如，逆风骑车时，一般的车要费很大劲才能往前蹬车，如果风大还可能被刮倒；上坡也一样，稍微力气不支，车就会停住，甚至要向下滚。这时改用传动比小的档次，使车轮同样转一圈，脚多踩飞轮几圈，这样是省力了，代价是脚蹬的圈数增加了，功仍然是那么多。但这样可以避免力量不支，而保持循序渐进。相反，如果风和日丽，你正行驶在光滑的大道上。为了骑得更快些，你一定会快蹬飞轮，甚至于无法蹬得再快了，但还觉得车不够快。这时，如果换骑赛车，改用传动比大的档次，用同样的速度蹬车，可以使车速提高好几倍。虽然这样需要的力气会大一些，但你完全可以承受。使你避免把力量消耗在蹬车的重复动作上。

## 白面书生

小夏是广东人，黝黑的皮肤透着健康。一天，他骑着一辆平板三轮车顺山坡滑下，没想到刹车失灵。眼看车速越来越快，见到路边有一个石灰坑，他急中生智，猛的一拐，撞进坑里，大家正担心的时候，只见一个“白面书生”从石灰坑里站起来，奇怪！竟一点也没有受伤。可是，再看看那辆平板三轮车，却是前叉折断、车身撞裂。是谁救了他呢？

答：平板三轮车顺山坡滑下，速度越来越快，它的动能也在急剧地增加。如果这个能量完全作用在小夏身上，那么他肯定会粉身碎骨！可是，幸亏车的前叉子折断，抵消了大部分能量；车身破裂又抵消一部分，而后小夏才能够安好无恙。

在日常生活中，可以发现汽车前面安置了保险杠（即车身前部那条横着的金属带），就是为了万一发生事故时吸收能量用的。

### 能而非力

著名桥梁学家茅以升在力学方面有着独到的见解。他说：“力学中的基本概念应当是能而不是力。”这就是说，过去力学中只谈“力”，许多问题得不到解决，而“能”才是自然界中的核心问题。

举个简单的例子。物体做匀速直线运动，由于没有加速度，也就没有“力”的作用。既然没有“力”，为什么还运动？因此，力的概念无法用“力”解释，“力”变成了无能为“力”。

又比如，碰撞时虽然有力和反作用力，但要计算它们碰撞后的速度却不能用“力”去计算。尤其是碰撞还有弹性碰撞和非弹性碰撞之分，“力”就更无法解释了。

所以，提出“能”的概念是非常正确的，符合自然界的客观规律。像实际生活中我们经常遇到的“冲量”、“能量”都不是简单的“力”的概念，冲量是力和时间的结合，能量是力与空间的结合，而且我们还知道能量转换和守恒定律是自然界的普遍规律，用“能量法”可以计算任何复杂的题目。

在这个问题上，伟大的恩格斯曾经在《自然辩证法》中预言：“在自然科学的任何部门中，甚至在力学中，每当某个地方摆脱了力这个字的时候，就向前进了一步。”

### 奇异的弗莱特纳船

1924年，著名学者及工程师弗莱特纳在一艘快艇上装上两个直径为3米、高为13米的圆柱体来代替帆，用6马力的发动机带动钢铁圆柱体转动，并用这艘快艇横渡了英国与丹麦之间的北海。人们惊呼它为“无帆的帆船”！

这艘构造奇特的快艇是如何前进的呢？你也许想不到它是靠圆柱体转动来推动快艇前进的。

要讲清这个道理，可以先看一下乒乓球比赛中常见的削球现象。

乒乓球运动员经常把对手打过来的球“削”回去，被“削”的球总是离开其原始方向而飞向对手意想不到的地方。这是因为运动员给了乒

乒乓球一个旋转力，使球边旋转边前进。球的旋转使它周围的边界层也开始与球一起旋转，发生空气旋流。在乒乓球的一侧，水平气流与空气旋流方向相反，使气流速度减少；在球的另一侧，两种流动方向相同，结果使气流速度增加。所以球的两侧压力不同，压力差就使球发生偏转。乒乓球运动员就是靠击球产生不同的旋转方向和控制旋转的强弱，来进行削球、拉弧圈球及抽杀的。实际上不光乒乓球运动员利用了这一方法，足球及棒球等运动员也常采用这一技术。

