教育部审定
2012

义务教育教科书

物理

八年级（下册）



上海科学技术出版社
广东教育出版社

微信公众号：电子课本大全

义务教育教科书

物理

八年级　下册

华东地区初中物理教材编写组　编著



上海科学技术出版社
广东教育出版社

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

目　录

第六章　力和机械

6.1　怎样认识力 …… 2

6.2　怎样测量和表示力 …… 8

6.3　重力 …… 12

6.4　探究滑动摩擦力 …… 18

6.5　探究杠杆的平衡条件 …… 24

6.6　探究滑轮的作用 …… 30



第七章　运动和力

7.1　怎样描述运动 …… 38

7.2　怎样比较运动的快慢 …… 42

7.3　探究物体不受力时怎样运动 … 49

7.4　探究物体受力时怎样运动 …… 56



第八章　神奇的压强

8.1　认识压强 …… 62

8.2　研究液体的压强 …… 70

8.3　大气压与人类生活 …… 75



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

第九章　浮力与升力

9.1　认识浮力 …… 84
9.2　阿基米德原理 …… 90
9.3　研究物体的浮沉条件 …… 94
9.4　神奇的升力 …… 97



第十章　从粒子到宇宙

10.1　认识分子…… 104
10.2　分子动理论的初步知识…… 108
10.3　“解剖”原子…… 113
10.4　飞出地球…… 118
10.5　宇宙深处…… 123



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

第六章

力和机械

给我一根足够长的杠杆
我就能撬动地球
阿基米德的豪言壮语
至今在我们的耳边回响

知识就是力量
真理就是这样——
朴实无华
造福人类

6.1 怎样认识力
6.2 怎样测量和表示力
6.3 重力
6.4 探究滑动摩擦力
6.5 探究杠杆的平衡条件
6.6 探究滑轮的作用



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



6.1 怎样认识力

力

在我们周围，到处都有力（force）的作用。



（a）蚂蚁搬运食物



（b）运动员举起杠铃



（c）同名磁极相斥使磁环悬浮



（d）起重机提升重物

图6-1　力的作用

你还能再举出一些“力的作用”的事例吗？

力的作用效果

人们最初是从人体的肌肉对外界物体的作用来认识力的，物理学是从力的作用效果来认识力的。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



活动1　研究力的作用效果

请仔细观察图6－2和图6－3中的各个事例，结合自己的经验研究一下，力作用在物体上会产生怎样的效果？



（a）用力拉会使拉力器的弹簧拉长



（b）飞来的网球使球拍的网变形



（c）竹子被拉弯

图6-2　力使物体发生形变

在图6－2中，拉力器的弹簧、球拍的网、竹子等物体在力的作用下，形状发生了变化。类似的事例有很多，请你再举出一些事例，并加以分析。



（a）运动员踢球，球由静止变为运动



（b）运动员用脚停住足球，球由运动变为静止



（c）运动员用头顶球，使球改变运动方向

图6-3　力使物体的运动状态发生改变

在图6－3中，运动员用脚踢或用头顶足球，使足球运动的速度或方向（运动状态）发生了改变。关于这方面类似的事例，请你加以补充。

微信公众号：电子课本大全

综上所述，力的作用效果是：

力可以使物体发生_____，也可以使物体的_____发生改变。



想一想

你是怎样判断一个物体是否受到力的作用的？

研究表明，力是不能脱离物体而存在的。当一个物体受到力的作用时，一定有另一个物体对它施加这种作用。受到力的物体叫做**受力物体**，施加力的物体叫做**施力物体**。

力是有大小的。为了比较力的大小，需要规定力的单位。在国际单位制中，力的单位是**牛顿**(newton)，简称牛，符号为N。力的单位是人们为了纪念英国科学家牛顿而命名的。

1 N的力有多大呢？请看如图6—4所示的一些力的大小。



（a）一只蚂蚁的拉力约0.001N



（b）手托两个鸡蛋的力约1N



（c）打开易拉罐的力约20N



（d）球拍的网击球的力约2 000 N



（e）大型拖拉机的拉力为30 000 ~ 40 000N



（f）“长征二号”火箭的推力约6×10^7 N

图6–4　一些力的大小

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

力的作用是相互的

人们常说“马拉车”，而不说“车拉马”。难道只有马对车施力，而车就不对马施力吗？让我们来做一个游戏。



活动2　推手游戏

甲、乙两位同学穿着旱冰鞋，站在平整的水泥地上，两人手掌相对合在一起（图6－5）。先让甲主动用力推乙，这时甲、乙有什么感觉？甲、乙各自将怎样运动？再让乙主动用力推甲，甲、乙又有什么感觉？甲、乙各自又将怎样运动？（做这个游戏时，请注意安全。）



图6-5　甲、乙两人互推

类似的事例还有很多，用手拍打桌子，手会感到疼痛，用手提起物体时，物体也用力把手向下拉，开碰碰车，你的车撞别人的车，别人的车也撞你的车（图6－6），两人掰手腕比力气，你压对方的手，对方的手也压你……


图6-6　碰碰车相互碰撞

综上所述，可以得到结论：

当甲物体对乙物体施力时，乙物体同时也对甲物体_____，因此，力的作用是_____。

上述结论表明，一个物体对另一个物体施力时，同时也受到另一个物体对它施加的力。

微信公众号：电子课本大全

力的三要素



活动3　怎样用力效果好

如图6－7所示的门，先请两位同学分别按以下要求推门，然后向全班汇报，在什么情况下更容易推动门，最后大家一起讨论力的作用效果与力的哪些要素有关。

（1）用不同大小的力在图中点A处按箭头所指的方向施力。

（2）再用同样大小的力依次在点A、B、C三处按箭头所指的方向施力。



图6-7　怎样用力好

上述活动表明，力的作用效果不仅跟力的大小有关，还跟力的方向和作用点有关。**物理学中，把力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。**



想一想

用扳手拧螺母（图6-8）时，怎样用力效果会更好？



（a）　　（b）

图6-8　用扳手拧螺母

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 在生活中常常接触到力，以前你是如何认识力的？学过本节后，你对力有什么新的认识？

2. 图6－9(a)(b)(c)分别表示以下三种情况：投球手将静止的棒球投掷出去，接球手将飞来的棒球接住，击球手将迎面飞来的棒球击出。请分析图中棒球的运动情况各发生怎样的变化？由此可以归纳得出什么结论？



(a)　(b)　(c)

图6－9

3. 在跳板跳水运动中（图6－10），运动员对跳板向下施力的同时，也受到跳板向上的作用力。但这两个力的作用效果并不相同，前者主要改变了跳板的_____，而后者则主要改变了运动员的_____。



图6－10



图6－11

4. 踢足球时，脚对足球施力的同时，脚会感到痛，这说明物体间力的作用是_____的，使脚感到痛的力的施力物体是_____。

5. 将甲、乙两把刷子的刷毛合在一起，再错开，两者的刷毛都会发生变形（图6－11）。这是什么原因？

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全



6.2 怎样测量和表示力

我们知道，力是有大小的。那么，怎样测量力的大小？在分析、研究具体问题时，怎样方便地表示力呢？

怎样测量力的大小

人们常用弹簧测力计来测量力的大小。实验表明，在一定的范围内，弹簧受到的拉力越大，就被拉得越长（图6—12），弹簧测力计就是根据这个道理制成的。

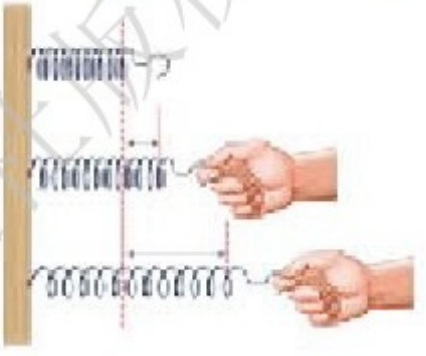


图6–12　哪个用力大



活动1　认识弹簧测力计

必做实验

A. 观察弹簧测力计的结构

（1）仔细观察如图6－13所示的弹簧测力计，它主要由_____等组成。

刻度板上的字母“N”是国际单位制中力的单位。

（2）这个弹簧测力计的量程（测量范围）是_____，分度值是_____。



图6–13　弹簧测力计及其结构图

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

B. 阅读“弹簧测力计的使用说明（摘要）”

（1）测量前要使指针对准零刻度线，若有偏差要进行校正，这一步骤叫做校零。

（2）测量时，先要明确弹簧测力计的量程和分度值，被测力的大小应在量程之内。

（3）测量时，弹簧测力计的弹簧伸长方向要跟所测力的方向在同一条直线上。



17世纪，英国科学家胡克（R. Hooke，1635—1703）做了大量的实验后发现：当弹簧或金属丝的伸长量不是太大时，它的伸长量跟其所受拉力的大小成正比。这个规律后来叫做胡克定律。



活动2　测量纸条能承受的最大拉力

必做实验

裁几条不同宽度的薄纸条，依次把它们挂在已校零的弹簧测力计的挂钩上，如图6－14所示。用手向下拉纸条，慢慢加大拉力，在纸条断裂时，读出弹簧测力计的示数，这可以认为是纸条能承受的最大拉力。

把测量结果填入下表：

纸条宽度b/mm			
纸条能承受的最大拉力F/N			



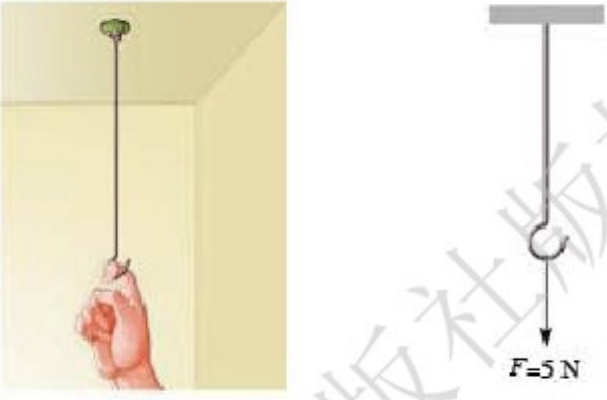
图6-14　测量纸条能承受的拉力

微信公众号：电子课本大全

怎样用图表示力

我们知道，力有三要素。怎样形象地表示力的三要素呢？物理学中，常用一段带箭头的线段来表示力。

如图6—15（a）所示，手指用5 N的力向下拉钩子；如图6—15（b）就是手指拉力的示意图。



（a）　　（b）

图6–15　手指拉钩及拉力的示意图



想一想

在这个力的示意图中，力的方向、大小和作用点是怎样表示的？

请参照图6—15（b），画出图6—16中各力的示意图。



（a）10 N重的书放在水平桌面上，桌面受到的压力



（b）用100 N的力水平向右推小车，小车受到的推力



（c）用300 N的力沿着斜向上的方向拉小车，小车受到的拉力

图6–16　画力的示意图

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业



图6–17

1. 如图6－17所示的弹簧测力计，其分度值和量程各是多少？这个弹簧测力计能否马上用来测量力的大小？为什么？

2. 试用弹簧测力计测量一根头发所能承受的最大拉力大约是多少。

3. 如图6－18所示，在水平桌面上放有一木块，其A点受到一个大小为20 N、方向跟水平面成$\theta=30°$角的斜向上推力，画出这个推力的示意图。

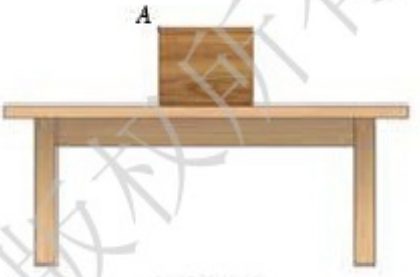


图6–18

4. 将一薄钢条的下端固定，分别用不同的力去推它，使其发生如图6－19(a)(b)(c)(d)所示的各种形变。

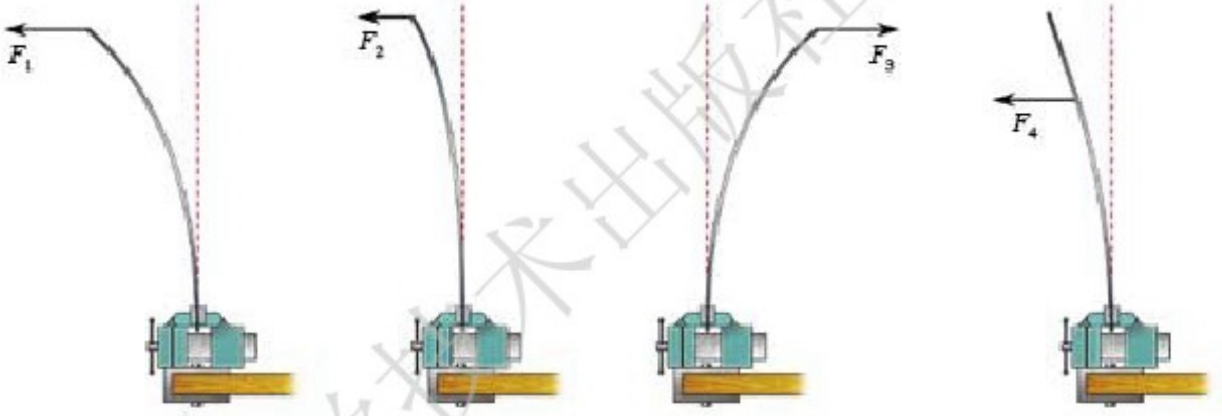


图6–19

(1) 能说明力的作用效果跟力的大小有关的是图____和图____。

(2) 能说明力的作用效果跟力的方向有关的是图____和图____。

(3) 能说明力的作用效果跟力的作用点有关的是图____和图____。

课外活动

1. 探究弹簧测力计的原理。

参照如图6—20所示的装置，将弹簧悬挂起来，下面挂上不同的钩码，分别量出弹簧各次的伸长量(图6—21)。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



