

Savoir sans Frontières

知识无边界

翱翔蓝天之梦

Jean-Pierre Petit

让-比艾尔 博笛

施克展 译



<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

昂塞姆漫游科学王国

给所有爱好科学的朋友们

译者



施克展，2003年12月来到巴黎，开始学习法文。现在在巴黎12区一所普通高中就读高二理科班。大约一年前在学校认识了一位叫德克拉宏的老师，跟他学习航空学，从此喜欢上了这门学科。也是因为这个原因发现了博笛先生这本关于航空学的连环画，所以就自告奋勇地加入了“知识无边界”协会的连环画翻译队伍。希望把这些知识传给世界各地的朋友们。

上面的照片是第一次与德克拉宏老师驾驶小飞机的时候拍的。感觉真的好棒！除了因气流不稳定引起的头晕脑胀而用了机上仅有的三个的呕吐袋之外，一切都是这么令人兴奋。飞起来的感觉，真的好神奇！

这是本人的第一部翻译作品，希望大家能够喜欢。同时，我也想在此感谢所以支持和帮助我顺利完成本书的老师和同学们，

于巴黎

2006年2月

SHI Kezhan

Arrivé à Paris en décembre 2003, j'ai commencé à apprendre le français, et je suis maintenant en première S dans un lycée général à Paris (12^e). Il y a à peu près un an, j'ai connu M. DECLARON dans ce même lycée, avec qui j'ai commencé à faire de l'aéronautique. C'est aussi grâce à lui que j'ai découvert cet album de M. PETIT. Ayant trouvé son site sur Internet, je me suis proposé à traduire cet album, puisque l'aéronautique est si passionnante, et en même temps permettre la diffusion de toutes ces connaissances partout dans le monde.

Sur la photo ci-dessus, j'étais avec M. DECLARON en train de piloter un petit avion. Tout s'est bien passé à part le fait que j'ai utilisé les trois sacs à vomir dans l'avion puisque j'avais mal à la tête à cause des turbulences de l'air. Voler librement, c'était vraiment impressionnant !

C'est donc le premier album que j'ai traduit, et je tiens à remercier tous les professeurs et les amis qui m'ont aidé, notamment Mme. QIN Jie.

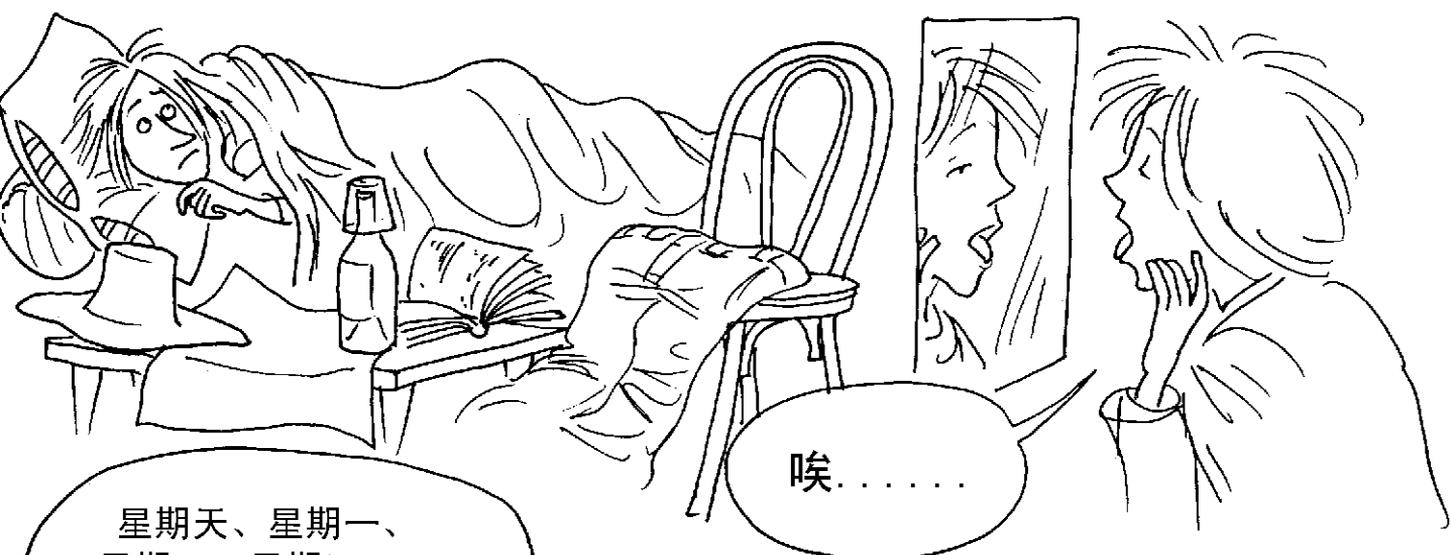
A Paris, février 2006

……你们知道吗？如果没有空气摩擦力，机翼周围的气流就会完全不同，这样，气流也就不会给机翼带来升力……



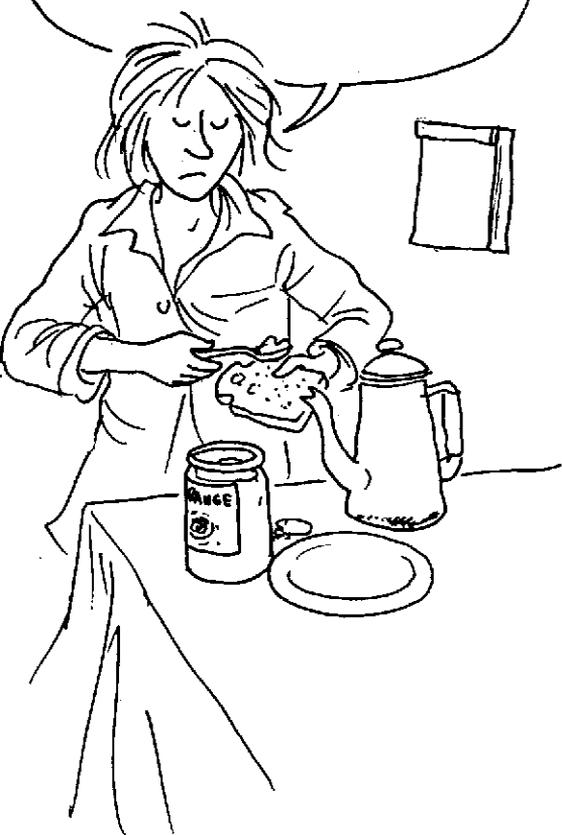
序言

一天早上，昂塞尔姆懒洋洋地起了床



星期天、星期一、
星期二、星期三.....

唉.....



糟糕!... 我的面包...
总是已经涂上黄油的一面朝下!



星期四、星期五、
星期六、星期天.....
然后又重新开始一周。
好无聊!



昂赛尔姆感到很空虚，很郁闷。
地球永远是圆的；每天都是这样平凡。



马克斯，
马克斯在哪里？



他能在天上飞，
好幸运！



马克斯，
我也想要

飞！



飞？天啊～

马克斯，你教我好不好？你一定会有办法的。我在地面上都走腻了。



看，我提起一只脚，假如我能快速地提起另一只脚，也许就可以……

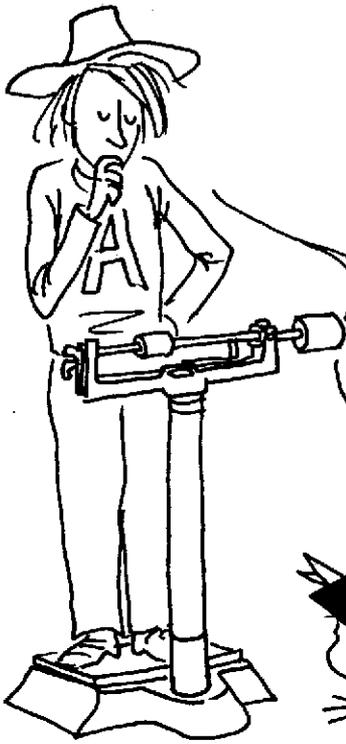


可能都是因为我头顶上的空气在压着我。



嘿嘿！正好相反，根据阿基米德定律，你周围的空气对你产生浮力作用能使你的体重减少大概 80 克。

阿基米德的故事

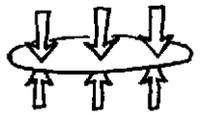


你是说，我称体重的时候，由于空气浮力作用，磅秤显示的不是我的真实体重？

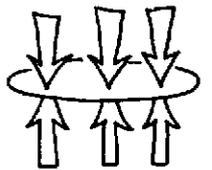
对，其实你的体重比显示的要多80克。



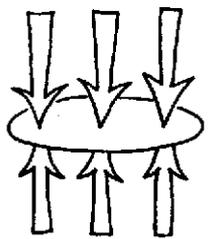
阿基米德定律，阿基米德定律，人们经常说，它到底是什么啊？



流体对浸入物体的作用

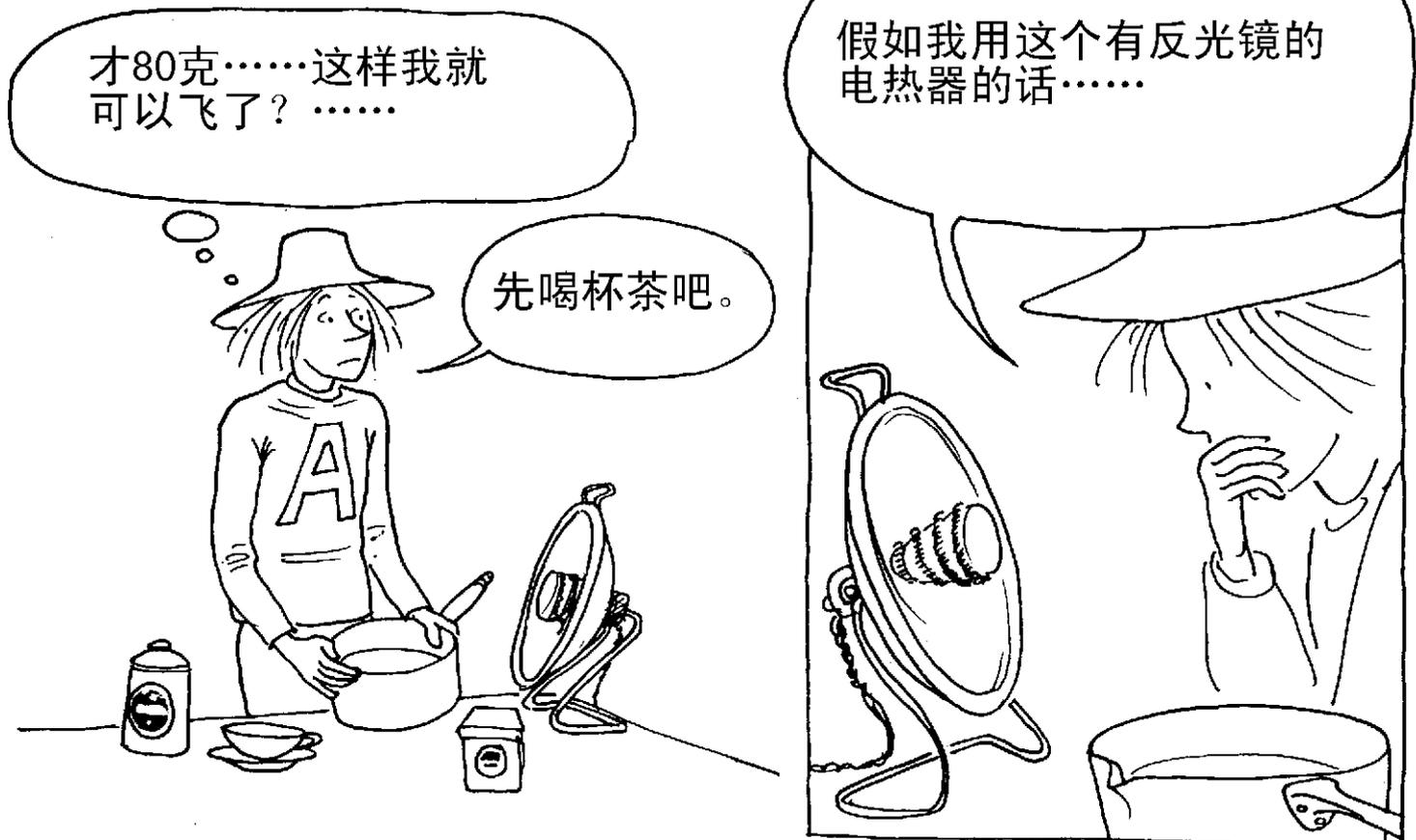


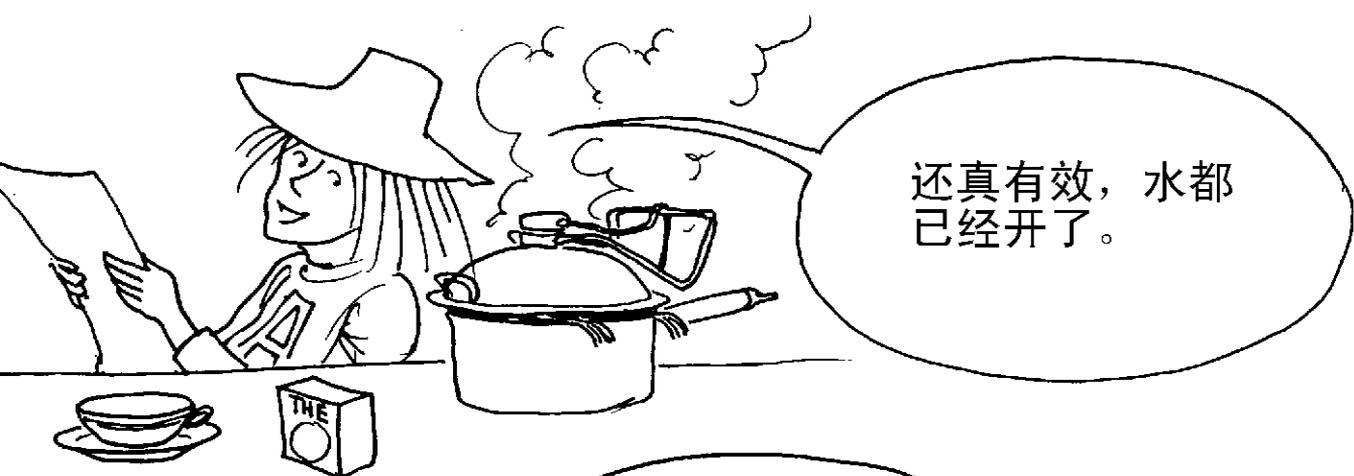
想象一下，一个浸在空气中的圆盘：它上面的气柱压在它的上表面。这个气柱越高，圆盘受到的压力也就越大。但是，如果这个圆盘无穷薄的话，它上下表面所受到的两力因为方向相反而大小相等，就会相互抵消，这样，合力就为零。





热对流



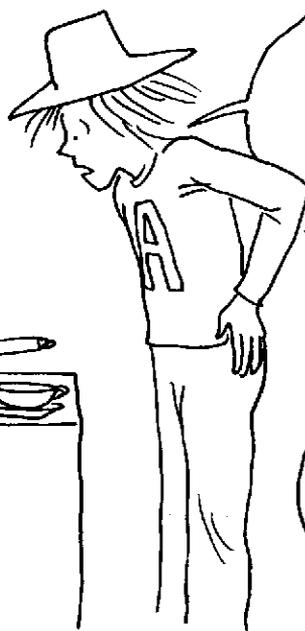
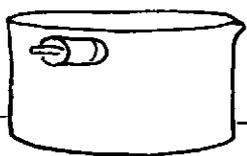


还真有效，水都已经开了。

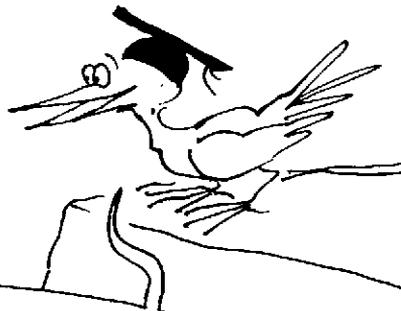


但茶怎么完全是凉的？

锅里的水也一样。

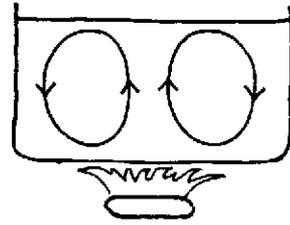
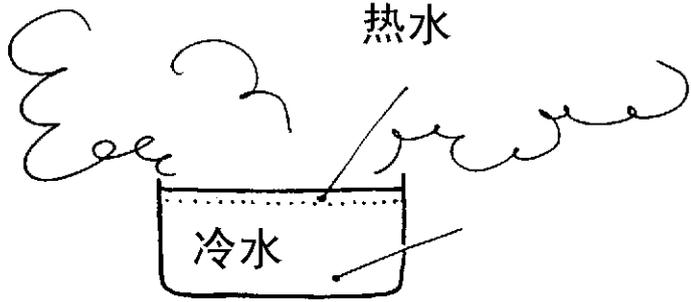


我是不是眼花了？
刚才水还在沸腾呢。



其实你只是给表层的水加热，这层水受热膨胀、密度减小，所以会浮在表面，而且还不断蒸发。水其实并没有烧开，你看到的不过是一些表层的水蒸气罢了。

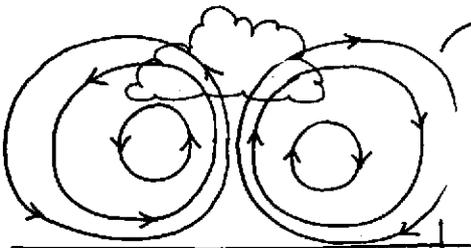
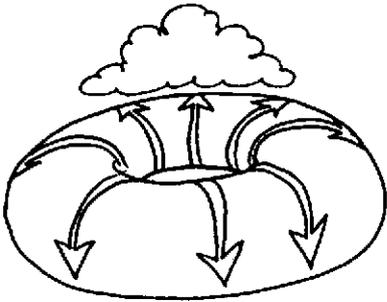
热水



相反，如果在锅底加热。当低层受热点的水被加热后在表面冷却收缩而密度加大，又会从两边下降。这就是热对流。

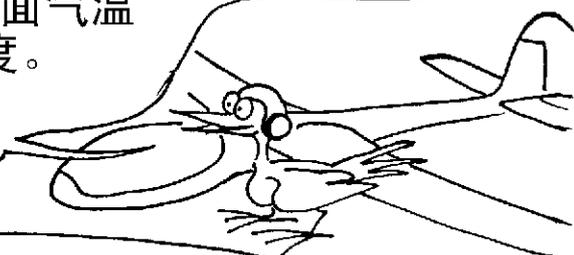
在大气层里，也有这样的对流。地面上的受热点因太阳辐射而加热，周围空气的温度就会升高，这样，湿度也就随之升高（空气温度越高，就越能容纳水蒸气）。同时空气因受热膨胀，就会上升。随着海拔的升高，空气里的水份又会因为温度降低而凝固，形成一朵漂亮的积云。

所以我就称这种云为对流云。



受热点

这个自然现象使大气温度变得均匀。如果没有它的话，地面气温就会达到100多摄氏度。



如果我能抓住这样一股往上升的热气团的话，说不定我就可以飞到天上了……



小心你的脚，真是的！



谁在说话？

你能不能去别的地方想事情呀？

你差点儿踩到我了，好险呀！

对不起！

飞！？好像生活还不够复杂一样！

首先，我们博学的祖先早就说过了：

从数学的角度看，
飞是不可能的。

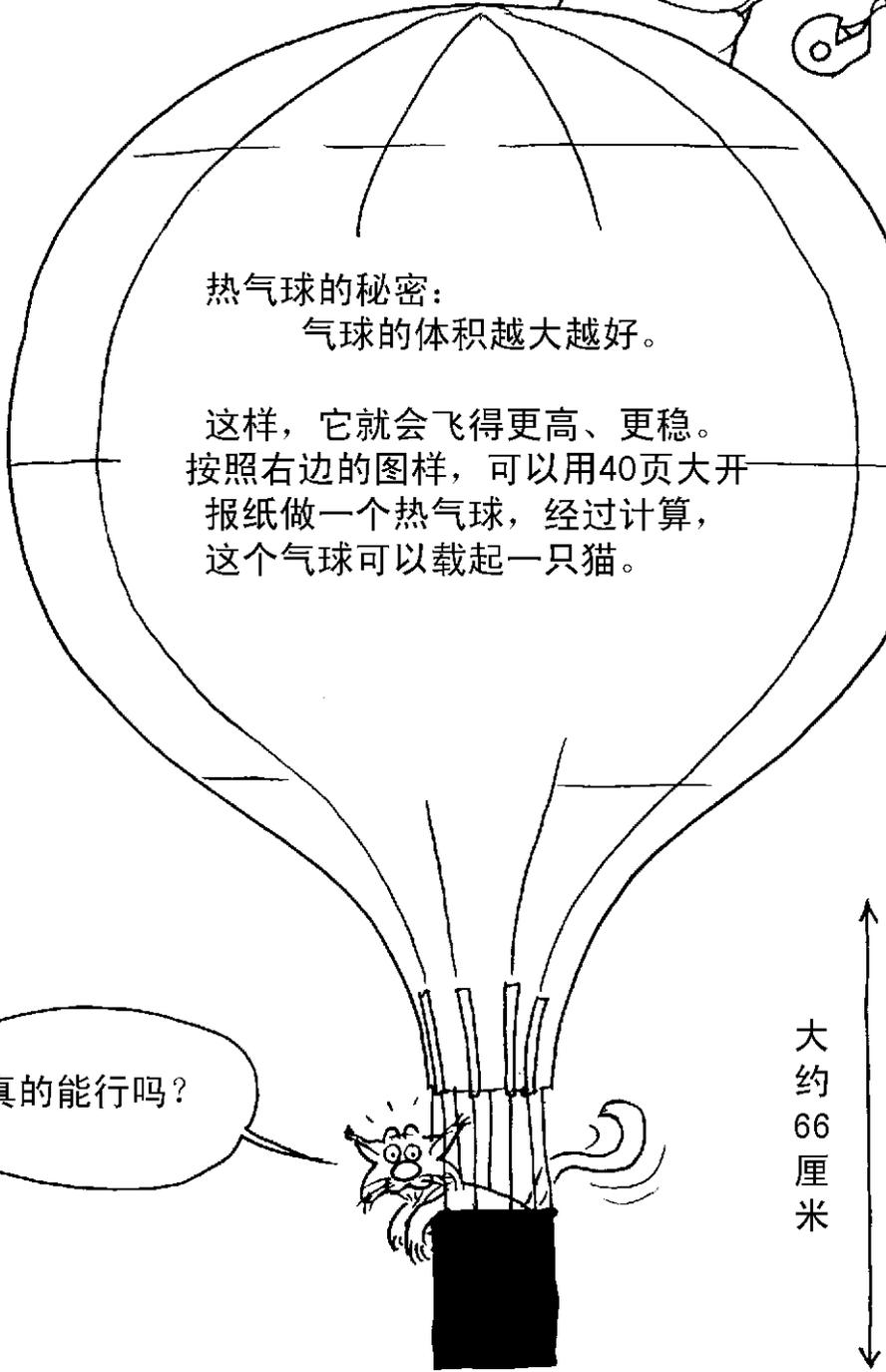
而且，老实说，难道你就没有
其他更重要的事情可做吗？
想飞？.....