比如踢足球时，如果你用力的方向不通过球心，那么足球就会旋转。如果足球飞行时是带左旋的，则足球左侧的转向运动与气流方向相反，右侧的转向运动与气流方向相同，这样就使足球向左拐弯，绕过对方队员或守门员。反过来，若足球飞行时是带右旋的，则足球就会向右拐弯。

旋转的球仿佛是在自己造成的压力波波峰上飞驰，这个压力波一刻不离地跟着球前进。弗莱特纳船就是利用了被削球的偏转力原理来推动船航行的，它靠旋转的圆柱体两侧压力不同产生推进力。决定弗莱特纳船前进推力的主要因素是圆柱体的旋转，这一推进力的方向和大小与圆柱体旋转方向和快慢有紧密关系。改变圆柱体的旋转方向和速度，就可以改变船的航行方向和前进速度，使它像带帆的船一样在水中航行。

推动弗莱特纳船上的圆柱体转动的能量可以从风中获得，圆柱体所消耗的能量只是从风中获得的能量的  $1/5$ 。圆柱体代替船帆，结构简单，不用装 4~6 根或更多的桅杆，就能够在波涛汹涌的大海中远航。既然装有圆柱体的船有不少优点，为什么至今还没有得到推广使用呢？这是因为柴油机船更有吸引力，它在航行中受变化无常的大自然的影响小。而对于帆船和轮船，人类经过几百年的研制、使用，积累了丰富的宝贵经验。对于一般的木帆船，普通的小造船场就可以制造，并且又经济又实惠。但是，随着能源危机的不断加深，也许人类又会转向弗莱特纳船的研究上来。

由弗莱特纳船前进的道理，同学们一定能在日常生活中发现许多类似的现象。体育运动中所玩的掷飞盘就是其中之一，它与踢足球的道理一样，也是利用掷出时的左、右旋来控制飞行方向。朋友们经过仔细观察，就会发现这样的例子还有很多很多。

## 空中的飞机为什么掉不下来

很早人们就梦想像鸟一样在天空中自由飞翔。人们发现鸟有两种飞行方式：扑翼飞行和滑翔。最早人们注意到的是鸟的扑翼飞行，想象鸟一样靠翅膀上下扑动来飞行，结果失败了。后来人们转向学习鸟的滑翔。对于鸟类的滑翔，很久以来人们一直迷惑不解，外国曾有人认为鸟的肚子里有热气作用，而中国晋朝一个叫葛洪的人在仔细观察老鹰飞行后，解释说，老鹰伸直两翅，并不扑动，反能盘旋飞行，且越飞越高，是因为上升气流的缘故。基于鸟类滑翔的原理，人们造出了滑翔机和早期的飞机。

现在我们知道飞机能够在高空中飞行不落，是因为受到一个升力作用，而使飞机获得升力的主要部件是机翼。但是飞机是如何得到这一升力的呢？为了解释这个问题，我们先做一个简单的实验：

将一个乒乓球放置于一个倒扣的漏斗内，先用一块纸板托住漏斗口。这时用吸尘器从漏斗窄口向里吹气，并拿走纸板，此时乒乓球却掉不下来。这就是“升力”托住了球体。因为空气流过球与漏斗壁间窄缝时的流速大于流出漏斗口时的流速，所以漏斗宽口处的压力大于漏斗窄口处的压力，它克服了乒乓球的重力，使球支持着不落下去，即流速增加，压强降低，这在物理学上叫做伯努利原理。