图6-20　弹簧测力计与钩码

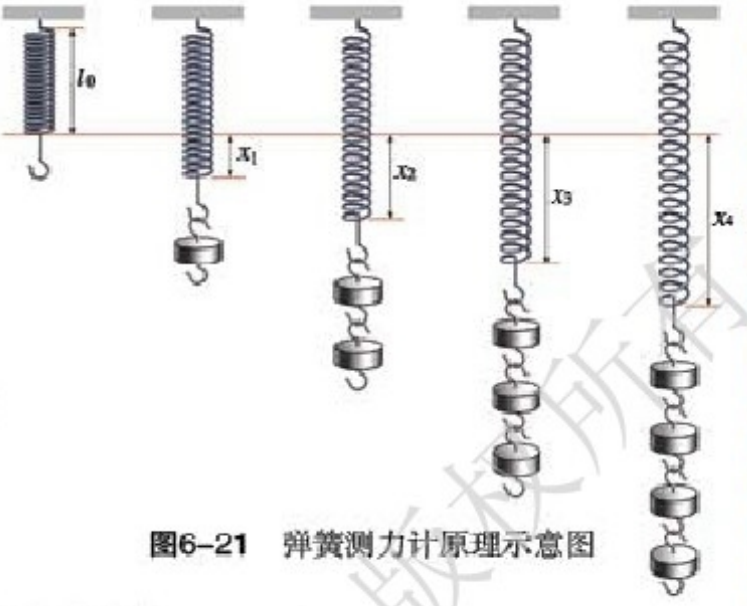


图6-21　弹簧测力计原理示意图

通过这个实验，你得出的结论是：_____

_____。

2. 制作橡皮筋测力计。

橡皮筋类似于弹簧，在一定范围内，它的伸长量跟受到拉力的大小成正比。请用橡皮筋、铁丝、硬纸板等，设计制作一个橡皮筋测力计，并用橡皮筋测力计完成上面的探究实验。



6.3 重　力

重力的产生

你想过没有，熟透了的苹果为什么总是从树上竖直向下落？抛出去的石块为什么最终要落回到地面？水为什么总是从高处向低处流？……



（a）苹果下落

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



（b）抛石落地



（c）水往低处流



（d）包围地球的大气不会逃逸



（e）月球绕着地球转动

图6–22　地球的吸引作用

原来，地球对地面附近的一切物体都有吸引作用。**物理学中，把地面附近物体因地球的吸引而受到的力，叫做重力**（gravity）。

重力对我们非常重要。如果没有重力，树上的苹果不会落到地面，河水就不能流动，人类赖以生存的大气便会从地球周围逃逸。



图6–23　假如没有重力，还能依靠水力发电吗

重力的方向

物体从静止开始自由下落的方向，或者是将物体悬挂起来静止时悬线的方向，就是重力的方向（图6—24）。

重力的方向总是竖直向下的，即垂直于水平面。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



（a）苹果自由下落的频闪照片



（b）悬挂着的吊灯

图6-24　重力的方向

由于悬挂重物的线总是竖直下垂的，我们把它叫做铅垂线。在生产和生活中，常用铅垂线来检查物体的放置是否垂直于水平面，以及台面是否水平等（图6—25）。



（a）铅垂线



（b）用铅垂线检查墙是否砌得竖直



（c）用铅垂线检查工作台面是否水平

图6-25　铅垂线及其应用示例



活动1　铅垂线的应用

A. 用铅垂线检查你的课桌：桌腿是否竖直？桌面是否水平？

B. 先目测墙壁上的画是否挂正，再用铅垂线检查（图6－26），看看自己的目测能力如何。



图6-26　用铅垂线校正悬挂的画框

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

重力的大小

物体所受重力的大小，简称物重，可以直接用弹簧测力计测量。



活动2　用弹簧测力计测量重力

A. 用弹簧测力计测量你的文具盒和教科书等物体的重力，把测量结果填入下表中。

被测物体名称				
测得的重力G/N				

B. 用弹簧测力计测量钩码的重力，填入下表中。

被测钩码质量m/g	50	100	150	200
测得的重力G/N				

分析上述测量数据，找出物体的重力跟它的质量之间的关系，完成下面填空。

物体的重力大小跟它的质量成_____。

研究表明，物体的质量越大，它受到的重力也越大。物体重力的大小跟它的质量成正比。若用字母G表示重力，m表示质量，g表示重力跟质量的比值，它们的关系可表示为

$$G = mg$$

在地球表面通过实验测得$g \approx 9.8$ N/kg，它表示质量为1 kg的物体，在地球上所受到的重力大小约为9.8 N，或者说它重约9.8 N。在粗略计算的情况下，g可取10 N/kg。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

想一想

你身体的质量是_____kg，体重是_____N。

在地球上，不同纬度的地方测定的g略有差异，因此，同一个物体在地球上不同地方受到的重力大小也略有差异。例如：广州的g为9.788 N/kg，北京的g为9.801 N/kg。

信息浏览

月球上的物体由于被月球吸引也受到“重力”。对同样的物体，月球吸引的本领比地球弱，月球上的$g_{月}$大约是地球上$g_{地}$的$\frac{1}{6}$。1969年人类首次登上月球时，航天员穿的航天服质量约为80 kg，若在地面上，人会感到很重，但航天员在月球上却感觉很轻巧[图6-27(a)]。同样道理，月球上的物体下落得会比地球上要慢些[图6-27(b)]。

请根据你目前的体重，算一算，假如你登上月球，你的体重将变为多少牛？



(a) 航天员在月球上轻松行走



(b) 航天员在月球上做落体实验

图6-27 航天员在月球上

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

物体的重心

从力的三要素可以知道，重力除了方向和大小外，还有作用点。那么，重力的作用点在哪里？

我们知道，物体的各部分都要受到重力的作用，但在处理重力问题时，通常可以把这些力看成是作用在某一点上，这一点叫做物体的重心（center of gravity）。例如，一把质量分布均匀的直尺，其重心就在尺中央位置的 O 处，当手指支在点 O 的正下方时，尺就能平稳地静止在指头上（图6—28）。质量分布均匀的物体，其重心就是它的几何中心。

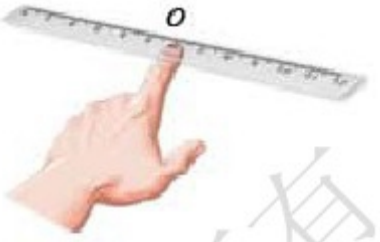


图6-28　直尺为什么能平稳地静止在指头上

在实际生产、生活中，知道物体的重心位置有很重要的意义。从重心引出的铅垂线，如果通过支点或在物体底部的支承面内，物体就不会倒下。意大利的比萨斜塔（图6—29），相传因伽利略在塔上做过落体实验而名扬四海，斜塔之所以不倾倒，就是因为其铅垂线在塔基的支承面内。

在工程技术上，增大物体底部的支承面积，降低重心位置，都可以增加物体的稳定性。



图6-29　比萨斜塔

自我评价与作业

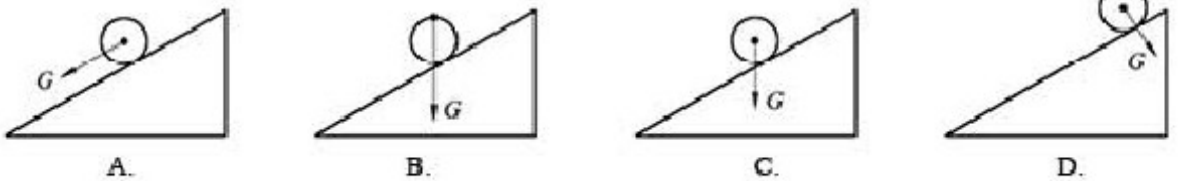
1. 一位同学的质量是48 kg，他受到的重力是多大？

2. 下列物体中，物重约为10 N的可能是（　　）。

A. 一头牛　　B. 一个鸡蛋

C. 一只鸡　　D. 一本物理教科书

3. 四位同学分别画出放在斜面上的均质小球所受重力的示意图（图6—30），其中正确的是（　　）。



A.　　B.　　C.　　D.

图6-30

微信公众号：电子课本大全

4. 桥头上竖立着如图6－31所示的标志牌（t表示吨），它表示这座桥允许通过的车的最大重力是_____N。

5. 参照图6－25（c），制作一个小水平仪，用它来检查学校的讲台和乒乓球桌的台面是否水平。



图6-31



6.4 探究滑动摩擦力

生活中的摩擦

摩擦现象在生活中随处可见，图6－32中的问题都与摩擦有关。


（a）运动员为什么能在冰面上快速滑行


（b）汽车轮胎表面为什么常有凹凸的花纹


（c）机场里的传送带为什么能用来传送行李


（d）登山时为什么要穿防滑靴

图6-32 生活中的摩擦

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

一个物体在另一个物体表面上滑动时产生的摩擦，叫做**滑动摩擦**（sliding friction）。滑动摩擦中阻碍物体相对运动的力，叫做**滑动摩擦力**（sliding friction force）。

探究滑动摩擦力

人在冰面上滑行比在水泥地上容易，在地板上推动大木箱滑行比推动小木块困难，这些都与滑动摩擦力的大小有关。怎样测量滑动摩擦力的大小呢？



必做实验

活动1　测量水平运动物体所受的滑动摩擦力

如图6－33所示，使木块在弹簧测力计拉力的作用下，沿水平桌面匀速滑动。研究表明，弹簧测力计拉力的大小就等于滑动摩擦力的大小。



图6－33　测量滑动摩擦力

请你按上面的实验原理选择仪器，测量滑动摩擦力。

(1) 将木块置于水平桌面上，用弹簧测力计拉动木块匀速滑动。

(2) 在木块匀速运动的过程中，观察并记录弹簧测力计的示数。

(3) 重复测量几次，你测量到的滑动摩擦力是_____N。

与同学交流各自测量的结果。

那么，滑动摩擦力的大小跟哪些因素有关呢？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



活动2　探究滑动摩擦力的大小跟哪些因素有关

请你将手掌压在桌面上，边压边向前推，比较在压力大和压力小时，手掌感受到的阻力。再将手掌分别放在光滑的桌面上和粗糙的木板上，感受两种情况下手掌受到的阻力。由此，你猜想滑动摩擦力的大小跟哪些因素有关？

根据生活中的摩擦现象，有同学认为：滑动摩擦力的大小跟两个物体相互挤压的程度有关；也有同学认为，它跟接触面的粗糙程度有关。你认为他们的猜想有道理吗？

制订计划

由于我们猜想影响滑动摩擦力大小的因素有两个，所以可以分两步来进行研究：先保持接触面的粗糙程度不变，研究滑动摩擦力的大小跟压力大小的关系；再保持压力不变，研究滑动摩擦力的大小跟接触面粗糙程度的关系；最后，把研究的结果综合起来。

设计实验与收集证据

请根据计划的思路，利用如图6－34所示的器材设计实验，拟订实验步骤，对上述猜想进行实验研究。



图6-34　实验器材

将你的实验结果与同学讨论交流后，完成下列填空。

滑动摩擦力的大小跟物体间接触面的粗糙程度以及压力的大小有关。在压力一定的情况下，接触面越_____，滑动摩擦力越_____；在接触面粗糙程度相同的情况下，压力越大，滑动摩擦力越_____。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

想一想

实验时，怎样保持接触面的粗糙程度不变而改变压力的大小？又如何保持压力的大小不变而改变接触面的粗糙程度？

信息浏览

滚动摩擦

一个物体在另一个物体上滚动时所产生的摩擦，叫做滚动摩擦（rolling friction）。

实验证明，在相同压力的情况下，滚动摩擦要比滑动摩擦小得多。



图6-35 滚动轴承

在机器的转动轴上大都安装有滚动轴承。轴承的内圈套在转轴上，外圈固定在轴承座上，两圈之间有许多光滑的钢珠或钢柱（图6-35）。机器运转时，轴带着内圈转动，钢珠或钢柱在两圈之间滚动，摩擦就明显减小。滚动轴承的摩擦大约是滑动轴承摩擦的$\frac{1}{30}$～$\frac{1}{20}$。

增大摩擦与减小摩擦的方法

摩擦与人们的生活、生产密切相关，人们时时处处都离不开它。摩擦有时是有益的，不可缺少的；有时是有害的，会给人增加麻烦。

人走路、骑车、握笔等都要靠摩擦。如果摩擦太小，人行走时就容易滑倒，传送皮带上的产品也运送不出去，这时就要设法增大摩擦。

在机器内部有许多转动和滑动的部件，摩擦不但会使机器发热，而且还会使机器磨损。在这些情况下，摩擦是有害的，应该设法减小摩擦。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

在如图6－36所示各现象中，哪些是为了增大摩擦？哪些是为了减小摩擦？



（a）自行车的刹车装置中有一块橡皮



（b）在小提琴的弓弦上擦些松香



（c）给轮滑鞋的转轴表面加润滑剂



（d）在机器的转轴上安装滚珠轴承

图6-36　增大摩擦与减小摩擦的方法

你还能说出哪些增大摩擦和减小摩擦的事例？请归纳一下。

增大有益摩擦采用的方法：	减小有害摩擦采用的方法：

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



摩擦与汽车防抱死系统（ABS）

假如汽车在高速行驶时紧急刹车，车轮一般会被刹车片抱死不能转动，而只能沿着地面滑动。由于滑动中产生大量的热，轮胎与地面的接触部分会变软、变滑，因此车要滑动较长一段距离才能停下来。

汽车防抱死系统（ABS）是由微电脑控制的系统，它能使车轮在紧急制动时不被抱死，避免了刹车时的跑偏和侧滑现象，提高了汽车的安全性能。



自我评价与作业

1. 通过实验探究，我们知道滑动摩擦力的大小跟接触面的粗糙程度以及压力的大小有关。那么，怎样通过实验探究滑动摩擦力的大小跟两物体接触的面积大小的关系呢？请简要写出你的实验方案。

2. 指出下列各种情况分别属于哪种摩擦？

(1) 用钢笔写字时，笔尖跟纸之间的摩擦。（　　）

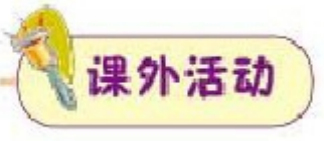
(2) 用圆珠笔写字时，笔头的珠子跟纸之间的摩擦。（　　）

(3) 滑雪时，滑雪板跟雪地之间的摩擦。（　　）

3. 自行车上哪些部位要增大摩擦？哪些部位要减小摩擦？它们各是用什么方法来增大或减小摩擦的？

4. 拔河比赛中，运动员常常穿上比较新的球鞋，而且不希望地面上有很多的沙子或地面太平滑，否则难以取胜，这是为什么？

5. 同一水平桌面上放有质量相等的长方体木块和铁块各一块，另有量程合适的弹簧测力计一个。请设计一个实验，探究桌面对木块和铁块的摩擦力是否一样大。



展开想象的翅膀，以《假如没有摩擦》为题，写一篇科普短文，并在班上交流。

微信公众号：电子课本大全



6.5 探究杠杆的平衡条件

在生活、生产中，人们常常用撬棒撬物、用起重机吊物等，这其中有什么奥秘？让我们从跷跷板开始进行探究。

探究跷跷板中的道理

小时候，我们都玩过跷跷板。观察如图6—37所示的情景后，讨论一下，大人和小朋友分别坐在跷跷板的两侧，怎样才能使跷跷板保持水平呢？



图6-37 怎样才能使跷跷板保持水平

我的想法是：

为了便于探究跷跷板怎样才能保持水平状态，需要对它简化进行实验研究。如图6—38所示，用带有等分刻度的均质木尺代替跷跷板，用钩码代替人。

物理学中，把能绕某一固定点转动的硬棒（直棒或曲棒），叫做杠杆（lever）。跷跷板是一种杠杆。



图6-38 模拟跷跷板实验

微信公众号：电子课本大全



活动1　探究杠杆的平衡条件

首先调节杠杆两端的螺母，使杠杆处于水平平衡状态。接着在杠杆的两边分别挂上数量不同的钩码，用 F_1、F_2 表示钩码的拉力，用 L_1、L_2 表示钩码离开悬挂点 O 的距离（图6－39）。

改变钩码数量和它们离开点 O 的距离，使杠杆处于水平静止状态。将各次实验所得的数据填入下表中。

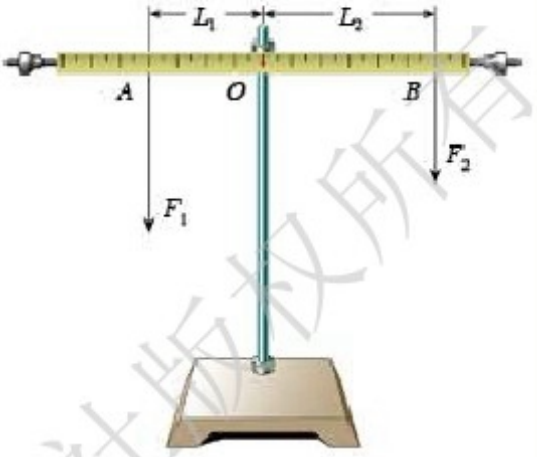


图6-39　探究杠杆的平衡条件示意图

实验序号	左　边		右　边	
	拉力 F_1/N	距离 L_1/m	拉力 F_2/N	距离 L_2/m

杠杆绕着转动的点（图6－40中的点 O），叫做支点（fulcrum）。

从支点到力作用线的距离 L_1 和 L_2 叫做力臂（force arm）。动力的力臂叫做动力臂，阻力的力臂叫做阻力臂。

杠杆在动力和阻力作用下处于静止状态，叫做杠杆平衡（balance）。

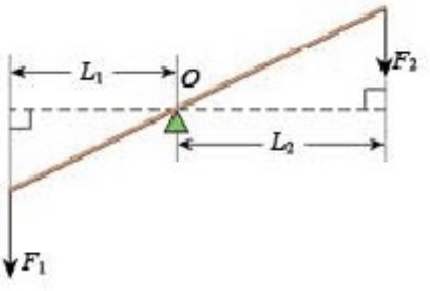


图6-40　杠杆

请运用上述概念，分析实验中的数据，用文字和公式归纳结论。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