无聊！



有了！
我可以把热气装到一个袋子里.....

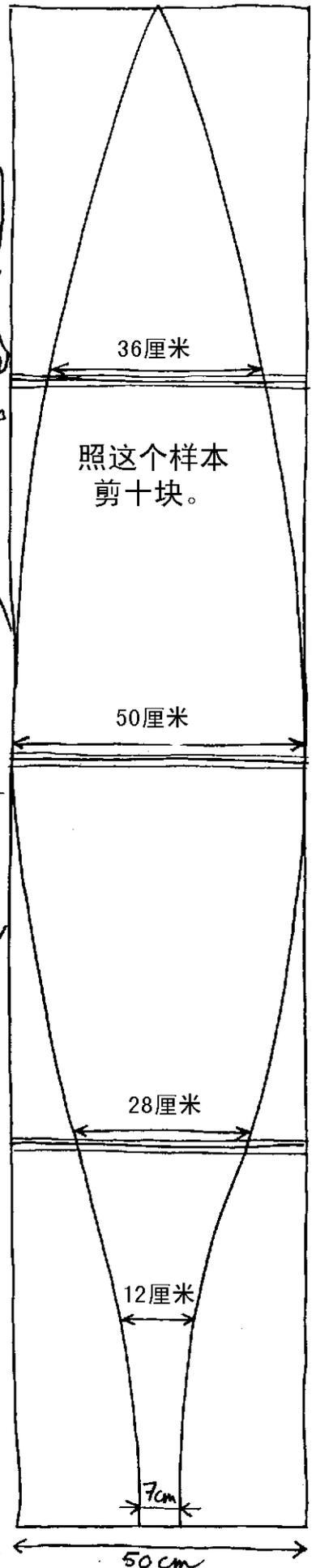
轻于空气的 飞行器



热气球的秘密：
气球的体积越大越好。

这样，它就会飞得更高、更稳。
按照右边的图样，可以用40页大开
报纸做一个热气球，经过计算，
这个气球可以载起一只猫。

真的能行吗？



四张大开报纸，用透明胶带粘起来

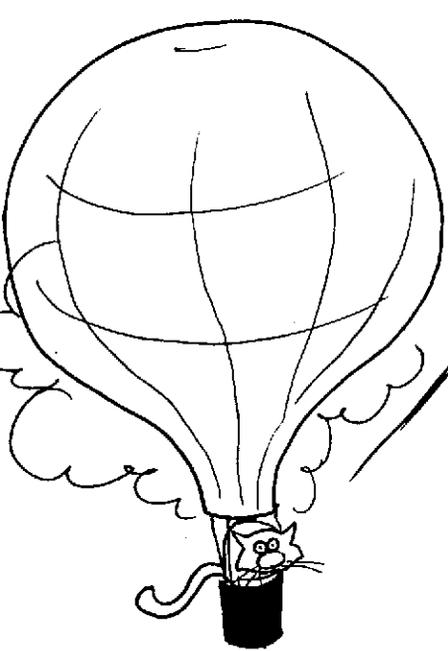
昂赛尔姆就是这样制作他的热气球的。



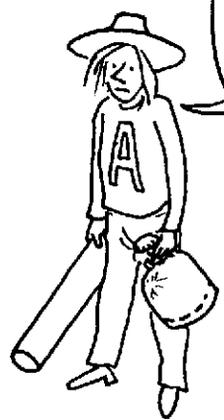
他想谋杀!?

我讨厌物理!~

用火炉烟管保护热气球，
然后用野营气炉加热。
到加足热的时候，才能把猫
放到篮子里去。



世界上还没有过一只猫能像我这样飞起来！

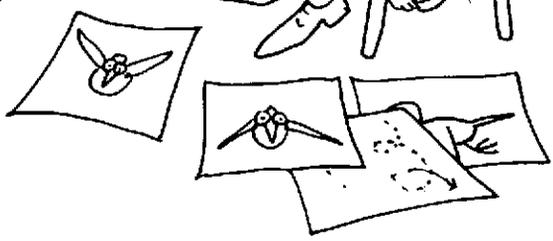


只是几张报纸……翱翔蓝天的梦还远着呢。而且用热气球飞，都是风在掌舵，我也不能控制它的方向……

飞翔的秘密，到底是什么啊？？



快一点，我好累！



不行，还是不行，到底为什么？
是我做的翅膀哪里出错了？

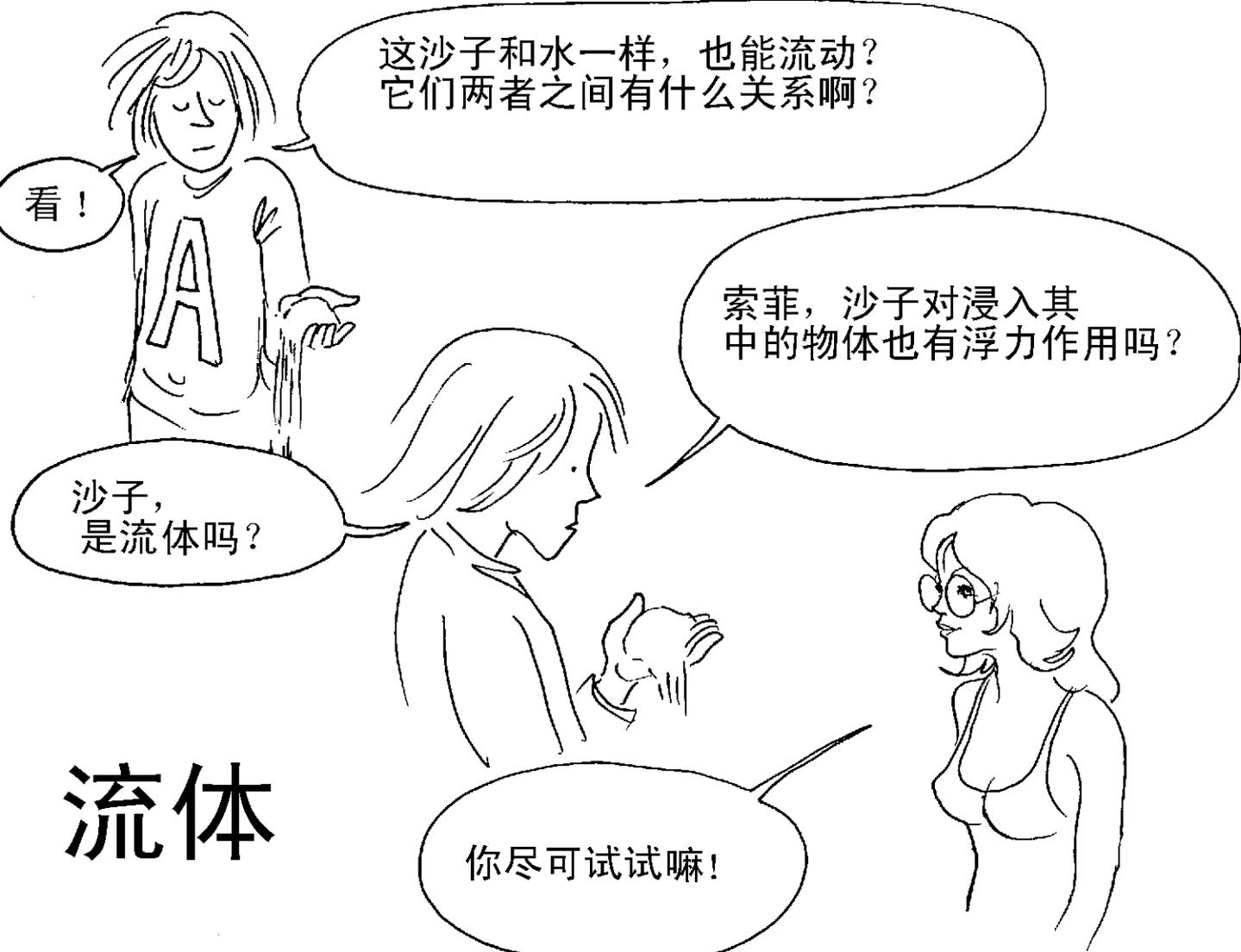
到底怎么回事？

喂……
喂……

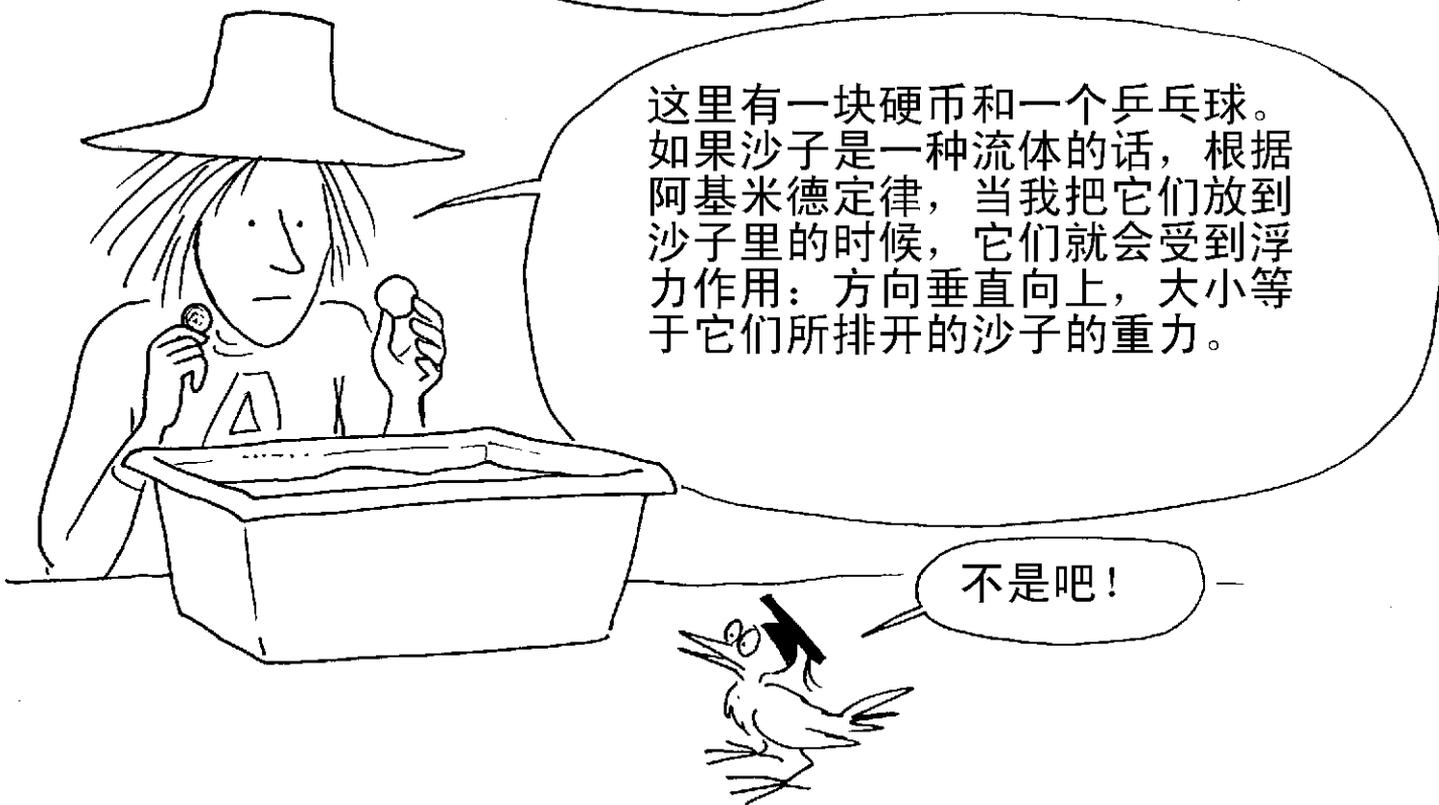
昂赛尔姆，如果你想要知道
怎么才能飞的话，首先要了解
流体力学。飞，不是这么简单的。

流体，是什么啊？
是一个可以流动的
物体？

可以这么说，但
它又比你想象的
要复杂得多。



流体



我把乒乓球埋到了沙子里面，把硬币放在上面。理论上讲，乒乓球应该会浮上来，而硬币会沉下去。

什么也没有发生……

可能是时间问题吧
.....

你的朋友是不是疯了？

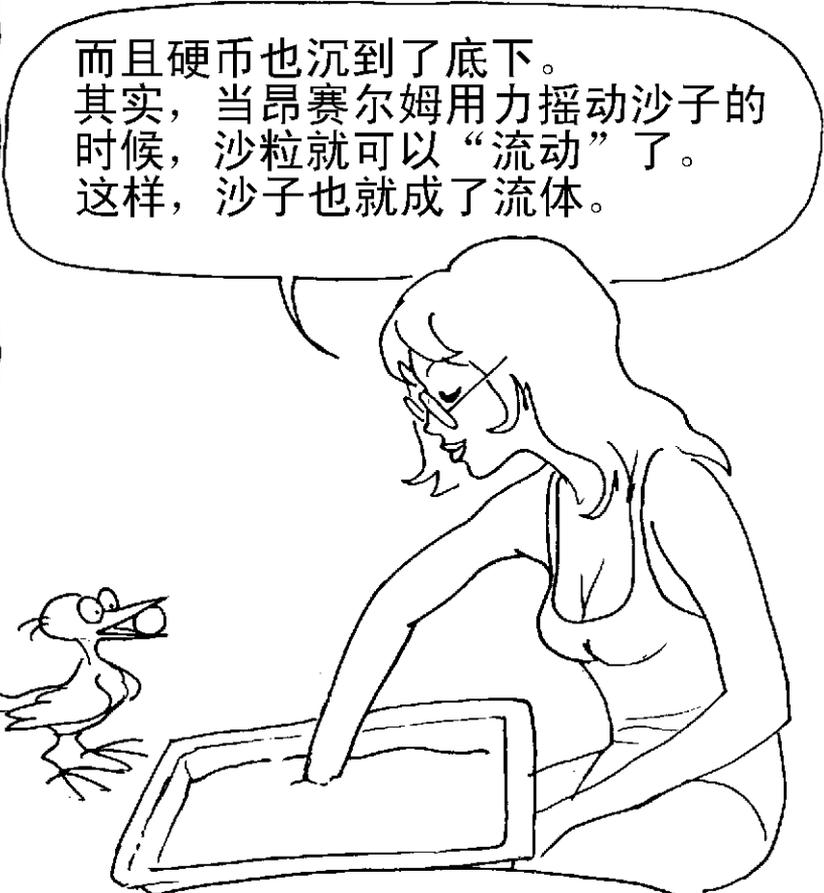
要学好物理的话，不可钻牛角尖！

不行……
怎么还是不行？！
这是什么实验啊？

我受够了！



快看！
乒乓球浮上来了。



而且硬币也沉到了底下。
其实，当昂赛尔姆用力摇动沙子的
时候，沙粒就可以“流动”了。
这样，沙子也就成了流体。



索菲说，沙粒越细，
乒乓球就浮得越快，
硬币也就沉得越快。



那么，流体就是像沙子那样
由很细的微粒组成的，可
以自由流动的物体吗？！？



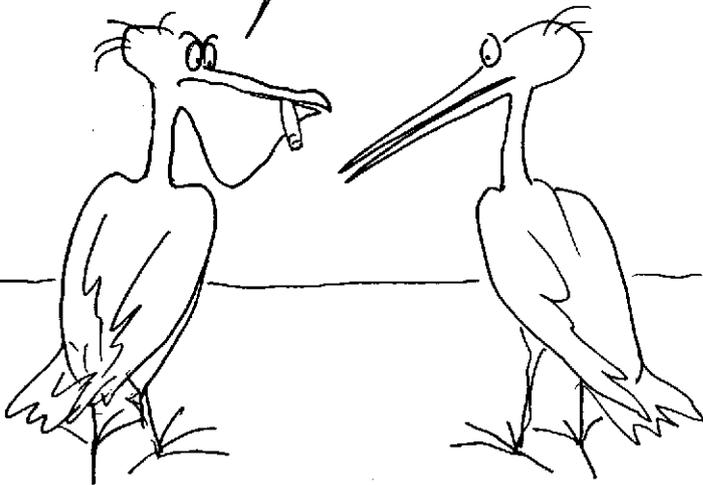
索菲和我们说，德谟克利特就
是这样在公元前1世纪靠直觉
发现了原子的存在。

（“原子论”的创始者）

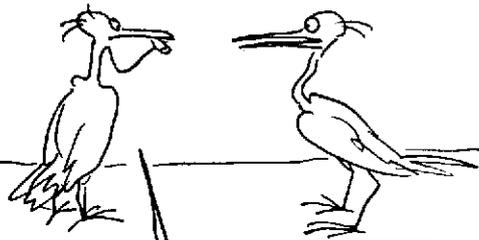


索菲，总是什么都
知道。

也就是说，亲爱的，
卡门贝干酪也是一种带有
粘滞性的流体。而且，
玻璃* 好像也是……

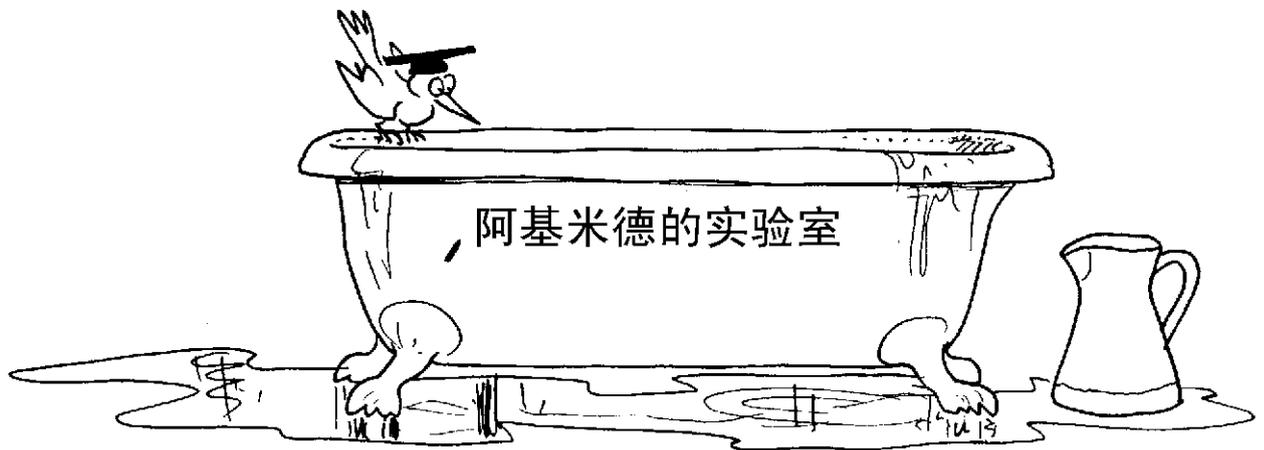


你是想说……
阿基米德定律……



不要让我说我不想说的东西。

* 事实上，玻璃也的确是一种非常粘稠的流体。





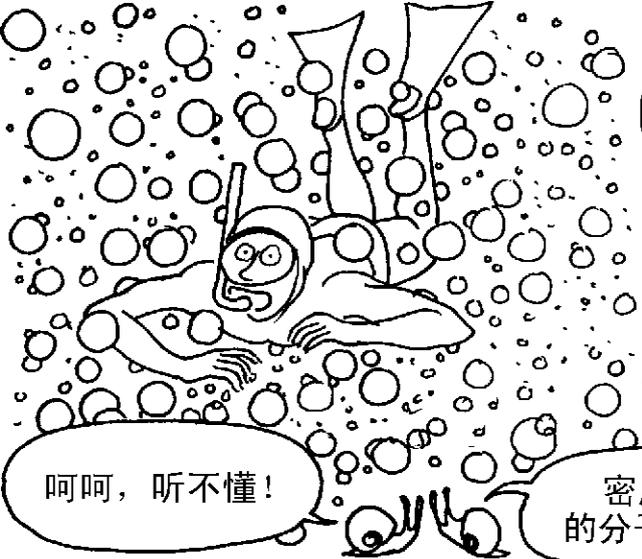
昂赛尔姆，如果你想了解流体性质的话，首先就要知道它是由很多细小的微粒组成的。而且这些微粒在不断无规律地运动着，形成我们所说的“分子混沌”。