飞机获得升力的情况和上面的实验相似，只是这时还要考虑到机翼周围存在着的空气的环流。这种环流在飞机的飞行中迭加到经过机翼的平移气流上。在机翼上部，环流的方向与平移气流的方向相同，迭加结果使空气流的速度增加；在机翼下部，环流的方向与平移气流的方向相反，因而空气流速度减少。可以看出机翼上方的气流速度大于下方的，上面的流线较密，下面的流线较疏。根据伯努利原理，机翼上方的压强减少，下方的压强增大，形成了一个向上稍微偏后的总压力 $Q$ 。把 $Q$ 分为水平与竖直方向上的两个分力 $f$ 及 $F$ ，其中 $F$ 就是飞机机翼受到的向上升力，它使飞机上升或保持飞机悬浮在空中； $f$ 分力是阻止飞机前进的正面阻力。

对上述现象也可以用牛顿定律作一个定性的解释。气流对机翼有向上的升力，那么机翼对气流就有向下的反作用力，这样一来就使气流向下偏斜。当气流经过机翼时，在竖直方向上的动量分量就有一个改变量，由于机翼对气流有向下的作用力，因而机翼也得到一个向上的升力。这和前面所说的结果一致。

所以飞机机翼受到的总压力 $Q$ 的大小和气流的速度有关。气流速度越大， $Q$ 也就越大。另外， $Q$ 还与机翼的形状和迎面气流冲向翼面的仰角 $\alpha$ 有关。

飞机在飞行时，受到升力 $F$ 、重力 $P$ 、推进器的前进力 $F$ 和阻力 $f$ 的作用。要使飞机能正常飞行，应保证升力足够大，阻力最小。经过长期的实践与观察，人们发现把机翼前缘做成圆形而后部做成尖锐形状，并且使机翼上部稍微凸起，便可以使飞机少受旋涡的影响，即受到的阻力较小。因此人们逐步改善机翼的形状，采用流线形机翼。

实践证明，在其他条件相同时，飞行的速度越快，机翼产生的升力也越大；机翼截面积越大，升力越大。对于低速飞行的运输机，就要有较大的机翼，以获得足够大的升力。对高速飞行的飞机，机翼太长使产生的阻力增大，此时应采用小机翼。所以针对不同飞行速度的要求，要采用不同的机翼及不同的截面形状。

不论哪一种截面形状的机翼，在一定范围内增大仰角 $\alpha$ ，都可以提高升力。飞机起飞的速度越小，为了增大升力，就要抬起机头，靠增大机翼的仰角来增加升力。但仰角增大时，阻力也会增大，同时在机翼上面所形成的涡流区会越来越大，这时机翼受到的升力也会减小。所以在一般飞行中，机翼的仰角是有一定范围的，如果超出了这个范围，不但不能增加升力，反而会引起失速现象，会使飞机掉下来。

一般飞机必须同空气有相对运动，机翼才可以产生升力。但另有一种飞机，它具有停在空中不动的本事。这就是直升机。直升机在军事和民用中都发挥着重大作用，它可以用于在交通不便地区运送物资、抢救

伤病员、摄影，还可用于测绘地表、护林防火等。

直升机机翼和空气没有相对运动，升力应该不存在，为什么它能在空中突然停住不动而又不掉下来呢？

原来直升机的升力是由在它头顶上旋转的机翼所产生的。当直升机在空中的时候，它的旋翼仍然在不停地转动，产生一个同直升机重力大小相等方向相反的升力。因此，直升机就能不前进也不后退、不升高也不降低，稳稳地停在空中执行任务。

## 热胀冷缩与热缩冷胀

爱打乒乓球的人都知道，不小心把乒乓球弄瘪了，没有关系，用开水烫烫就会使瘪的地方鼓起来。大概许多人都知道这其中的奥秘，这是由于乒乓球里的空气受热后体积膨胀，把原来瘪的地方顶起来，乒乓球就修复好了。气体不仅有受热膨胀的特性，而且遇冷还会收缩呢，这就是平常人们所说的热胀冷缩。