动力×(　　)=阻力×(　　)

即　$F_1\times$(　　)$=F_2\times$(　　)　或　$\dfrac{F_1}{F_2}=\dfrac{(\quad)}{(\quad)}$

上式表明，**杠杆平衡时，杠杆的动力乘动力臂等于阻力乘阻力臂，即杠杆的动力臂是阻力臂的几倍，杠杆的动力 F_1 就是阻力 F_2 的几分之一。这就是杠杆的平衡条件。**

例题　假如图6—37中的大人重750 N，小女孩重250 N。当大人坐在与跷跷板的转轴距离为0.5 m处，小女孩应该坐在哪里才能使跷跷板水平平衡？

已知：阻力 $F_2=750$ N，阻力臂 $L_2=0.5$ m，动力 $F_1=250$ N。

求：动力臂 L_1 的大小。

解：根据杠杆平衡条件 $F_1L_1=F_2L_2$，得

$$L_1=\frac{F_2}{F_1}L_2=\frac{750\text{ N}}{250\text{ N}}\times 0.5\text{ m}=1.5\text{ m}$$

答：小女孩应该坐在离转轴1.5 m处。

讨论：

1. 根据杠杆平衡条件，比较动力臂和阻力臂的长短，怎样的杠杆省力？怎样的杠杆费力？怎样的杠杆既不省力又不费力？

2. 比较图6—41中三种剪刀的动力臂、阻力臂长短有什么不同？请说明其中的道理。



（a）铁皮剪刀　（b）理发剪刀　（c）普通剪刀

图6-41　三种剪刀

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



活动2　认识生活中的杠杆

生活和生产中有许多不同形式的杠杆。

请画出图6－42中各种器具的支点和力臂。画力臂时要注意，它应该是支点到力的作用线的距离。



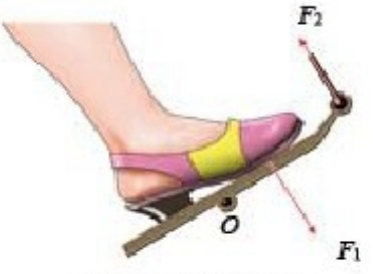
（a）撬棒



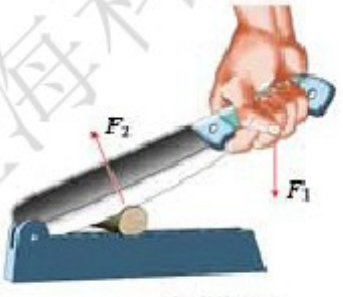
（b）开酒瓶的起子



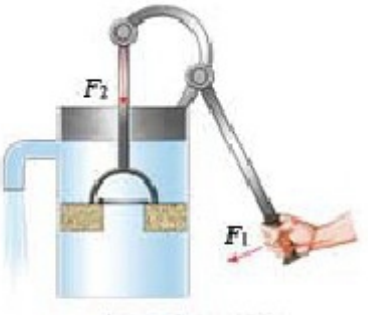
（c）托盘天平



（d）缝纫机踏脚板



（e）铡刀



（f）手动抽水机

图6-42　生活中的杠杆

讨论：上图中哪些杠杆省力，哪些杠杆费力，哪些杠杆既不省力也不费力？使用这三类杠杆各有什么好处？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

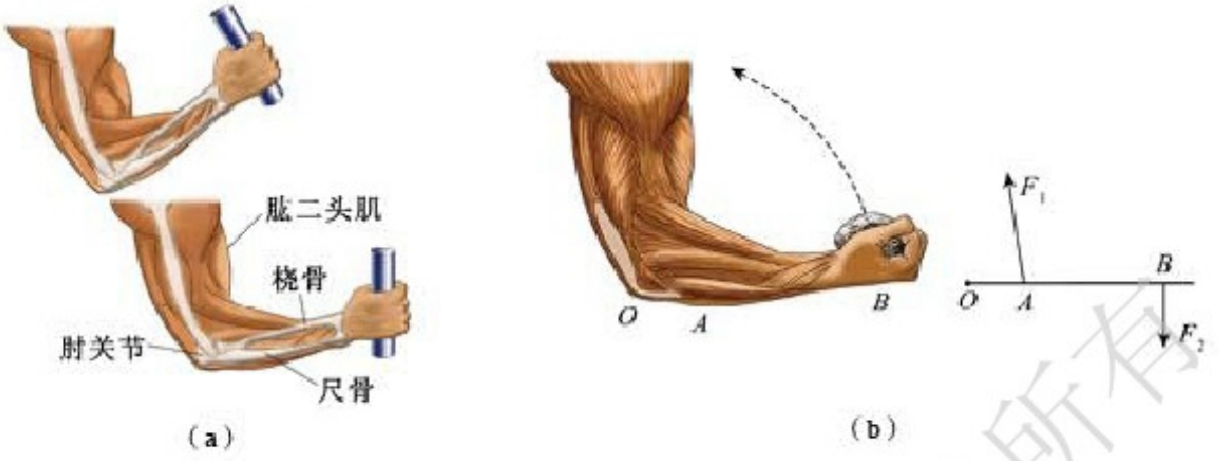


图6–43　人的前臂工作示意图

人体内许多部位的骨骼和肌肉组织也构成杠杆。如图6—43所示，手上握着或托着重物时，可将手、手腕、尺骨和桡骨看作一个整体，它的作用相当于杠杆（肘关节相当于支点）。

机械手操作时，模仿手的动作，同样具有杠杆的特征（图6—44）。



图6–44　机械手剪羊毛

信息浏览

传说，阿基米德（Archimedes，前287—前212）发现了杠杆原理后，曾产生撬动地球的遐想。他在给叙拉古国国王希罗的信中写道："只要给我一个支点和一根足够长的杠杆，我就能撬动地球。"国王看信后，立即召见了阿基米德，并说："当着众神发誓，你真的能撬动地球吗？"阿基米德不慌不忙地用撬石头的例子作比喻，向国王讲了杠杆的原理，然后坦然回答说："不，



图6–45　阿基米德撬动地球的遐想

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

我只是根据原理作了这样的推理。事实上，我站不到地球以外的什么地方去，找不到这样长而坚固的杠杆，也找不到搁这根杠杆的支点。”国王弄懂了这个道理，很高兴。

自我评价与作业

1. 你是否动手做过“探究杠杆的平衡条件”的实验？如果没有，请在家中做一下。

2. 画出图6－46中各力的力臂。

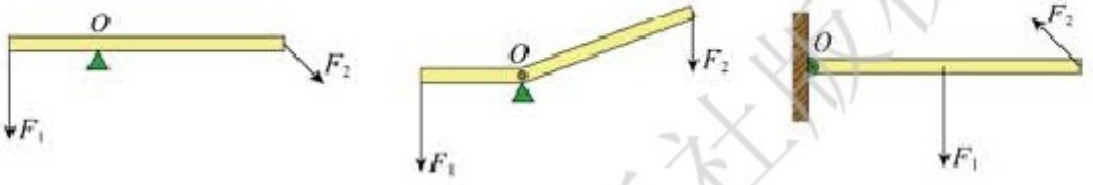


图6–46

3. 工人用一辆独轮车搬运泥土。设车斗和泥土的总重力$G=1\,000\,N$，独轮车各部分如图6－47所示，那么，工人运泥土时抬起独轮车需要用的力F是多少？



图6–47

4. 一位体重约为500 N的同学在做俯卧撑，如图6－48所示，点A为重心。请计算地面对他双手的作用力。

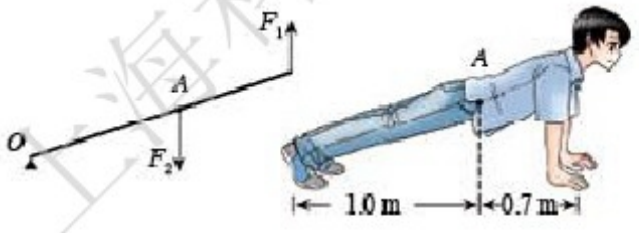


图6–48

5. 图6－49是拉杆式旅行箱的受力示意图。若箱重100 N，动力臂是阻力臂的4倍，则拉箱子时，竖直向上的拉力$F=$_____N。

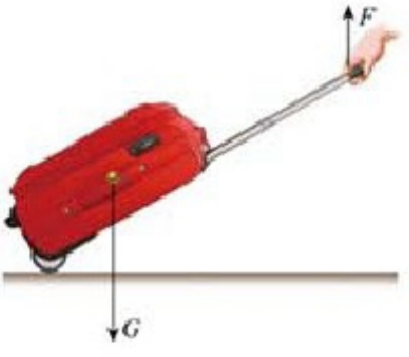


图6–49

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

课外活动

制作一个小小垃圾桶

找一个用过的饮料杯，以及硬纸板、铁丝等材料，模仿家用脚踏垃圾桶，用杠杆原理给饮料杯加盖子，使它变成一个小小垃圾桶。做好后在班上展览一下，看看哪位同学的作品最精美、最灵活。



6.6 探究滑轮的作用

在建筑工地上，我们有时会看到工人借助滑轮把物料缓缓地提起来（图6—50）。这些滑轮的作用是什么呢？



图6-50 用滑轮提物

(a) (b)

动滑轮和定滑轮



活动1 用滑轮把钩码提起来

(1) 观察滑轮，说出它的结构。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

(2) 参照图6－50，用滑轮、细线、铁架台等设计两种实验方案，要求利用滑轮把钩码提起来，并在方框中画出实验装置的示意图。

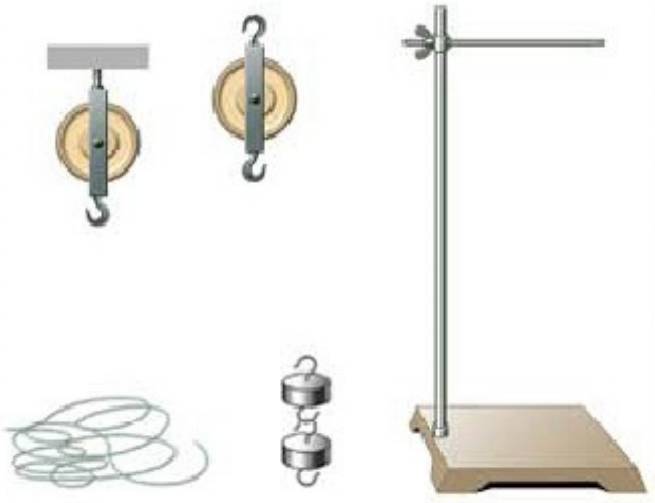


图6-51 实验器材

从活动1可知，使用滑轮工作时，根据滑轮的轴的位置是否移动，可将滑轮分成**动滑轮**和**定滑轮**两类。定滑轮的轴固定不动，动滑轮的轴与重物一起移动。

探究两类滑轮的作用

在活动1的两种实验方案中，分别用定滑轮和动滑轮提起质量相等的钩码，拉力的大小是否相同?



图6-52 不同的猜想

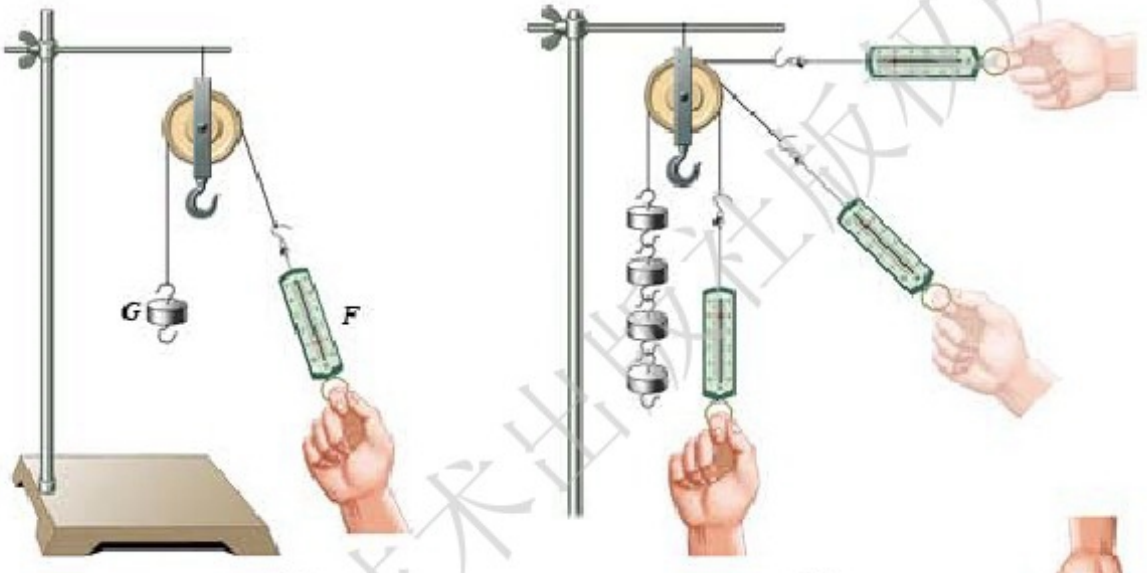
上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全



活动2　两类滑轮的比较

A. 使用定滑轮有什么好处

先用弹簧测力计直接测出每一个钩码的重力，再按图6　53所示用弹簧测力计测量拉力，改变钩码的数量或拉力的方向，比较每次拉力和钩码重力的大小关系。实验中，钩码的重力不变时，沿不同方向的拉力大小相同吗？



(a)　(b)