“分子混沌”就算了吧！

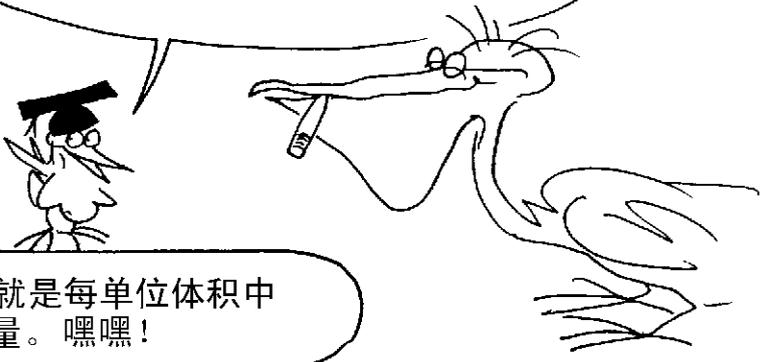


在我们吸进来的1立方厘米的空气中，就大约有二百万亿亿个圆圆的细微分子。而且它们非常微小，小得连世界上最先进的显微镜也看不到。

密度



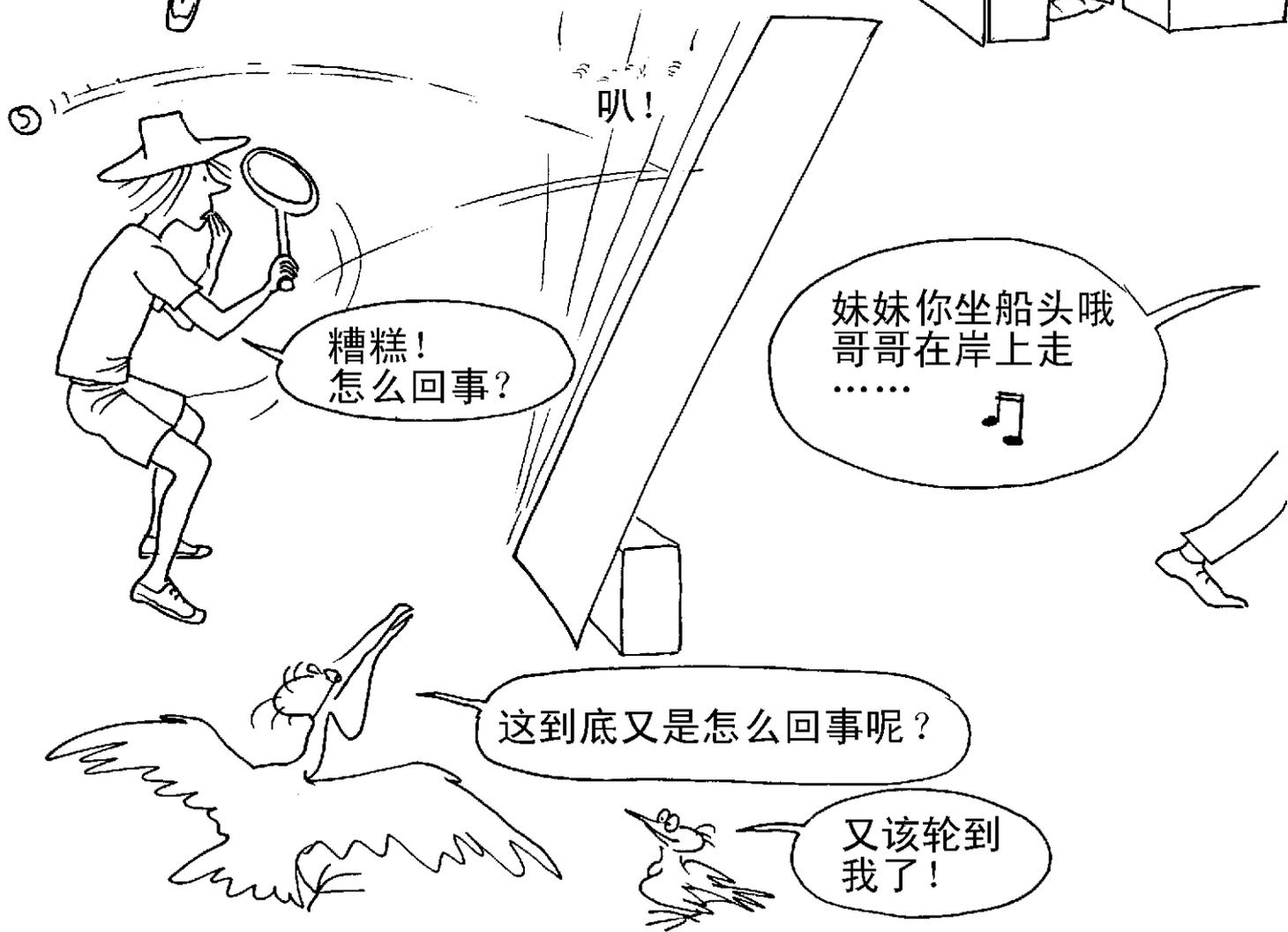
密度的概念显得如此简单，我都差点忘了讲了。

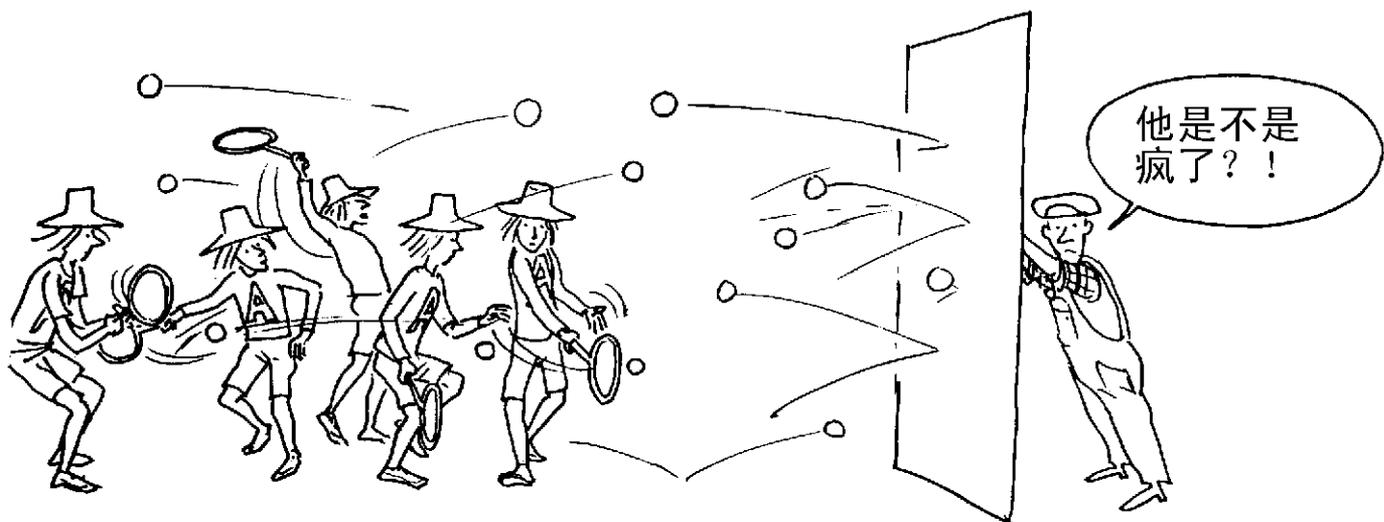


呵呵，听不懂！

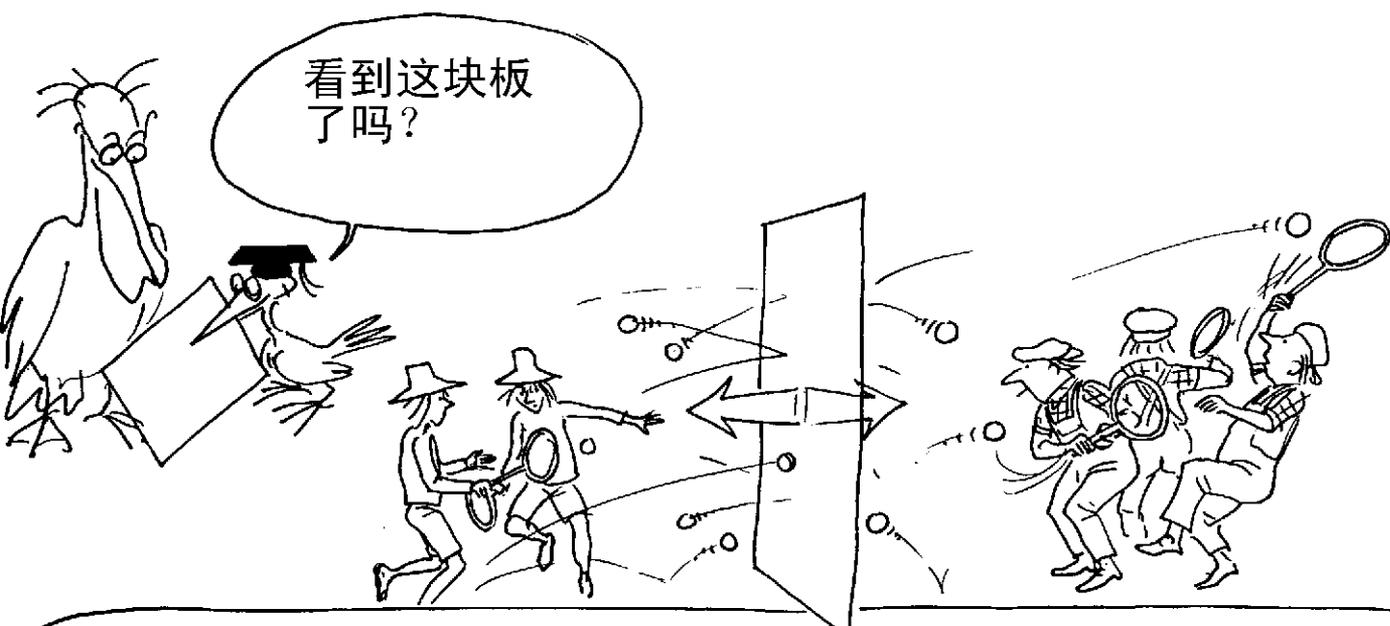
密度，就是每单位体积中的分子数量。嘿嘿！

压力

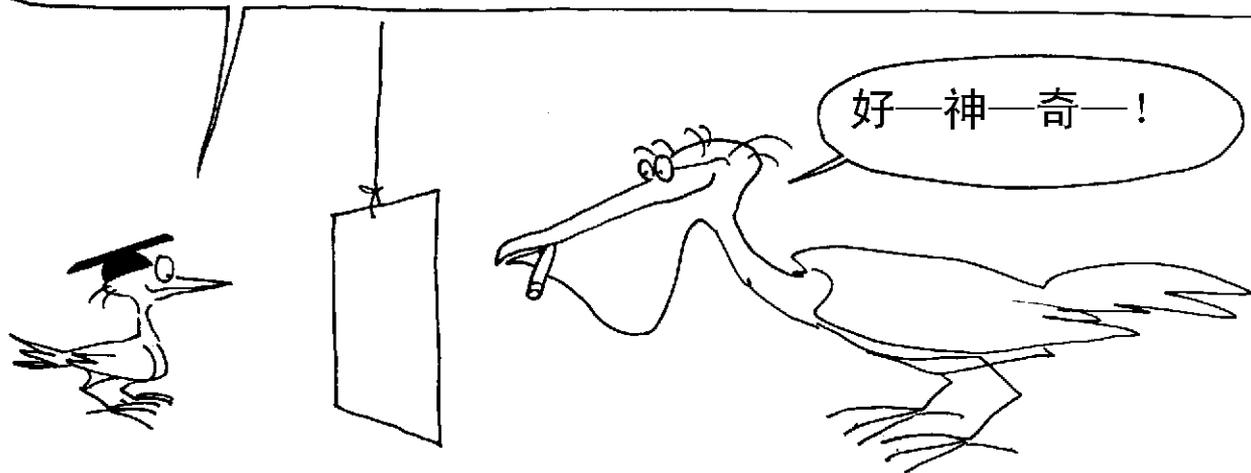




当空气中无数的分子不断撞击木板的时候，
木板就受到了空气所施加的压力。

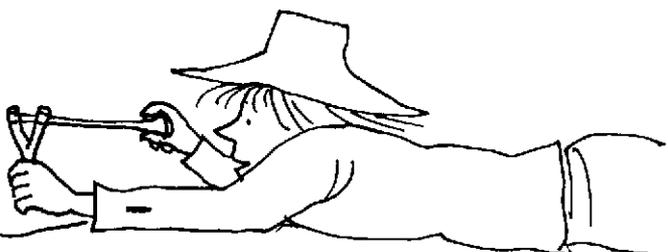


它之所以能保持静止状态，是以为它左右两面受到的空气压力
大小相等，两力互相抵消，这木板也就能静止不动了。

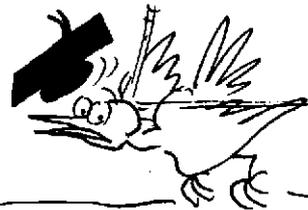


动能

一个质量为 m ，速度为 v 的物体……



砰~

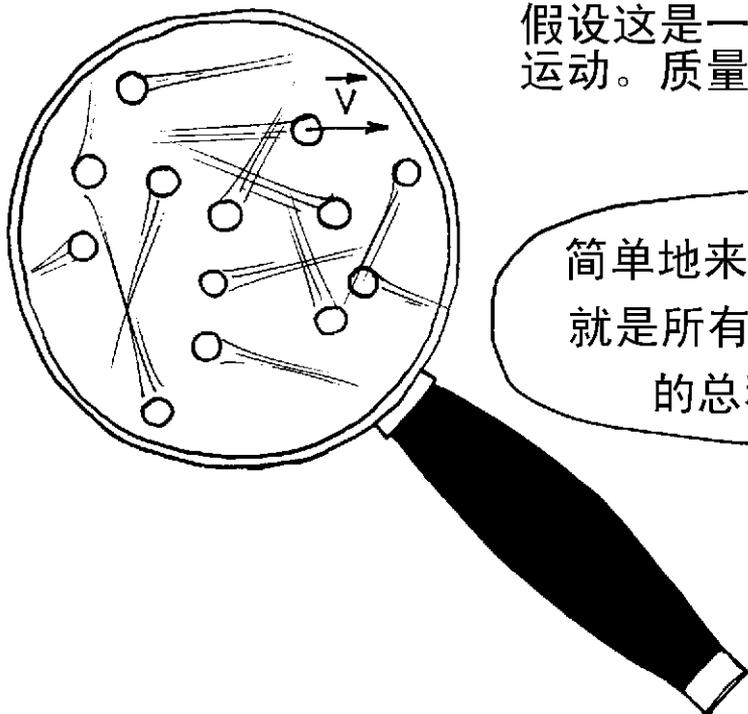


……具有一定的动能，根据定义，其大小为：

$$\frac{1}{2} m v^2$$

热能

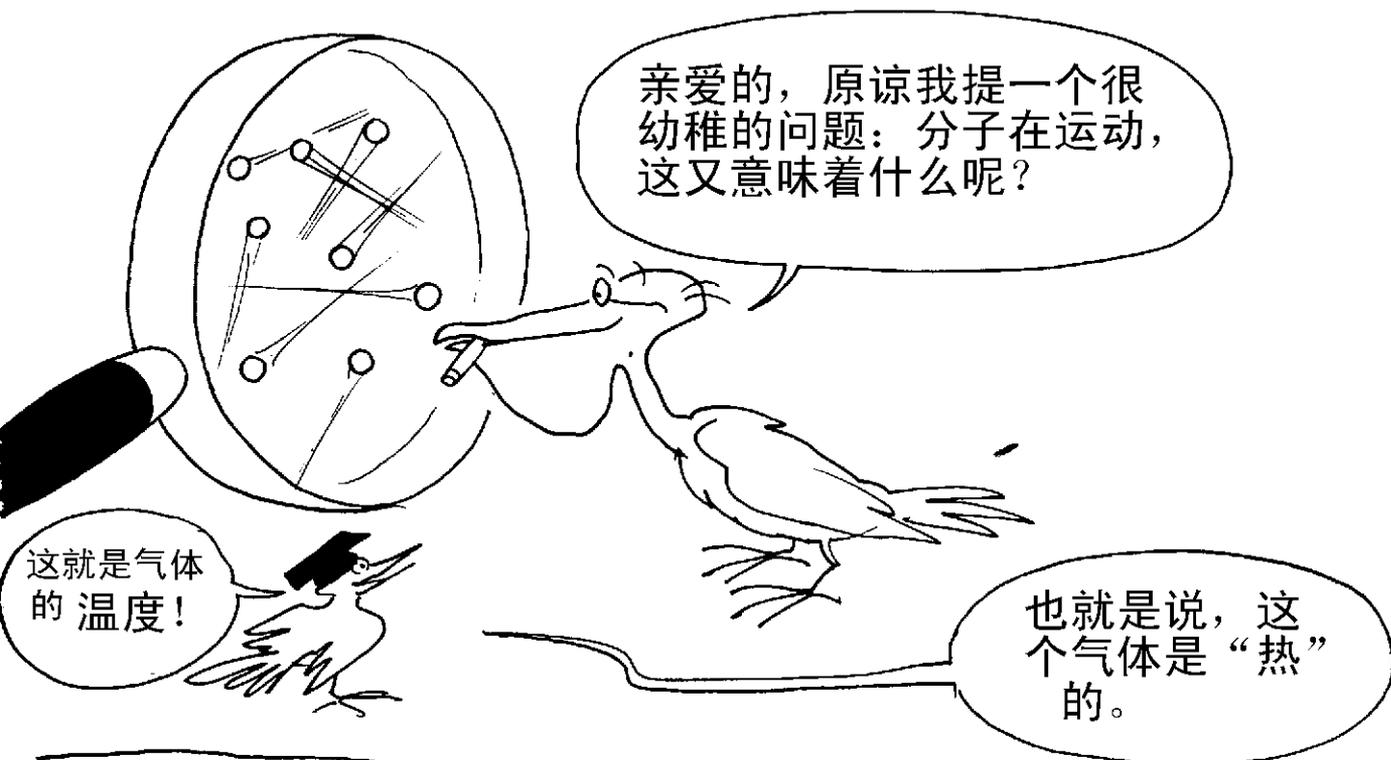
假设这是一种气体，所有分子在做无规律运动。质量为 m ，分子运动速度为 v 。



简单地来说，这个气体所具有的热能，就是所有分子动能，也就是 $\frac{1}{2} m v^2$ 的总和。

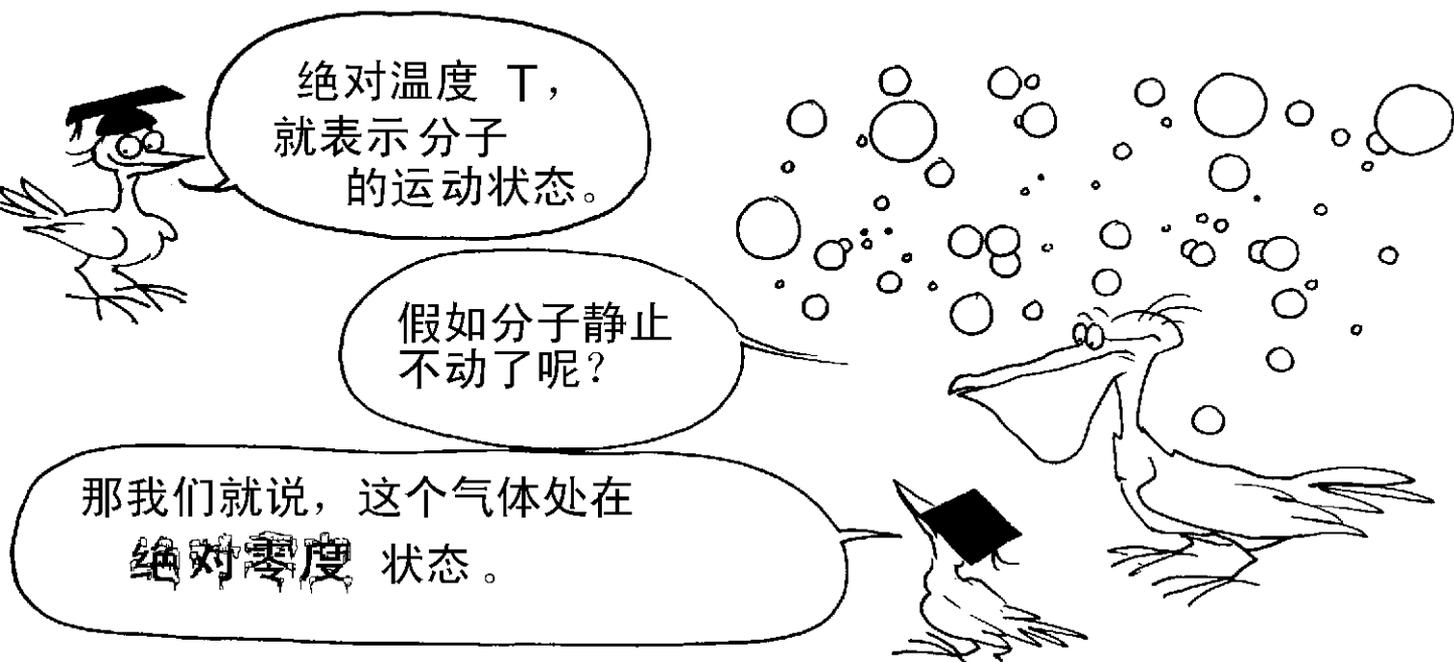


温度



气体的绝对温度 就是这个气体里一个分子的动能，也就是 $\frac{1}{2} m v^2$ 的值。

总部



分子不再运动，对木板也就没有撞击。所以对它的压力也就为零。

温度不能再比绝对零度更低了。就像一个完全静止的物体不能更加静止了，不是吗？

恩~我全明白了！



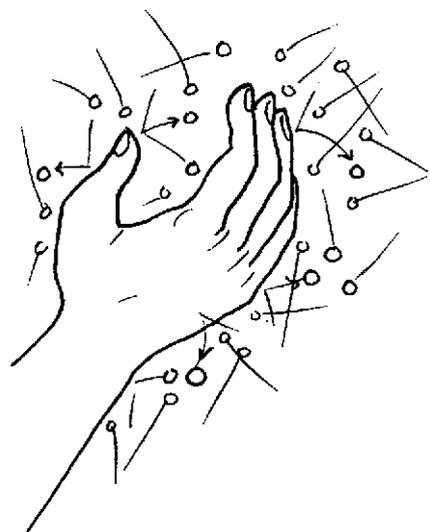
总结一下：气体里的分子越多，运动速度越快，它的气压也就越高。

热能传递



一个浸在流体里的物体，会受到无数分子的微小撞击。这样，这些分子之间传递、转换能量。

流体的密度越大，传递热能的能力也就越大。所以水传递热能的本领就比空气大。



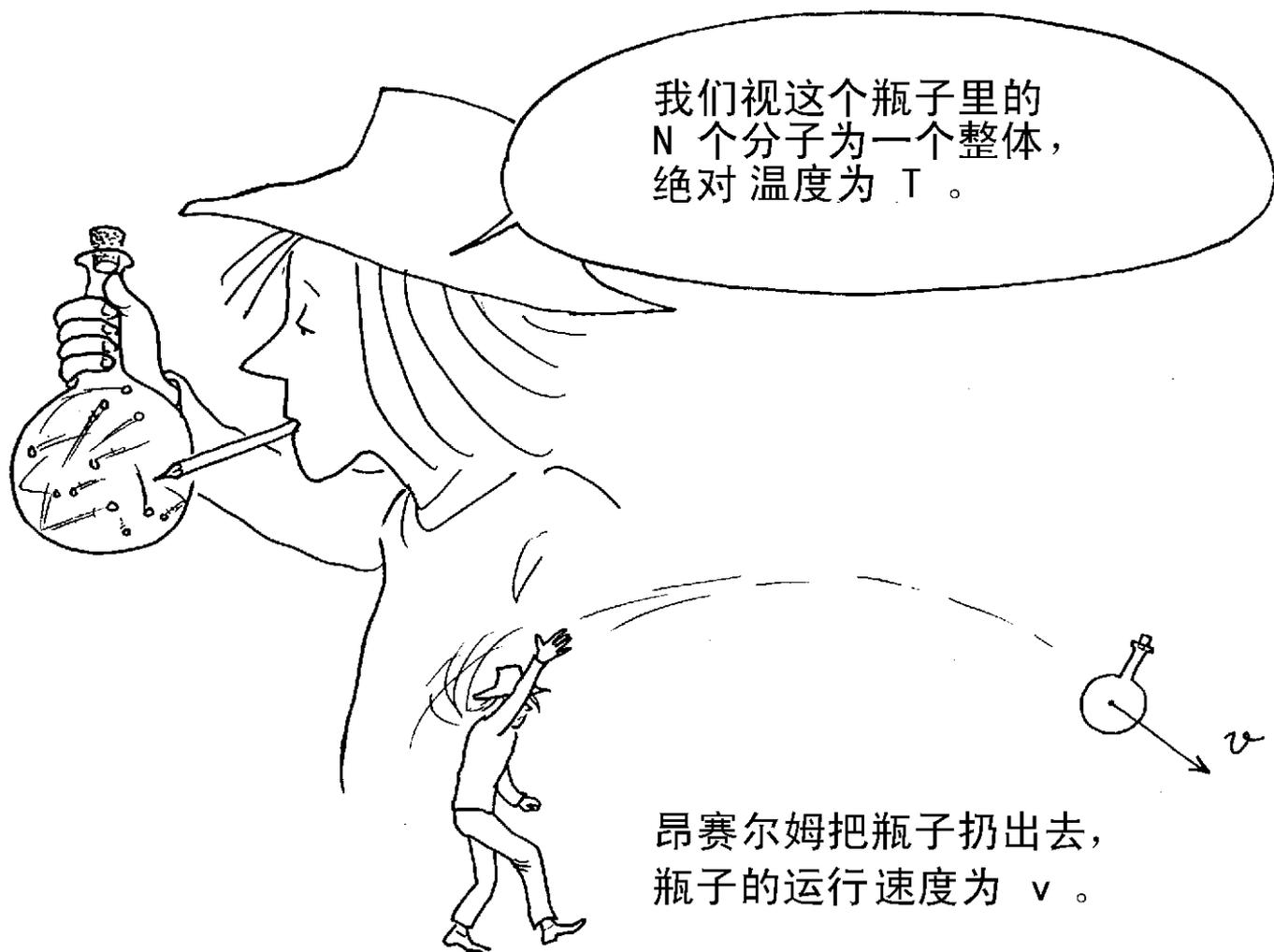


在太空中，空气极其稀少（1立方厘米大概只有10个分子），但由于它们运动速度非常快，温度可以达到 2500°C 。然而它却不会把宇航员烫着，那是因为分子太少，互相之间的热能传递也就很少。

气温非常高，但热能却是微不足道的。

好冷~2500摄氏度了，可我怎么还冷得直打哆嗦呢？

整体能量



我们视这个瓶子里的 N 个分子为一个整体，绝对温度为 T 。

昂赛尔姆把瓶子扔出去，瓶子的运行速度为 v 。

当这个整体速度为 v 的时候，它的动能为 $\frac{1}{2} M v^2$

M 为瓶子里所有分子的总质量。



那也就是说有两种形式的动能。



可以这样说，
但又不完全正确……
瓶子里的所有分子的总能量，
等于上述的动能加上每个分子的热能。

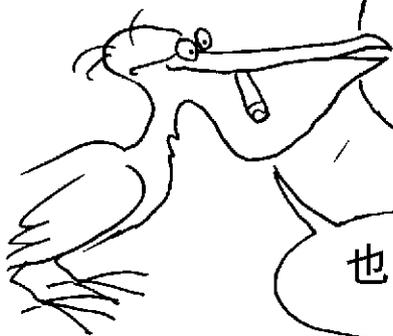
老实说，流体力学还真的很复杂！

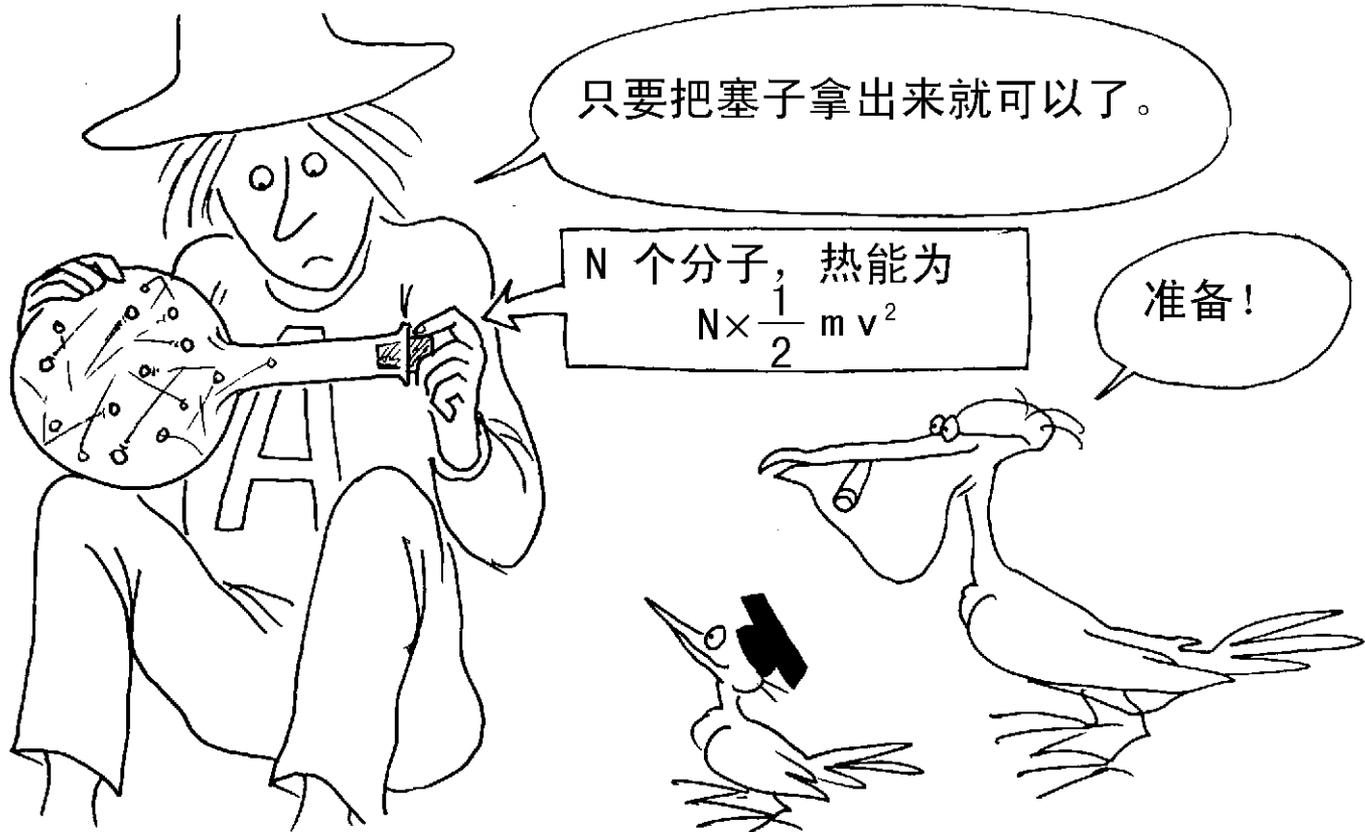
你不是“想”飞吗？
那就要“学”
飞啊！



有了，这本书里说，
分子的热能可以转换为
动能。

也就是说，“热”在“动”。





只要把塞子拿出来就可以了。

N 个分子, 热能为
 $N \times \frac{1}{2} m v^2$

准备!

能量守恒



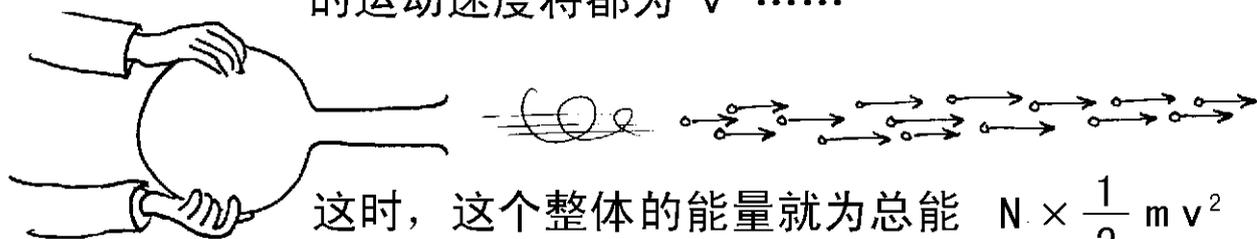
啊!?

我们假设外界没有任何阻拦物, 也就是说, 这些气体分子向真空释放。

总部

$V =$
分子运动速度

当热能全部转换为动能的时候，所有分子的运动速度将都为 v ……



这时，这个整体的能量就为总能 $N \times \frac{1}{2} m v^2$