自然界中许许多多的物体都具有热胀冷缩的性质，物体的这种性质给人们的生活带来了许多方便，也带来了一些麻烦。比如，往自行车的车把上套塑料套时，先用热水烫一下塑料套，再往车把上套，由于热膨胀，就比较容易地将塑料套套上车把。过一会儿，塑料套遇冷收缩，就能紧紧地套在车把上了。而烧开水时，水壶里的水如果灌得太满，受热后体积膨胀，水会从壶里溢出。因此就要想办法防止热胀冷缩造成的危害。比如：夏天架电线时要架得松一些，以防止冬天电线遇冷收缩时绷断；冬天铺设铁轨时，铁轨间要留有一定的空隙，也是为了防止夏天铁轨受热膨胀使衔接处凸起来，容易发生火车出轨事故；为了使桥梁有膨胀和收缩的余地，在桥梁上同样也要设置伸缩缝，以防止发生翘曲；夏天不要把自己内胎的气打得太足，防止空气受热膨胀，使内胎爆裂，也是同样的道理。

尽管大部分物体具有热胀冷缩的性质，但是不同材料的物体热胀冷缩的程度不相同。物体的这种性质在生活中给我们提供了帮助，把煮熟的鸡蛋放在冷水中泡一泡，由于蛋壳和鸡蛋蛋白的收缩程度不一样，就可以使两者脱离，剥的时候也就很容易了。在相同条件下，气体膨胀得最多，液体膨胀得较多，固体膨胀得最少。知道了这个道理，对人们的生产和生活都是很有用的。在建筑上，广泛采用的钢筋混凝土，就是选用热胀冷缩程度差不多的钢材和混凝土材料，才能保证建筑物的牢固性。

在我们的生活中，物体热胀冷缩的例子数不胜数，但并不是所有的物体都是热胀冷缩的。比如夏天我们为了快速冰镇一下啤酒，可以将啤酒放在冰箱冷冻室中，但如果时间太长，啤酒瓶就会炸裂。这是由于在玻璃瓶冷缩的同时，啤酒中的水结冰后体积膨胀所造成。这与烧水时水受热膨胀的情况恰好相反，如何解释这种现象呢？

自然界中有少数物质的脾气很古怪，它们不是热胀冷缩，而是热缩冷胀，也叫反常膨胀。温度4℃以下的水就具有这种非同寻常的特性。水在4℃时的密度最大，体积最小。温度逐渐下降时，它的体积反而在逐渐增大，结成0℃的冰时，它的体积不是缩小而是胀大，大约比原来要增大1/10。

由于4℃的水密度最大，所以在北方寒冷的冬天里，河面结了厚厚的一层冰，但在冰层的下面，水温总保持在4℃左右，这为水中生物提供了生存的良好环境。

水的这种反常膨胀的特性可以为人们所利用，如别具风味的冻豆腐菜，就是使豆腐中的水结冰后，体积膨胀把豆腐中原来的小孔撑大。当冰融化后，水从一个小一个的小孔中流出来，豆腐里就留下了无数个小孔，整块豆腐呈泡沫塑料状，这样，冻豆腐经过烹调后，小孔里盛满了汤汁，吃起来味道就非常鲜美。

我国人民很早就知道并利用了水的这种反常膨胀特性来开采石料。寒冷的冬季，往石缝中注上水，等水冻成冰后，由于体积膨胀，就把石头撑得四分五裂，这样开采起来就既省力又能提高效率。

但是水的反常膨胀有时也给人们的生活带来了一些麻烦。比如在冬天，室外的自来水管常常会由于管中的水结冰而被撑裂；汽车司机在冬天的晚上收车后，常常要把水箱里的水放掉，以防止水箱冻裂。因此，北方的冬季特别要做好保暖防冻措施。

另外，某些固态物质也存在着反常膨胀现象，“铅”就是其中的一种，人们正是利用了它的这种特性（凝固后膨胀）而使铅字更清晰的。