图6–53　探究定滑轮的作用

从实验中可以得出结论：

使用定滑轮不_____，但可以改变拉力的_____。

B. 使用动滑轮有什么好处

按图6－54所示的方法，通过动滑轮来提起钩码，读出弹簧测力计的示数F，并与钩码的重力G相比较，可以得出什么结论？

使用动滑轮可以_____，但不改变_____。

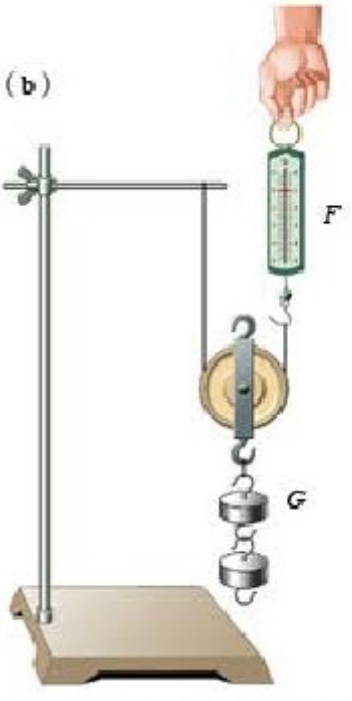


图6–54　探究动滑轮的作用

微信公众号：电子课本大全



活动3　使用滑轮的理论分析

滑轮属于杠杆类机械，上述实验得出的两个结论，可以用杠杆平衡原理来进一步论证。

(1) 使用定滑轮时，相当于一个等臂杠杆(图6－55)，定滑轮的轴是杠杆的支点，动力臂和阻力臂都等于定滑轮的半径。

拉力F与物重G的关系是：_____。

当绳子沿着倾斜方向通过定滑轮拉重物时(图6－56)，还是一个等臂杠杆吗？请画出两个力臂。

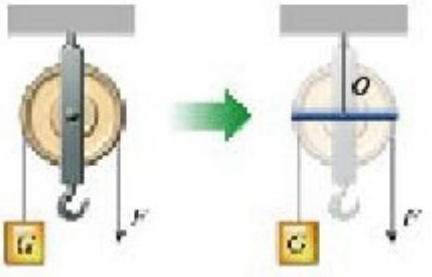


图6-55　定滑轮与杠杆



图6-56　斜拉重物的分析

(2) 使用动滑轮时，同样可找出跟它相当的杠杆。如图6－57所示，点O为杠杆的支点，滑轮的轴A为阻力的作用点。提升重物时，如果两边绳子平行，动力臂为阻力臂的两倍。

当动滑轮平衡时，拉力F与物重G的关系是：_____。

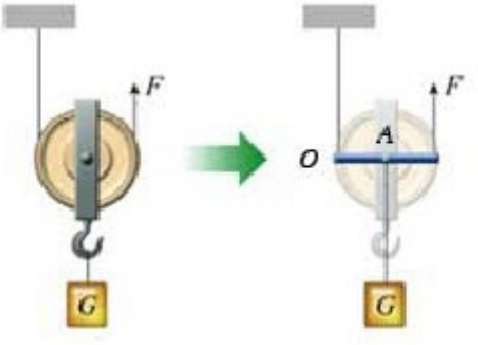


图6-57　对动滑轮作用的分析

滑轮组

使用定滑轮能改变用力的方向，使用动滑轮能省力，把它们组合起来使用，就可以既省力又可改变用力的方向。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



活动4　使用滑轮组时拉力与物重的关系

请把一个定滑轮与一个动滑轮组合成如图6－58所示的滑轮组，并测出不同情况下拉力F和钩码的重力G，填入下表中。



图6-58　探究滑轮组的作用

实验序号	钩码的重力G/N	弹簧测力计的拉力F/N	吊起动滑轮的绳子股数n
(a)			
(b)			
(c)			

从表中可以找出F、G和n的关系

$$F=_____G$$

实验表明：使用滑轮组吊重物时，若动滑轮重、绳子自重和摩擦不计，动滑轮被几股绳子吊起，所用的力就是物重的几分之一。



杠杆还可以变形为轮轴。

如图6－59所示，由轮和轴组成的能绕共同轴心转动的简单机械就是轮轴。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

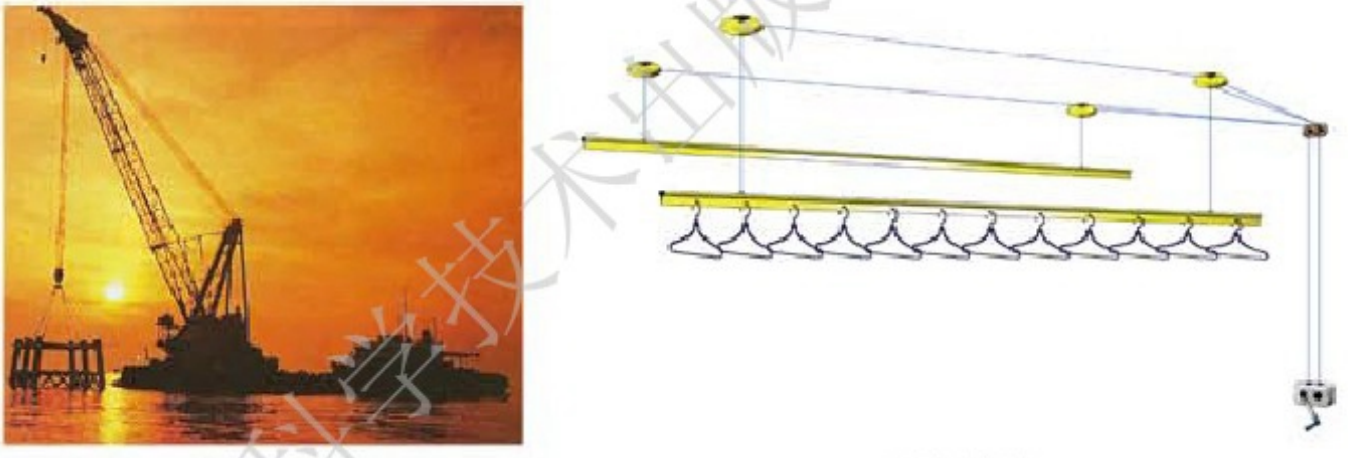
轮轴可以看成不等臂杠杆。若动力作用在轮上，阻力作用在轴上，就省力，如汽车方向盘、井上的辘轳和水龙头等；反之，若动力作用在轴上，阻力作用在轮上，就费力，如汽车前窗上的雨刮器，自行车通过链条带动车轮转动等。



（a）汽车的方向盘　（b）井上的辘轳　（c）水龙头　（d）汽车前窗上的雨刮器

图 6-59　各种轮轴

生产、生活中常用的机械（图6－60），往往是这些简单机械的组合。



（a）起重机　（b）晾衣架

图6-60　简单机械的组合



STS

工厂的车间里常见一种特殊结构的滑轮，叫做差动滑轮（俗称“神仙葫芦”），它由两个直径相差不多的定滑轮和一个动滑轮组成，如图6－61所示。有了它，只需一个人就可以缓缓吊起或移动很重的物体。



图6-61　差动滑轮

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 学校升国旗的旗杆顶部有一个滑轮，升旗时往下拉动绳子，国旗就会上升。以下对这一滑轮的说法正确的是（　　）。

A. 这是一个动滑轮，可以省力

B. 这是一个定滑轮，可以省力

C. 这是一个动滑轮，可以改变拉力的方向

D. 这是一个定滑轮，可以改变拉力的方向

2. 根据图6－62所示的省力要求，画出滑轮组绳子的绕法。（忽略动滑轮自重和摩擦）

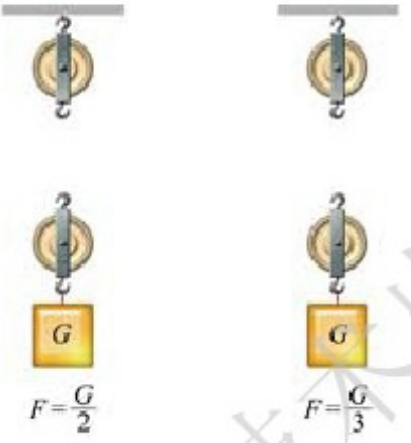


图6-62

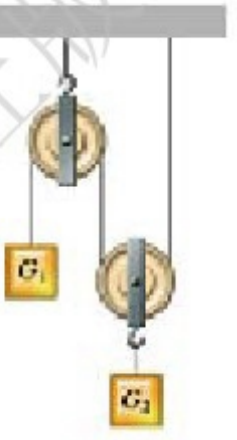


图6-63

3. 如图6－63所示，两个物体的物重分别为G_1和G_2，忽略滑轮自重和摩擦，当滑轮平衡时，G_1与G_2之比是多少？

4. 如图6－64所示，女孩想用一根绳子和两个滑轮提起物体。请画出最省力的绕线方式。



图6-64

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

第七章

运动和力

日出日落、斗转星移
宇宙每时每刻都在运动
风云变幻、川流不息
我们生活在运动的世界里
宇宙万物
“惯性”常在
腾跃、驰骋、翱翔
各有千秋
这里闪烁着——
伽利略的思想光芒
牛顿第一定律的奥秘
正等待着人们探究、品味

7.1 怎样描述运动
7.2 怎样比较运动的快慢
7.3 探究物体不受力时怎样运动
7.4 探究物体受力时怎样运动



上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全



7.1 怎样描述运动

什么是运动和静止

人在路上行走，轮船在河道中航行，火车在铁轨上奔驰，飞机在天空中飞行……这些物体相对于地面的位置都在不断地改变。**物理学中，把一个物体相对于另一个物体位置的改变叫做机械运动**（mechanical motion），**简称为运动**。因此，以上所述的人、轮船、火车、飞机等物体都在做机械运动。



活动1　怎样判断物体是否运动

如图7－1（a）所示，几个孩子在草地上做游戏。当站在大树旁的小女孩转过身来时，每个人的位置如图7－1（b）所示。



（a）



（b）

图7-1　运动和静止的游戏

比较图7－1（a）（b），请帮这个小女孩找一找，____号和____号小孩运动了，而____号和____号小孩保持不动。你判断的根据是什么？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



图7-2　青山、白云、瀑布

上面的游戏中，1号和2号小孩运动了，因为他们相对于大树的位置都发生了改变；3号和4号小孩都保持不动，因为她们相对于大树的位置没有改变。

由此可见，要判断一个物体是否在运动，先要选一个物体作参照，这个物体叫做**参照物**（reference object）。如果一个物体相对于参照物的位置在改变，就可以说这个物体是**运动**的；如果这个物体相对于参照物的位置没有改变，就可以说它是**静止**的。

想一想

如果以地面为参照物，那么：

（1）图7-2中的青山是_____的，停留在山巅之上的白云也是_____的；而瀑布则是_____的。

（2）著名诗句“暮色苍茫看劲松，乱云飞渡仍从容”，句中“飞渡”的“乱云”相对于地面是_____的。

运动和静止是相对的

坐在奔驰列车里的乘客，若选车厢为参照物，他是静止的；若选地面为参照物，他却是运动的。高山、森林、房屋等物体，若选地面为参照物，它们都是静止的；若选太阳为参照物，这些物体又都是运动的。

由此可见，一个物体是运动还是静止，取决于所选的参照物。参照物不同，得出的结论可以不相同。机械运动的这种性质，叫做**运动的相对性**（relativity of motion）。

想一想

2011年11月，我国发射的“神舟八号”与“天宫一号”对接时，“神舟八号”相对于“天宫一号”处于_____状态，而它们相对于地球是处于_____状态。

图7-3　“神舟八号”和“天宫一号”对接示意图



微信公众号：电子课本大全



活动2　选择参照物

必做实验

如图7－4所示的是机场候机楼中的旅客自动人行道，它能把站在上面的旅客自动输送一段距离。

讨论：

（1）站在自动人行道上的旅客是运动的还是静止的？为什么？

（2）坐在候机楼里的旅客是静止的还是运动的？为什么？



图7–4　机场候机楼中的自动人行道

参照物应根据需要和方便选择。例如，研究地面上物体的运动时，常选地面或固定在地面上的物体为参照物。发射宇宙飞船，研究它离开地球的运动时，选地球为参照物；研究它进入轨道绕太阳运行时，就选太阳为参照物。

其实，太阳也不是不动的，它和其他恒星一样，在银河系里运动着。银河系也在运动。自然界中绝对不动的物体是没有的，整个宇宙都是由运动着的物质组成的。

自然界中运动的多样性

自然界里的万物每时每刻都在运动，运动是自然界中的普遍现象。运动的形式多种多样。江河湖海的水流不断，现代都市中的车水马龙，浩瀚太空中的天体运动，微观世界里的分子、原子运动，肉眼看不见的电磁运动，引发地表变迁的地壳运动，生机勃勃的生命运动……这些运动使大自然绚丽多彩、生机盎然，而机械运动只是其中最简单、最基本的一种运动形式。



图7–5　河水在不停地流动

微信公众号：电子课本大全



图7-6　八颗行星围绕着太阳运动

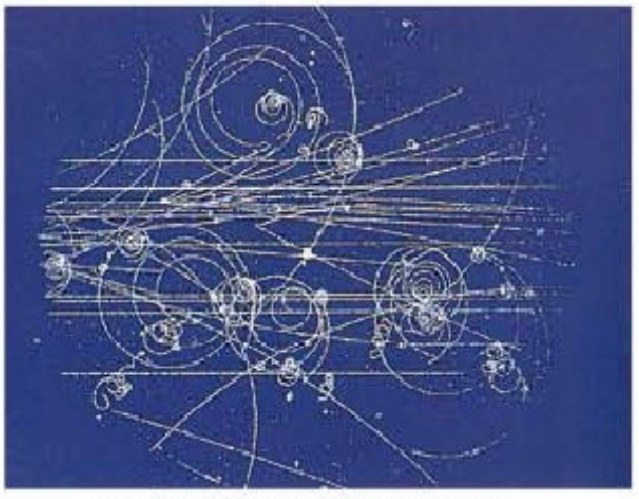


图7-7　基本粒子的运动轨迹



图7-8　无线电波传播到千家万户

自我评价与作业

1. 写出下表中描述物体做机械运动的参照物。

机械运动	参照物
小明坐在教室里不动	
小明随着地球绕太阳公转	
车里的乘客说："房屋、树木在后退。"	
地球同步卫星静止在高空中	

2. "小小竹排江中游，巍巍青山两岸走。"这两句歌词中描绘的运动情景，所选的参照物相同吗？试找出它们所选的参照物。

3. "朝辞白帝彩云间，千里江陵一日还。两岸猿声啼不住，轻舟已过万重山。"这是李白《早发白帝城》中的诗句。如果以_____为参照物，舟中人是运动的，而以_____为参照物，则舟中人是静止的。



图7-9

微信公众号：电子课本大全

4. 甲、乙两人并排站在匀速上行的自动扶梯上。下列说法正确的是（　　）。

A. 甲相对于乙是运动的　　B. 甲相对于乙是静止的

C. 甲相对于地面是静止的　　D. 甲相对于上一级扶梯上站立的人是运动的

5. 如图7－10所示的情景是空中加油机即将给正在飞行的两架歼击机加油。



图7-10

（1）在高速飞行的条件下，要准确地实施空中加油，从相对运动的角度看，加油机和受油机的运动应满足什么条件？

（2）目前世界上有哪些国家解决了空中加油的问题？

如果你对其中的一些问题不清楚，可从互联网、图书馆查找有关的资料。

课外活动

地球同步通信卫星是怎样实现“动中求静”的？查阅有关同步卫星的资料，了解我国研制、发射同步卫星的成就。



图7-11　地球同步通信卫星



7.2 怎样比较运动的快慢

比较物体运动快慢的两种方法

田径场上，百米赛跑正在紧张地进行中（图7－12）；游泳池里，比赛也正激烈地展开着。怎样比较运动员们运动的快慢呢？



图7-12　百米赛跑

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

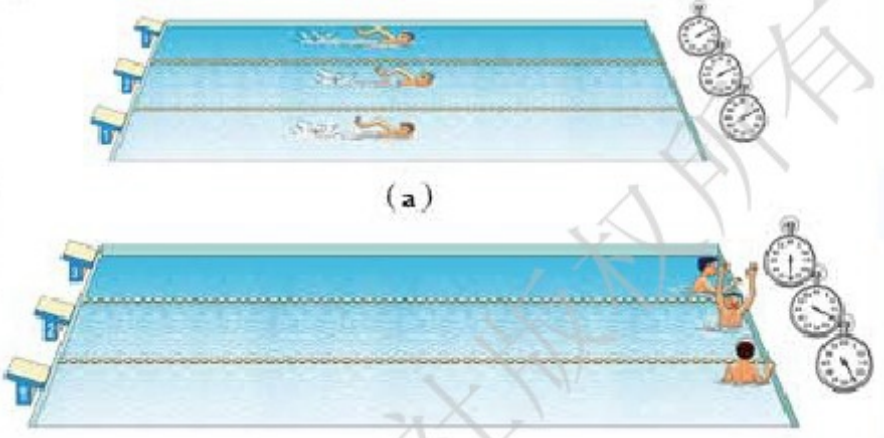


活动1　比较谁游得快

请认真观察图7－13(a)(b)中停表的示数与运动员游过的路程，讨论一下，如何确定谁游得快？

观众认定，在相同时间内，游在前面的人快［图7－13(a)］；裁判则认定，在运动员们到达终点时，计时少的人游得快［图7－13(b)］。

你认为观众与裁判比较快慢的方法一样吗？为什么？



(a)