根据能量守恒定律，这个系统的总能量，也就是说整体的动能，加上每个分子的动能（即热能），保持不变。

总部

根据能量守恒定律，在这个气体分子释放的例子中，我们就可以知道

$$N \times \frac{1}{2} m V^2 = N \times \frac{1}{2} m v^2$$

也就是说 $v = V$ 是不是啊？



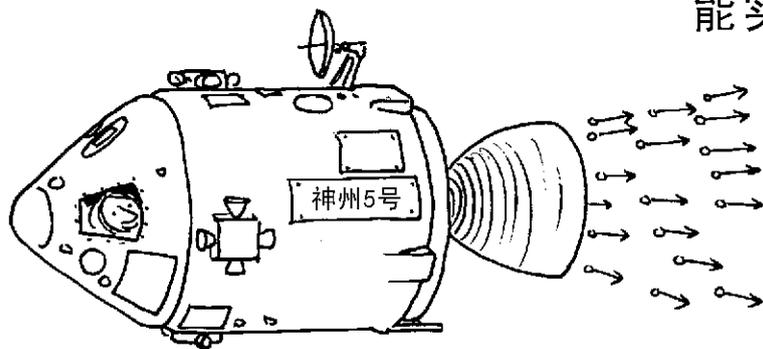
完全正确！

一个热能转换动能的例子：

反作用力推进

火箭后面的喷气式发动机就是最好的例子，其特殊几何形式能实现从热能到动能的最佳转换：

当气体释放出来的时候，它对发动机内壁压力的合力就不再为零，



从而产生了推力。

我懂了!

想要飞起来的话，只要在这下面吹气就可以了

让我试试看!

好像不太有效!?

你仔细看看那些鸟的翅膀，它们的形状跟你的雨伞是不一样的！
你总是想一下子就把所有的东西都学会……
还是继续努力吧!

索菲，你说得对!

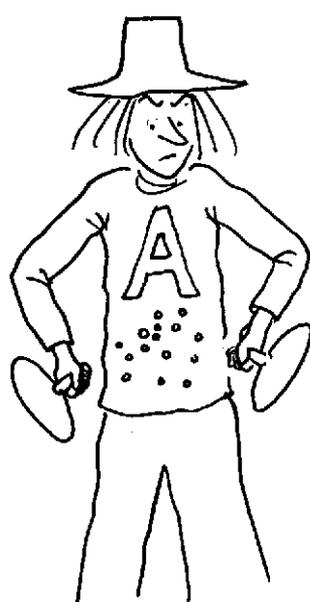
她这么盘腿坐着，不累吗?

你整天缩在壳里，你觉得类吗?

嗯...

不可压缩流体的流动

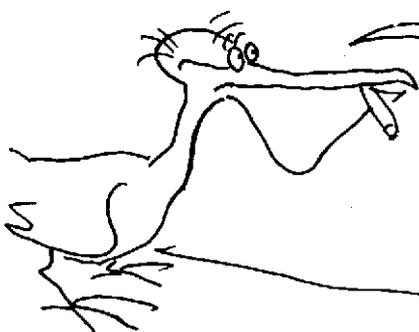
我们常说“像空气那样自由”，它讲的就是空气的流体性质。事实上，空气中的气体分子非常讨厌拥挤在一起，所以总是“希望”自己能离别人远远的。



用这种方法，我真的永远也不能抓到空气吗？

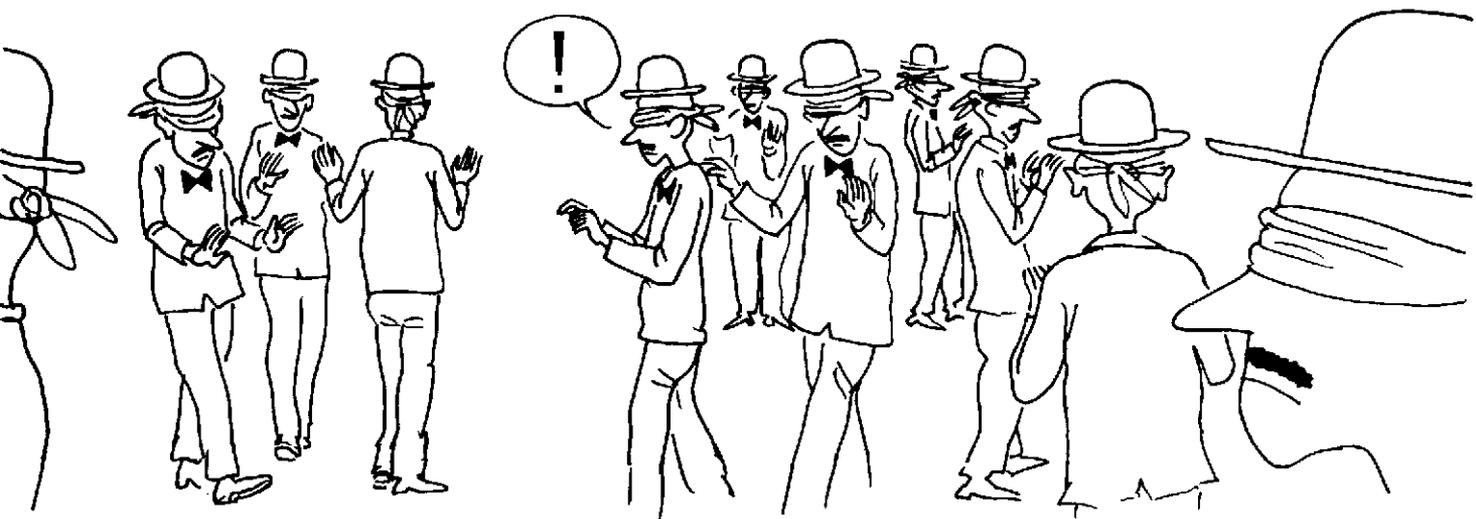
你输了！
哎，你的动作太——慢了！

为什么当拍子拍下去的时候，这些分子都马上“逃”走了呢？



也许是它们太害怕了吧？！

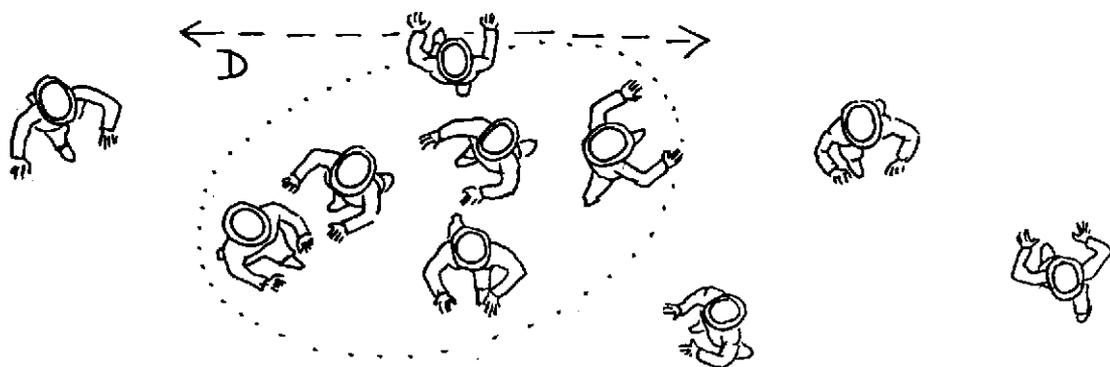
我们可以想象一个广场，那里的人们全都被蒙上了眼睛。这些人就相当于分子，他们以一定的速度在无规律地运动着，这个速度 V 也就是分子的运动速度。



他们的运动是毫无规律的。平均每段为 t 的时间里，他们走的路程为 l ，然后碰到另一个人。我们就称 l 为平均自由运动路程， t 为平均自由运动时间。

在我们呼吸的空气中，气体分子的运动速度 V 将近于340米每秒，而分子自由运动路程约为万分之一厘米，一个分子和周围分子两次撞击的时间间隔为百亿分之一秒。

没有什么东西能使这些蒙着眼睛的人们聚在一起。相反，他们的无规律运动使聚集在一起的一个直径为 D 的人群在 D/V 时间里分散。



其实，这也是这些人走一段路程为 D 所需要的时间，也就是离开这个人群的时间。



这些人不能说话，而且什么也看不到。
当一个物体以低于 v 的速度进入人群的话，他们就可以相互碰撞，来传达消息。
所以在这个物体撞到他们之前，就已经都躲开了。

这个消息以 v 的速度传达，也就是他们的运动速度。

声音

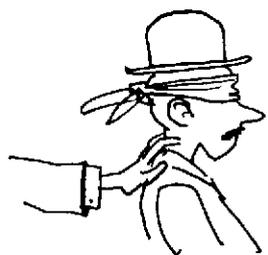
是通过介质传播的波动现象。

声音是一种波，这种波有一定的速度 v 。



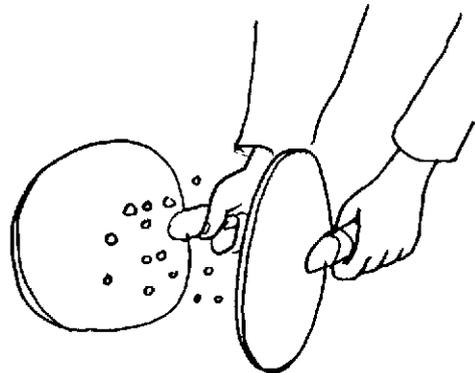
要知道，声音是一种波的推进运动，并非物质的传播。

声音是一种压力波。

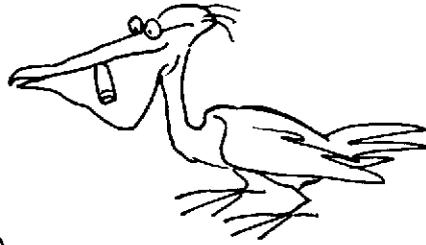
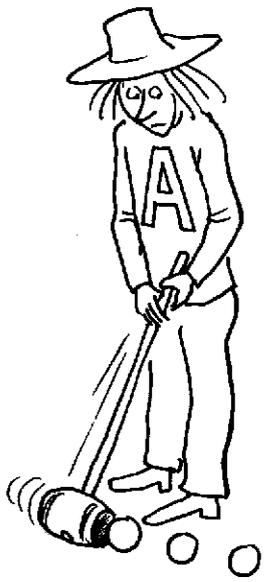


空气中的分子以音速运动，所以当昂赛尔姆的拍子打下去的时候，这些分子就可以轻轻松松地“逃走”了。

而且空气的密度也保持不变，也就是说它没有被压缩。



昂赛尔姆把槌球放成一条线，然后击打第一个球，这样，这个球就会把这个推力传给第二个，然后第三个，第四个……依此类推。这就是声音传播的线性形象化比喻。



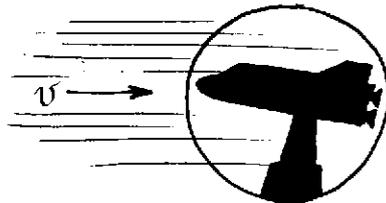
推力的传播

速度的概念是相对的，无论是一个物体进入静止的流体，还是运动的流体撞击



静止的物体，结果都是一样的。

风箱用的就是这个原理。



$$M = \frac{v}{c}$$

其中 v 为流速， c 为音速，我们称 v 与 c 比值 M 为马赫数。

当 $v < c$ ，也就是 $M < 1$ 的时候，流体的流动称为亚音速流。而且流体的密度不会受压力而改变，所以，这时的流体可被视为不可压缩流体。

总部

伯努利定律

这里好象有什么
什么气味儿?

当然是鼯鼠的气味了, 还能
是什么其他的气味呢?

快过来看看!
丹尼尔-伯努利, 瑞士物理学家
1700-1782...

?

嗯, 这样一定能行了。

他在那上边玩什么呢?

终于好了!

什么好了?

我自创的自动通风系统。

起风了，看到没有，里面的空气都被吸到外面去了。

!?!

这是怎么回事?
你是怎么办的到的?

当风遇到我建造的“堡垒”的时候，就会加速。

加速，为什么?



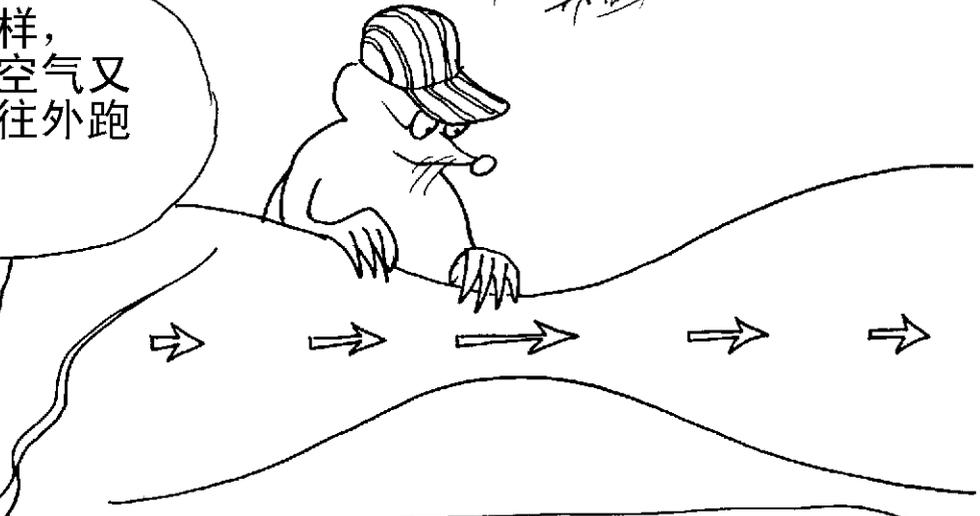
……就像河流经过狭窄的地方形成急流一样。



…… 为了让流量保持不变……



就算是这样，那里面的空气又为什么会往外跑呢？



仔细看看这个流体，它是由很多在做无规律运动的分子组成的。当它经过这个狭窄的地方时，就会加速，也就是说，动能增加。再根据能量守恒定律，我们知道流体的总体能量保持不变，从而得知它的动能是由分子热能转换而来的。热能减少了，也就是说分子运动减速了。



分子运动一减速，气压就减小了？



又因为气压与温度和密度成正比，所以温度降低的时候，气压就减小了。

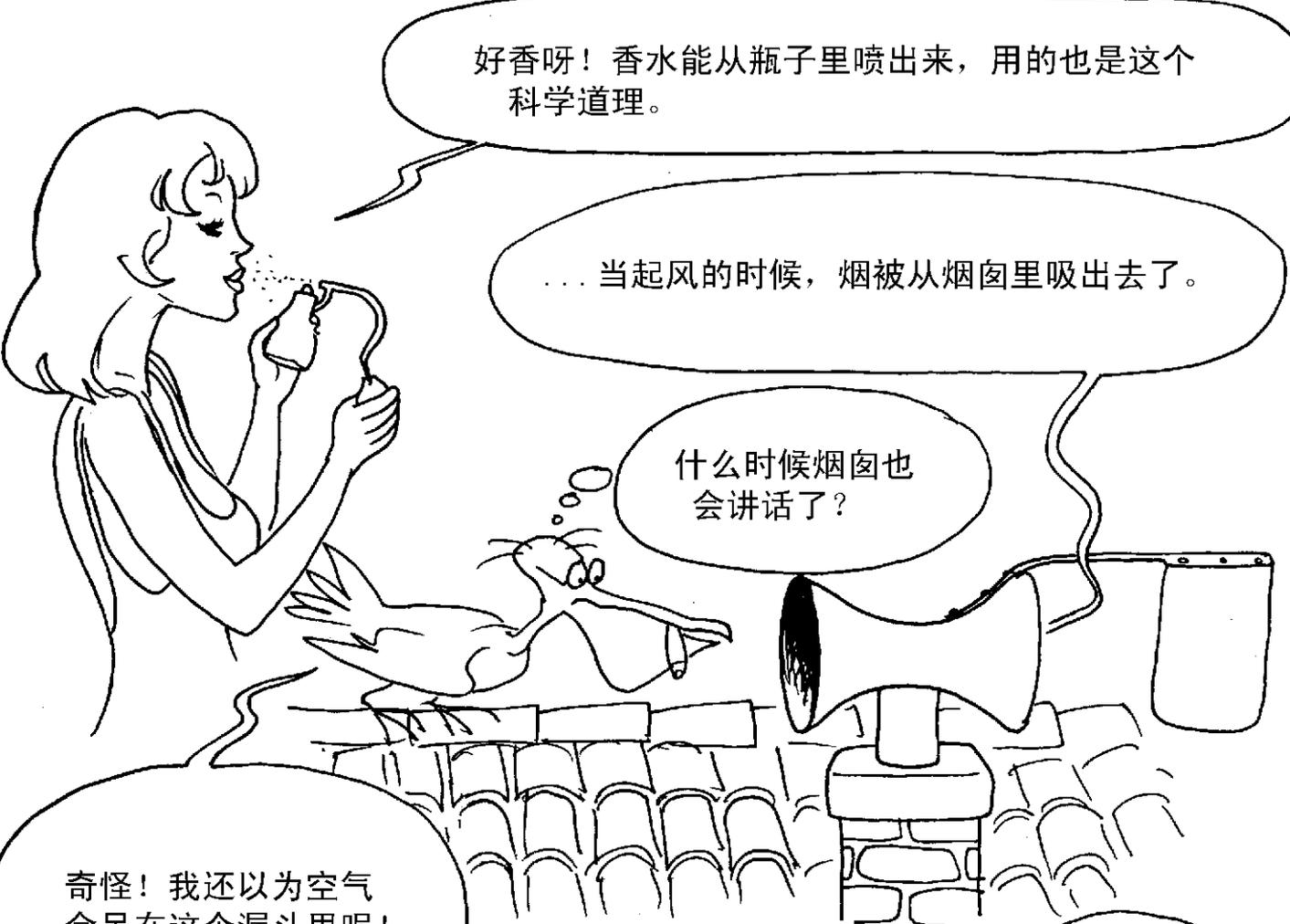
这样，空气就会从气压高的地方往气压低的地方跑了。



好奇怪！刚才车子停在那里的时候，车棚扁扁的，而现在车开起来的时候，车棚却鼓起来了。



当汽车开起来的时候，风吹过来，也就是说空气气流加速，但是密度不变，这样它的温度就会下降，气压也就随之降低。所以车棚就会鼓起来。我懂了！



好香呀！香水能从瓶子里喷出来，用的也是这个科学道理。

... 当起风的时候，烟被从烟囱里吸出去了。

什么时候烟囱也会讲话了？

奇怪！我还以为空气会呆在这个漏斗里呢！

伯努利定律：

流体流速越大，压强越小。

总部

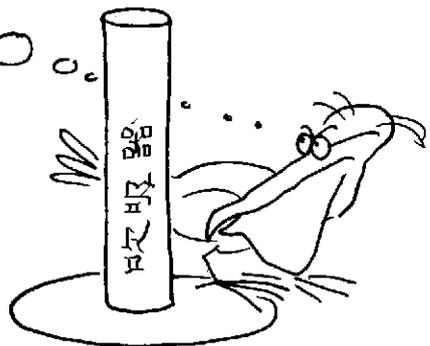


事实上，我们的直觉很容易发生错误，尤其是在对流体的学习中。

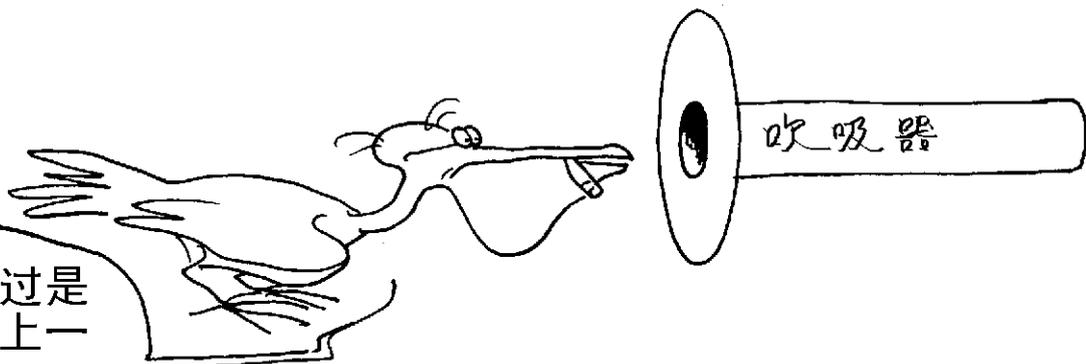
运用伯努力定律的一个

反常现象

根据直觉，难道这不是圆的吗？



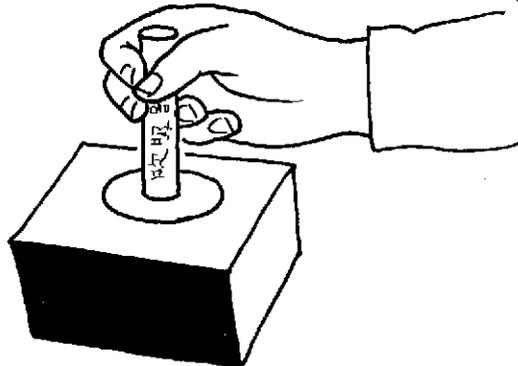
这到底又是什么东西呢？他们的怪玩意儿还真多！

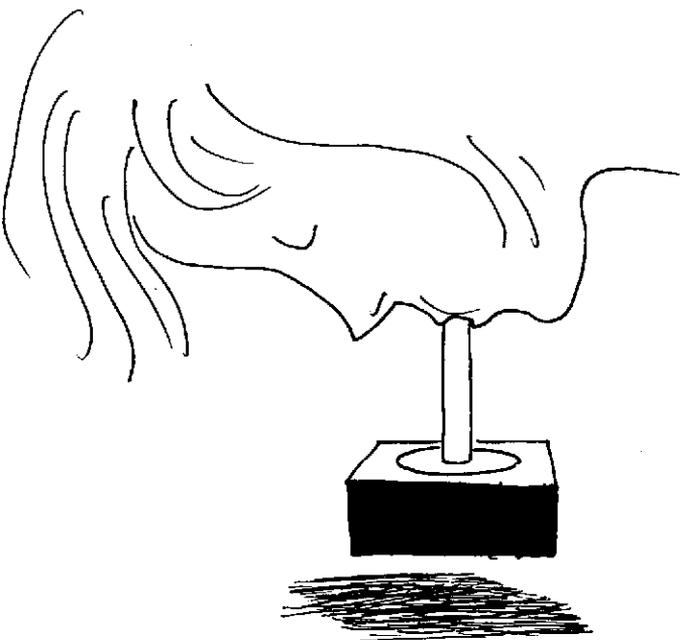


表面上看，这不过是一个圆管，再加上一个环形圆盘而已。

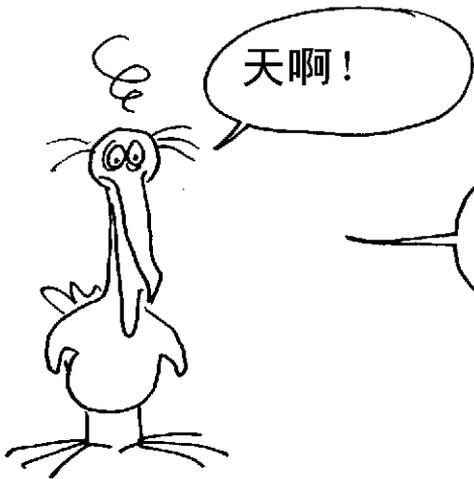


他把这个圆管放在一个火柴盒上。他到底想干什么啊？



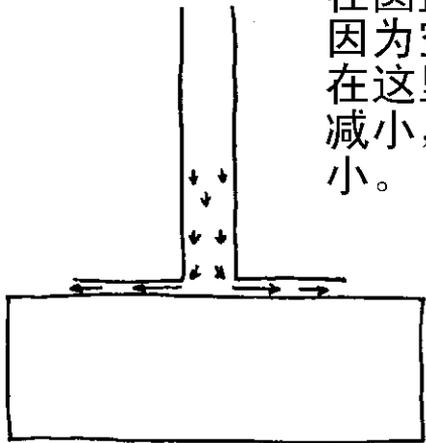


他往里吹气，
火柴盒却被吸住了！！

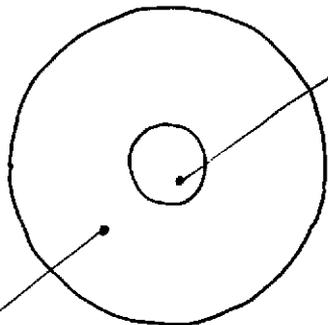


天啊！

他怎么可以把
火柴盒“吹”住呢？

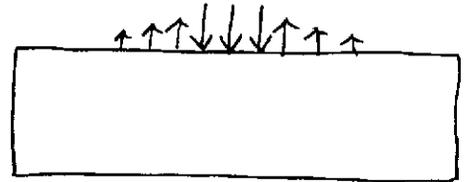


在圆盘和火柴盒相接触的地方，
因为空间小，吹进来的空气就会
在这里猛然加速，所以气压就会
减小，也就是说，比大气压要
小。



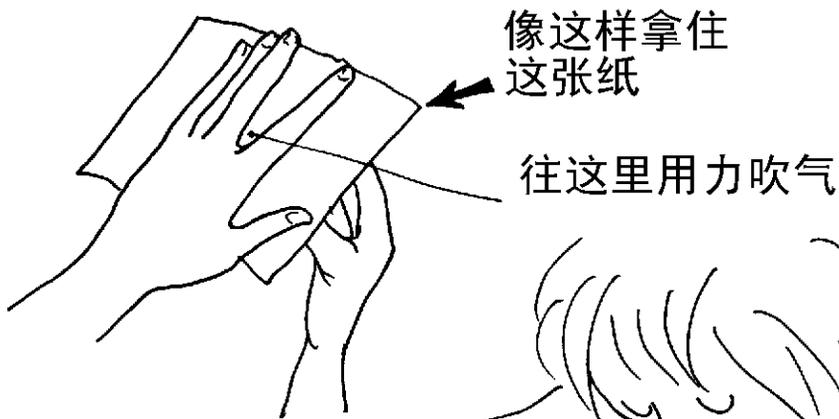
火柴盒上这个和
中心圆管相对的
地方气压为大气
气压，也就是说
高压。

而周边的地方
相对大气压而
言，则处在低
压状态。



这样一来，火柴盒就自然而然地被吸住了。

我们也可以用一张简单的纸来做一个类似的试验。



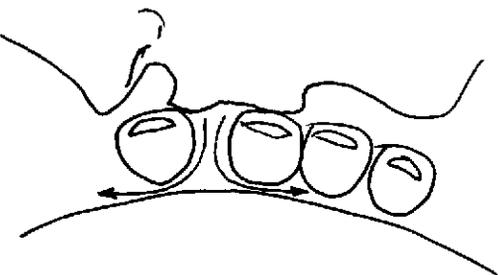
用力吹气的同时，把下面的手拿开。在一段很短的时间内，纸片会贴在手心里。



注意

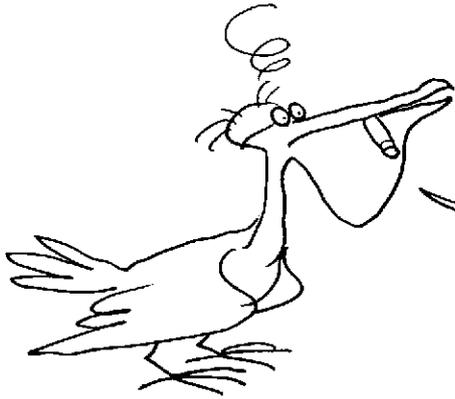
要非常用力吹！

总部





怎么了，快过来一起飞啊！



听了你们今天讲的之后，我还是在地上走吧！

流体、密度、压强、温度、反作用力，伯努力，该知道应该都在这里了。



流体压强

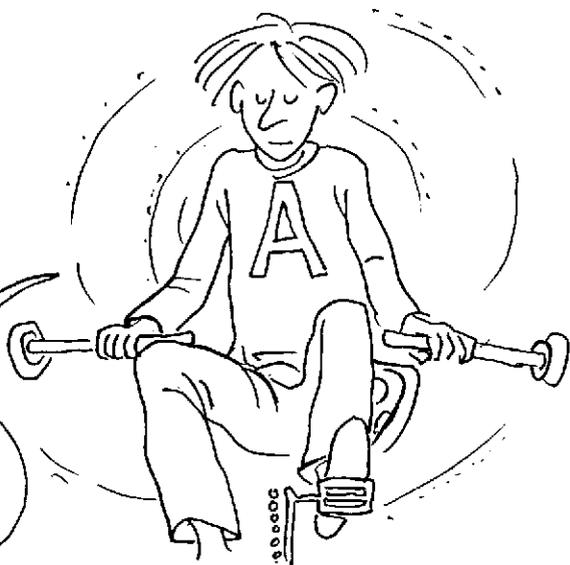
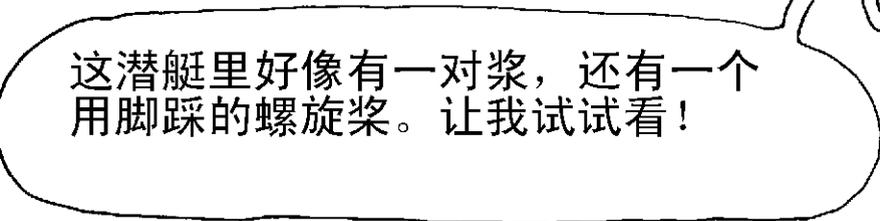
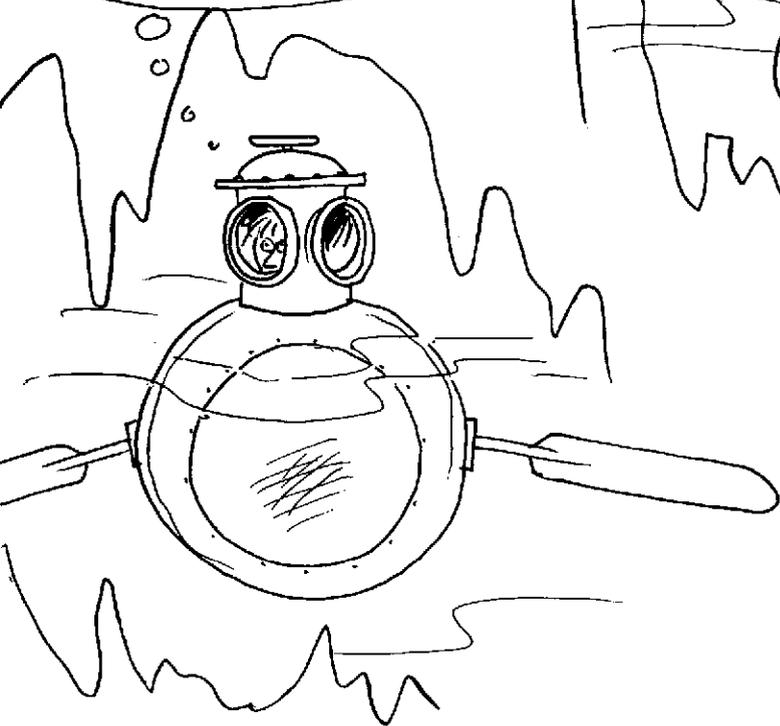
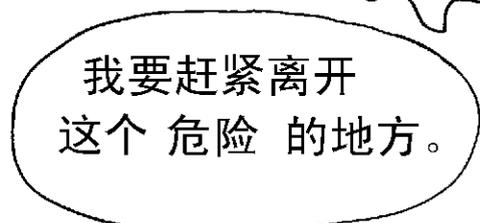
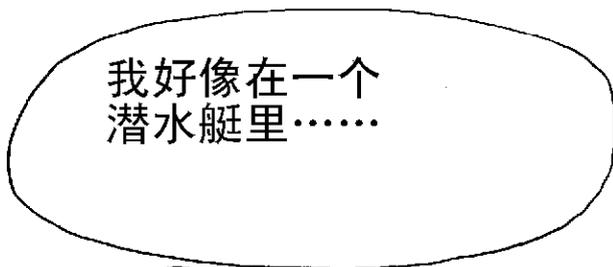
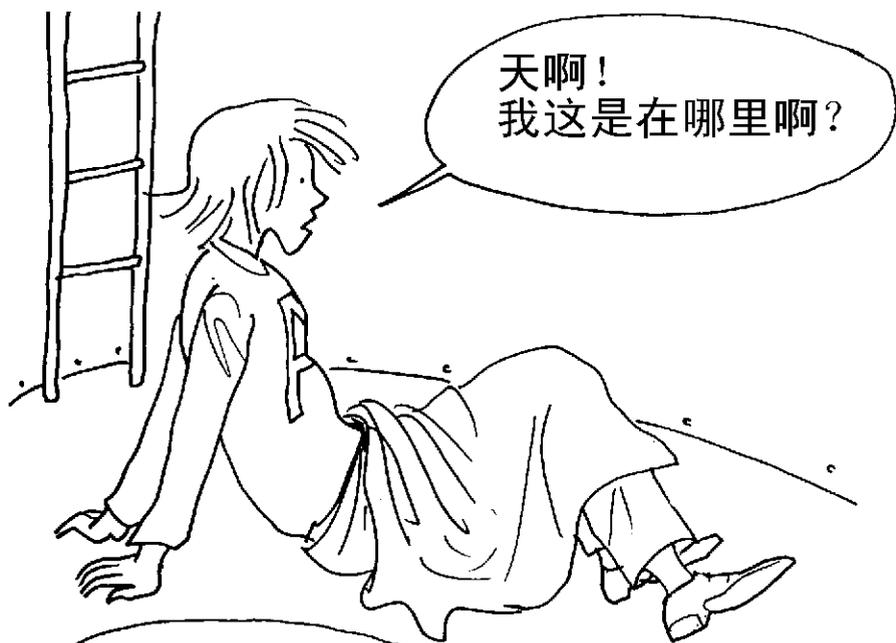