(b)

图7-13　谁游得快

在活动1中，观众与裁判判断运动员游泳快慢所用的方法是不同的。观众看谁游在前面，是用“相同时间比路程”的方法；裁判看谁先到达终点，是用“相同路程比时间”的方法。

如果两个运动物体通过的路程和所用的时间都不相同，怎样比较它们运动的快慢呢？只要将路程和时间相除，算出它们在单位时间内通过的路程，就可以比较它们运动的快慢了。

请你比较图7—14中汽车和飞机运动的快慢。



(a) 汽车在120 s内行驶3 600 m



(b) 飞机在2 s内飞行1 000 m

图7-14　汽车、飞机运动快慢比较

微信公众号：电子课本大全

这里比较物体运动快慢所用的方法类似于上述观众所用的方法，即“单位时间比路程”。根据这样比较物体运动快慢的方法，可以引进一个重要的物理量——速度。

速度及其计算公式

物理学中，把物体通过的路程与通过这段路程所用时间的比，叫做速度（velocity）。

$$\text{速度}=\frac{(\quad)}{(\quad)}$$

若用字母 v 表示速度，s 表示路程，t 表示时间，则上面的公式可写成

$$v=\frac{(\quad)}{(\quad)}$$

速度的单位是由长度单位和时间单位组合而成的。在国际单位制中，速度的单位是米/秒，读作“米每秒”，符号是 m/s 或 $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$。例如，汽车在 1 s 内通过 10 m，速度就记作“10 m/s”；飞机在 1 s 内飞过 500 m，速度就记作“500 m/s”。在实际生活中，常用的速度单位还有千米/时，符号是 km/h。

$$1\ \mathrm{km/h}=\frac{1\,000\ \mathrm{m}}{3\,600\ \mathrm{s}}=\frac{5}{18}\ \mathrm{m/s}$$



图7-15　汽车速度表

如图7—15所示的是汽车的速度表，它可以随时指示汽车运动的速度。



活动2　测量物体运动的速度

必做实验

这个实验要求用皮尺和停表测量同学们短跑时的速度。实验需要的器材是一根皮尺和4只停表或电子表。实验的步骤如下：

(1) 在室外测出10 m的路程，每隔10 m作一记号。

(2) 选出4名记时员分别站在10 m、20 m、30 m、40 m处。

(3) 在同学中选出男、女选手各一名。

微信公众号：电子课本大全

（4）男、女选手分别跑完40 m路程。

4名记时员分别记录男、女选手通过10 m、20 m、30 m、40 m处的时间，并填入下表中。

时间 t/s 路程 s/m 性别	10	20	30	40
男				
女				

根据上表中的数据，计算男、女选手10 m内、20 m内、30 m内和40 m内的速度，填入下表中。

速度 v/(m·s^{-1}) 性别	v_1 (10 m内)	v_2 (20 m内)	v_3 (30 m内)	v_4 (40 m内)
男				
女				

讨论：分析表中不同路程跑步的数据，描述一下这两名选手在短跑过程中的速度是怎样变化的？男、女选手的速度变化情况有什么不同？请讨论一下，怎样进一步提高他们的短跑成绩。

例题 某大型喷气式客机的飞行速度为990 km/h，它每分钟飞行多少千米？如果骑自行车的速度约为5 m/s，要用多长时间才能通过客机1 min内飞过的路程？

已知：客机速度 $v_1=990\ \text{km/h}$，时间 $t_1=1\ \text{min}$；自行车速度 $v_2=5\ \text{m/s}$。

求：（1）客机1 min飞行的路程 s。

（2）骑自行车通过路程 s 所需的时间 t_2。

解：（1）该客机1 min飞行的路程为

$$s=v_1t_1=990\ \text{km/h}\times 1\ \text{min}=990\ \text{km/h}\times\frac{1}{60}\ \text{h}=16.5\ \text{km}$$

（2）骑自行车通过路程 s 所需的时间为

$$t_2=\frac{s}{v_2}=\frac{16\,500\ \text{m}}{5\ \text{m/s}}=3\,300\ \text{s}=55\ \text{min}$$

答：（1）该客机每分钟飞行的路程为16.5 km。

（2）骑自行车通过上述路程所需的时间为55 min。

微信公众号：电子课本大全

匀速直线运动和变速直线运动

物体做机械运动，按照运动轨迹的曲直可分为**直线运动**（图7—16）和**曲线运动**（图7—17）。在直线运动中，按照速度是否改变，又可分为匀速直线运动和变速直线运动。下面来研究这两种直线运动。



图7–16　飞机起飞前在跑道上加速滑行



图7–17　游乐场的过山车

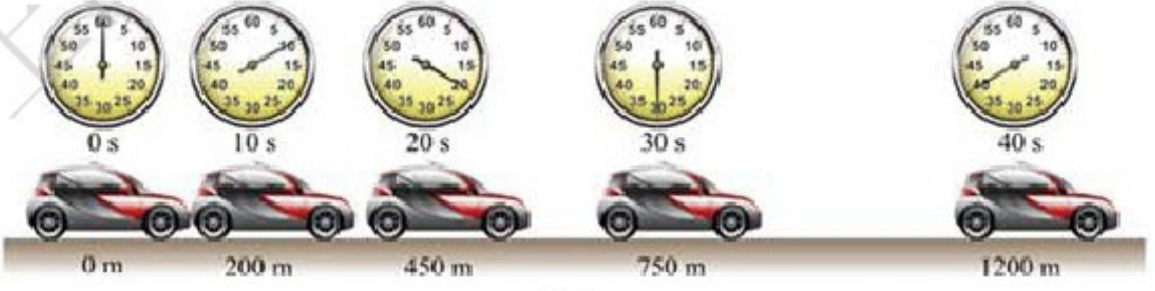


活动3　比较汽车速度的变化

图7－18记录了两辆汽车在平直的公路上行驶时，在相同时间内所通过的路程，请计算它们在各段时间中的速度。比较一下，在图7－18（a）中，汽车在各段时间内的速度有什么特点？在图7－18（b）中，汽车在各段时间内的速度相等吗？



（a）



（b）

图7–18　两辆汽车的运动情况

微信公众号：电子课本大全

图7—18（a）中汽车做直线运动时，在各段路程中，它的速度是相等的。**物理学中，把速度不变的直线运动叫做匀速直线运动。**物体做匀速直线运动时，在相等的时间内，通过的路程是相等的。

自然界中严格地做匀速直线运动的物体是不常见的。以上的例子只是一种理想的情况。



图7-19　自动扶梯匀速升降

自动扶梯将乘客缓缓地载送上下楼（图7—19），小球在光滑水平桌面上的运动等，通常都可近似地看作匀速直线运动。



图7-20　小球竖直下落的频闪照片

图7—18（b）中的汽车做直线运动时，在相等的时间内，通过的路程不相等，其速度的大小是变化的。**物理学中，把速度大小变化的直线运动叫做变速直线运动。**图7—20是小球竖直下落时的频闪照片。图中每两次闪光之间的时间间隔是相等的。由于小球的速度逐渐变大，在相等的时间内，它所通过的路程也逐渐变大。小球竖直下落的运动是变速直线运动。

信息浏览

一些物体运动的大致速度

物　体	速　度	
	$v/(\mathrm{m\cdot s^{-1}})$	$v/(\mathrm{km\cdot h^{-1}})$
蜗牛	0.001 5	0.005 4
步行的人	1.4	5
自行车	4.2	15
高速列车	106	381.6
喷气式飞机	300	1 080
地球自转时赤道上各点	465	1 674
常态下的氢分子	1 840	6 624

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

（续表）

物　体	速　度	
	$v/(\mathrm{m\cdot s^{-1}})$	$v/(\mathrm{km\cdot h^{-1}})$
第一宇宙速度（环绕地球）	7 900	28 440
第二宇宙速度（脱离地球）	11 200	40 320
第三宇宙速度（脱离太阳系）	16 700	60 120
地球公转	3.0×10^{4}	1.08×10^{5}
光和无线电波	3.0×10^{8}	1.08×10^{9}

自我评价与作业

1. 比较物体运动快慢的方法有哪几种？物理学中是怎样比较物体运动快慢的？

2. 自然界中物体的运动是丰富多样的，有的速度很大，有的速度很小。

（1）你知道自然界中速度的最大值是多少吗？测得光从太阳到地球所花的时间为8 min 20 s，则地球与太阳之间的距离是_____。

（2）刺猬是哺乳动物中的“慢跑冠军”，它用15 min跑了260 m，它的速度是_____。



图7-21　刺猬

3. 观察汽车、摩托车等交通运输工具上的速度表，了解表盘上的刻度，学习读速度表的方法。

4. 一辆汽车行驶在合肥到南京的高速公路上，汽车上的速度表指针始终指在如图7－22（a）所示的位置。汽车由图7－22（b）中所示的位置A处行驶到B处，需要多少时间？



图7-22

微信公众号：电子课本大全

5. 2010年5月底，创造世界过江隧道之最的南京长江隧道建成通车。坐在匀速行驶汽车上的一位乘客，为估测隧道的长度，在进、出隧道口时，分别看了一下手表，如图7－23（a）（b）所示。如果汽车通过隧道时的速度是20 m/s，那么此隧道长约为_____km。请查阅南京长江隧道实际长度，判断该乘客的估测是否正确。



（a）　（b）

图7-23

6. 人快步行走时的速度大约是2 m/s，汽车在一般道路上的行驶速度大约是10 m/s。人要安全横穿16 m宽的道路，并且要求预留10 s的安全时间，至少要离行驶过来的汽车多远，才能保证安全？

请与同学一起查阅有关交通规则，并讨论横穿道路的安全问题。

课外活动

找一只小昆虫（如蚂蚁），放在坐标纸上，观察并记录昆虫的运动轨迹。请设计一个实验进行探究，粗略测量这种昆虫的运动速度。要提醒你的是：不要伤害昆虫，还要注意自己的安全。



7.3 探究物体不受力时怎样运动

两千多年前，古希腊思想家、哲学家亚里士多德（Aristotle，前384—前322）断言：要使一个静止的物体运动起来，就必须对它用力；用力使物体运动起来后，停止用力，物体归于静止。于是，他声称："运动者皆被推动。""当推一个物体的力不再推它时，原来运动的物体便归于静止。"

探究运动和力的关系

关于运动和力的关系，你同意亚里士多德的观点吗？物体的运动一定需要

微信公众号：电子课本大全

力来维持吗？



图7-24　不同观点的争论

究竟哪一位同学的说法对呢？这需要用实验来验证。



活动1　探究运动和力的关系

在地球上，完全不受力的物体是没有的。但是，可以设法使一个运动着的物体，在运动方向上受到的力逐步减小，考察它的运动情况，再进一步推想它不受力时的运动情况。

制订计划

根据上述思路，同学们经过讨论交流，制订了计划。实验装置如图7-25所示，分别将小车放在斜面的同一高度，让其自行滑下，并沿着粗糙程度不同的水平表面运动，观察小车在不同表面上运动的距离。

(1) 如图7-25(a)所示，让小车从斜面某一高度处运动到用毛巾铺垫的水平木板上，观测它运动的距离。

(2) 如图7-25(b)所示，让小车从斜面同一高度处运动到用纸板铺垫的水平木板上，观测它运动的距离。

(3) 如图7-25(c)所示，让小车从斜面同一高度处运动到用玻璃板铺垫的水平木板上，观测它运动的距离。



(a) 水平木板上铺毛巾



(b) 水平木板上铺纸板



(c) 水平木板上铺玻璃

图7-25　小车在不同水平面上的运动

微信公众号：电子课本大全

进行实验与收集证据

根据上述步骤进行实验，把小车在水平轨道上运动时受到的摩擦力情况和运动距离填入下表中。

接触面	小车受到摩擦力的大小 (选填“大”“较小”或“最小”)	小车运动的距离 (选填“短”“较长”或“很长”)
毛巾		
纸板		
玻璃		

分析比较上述实验结果之后，可以得出结论：

水平面越光滑，小车受到的摩擦力越_____，小车的速度减小得越_____，小车运动的距离就越_____。假如水平面对小车完全没有摩擦，小车将_____。

金钥匙

实际上，完全没有摩擦是做不到的。这里，设想完全没有摩擦是一种理想化的推理方法。物理学中把这种推理方法叫做“理想实验”，是科学推理的一种重要方法。

上面进行科学探究的思路，同17世纪意大利著名物理学家伽利略的研究相似。伽利略在实验的基础上，经过推理后认为：物体的运动并不需要力来维持。运动的物体会停下来，是因为它受到了摩擦阻力的缘故。

后来，英国科学家牛顿总结了前人的研究成果，进一步推理、概括出下面的结论：**一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动状态或静止状态。**这就是著名的**牛顿第一定律**（Newton's first law of motion）。牛顿是在他写的《自然哲学的数学原理》（图7—26）一书中首先发表这一定律的。



图7-26 《自然哲学的数学原理》

牛顿第一定律表明，力不是维持物体运动的原因。一切物体如果不受外力，都能保持匀速直线运动状态或静止状态不变，这彻底否定了亚里士多德以来流传了两千多年的错误观点。

微信公众号：电子课本大全

惯　性

牛顿第一定律指出，不受力时，原来静止的物体将保持静止，原来运动的物体将保持匀速直线运动状态不变。**物理学中，把物体保持静止或匀速直线运动状态的性质叫做惯性**（inertia）。因此，牛顿第一定律又叫做惯性定律。



活动2　做两个惯性小实验

A. 在玻璃杯上放一张塑料片，塑料片上放一枚硬币，然后用手指把塑料片迅速弹出去（图7－27）。塑料片被弹出去时，硬币也会一起飞出去吗？为什么？

B. 如图7－28所示，小车A上放置一个带轮的木块B。先使带轮木块与小车一起向右运动，当小车A被挡板C制动时，小车上的木块B的运动情况会发生什么变化？为什么？



图7-27　硬币实验

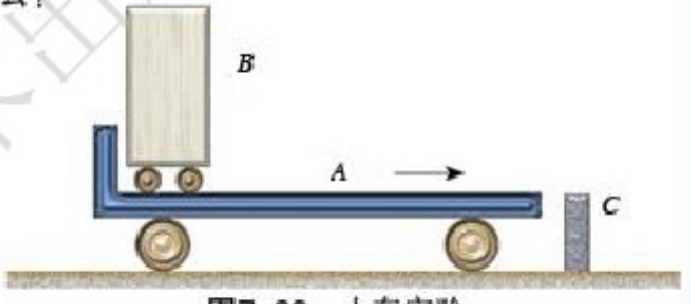


图7-28　小车实验

进一步的实验和研究表明，一切物体都具有惯性。惯性是物体的一种普遍属性，跟它是否受力的作用，以及怎样运动等都无关。

生活中的惯性现象

在生活中，惯性时刻伴随着我们。我们有时需要利用惯性，有时又要防止由于惯性带来的危害。

打保龄球时，保龄球被投出后，还能直奔球瓶（图7－29）。这是因为保龄

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

球具有惯性，离开手之后仍然保持原来的运动状态。

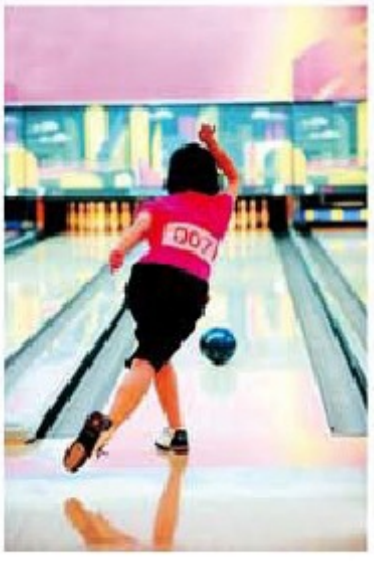


图7-29　保龄球运动员在投球



（a）汽车突然起动



（b）汽车紧急刹车

图7-30　乘公交车时，乘客要拉好扶手

在公交车上，当车突然起动时，车上乘客的脚随车向前运动，而身体的上部由于惯性还要保持原来的静止状态，因此，乘客就会向后倾倒［图7—30（a）］。当汽车紧急刹车［图7—30（b）］时，乘客将会怎样？请说明其中的道理。

请根据你的生活经验找出身边的惯性现象，将一些典型事例记入下面的方框内。

利用惯性的事例：	惯性造成危害的事例：

信息浏览

一条“懂得”惯性的小狗

18世纪的某一天，英国一位著名的物理学家抱着一只小狗来到皇家学会。他将小狗放在一个装满了水的脸盆中。一

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

会儿，这只浑身湿透的小狗离开脸盆，不停地抖动身体，以抖落体毛上的水。

“你们看到没有？我的狗懂得惯性呢！”物理学家得意扬扬地说。



图7-31 “懂得”惯性的小狗

其实，这只小狗的反应和其他任何一只淋湿的小狗并没有什么不同，它只是不自觉地利用了惯性而已。这个故事一直为后人所津津乐道。

STS

高速行驶的汽车在紧急刹车或突然发生碰撞时，车身停止运动，驾驶员及乘客由于惯性会继续向前运动而被车身撞伤。因此，相关法律规定汽车的驾驶员和前排乘客必须系安全带。如今，家用轿车还设置了安全气囊，一旦发生事故，安全带和安全气囊能对人体起到缓冲作用。



图7-32 未使用安全带防护措施的模拟碰撞实验



图7-33 采用安全带及安全气囊防护的模拟碰撞实验

歼击机投入战斗前为什么要抛掉副油箱？研究表明，物体的惯性跟它的质量有关，质量大，惯性也大。歼击机在作战前抛掉副油箱，可以减小自身的质量，从而减小惯性，它就更加灵活了。

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 爱因斯坦说："伽利略的发现以及他所应用的科学推理方法是人类思想史上最伟大的成就之一，而且标志着物理学的真正开端。"学完本节后，你对"理想实验"这种研究方法有什么体会？

2. 如图7－34所示，跳水运动员跳离跳板后，在空中仍能向上运动，是因为她_____。



图7－34

3. 锤头松了，把锤柄的一端在物体上撞击几下，就能使锤头紧紧地套在锤柄上（图7－35）。这是利用_____的一个实例。撞击时，锤柄突然停止运动，一起向下运动的锤头由于_____，仍然_____。



图7－35

4. 你能解释下面的现象吗？

（1）跳远运动员在起跳前，为什么要助跑？

（2）发射卫星时，为什么要顺着地球自转的方向发射运载火箭？

你还能举出哪些事例说明惯性与我们日常生活的紧密联系呢？

5. 把一叠硬币放在桌面上，用一把薄塑料尺贴着桌面迅速击打底部的硬币（图7－36），观察硬币的运动情况，并说明其中的道理。



图7－36

6. 坐在小汽车前排的司机和乘客都应系上安全带，这主要是为了减轻下列哪一种情况出现时对人带来的危害？（　　）

A. 车速太快　　B. 车速太慢

C. 紧急刹车　　D. 突然起动

7. 下列警示语中，跟惯性无关的是（　　）。

A. 汽车后窗上贴的"保持车距"

B. 公路旁的"雨天路滑，减速慢行"标志牌

C. 交通规则上的"行车时系好安全带"

D. 学校、医院门前的马路边的"禁止鸣喇叭"标志

微信公众号：电子课本大全



7.4 探究物体受力时怎样运动

我们已经知道，物体在没有受到力的作用时的运动情况，那么，物体受到力的作用时，它会怎样运动呢？

什么是二力平衡

如图7—37所示，小鸟受到重力和树枝支持力的作用，停在树枝上；处于上方的杂技演员受到重力和同伴支持力的作用，保持静止不动；降落伞张开一段时间后，跳伞运动员和伞受到重力及空气阻力的作用，能保持匀速下降。



（a）停在树枝上的小鸟



（b）杂技表演



（c）匀速下降的降落伞

图7-37　二力平衡

以上各种现象的产生，都是因为物体受到的两个力的作用效果相互抵消的缘故。

一个物体在两个力的作用下，保持静止状态或做匀速直线运动，我们就说这两个力互相平衡，或者说物体处于二力平衡状态。

二力平衡的条件

两个力作用在同一个物体上，在什么情况下这两个力相互平衡呢？

微信公众号：电子课本大全



活动1　探究二力平衡的条件

如图7－38所示，把小车放在光滑的水平桌面上，在两端的小盘里加砝码。根据下列三种情况，填写实验记录表。

（1）两盘中砝码的质量相等。

（2）两盘中砝码的质量不相等。

（3）两盘中砝码的质量相等，将小车在水平桌面上扭转一个小角度后释放。

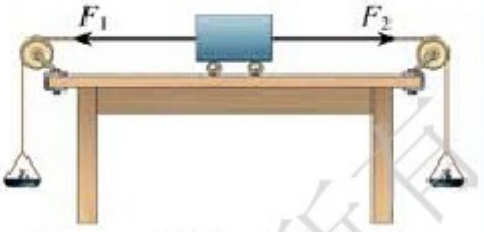


图7-38　探究二力平衡条件

小车所受二力情况			小车运动情况（静止与否）
大小	方向	是否在一条直线上	

上述实验表明，二力平衡的条件是：

作用在同一个物体上的两个力，必须大小_____，方向_____，并作用在_____上。



活动2　讨论与二力平衡有关的问题

各物体的受力情况如图7－39所示，判断它们能否处于静止状态，并说明理由。

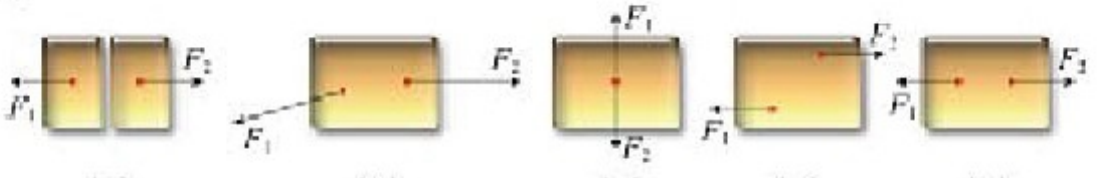


图7-39　判断物体能否处于静止状态

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



图7-40　汽车在平直公路上匀速行驶

物体在平衡力作用下保持运动状态不变的例子很多。例如，雨滴将要落到地面时是匀速下落的，此时重力和空气阻力相互平衡；在平直公路上行驶的汽车要保持匀速运动，就必须使发动机的牵引力与阻力（地面、空气对它的阻力）相互平衡（图7—40）。在图6—33测量水平运动物体所受的滑动摩擦力的实验时，曾指出拉力与摩擦力的大小相等，现在我们知道拉力与摩擦力就是一对平衡力。

非平衡力和物体运动状态的变化

我们已经知道，物体不受力或受平衡力作用时，总保持静止或做匀速直线运动。那么，物体受到的外力不满足平衡的条件时，它将怎样运动呢？



活动3　观察物体受非平衡力作用时怎样运动

A. 如图7－41所示，小车停放在光滑水平桌面上，当在盘中放一个砝码时，小车在绳子拉力作用下，将由静止变为_____，并且其运动的速度越来越_____。

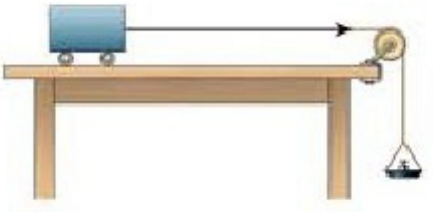


图7-41　小车运动状态的变化

B. 如图7－42所示，让一个小球从斜面上某一高度处滚到纸板铺垫的水平面上，在摩擦力的作用下，小球的运动状态将怎样变化？



图7-42　小球运动状态的变化

C. 将一小球沿斜上方抛到空中，观察其运动情况。由于受到重力的作用，小球在空中的运动路径（图7－43）是怎样的？它的运动状态是否改变？

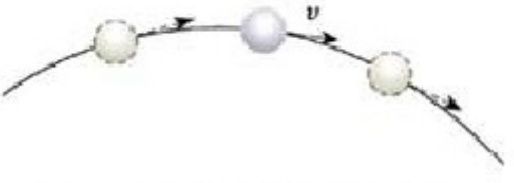


图7-43　抛体运动状态的改变

微信公众号：电子课本大全

活动3中的事例表明，物体受非平衡力作用时，其运动状态是变化的。有的由静变动，有的由动变静，有的由慢变快，有的由快变慢，还有的改变运动方向做曲线运动。

你能否再举一些事例说明物体受非平衡力作用时运动状态发生了变化？

自我评价与作业

1. 讨论下面的问题，并发表你的观点。

(1) 匀速行驶的汽车，关闭发动机后在水平公路上减速行驶。有人说，这时汽车在水平方向上是不受力的。他的说法对吗？为什么？

(2) “神舟”系列飞船降落到地面前，为什么要打开一个巨大的降落伞？

2. 重为3 N的苹果静止在水平桌面上，图7－44中能正确表示苹果受力的图是（　　）。

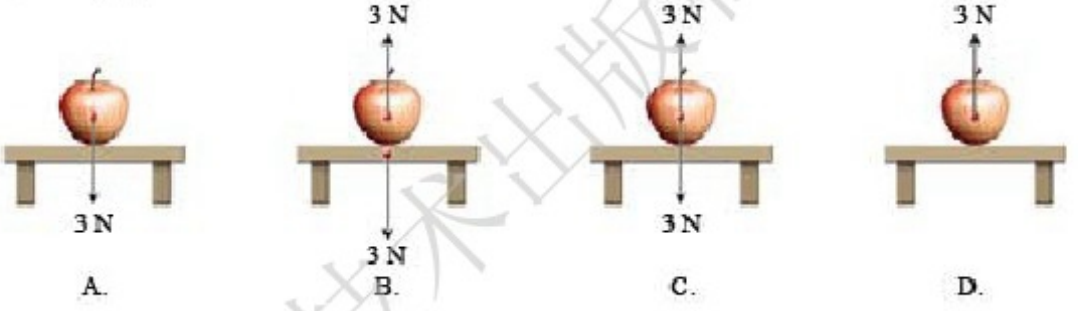


图7－44

3. 电灯通过电线挂在天花板上，与电灯受到的重力相互平衡的力是（　　）。

A. 电灯对电线的拉力　　B. 电线对电灯的拉力

C. 电线对天花板的拉力　　D. 天花板对电线的拉力

4. 一物体受拉力作用以0.1 m/s的速度在水平桌面上做匀速直线运动，此时它受到的摩擦力是10 N，若速度增加到0.5 m/s后，物体仍在水平桌面上做匀速直线运动，则此时它受到的水平拉力大小是多少？受到的摩擦力多大？为什么？（不计空气阻力）

5. 如图7－45所示，小车在斜面上由静止开始加速下滑，是由于它受到_____力的作用，在水平面上运动一段距离后停下来，是由于它受到_____力的作用。归纳起来，说明力的作用可以改变物体的_____。



图7－45

微信公众号：电子课本大全

6. 关于力、运动和力的关系，下列说法正确的是（　　）。

A. 受力物体一定不是施力物体

B. 相互不接触的物体之间，一定没有力的作用

C. 物体受到力的作用，运动状态一定会改变

D. 物体的运动状态改变，一定是受到了力的作用

你能说说作出上述选择的理由吗？

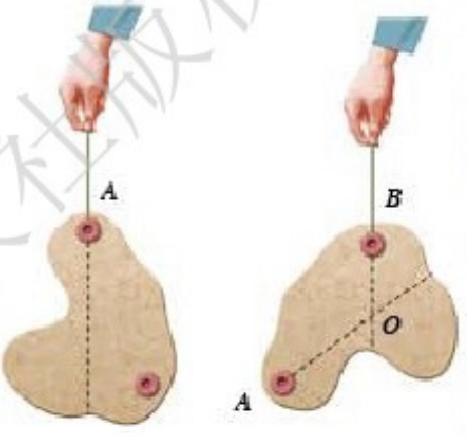
课外活动

找 重 心

利用二力平衡知识，可以很方便地找出薄板状物体的重心位置。

实验方法如下：

取一块形状不规则的薄硬纸板，用细线把它悬挂起来，并在纸板上沿悬线方向画一直线［图7—46（a）］。再在纸板上这一条直线以外的另一位置用细线把它悬挂起来，并沿细线方向再画一直线［图7—46（b）］。纸板上所画的两条直线的交点O，就是纸板的重心。



（a）　　（b）

图7–46　确定薄板重心

想一想：点O为什么是纸板的重心？仿照上面的方法，若将悬线移到另外的位置，试问：悬线的延长线是否仍能通过点O？

请你用上述方法找一找如图7—47所示三块质地均匀的纸板的重心。



（a）长方形　　（b）圆盘　　（c）等边三角形

图7–47　找重心

通过这一活动，你得到的结论是：

形状规则、质地均匀的物体的重心在它的_____。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

第八章

神奇的压强

穿越时空
跨过国界
人们传诵着
帕斯卡的神奇裂桶
马德堡的壮观场面

观礼台前的坦克阵列
宏伟的三峡大坝
这里的奥妙
都离不开——
压强的神奇

8.1 认识压强
8.2 研究液体的压强
8.3 大气压与人类生活



上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全



8.1 认识压强

大型载重卡车要安装许多车轮[图8—1(a)]；小小的图钉要把它的一端做得很尖[图8—1(b)]；类似的事例还有很多，这是什么原因呢?



(a)



(b)

图8-1 载重卡车与图钉

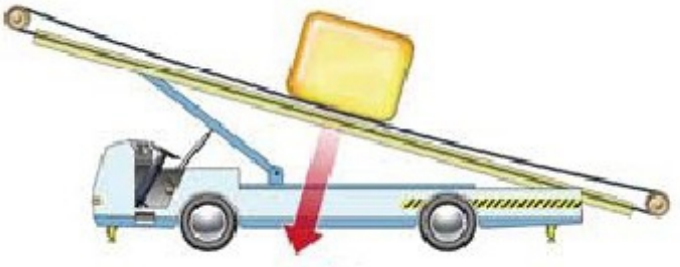
原来，它们都跟压力的作用效果有关。那么，什么是压力呢，压力的作用效果跟哪些因素有关呢?