还差了一个！

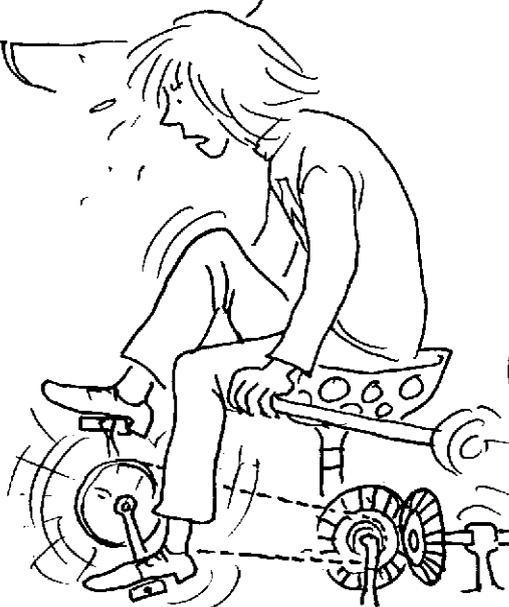
还有什么啊？



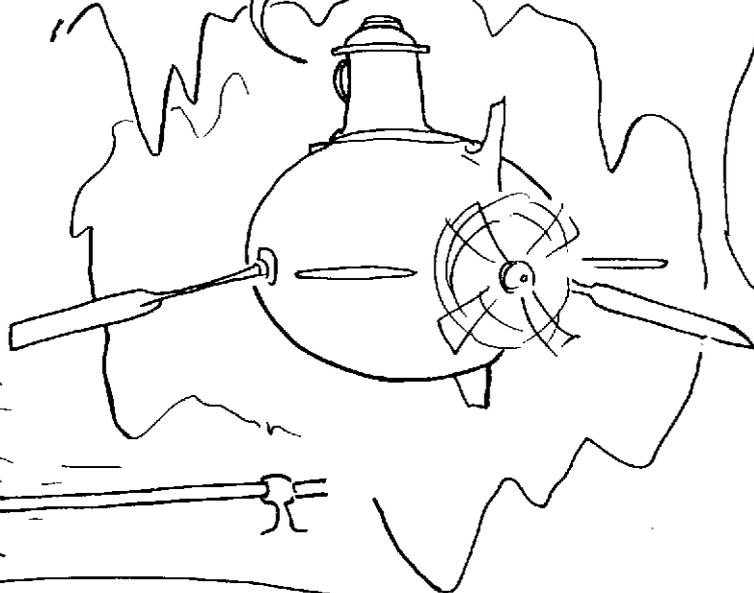
昂赛尔姆的梦



见鬼！
都踩了一个小时了……



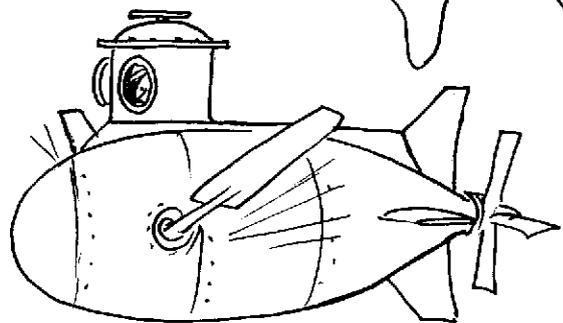
……这东西还是一动
不动。

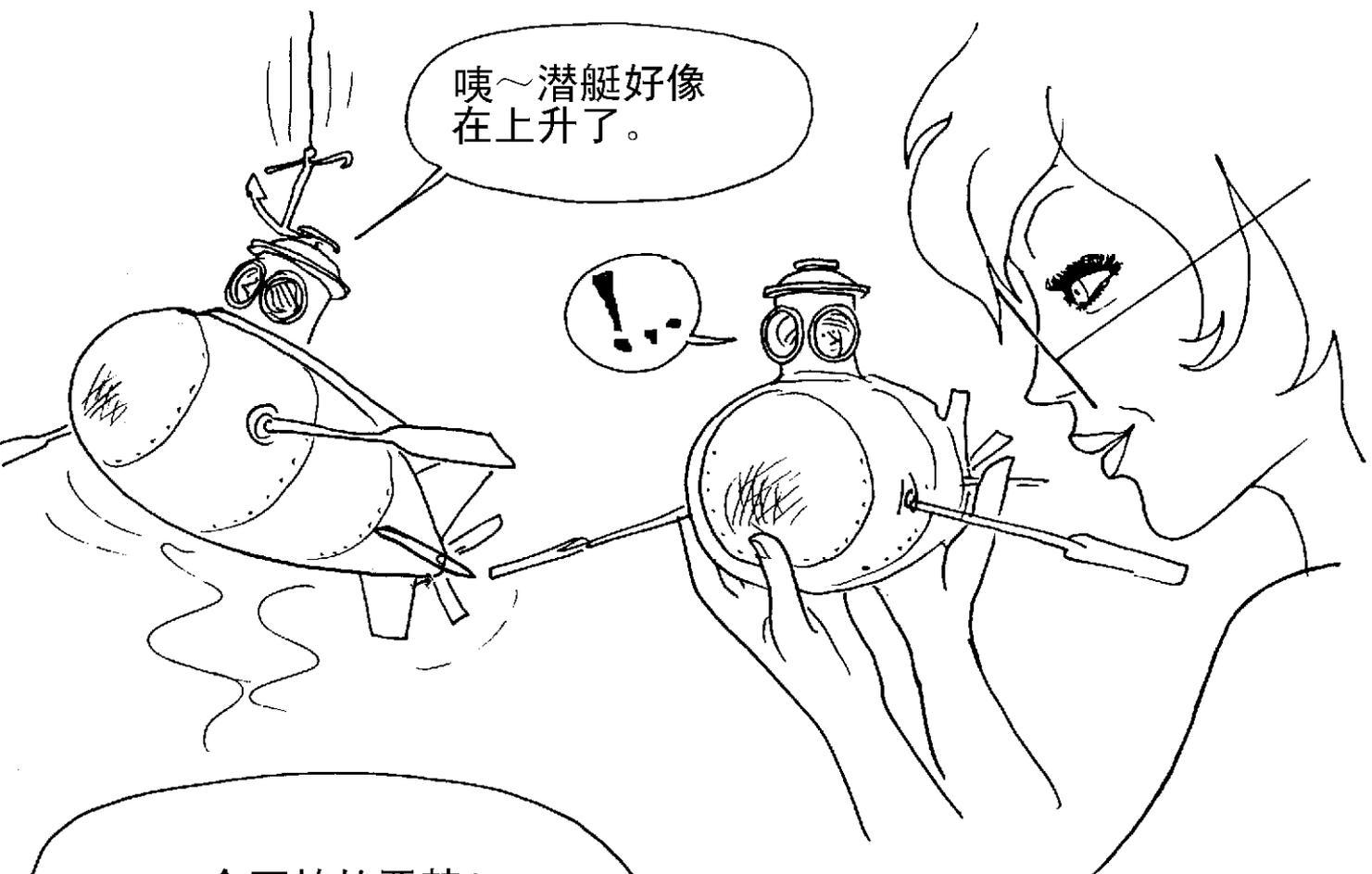


再来试试这对桨吧！
好像也没用，我怎么没有
感到一点阻力呢？

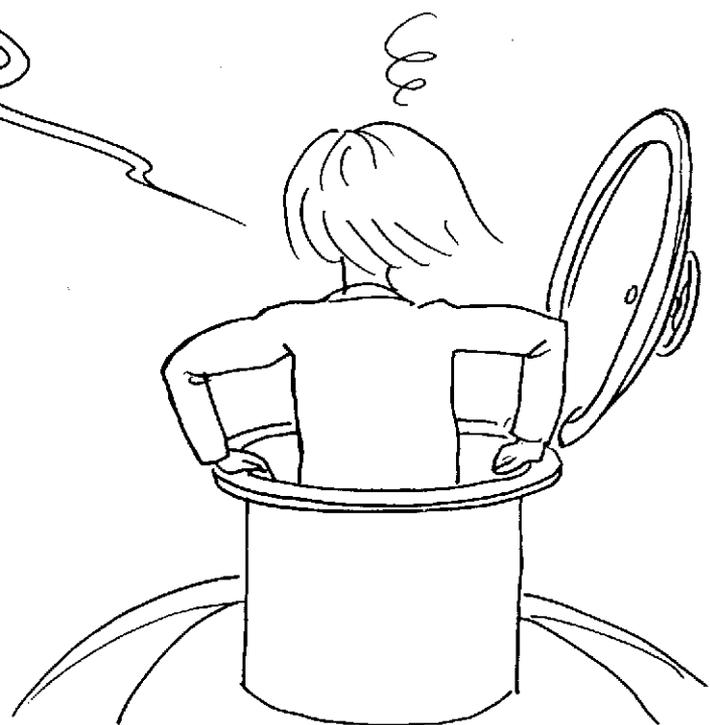


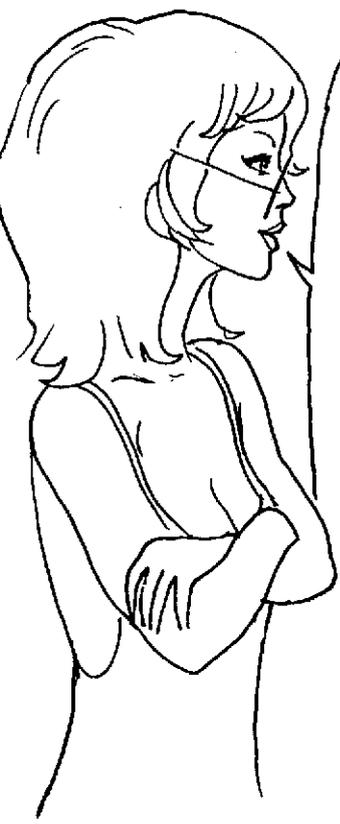
算了，我可能在
真空中？
不对啊，如果我在真空里的
话，潜艇就不会停留在
空中了……





一个可怕的恶梦!
索菲,快告诉这是
怎么回事!!





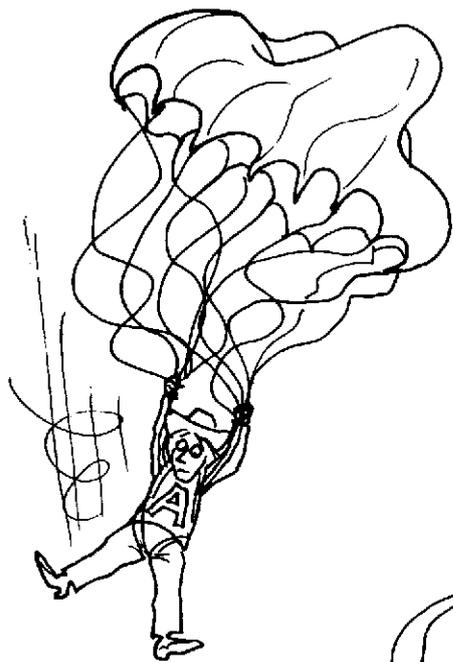
你刚才是在氦气里，氦气是一种超流体……

还记得你摇沙子的事吗？由于沙子之间的摩擦力太大，所以沙粒就很难流动。而氦气正好相反。在一定的低温下（注意：非常低！），氦气流动性变得无穷大，分子之间的摩擦力就为零。

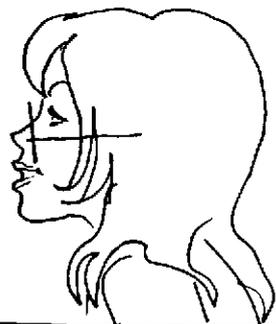


但划桨，飞行，或是利用一个螺旋桨前进，这又跟摩擦力有什么关系呢？

摩擦力



你曾想用雨伞来飞，如果它真的飞起来的话，就必须有空气托着它。



但如果空气是一个超流体的话，你的降落伞就没有用了：它不会在这个超流体里打开来，而你，就会直线下落。

鸟的祖先也早已经发现飞的秘密：
所以它们就想方设法地抓住空气。

这样，一个重于空气的飞行器的
飞翔就好像是在一个不断滑动的
斜坡上赛跑一样。我们
需要不停地跑，才
可以获得登上去的
动力。

译者之言：学习和工作，也
都是这样的哦！



想要飞的话，就要
空气做支持物。



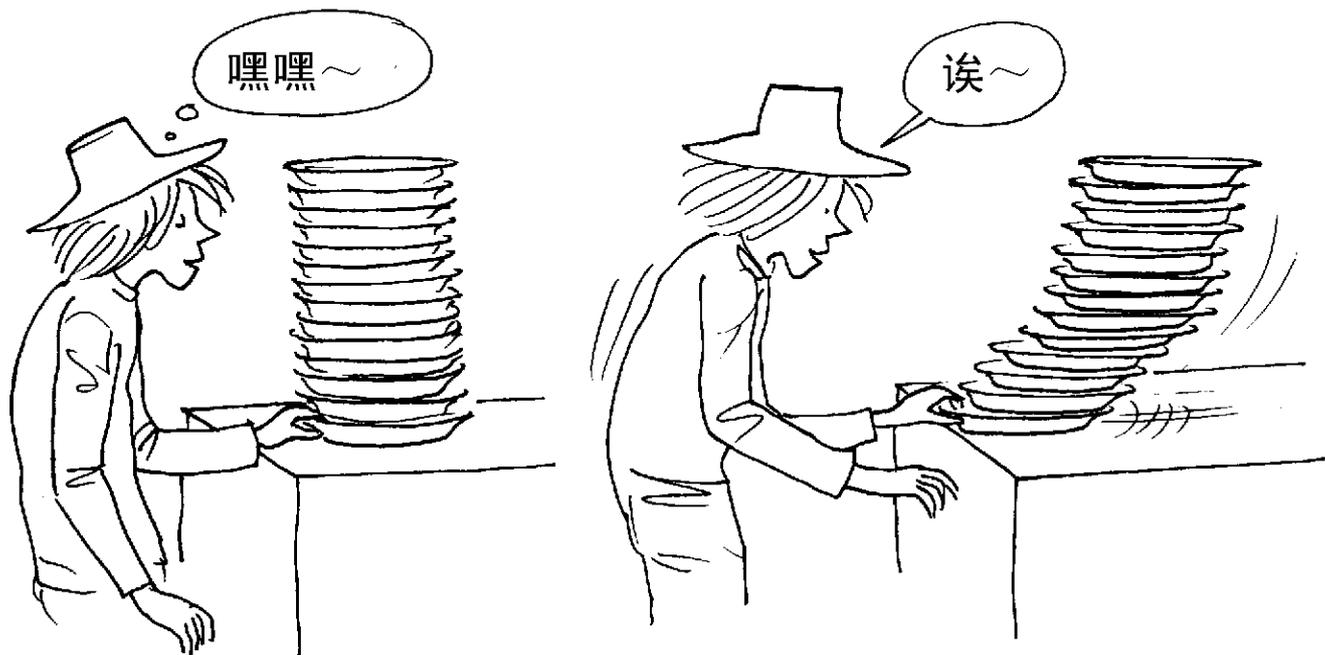
如果这个斜坡
是一个超流体的话，
分子之间就没有摩擦
力，对其他物体也没有。

到那个时候，鸟儿们就都要
在地上走了；风车也不能转
了；空运，就都要用喷气式
飞行的热气球了。

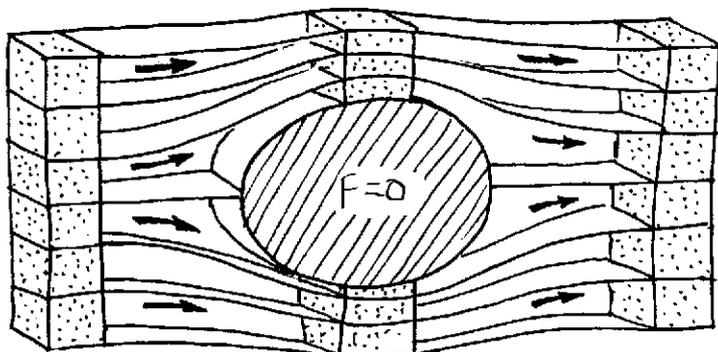
所以说，飞行，是和空气
的摩擦力密切相关。

走路，也别有一方乐趣！

流体的粘滞性

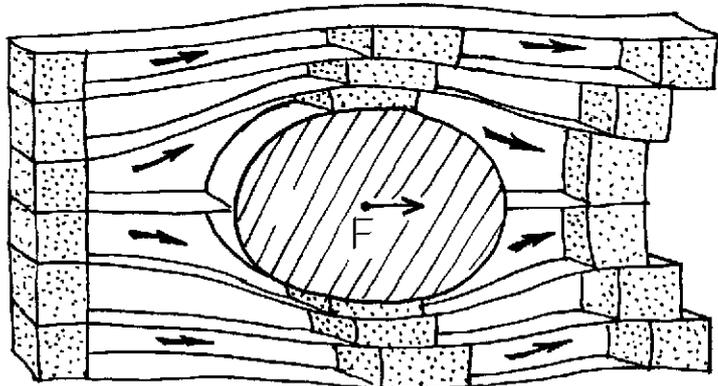


跟这些盘子一样，气体也是可以被看作是一层层重叠而成的。它们流动时，互相之间产生摩擦作用。

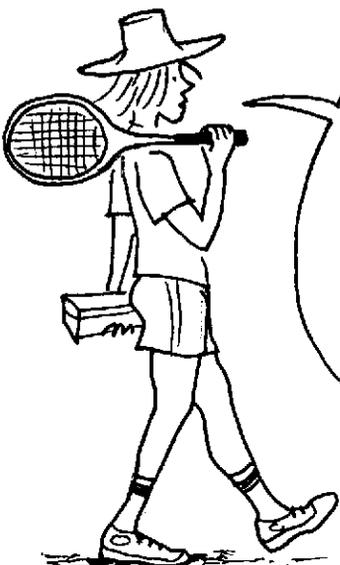


想象一下一个浸在流动的流体中的静止物体：

- 假如流体分子之间没有摩擦力的话，它们就会从这个物体旁边毫无阻拦地绕过，而且前后状态保持不变。

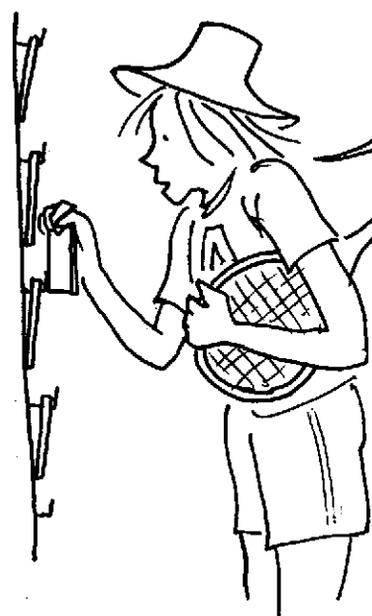


- 但如果分子之间存在摩擦的话，情况就不同了。它们会因这个物体的阻挡而减速；而两边的分子运动速度保持不变。这样，当这个物体阻拦流体的时候，根据力的相互作用，流体也对它形成阻力 F ，我们称它为“正面阻力”。



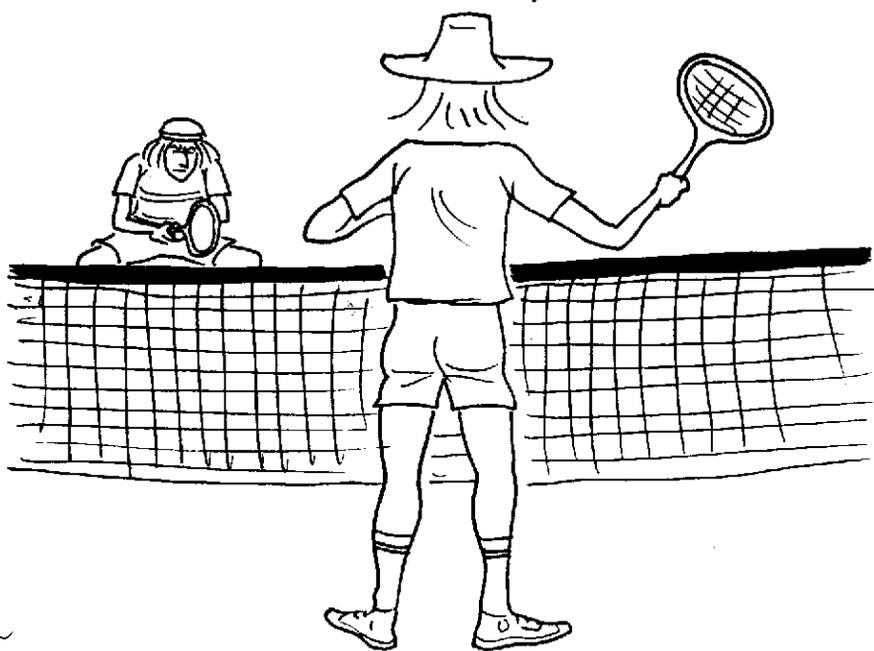
哎——“流体力学”，好复杂啊！我还是去打网球轻松轻松吧。至少，它是非常简单的机械运动。我只要往球上一拍，“啪——”只要看得准，球就会自然地落到对方的半场上。

旋转球



要先登记一下，有了，一个空位子，比约·博格*……不认识！

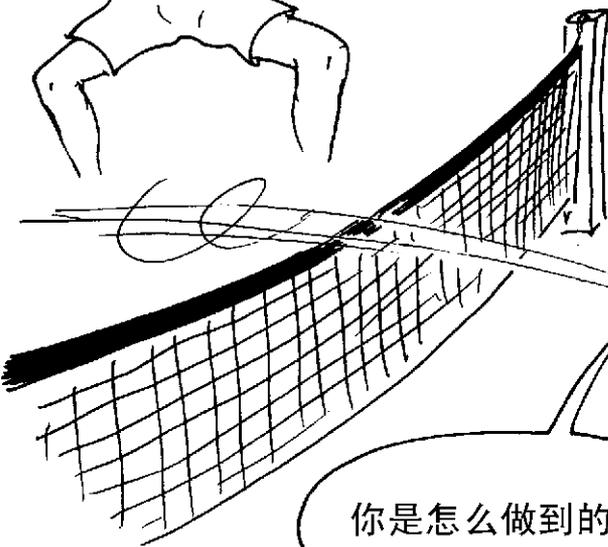
准备好了吗？



* 瑞士网球运动员，曾世界排行第一。



怎么回事！？一个也接不住……
这人打得好奇怪！他接球的时候，
总是把球拍往上挥，本来球应该也
会往上飞才对呀……

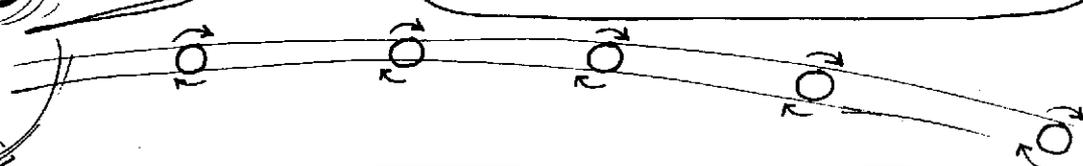


但事实上，球
却往下……



你是怎么做到的？

其实很简单，只要让球朝下
转动就可以了。



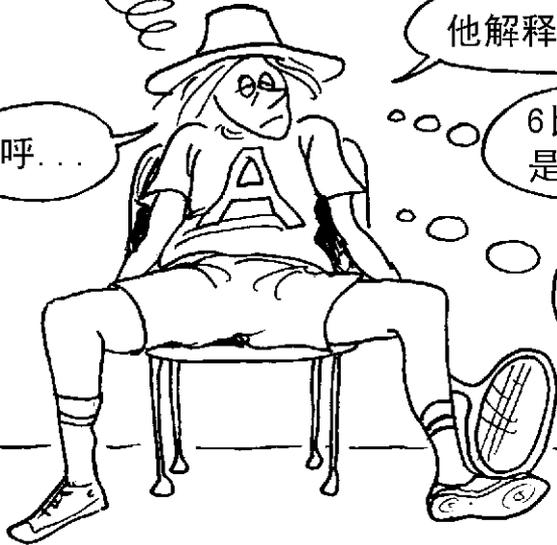
这样，我就可以击球用力更重一些，
球又不会出界……

他解释得很清楚……

呼……

6比0，还
是逃吧！

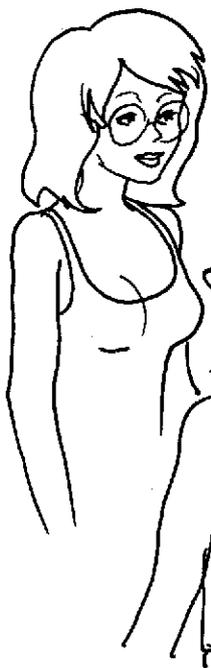
就像泥水
那样清楚……



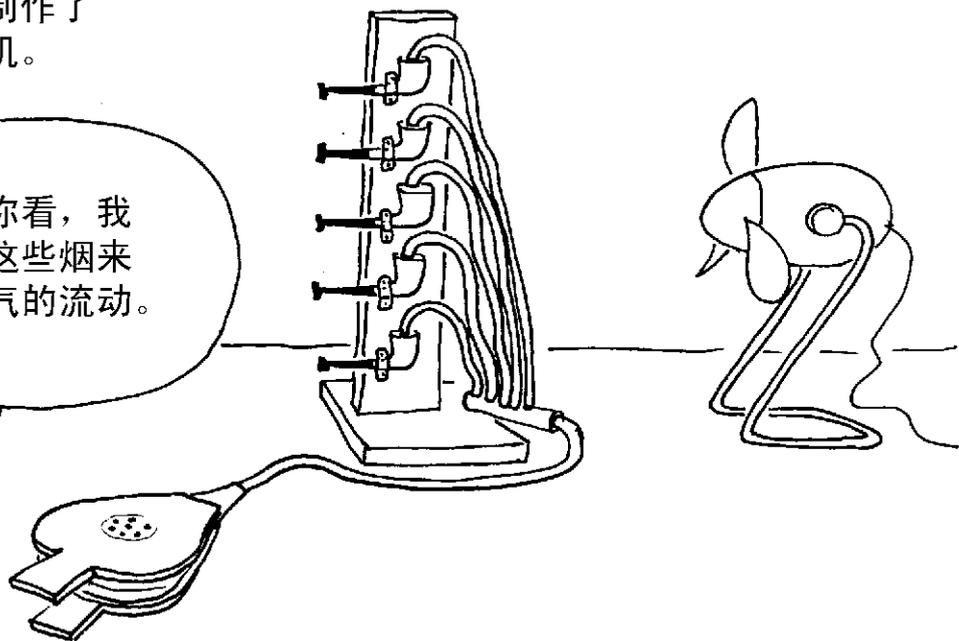


记得博格是把球从左往右打的，那我就应当把风对着球从右往左吹，这样一来，结果就是一样。

昂塞尔姆制作了一台鼓风机。



索菲，你看，我可以用这些烟来模拟空气的流动。



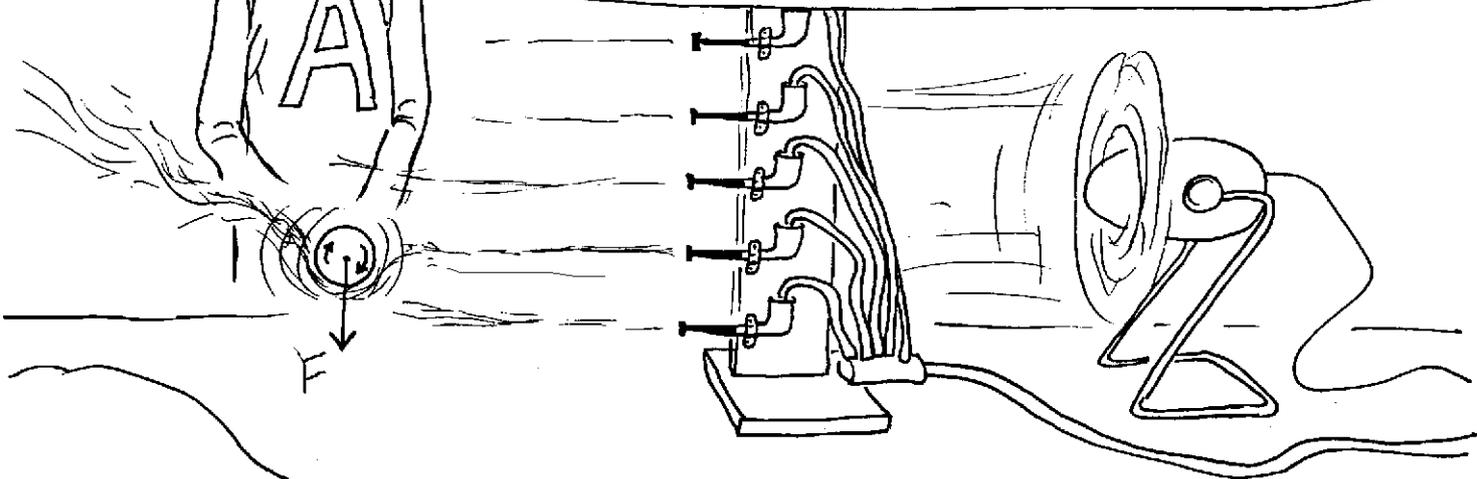
还要能使球转动起来……
用这个大概可以吧。



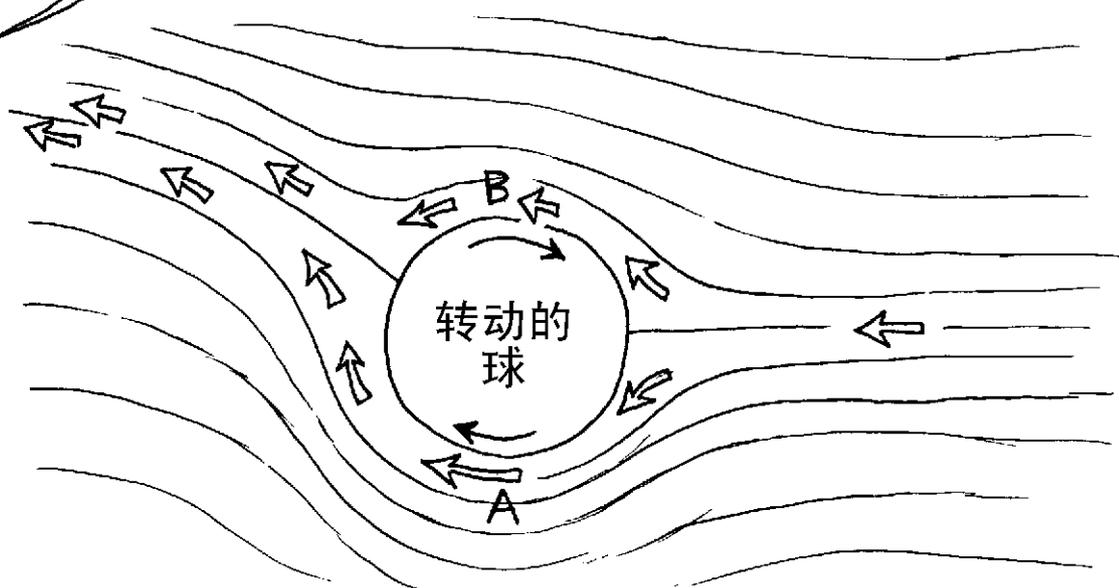
行了，还真好用！



看，当球往这个方向转动的时候，
烟就往上飘。
而且，我的手还能感到有个一力
在把球往下拉。



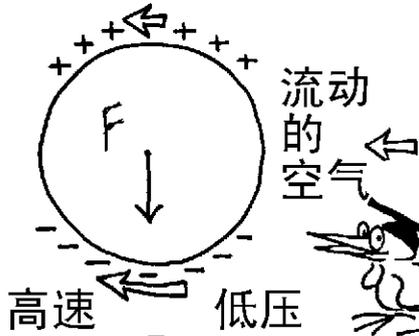
我解释一下：由于摩擦作用，当球转动的时候，它就会带动空气。在 A 处，空气运动加速，反之，在 B 处减速。



接下来，就是伯努力定律了。
让我来给你们解释一下吧！

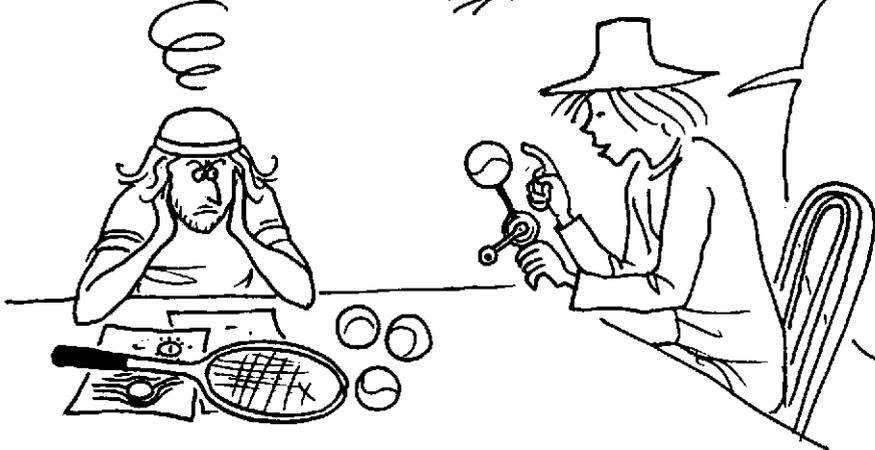


低速 高压



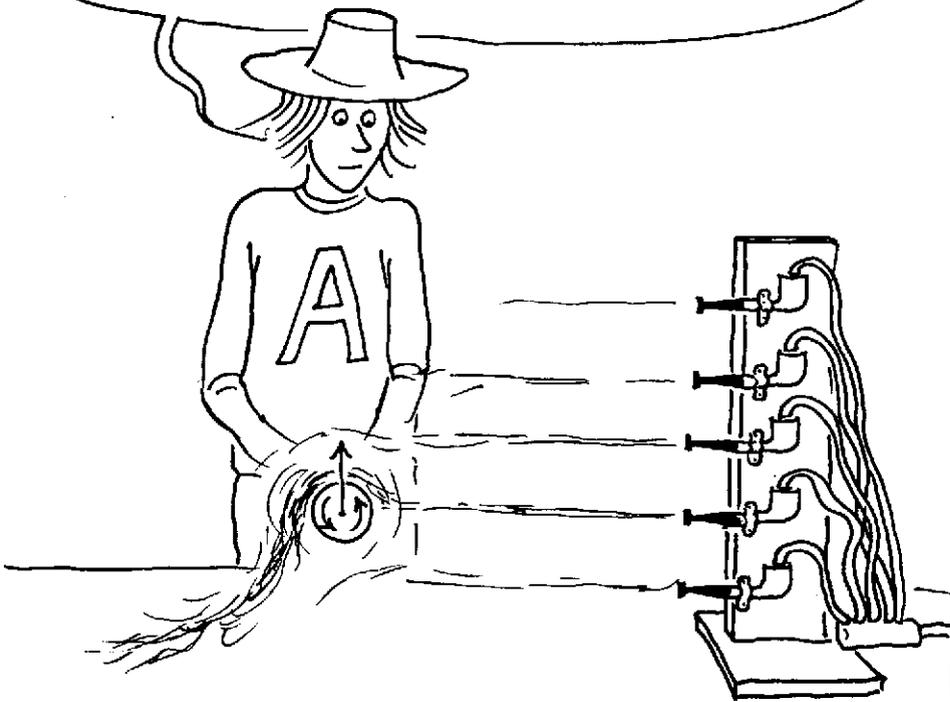
由于流体流速越大，压强就越小，空气在球的下面就形成低压，在上面形成高压，这样就产生了“空气动力”。

这些都是因为空气对球有摩擦力……假如空气是一个超流体的话，它对球就没有摩擦作用，这样，您就不可能打出旋转球了。



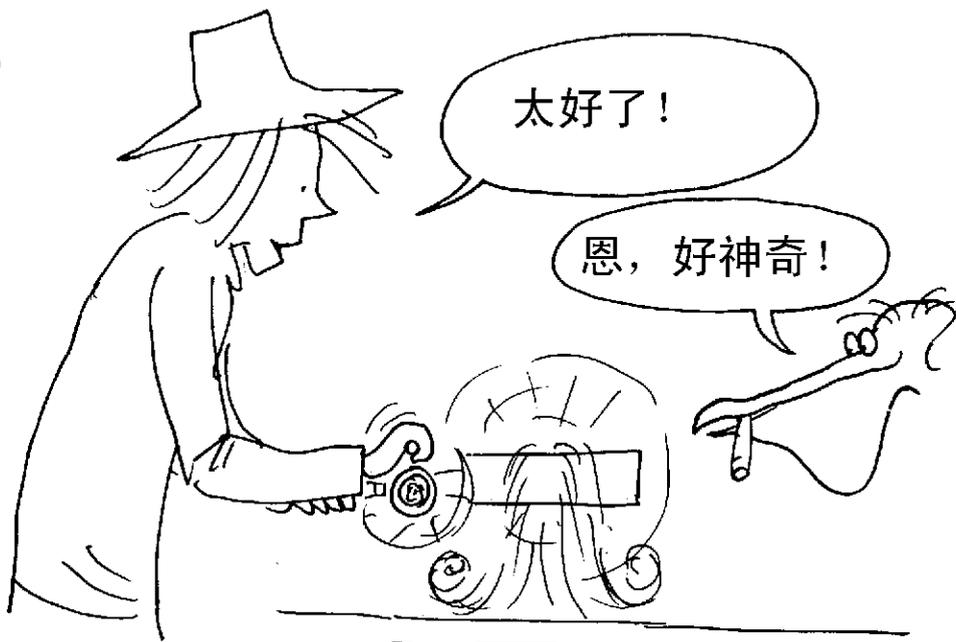
瞧，假如我改变球的转动方向的时候，烟就会往下飘，同时，我也感受到一个向上的力，这就是“升力”。

假如圆球可以的话，那么一个滚动的圆柱也可以吗？

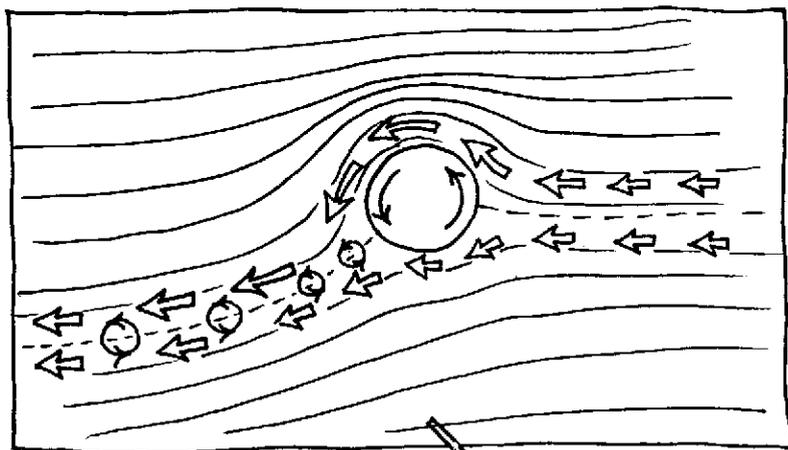


试试看啊！

福莱特纳旋翼



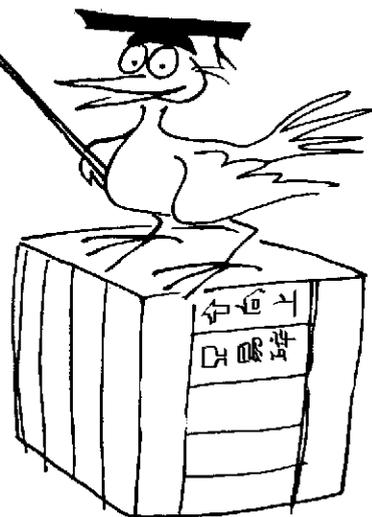
各位同学，各位朋友，请大家仔细看右图中虚线周围的空气流动状态。圆柱的转动把空气分成两层，上层流速大，下层流速较小。



这样，在它们重新相聚的地方，我们就可以看到：

- 第一，空气中出现小漩涡；
- 第二，两层空气的流速慢慢减小，直到相等。

又根据伯努力定律，因为流速不同，气压也就不同，这就是为什么这条虚线会弯过来的原因。





在空气中快速移动一个转动的圆柱体，
我就可以获得一定的升力。
有了……
这样我大概就可以制作一架飞行器了……



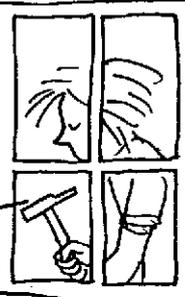
他在造什么
东西啊？

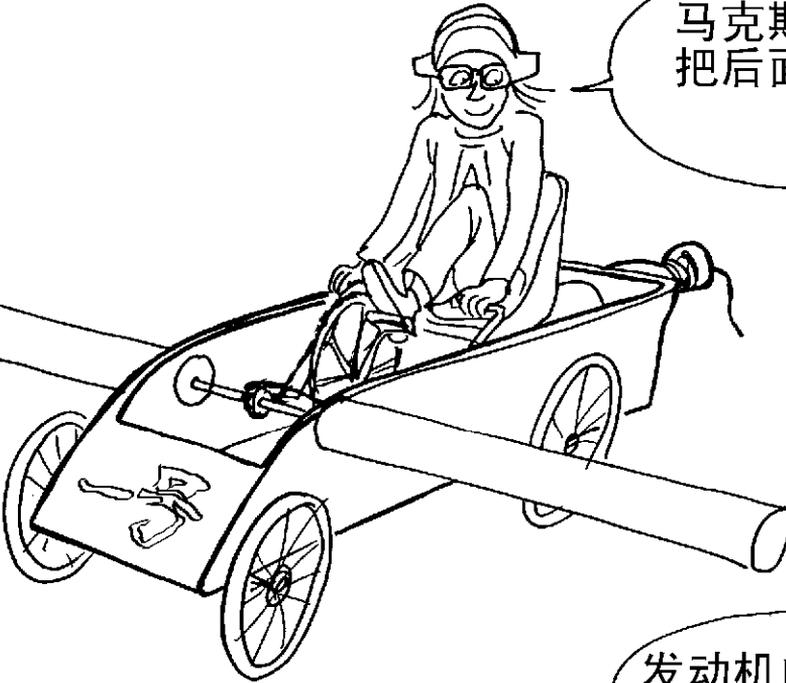


乒乒
乒乒
嘶

看起来好像很
复杂的样子！

我还要装一个
用反作用力推
进的发动机。

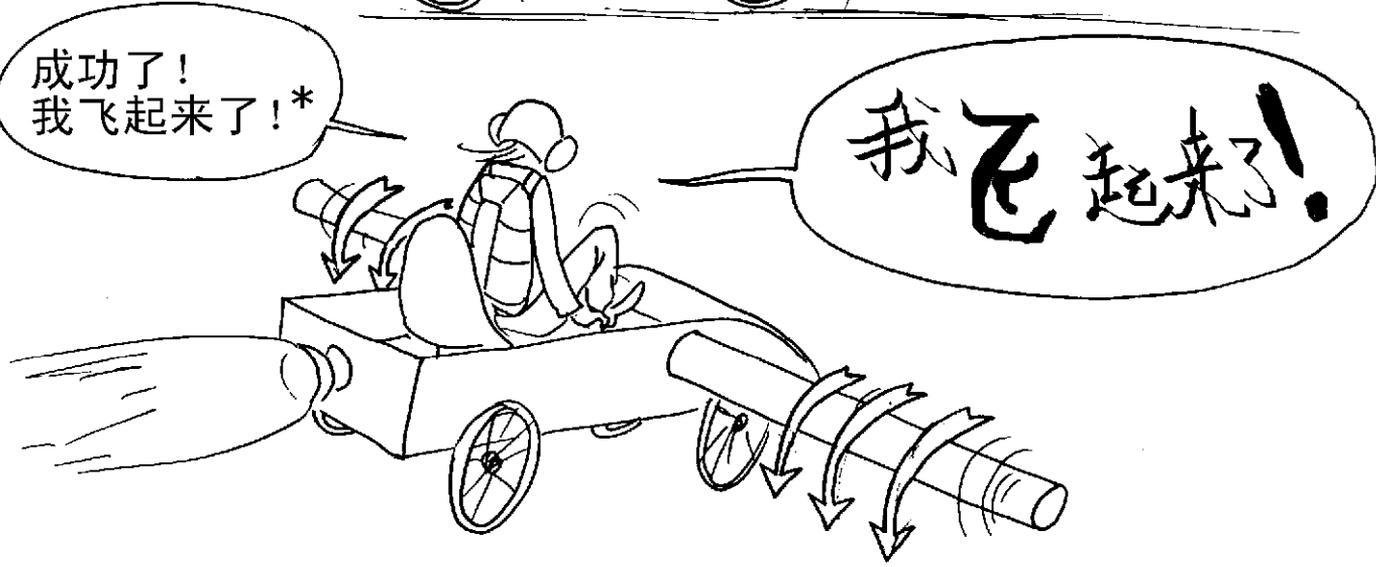




马克斯，能不能请你把后面的导火线点燃！



发动机的动力，再加上圆柱体的转动——完美的组合！这样，我就可以获得升力……



成功了！我飞起来了！*

我飞起来了！

* 假如动力能达到无限大的话，应该可以飞起来的。



怎么回事？我的飞机
怎么在下落呢？！
糟糕.....