什么是压力

请根据你对力的认识，观察图8—2中力的方向有什么特点，对受力物体会产生什么效果。



(a)



(b)

图8-2 压力示意图

显然，墨水瓶压桌面的力，方向垂直于桌面[图8—2(a)]，使桌面发生微小弯曲；重物压在传送皮带上的力，方向垂直于皮带[图8—2(b)]，使皮

微信公众号：电子课本大全

带发生弯曲。

物理学中，把垂直作用在物体表面上的力叫做压力（pressure）。一切物体表面受到压力时，都会发生形变。

探究压力的作用效果

在生活和生产中，人们有时希望物体在压力的作用下能发生较大的形变，有时又希望形变小一些。上述大型载重卡车安装了许多车轮，就不易压坏路面；图钉的一端做得很尖，就容易嵌入物体。那么，压力的作用效果到底跟哪些因素有关？



活动1　探究压力的作用效果

根据上述事例，有的同学猜想，压力的作用效果跟压力的大小有关；也有的同学猜想，跟受力面积的大小有关。你认为他们的猜想有道理吗？

设计实验与制订计划

为了用实验验证这些猜想，设计实验的思路是：先保持受力面积不变，改变压力大小，观察压力作用效果；再保持压力大小不变，改变受力面积大小，观察压力作用效果。

图8－3是可供实验选用的器材。同学们提出了三种组合方案，可供选择。

（1）小方桌模型、砖块、细沙。



物理学中用实验研究三个量（压力作用效果、压力大小、受力面积）之间的关系时，常用的方法是：先使一个量（压力）保持不变，研究其余两个量（效果、面积）的关系；再使另一个量（面积）保持不变，研究其余两个量（效果、压力）的关系；最后即可得到三个量之间的关系。这种方法叫做控制变量法。

微信公众号：电子课本大全

(2) 小方桌模型、砖块、海绵块。

(3) 海绵块、钩码、细线、弹簧测力计。

你的方案是什么？请相互交流。



小方桌模型



细沙



砖块



弹簧测力计



细线



海绵块



钩码

图8-3 实验器材

进行实验与收集证据

一个实验小组选用了组合方案(1)。

这个小组根据上述设计思路，拟订以下步骤进行实验：

(1) 将小方桌放在沙盘里，观测桌脚陷入沙中的深度；

(2) 在小方桌上放上砖块，观测桌脚陷入沙中的深度；

(3) 将小方桌翻过来放在沙盘里，放上同样的砖块，观测桌面陷入沙中的深度。

请讨论：实验步骤(1)(2)的目的是什么？实验步骤(2)(3)的目的是什么？

你是用什么方案进行实验的？请与同学交流。

通过实验，归纳出结论：

当受力面积相同时，_____越大，压力的作用效果越明显；

当压力相同时，_____越小，压力的作用效果越明显。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

什么叫压强

由于压力的作用效果跟压力大小和受力面积有关，为了全面地反映压力的作用效果，仿照描述速度的方法，引入压强的概念。

物理学中，把物体表面受到的压力与受力面积的比，叫做压强（pressure），即

$$\text{压强}=\frac{\text{压力}}{\text{受力面积}}$$

如果用F表示压力，S表示受力面积，p表示压强，则

$$p=\frac{(\quad)}{(\quad)}$$

在国际单位制中，力的单位是牛（N），面积的单位是平方米（m^2），压强的单位就是牛每平方米（$N\cdot m^{-2}$）。它有一个专门的名称叫做帕斯卡（pascal），简称帕，符号是Pa。这是为了纪念法国科学家帕斯卡（B.Pascal，1623—1662）而命名的。

$$1\ Pa=1\ N\cdot m^{-2}$$

你想直观地认识一下1 Pa的大小吗？请看图8—4。



（a）一张报纸平放时对桌面的压强约为0.5 Pa



（b）切割大理石、钢板的“水刀”可对切割表面产生高达$10^8\sim10^9$ Pa的压强



（d）芭蕾舞演员单脚立起来时，足尖对地面的压强可达5×10^5 Pa



（c）推土机的履带对地面的压强约为3×10^4 Pa

图8—4　一些物体产生的压强

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

例题 我国云南省有一种野牛，被当地人称为“白袜子”（图8－5），属国家重点保护动物。经动物保护组织测量，这种成年野牛每只脚掌的面积大约为0.025 m^2，它在水平沙地上站立时留下脚印的深度是1.8 cm。实验表明，使沙地达到相同深度的压强为2×10^5 Pa。假设野牛四只脚掌的面积相等，它对沙地的压力F为多少？它的质量m为多少？（g取10 N/kg）



图8－5 野牛

解：（1）野牛脚掌的总面积是

$$S=0.025\ m^2\times4=0.1\ m^2$$

由题意可知，野牛对沙地的压强$p=2\times10^5$ Pa，由压强公式$p=\frac{F}{S}$，可得野牛对沙地的压力是

$$F=pS=2\times10^5\ Pa\times0.1\ m^2=2\times10^4\ N$$

（2）野牛对沙地的压力等于它的重力，即$F=G=mg$。所以野牛的质量

$$m=\frac{F}{g}=\frac{2\times10^4\ N}{10\ N/kg}=2\times10^3\ kg$$

答：野牛对沙地的压力为2×10^4 N，它的质量为2×10^3 kg。

怎样增大或减小压强



活动2 讨论增大或减小压强的方法

根据压强公式，讨论图8－6中的实例。哪些有利于增大压强？哪些有利于减小压强？

微信公众号：电子课本大全



（a）雪橇有很大的面积



（b）斧刃和刀刃磨得越薄就越锋利



（c）铁钉和锥子的一端都做得很尖锐



（d）火星探测车的轮子很宽大

图8-6　增大或减小压强的实例

你还能举出一些增大或减小压强的事例吗？

请你归纳增大或减小压强的方法。

增大压强的方法：_____。

减小压强的方法：_____。

如图8－7所示，火车车轮跟钢轨间的压强是很大的，但是通过轨枕、道床逐级增大受力面积，路基上承受的压强就减小了。

微信公众号：电子课本大全





（a）　　（b）

图8-7　铁路轨道示意图

信息浏览

经验表明，材料能够承受的压强都有一定的限度，不同材料能够承受的极限压强是不同的。若加在材料上的压强超过它的限度，材料就会受到损坏。

几种材料的极限压强值（单位：Pa）

冰	砖	混凝土	花岗石	工具钢
1.47×10^6	小于6×10^6	小于5×10^7	2×10^8	9.3×10^8

某报曾刊登了《货车超载，国道不堪重负》一文，报道了“××国道设计年限为15年以上，但才使用了5年就大修，现在已伤痕累累……”（图8-8）。



图8-8　受损的路面

你的学校所在地附近是否有高速公路或国道？请通过收集报纸或互联网上的报道，或向当地有关部门了解情况等方式，了解超载车辆对公路造成的损害，并就相关问题与同学进行讨论。

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 斜面上放有一个静止物体A（图8－9），请画出它对斜面产生的压力的示意图。

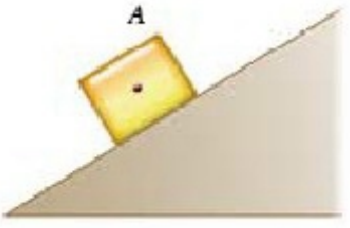


图8–9



图8–10

2. 按照图8－10所示的方法轻轻试一试，你的两只手指所受的压力大小_____（选填“相等”或“不相等”），两指面凹陷程度是_____（选填“相同”或“不相同”）的，这表明_____。

3. 底面积为0.1 m^2、重为300 N的铝块，放在面积为3×10^{-3} m^2的水平凳面上，铝块对凳面的压强多大？

4. 一辆卡车有6个轮子，自重2 t。当载重5 t时，设每个轮子与地面间的接触面积是200 cm^2，它对路面的压强是多少？

5. 普通砖块能承受的最大压强大约为5×10^6 Pa，当砖块平放在地面上时，它与地面接触的面积大约为2.5×10^{-2} m^2。这时，可加在它上面的最大压力为多大？

6. 如图8　11所示，书包背带宽些好还是窄些好？为什么？

7. 你在水平路面上站立或走路时，对地面产生的压强约有多大？为了估测这个压强，需要测量哪些数据，怎样进行测算？请在家中做一做，再与同学交流。



图8–11



图8–12

8. “冰壶”是2010年冬奥会的比赛项目。冰壶（图8－12）由花岗石磨制而成，质量约为19 kg，与冰道接触的底面积约为0.02 m^2。问：冰壶对水平冰道的压强为多少？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



8.2 研究液体的压强



令人惊奇的实验

1648年，法国物理学家帕斯卡在一个装满水的密闭木桶上，插入一根细长的管子，然后从楼上阳台向管子灌水。结果，他只用了几杯水，就把木桶撑破了（图8—13）。你相信吗？让我们先模拟一下帕斯卡所做的实验，体验一下，再进一步探究其原因。

图8—13 帕斯卡裂桶实验



活动1 模拟帕斯卡裂桶实验

几杯水的重力并不大，真会产生这么大的力撑破水桶吗？请用如图8—14所示的器材来做一做。想一想，饮料瓶壁上为什么要刻些细槽？管子应该长些还是短些？怎样保证瓶塞与瓶口之间的密封？



壁上刻有细槽的饮料瓶　杯子和漏斗　带有玻璃管的塞子和透明塑料管　水桶和水

图8—14 实验器材

你在实验中观察到哪些现象？想到了哪些问题？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

探究液体内部压强的特点

从活动1可以知道，液体跟固体不同，它不仅对容器底部产生压强，对容器侧壁也会产生压强。图8—15中的实验直观地显示出液体压强的这个特点。

那么，液体内部是否有压强？液体压强的大小与什么因素有关呢？

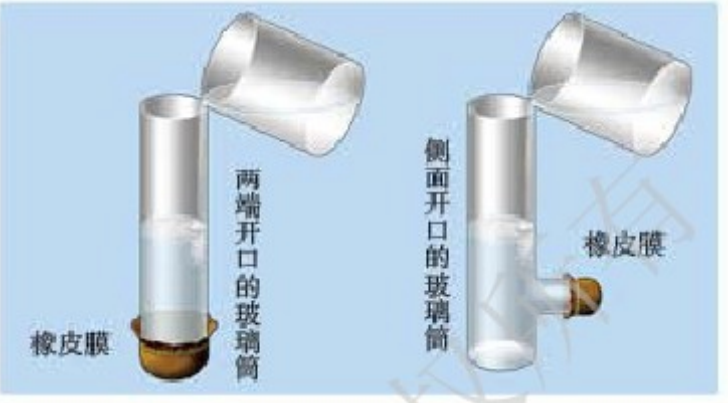


图8-15　液体对容器的底部和侧壁都产生压强

为了进一步揭示液体压强的特点，需要用压强计对液体压强进行研究。

如图8—16(a)所示为一个简易U形压强计。在U形玻璃管内盛了有颜色的水，玻璃管的两端开口，其中一端用橡皮管连接一个开有小孔的金属盒，金属盒上蒙有一层橡皮膜。未对橡皮膜加压时，U形管两侧的水面在同一高度上。用力压橡皮膜时，跟盒相连的一侧管中气体压强变大，水面就下降，另一侧水面上升。加在橡皮膜上的压强越大，U形管两侧水面的高度差就越大[图8—16(b)]。

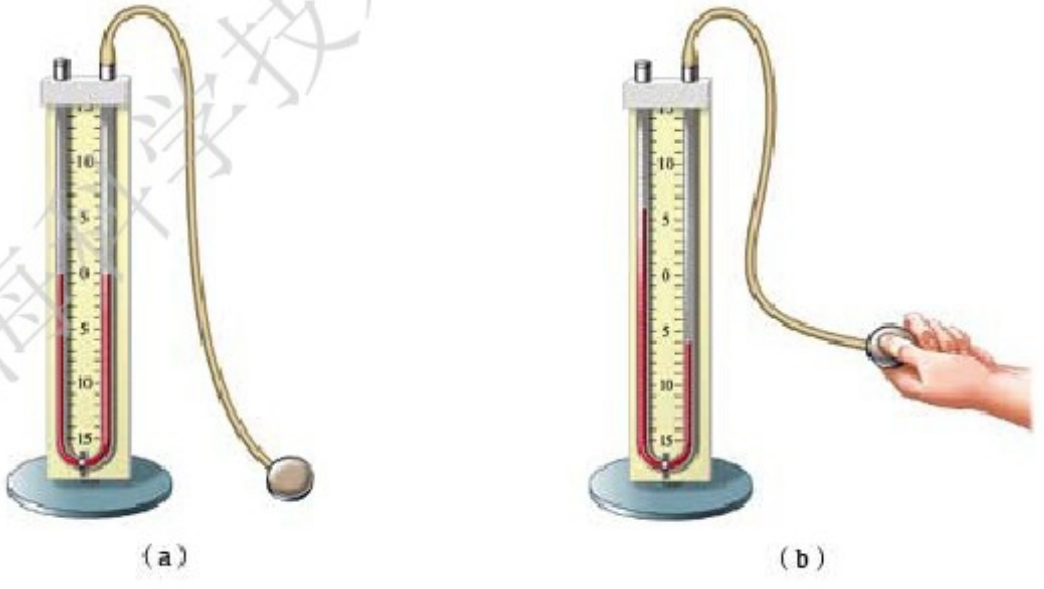


图8-16　简易U形压强计

把压强计的金属盒放入水中时，根据U形管两侧水面的高度差就可以知道橡皮膜受到水的压强的大小了。

微信公众号：电子课本大全



活动2　探究液体内部的压强

请利用U形压强计，研究图8－17中两种液体内部压强的大小跟哪些因素有关。



图8-17　不同液体

(1) 将压强计的金属盒依次放入水中的不同深度处(如5 cm、10 cm)，研究液体压强跟深度有什么关系。

(2) 保持金属盒在水中的深度不变(如5 cm)，转动金属盒的方向，观察U形管两侧水面的高度差的变化情况。

(3) 将金属盒分别放入清水和盐水中的同一深度处，观察U形管两侧水面的高度差，判断液体的压强跟液体密度有什么关系。

将以上实验结果与同学交流后，可以得出结论：

液体内部各个方向都有_____，并且在同一深度各个方向的压强_____；液体内部的压强跟_____有关，深度增加，压强_____；不同液体内部的压强跟液体的_____有关，在同一深度，密度越大，压强_____。

液体内部压强的特点在工程技术上有许多应用。例如，水对堤坝下部的压强比上部大，因此，在设计堤坝时，堤坝下部应当比上部更为厚实(图8－18)。这样既能保证堤坝坚固，又节省了材料。

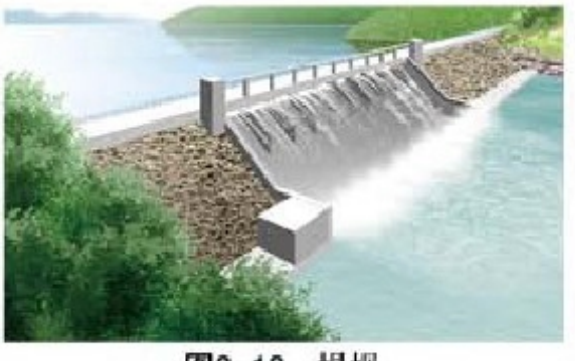


图8-18　堤坝

连通器

如图8－19所示，上端开口、底部互相连通的容器，物理学上叫做**连通器**。若连通器内装入同种液体，当液体静止时，各容器中的液面总保持相平。茶壶、过路涵洞、锅炉水位器、船闸等都属于连通器，连通器在日常生活和工农业生产中的应用非常广泛。