这很正常，你使空气转动，
空气也会使你转动.....

这就是力的相互
作用原理。

什么原理？！



昂塞尔姆，如果你事先问我的话，我就会
告诉你更简单的方法。谁让你总是想一个人做
所有的事... 快过来吧，咖啡煮好了！



哎！这个科学界的历险家呐！

杯子里咖啡的流动好有趣！



你看，当我轻轻移动咖啡匙的时候，我感到一个很小的阻力……

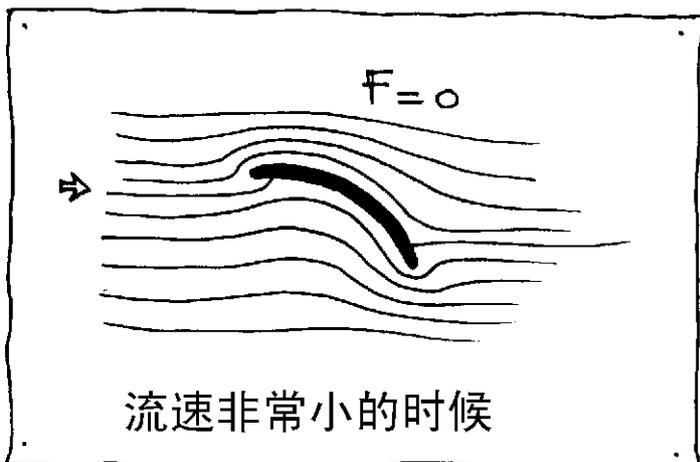


而当我快速移动的时候，咖啡中就形成一个漩涡。

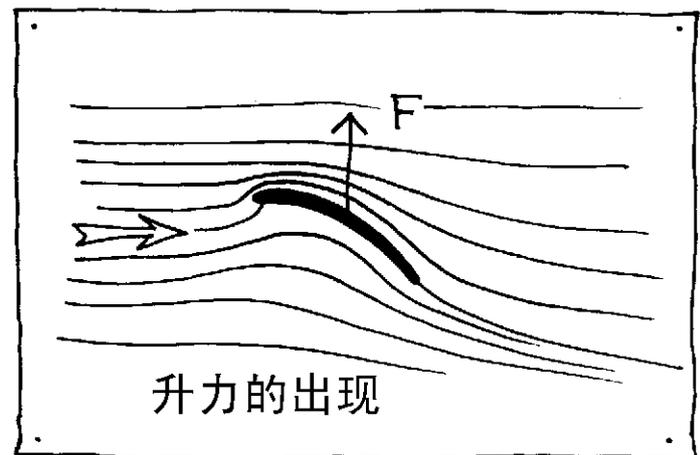
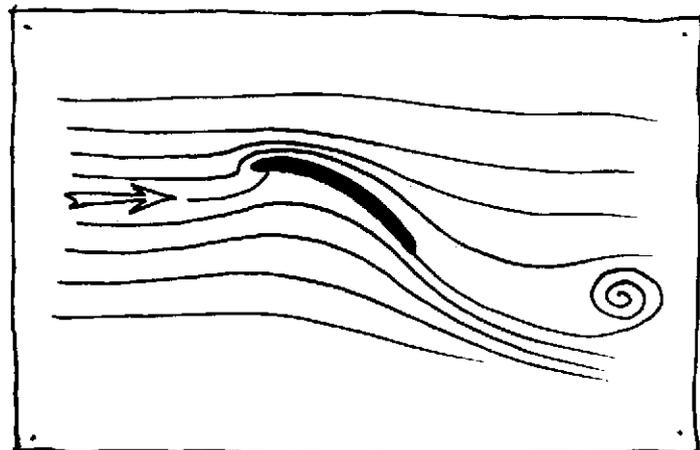
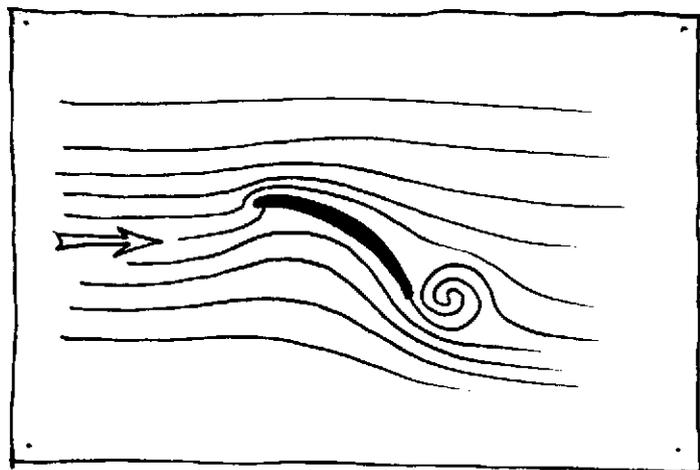




她的眼睛好迷人!



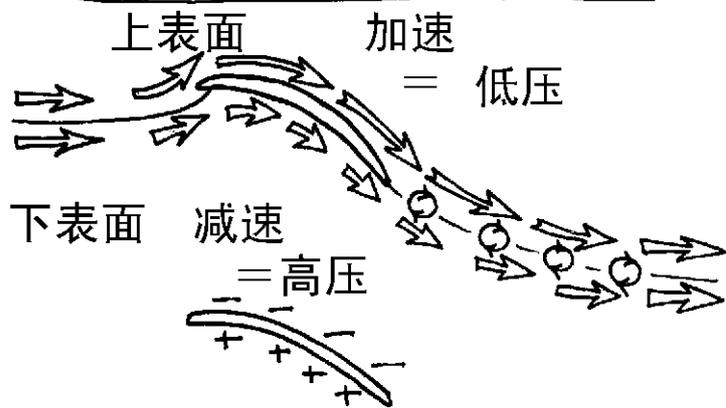
流速非常小的时候

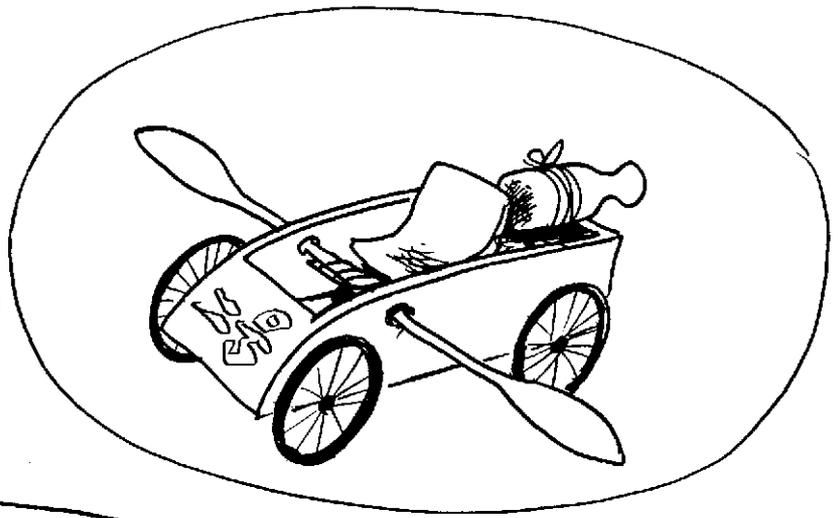


升力的出现

在右边的图组中，我们可以看到当流速增大时，咖啡匙周围咖啡的流动变化。

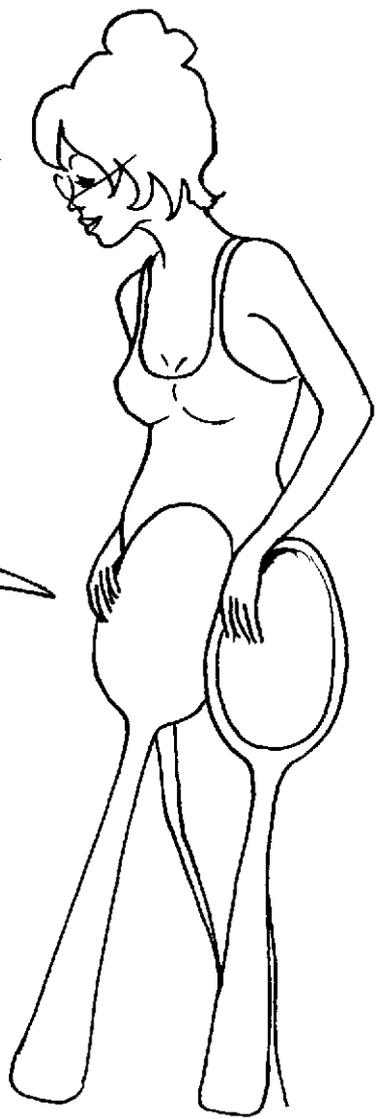
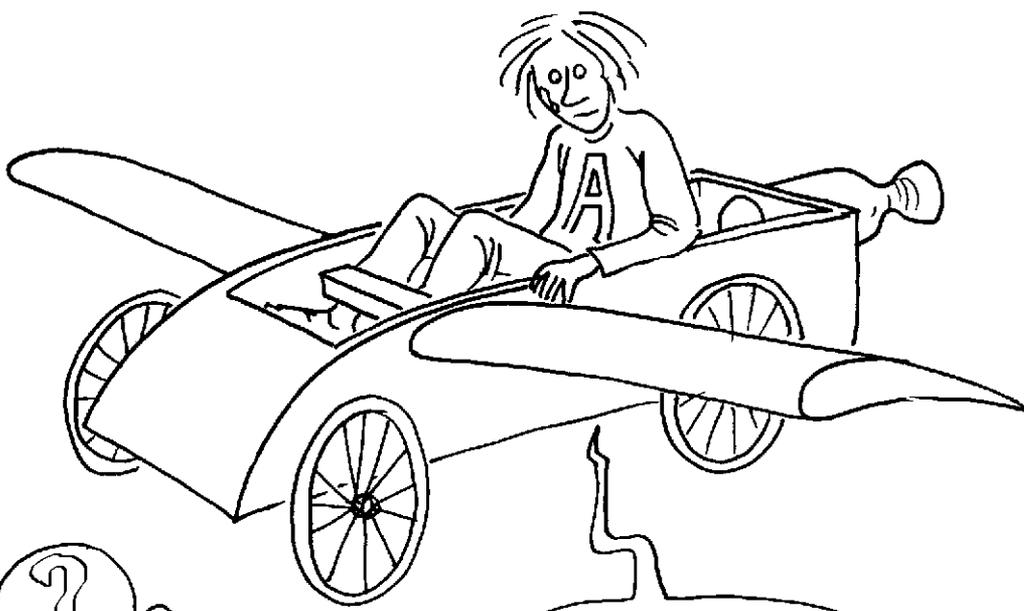
同时，漩涡也会慢慢消失；而且在咖啡匙上表面的流速就会增大，而在下表面则减小。





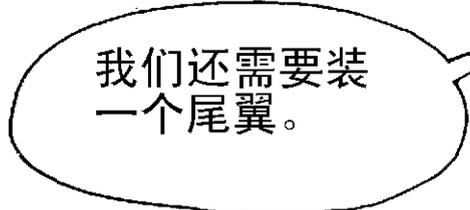
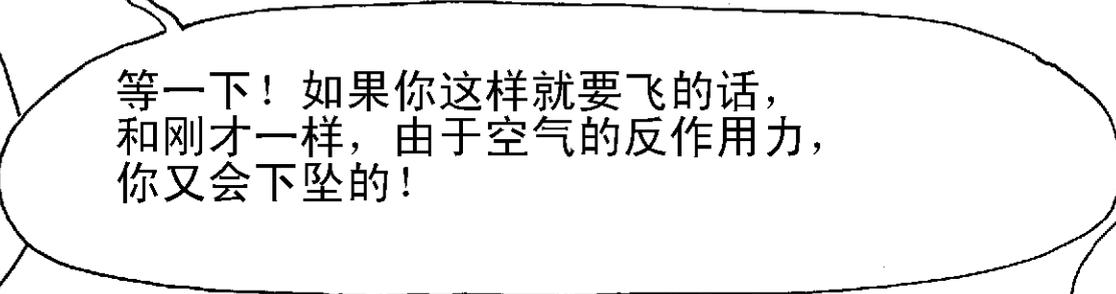
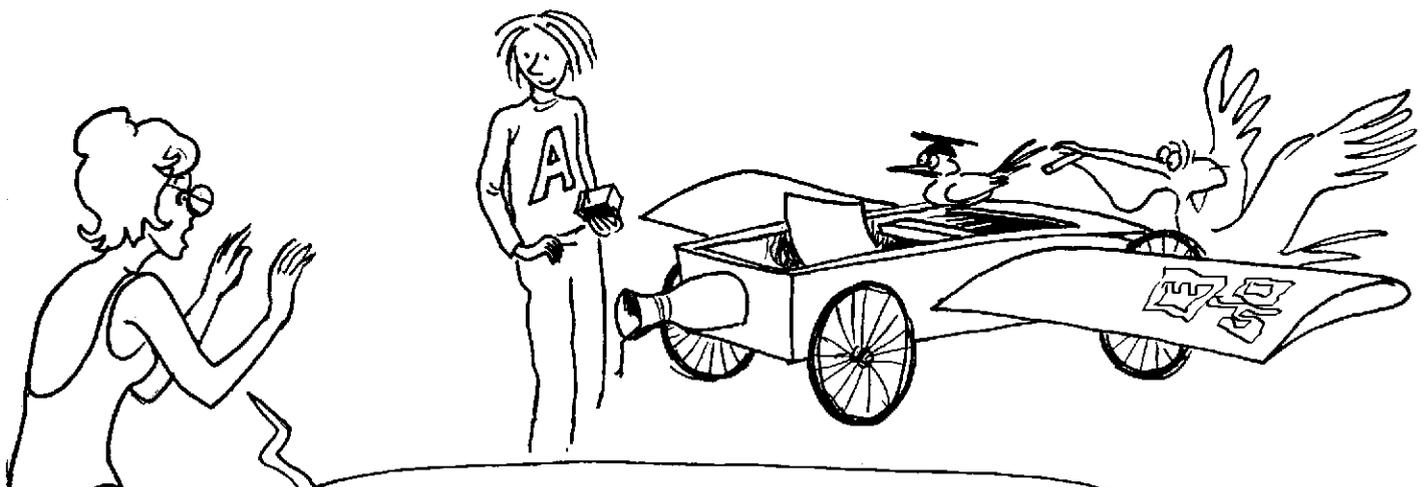
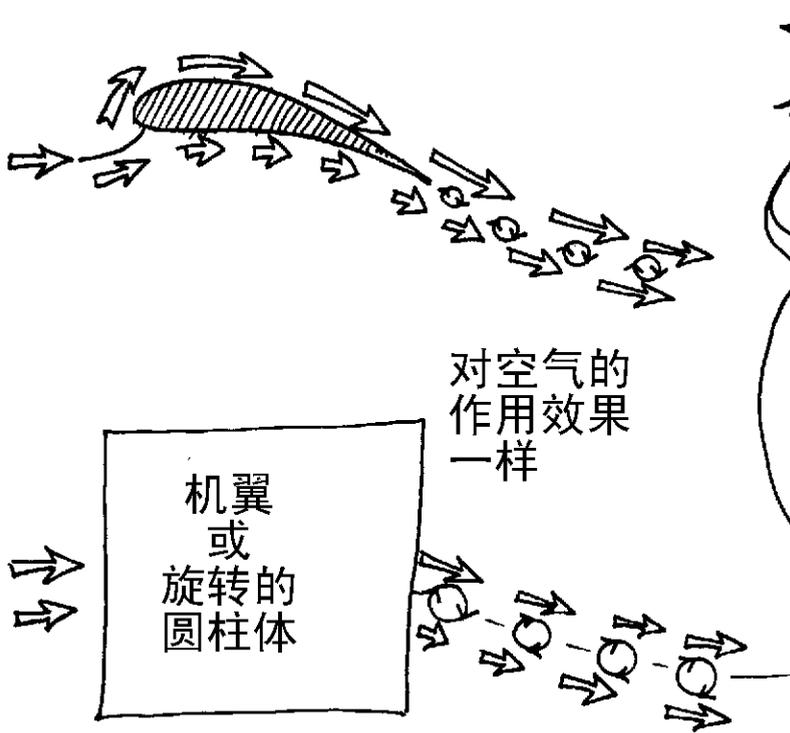
太妙了！
这样，我就可以用汤匙
做一架飞机了。

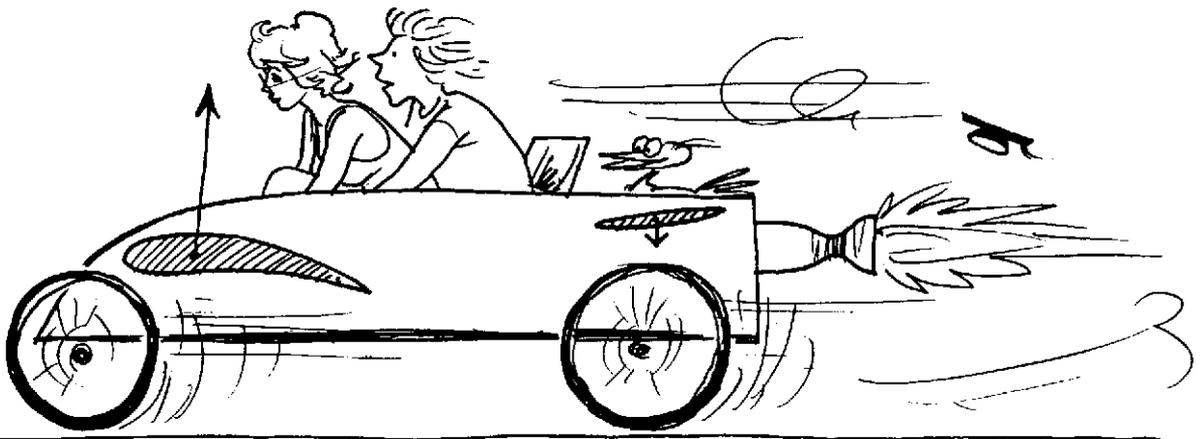
用这对机翼吧！
是汤匙的改良装置。



但它怎么才能
转动起来呢？







尾翼是一个倒置的小机翼，把它放在后面，就可以产生一个下降的力。这样，飞机的后部就不会翘起来了，所以飞机也就不会直往下坠……

看，小昂，这架飞机可以自稳。

是呀！



假如飞机机头开始下坠的话，尾翼也就会下坠，这样一来，飞机就稳定了！

……当飞机上仰的时候也是一样！



小昂，你没有在听我说话！？

有……有！

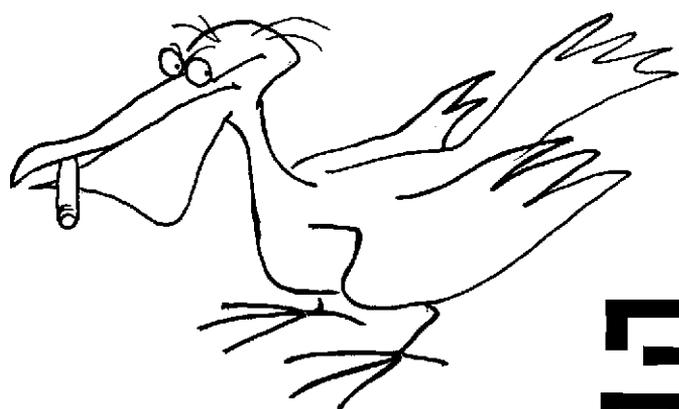
稳定飞行的感觉
好奇妙——！



昂赛尔姆就是这样实现了他的
“翱翔蓝天之梦”！！

其实这样看来，飞行也不是一
件难事。

同时，他对科学的兴趣，
也随着海拔，不断高涨……



完