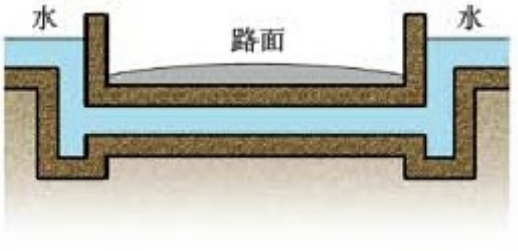


图8-19　连通器

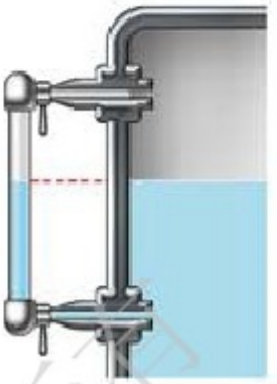
微信公众号：电子课本大全



（a）茶壶



（b）过路涵洞



（c）锅炉水位器

图8-20　连通器的应用

STS

三峡船闸——当今世界上最大的船闸

长江三峡船闸修建在三峡大坝左侧的山体中，船闸主体段总长1 621 m。三峡大坝正常蓄水后，上、下游水位落差达113 m。为了便于船只在上、下游之间往返，三峡船闸共设有五个闸室，将113 m的水位落差分级减少（图8－21），使船只像上下楼梯般逐级过坝。

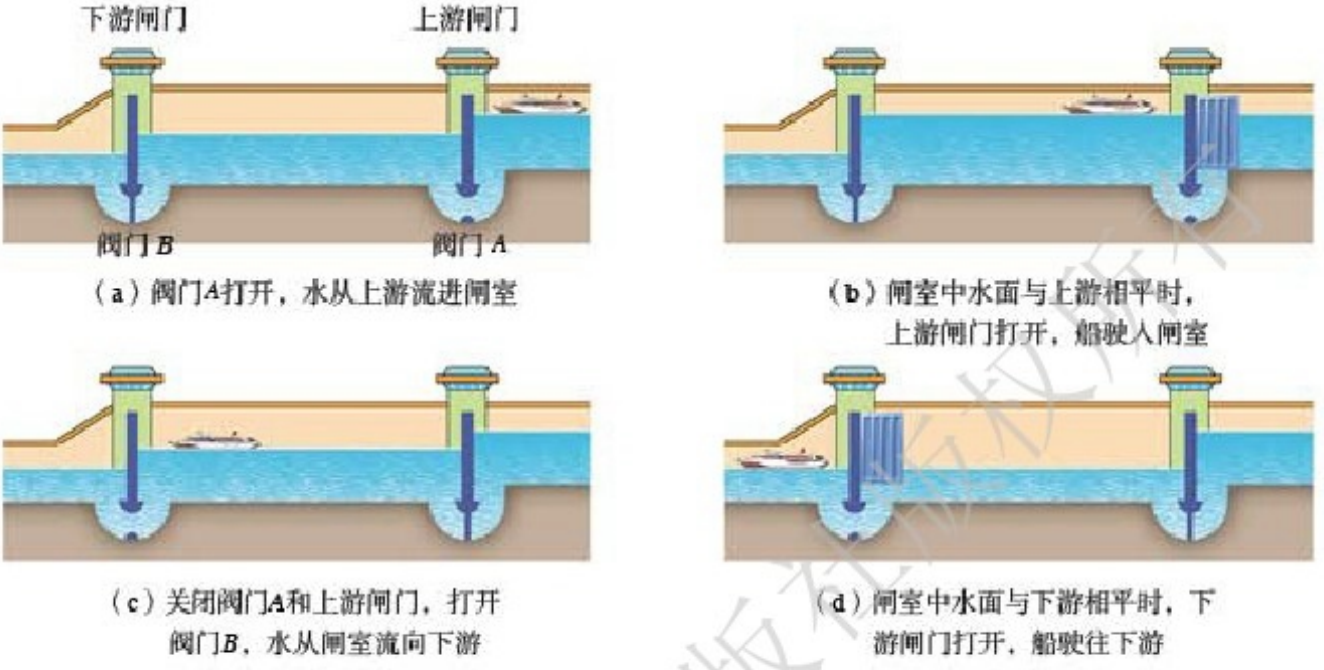
图8-21　五级方式的三峡船闸



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

如图8－22所示的是船只从上游驶往下游时，通过一个闸室的情况。



（a）阀门A打开，水从上游流进闸室

（b）闸室中水面与上游相平时，上游闸门打开，船驶入闸室

（c）关闭阀门A和上游闸门，打开阀门B，水从闸室流向下游

（d）闸室中水面与下游相平时，下游闸门打开，船驶往下游

图8-22　船只从上游驶往下游时闸门的开闭情况

三峡船闸于1994年4月17日破土动工，历时9年建成，第一级闸室的“人”字闸门每扇宽20.2 m、高38.5 m、厚3 m，有两个篮球场那么大，质量超过850 t，是名副其实的“天下第一门”。

三峡船闸上、下游水位落差和分级数都居当今世界之最，也是目前世界上技术最复杂的船闸。它可以通过万吨船队，设计单向年通过能力达5×10^7 t。

自我评价与作业

1. 在“令人惊奇的实验”中，帕斯卡为什么仅用几杯水就能把水桶撑破？

2. 潜水员进行深水作业时，为什么必须穿上特制的潜水服？潜水员穿上潜水服潜水时，为什么还要限制潜水的深度？

3. 某小组同学用水、盐水、两种不同形状的容器和指针式压强计验证液体内部压强的特点。压强计的指针顺时针偏转的角度越大，表示压强越大。他们的研

微信公众号：电子课本大全

究情况如图8－23所示［图（a）（b）（d）中的容器内均装满液体，且$\rho_{盐水}>\rho_{水}$］。

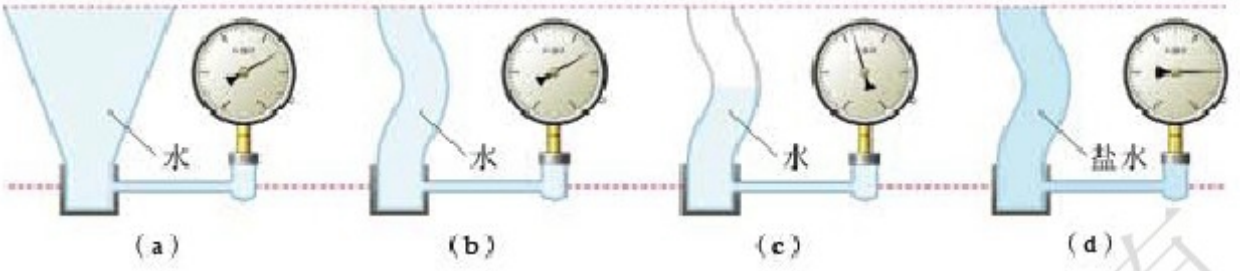


图8－23

（1）根据图_____可验证：当深度相同时，同种液体内部压强与容器的形状无关。

（2）根据图（b）（c）可验证：液体内部压强随深度的增加而_____。

（3）根据图（b）（d）可验证：当深度相同时，_____。

4. 在装修房子时，工人师傅用一根灌有水（水中无气泡）且足够长的透明软管的两端在墙面不同地方做标记（图8－24），这样做的目的是保证两点在_____，用到的物理知识是_____。



图8－24



8.3 大气压与人类生活

地球是我们的家园，它被厚达80～100 km的大气层包围着。大气和其他物质一样具有质量，也受到地球的引力，并和液体一样具有流动性。那么，大气是否也会产生压强呢？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

怎样知道大气有压强



活动1　体验大气压

A. 杯中的水为什么不外流

在玻璃杯中盛满水，用一张纸片盖着，再倒过来（图8－25），看看杯中的水是否会流出来？想一想，是什么力托住纸片的？

B. 吸盘为什么会紧紧粘在墙壁上

将挂物钩的吸盘压在光滑的墙壁上（图8－26），尽量挤出吸盘里面的空气，即使在钩上挂重物，吸盘仍然不会脱落，是什么力使吸盘紧贴在墙壁上的？



图8-25　纸片托水



图8-26　吸盘

你还能举出哪些事例证明大气压的存在？

信息浏览

马德堡半球实验

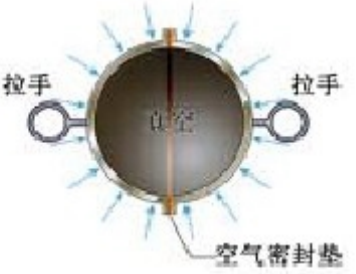
1654年5月8日，德国马德堡市市长奥托·冯·格里克（O. von Guericke，1602—1686）做了一个轰动一时的实验。他把两个半径约为20 cm的中空铜质半球紧密地结合成一个大圆球，并抽去球内的空气。这时，许多人使劲也拉不开。后来，市长叫人拉来了16匹马，分成两队使劲拉，在一声巨响

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



（a）实验场景



（b）半球结构

图8-27　马德堡半球实验

中，两个半球被拉开了。这就是物理学史上著名的马德堡半球实验。是什么神奇的力量使两个半球紧紧地粘在一起的呢？

大量实验证明，大气确实存在着压强。由大气产生的压强叫做**大气压强**（atmospheric pressure），简称**大气压**。

怎样测量大气压



活动2　估测大气压

大气压多大呢？我们可以用一个简单的实验作粗略的测定。

如图8－28所示，先把注射器的活塞推至顶端，把管内空气排出，用橡皮帽把它的小孔堵住。然后在活塞下端悬挂钩码，并逐渐增加钩码数量，直到活塞将开始被拉动时为止。

为了用这个实验估测出大气压的值，需要测量哪些物理量？请列出用测得的物理量表示的大气压表达式。

你估测的大气压的数值是多少？



图8-28　估测大气压

1643年，意大利科学家托里拆利（E. Torricelli，1608—1647）首先用实验的方法测出了大气压强的值。他在一根长约1 m、一端封闭的玻璃细管内灌满

微信公众号：电子课本大全

汞液，用手指堵住管口，再将管口向下插入汞液槽中。移开手指后，会看到管内汞柱随即下降。当汞柱降到管内外液面的高度差约为760 mm时，它就停止下降了。若将管子倾斜，管内外液面的高度差仍保持不变。玻璃细管内汞柱液面上方是真空，而管外汞液面上受到大气压强 p_0 作用，正是大气压强支持着管内760 mm高的汞柱，这表明大气压跟760 mm高的汞柱产生的压强相等。后来，人们把这个实验（图8—30）叫做托里拆利实验。



图8-29　托里拆利

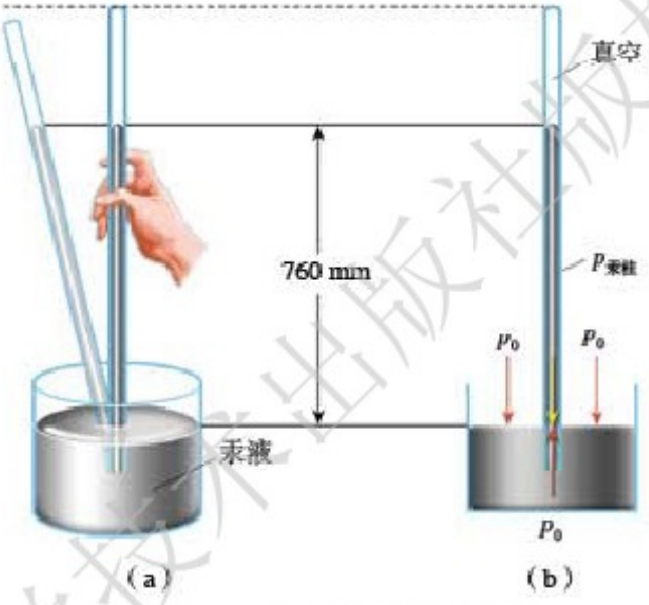


图8-30　托里拆利实验示意图

通常，人们把高760 mm汞柱所产生的压强，作为1个**标准大气压**（standard atmospheric pressure），符号为1 atm*。

1 atm的值约为 1.013×10^5 Pa。这相当于有10 N的压力作用在1 cm^2的面积上，比大象躺倒时对地面的压强还大。

想一想

托里拆利为什么不用水，而用汞液做这个实验？

如果用水做这个实验，留在玻璃管中的水柱大约有多高？

*atm为压强的非法定单位。

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

在技术上，可以直接用仪器测量出大气压强的大小。

如图8—31所示的汞气压表，是在托里拆利实验的基础上研制成的。图8—32是无液气压计，表盘指针能显示气压的大小。



图8-31　汞气压表



图8-32　无液气压计

大气压与人类生活

我们生活在地球大气层的底部，大气压与我们的生活息息相关。

每个人身上都承受着大气的压力，一只手掌大约就要受到1000 N的压力。为什么人的身体没有被四面八方巨大的大气压瘪呢？这是因为人体内部的压强跟外界的大气压平衡的缘故。研究表明，大气压随高度而变化，在海拔2 km以内，每升高10 m，大气压约减小111 Pa。高空空气稀薄，大气压降低，空气中氧的含量减少，不能满足人体需要。因此，一般登山的人，在海拔3～4 km的高度时，就会感到头晕、头痛、耳鸣，甚至恶心、呕吐；在海拔4 km以上的高度时，这些反应就更厉害了。

我国于2006年7月1日全线通车的青藏铁路，位于世界屋脊。为预防乘客发生高原缺氧，每节车厢内都配有两套供氧系统：一套是“弥散式”供氧，可保证车厢内的含氧量都在合适的水平；另一套是独立的接口吸氧，旅客有需要时可随时用吸氧管呼吸。



图8-33　青藏铁路车厢内的供氧接口

你知道高压锅的原理吗？让我们先来做一个实验。

微信公众号：电子课本大全



活动3　探究水的沸点与气压的关系



（a）用注射器给沸腾的水打气加压，水还能继续沸腾吗



（b）对沸腾的水停止加热，随即用注射器抽气减压，水会再次沸腾吗

图8-34　探究沸点与气压的关系

通过图8－34所示的实验可以知道，水的沸点与水面上的气压有关：当气压增大时，水的沸点升高；当气压减小时，水的沸点降低。进一步的研究表明，液体的沸点随液体表面的气压增大而升高，随气压的减小而降低。

由于水的沸点随气压变化而变化，高山上气压低，水的沸点也低，所以在高山上煮饭时，虽然水已经沸腾，但米饭还没有煮熟是常见的现象，因此要用密闭的高压锅（图8－35）。由于锅内的气压高于外面的大气压，这样就能使水的沸点升高，把饭煮熟。我国市面上的高压锅，工作压强约为1.3×10^5 Pa，可以使水的沸点升高到124 ℃左右，用它来煮饭，还能节省时间。



图8-35　高压锅

微信公众号：电子课本大全

航天服是航天员必备的生命保障和防护救生装备。航天服分为舱内航天服和舱外航天服两种。舱内航天服用于航天员在载人飞船发射、返回时穿着，为航天员创造合适的体表压力、气体成分以及温度、湿度等生存条件。舱外航天服用于航天员离开飞船进行舱外活动时穿着（图8—36），它的结构和系统比舱内航天服更为复杂。



图8-36　穿着航天服的航天员在太空中作业

STS

离心式水泵

离心式水泵是利用大气压强把水从低处“抽”向高处的。它的结构如图8－37所示，主要部分是泵壳和装在泵壳里的叶轮，叶轮的轴跟电动机（或柴油机）的轴相连。

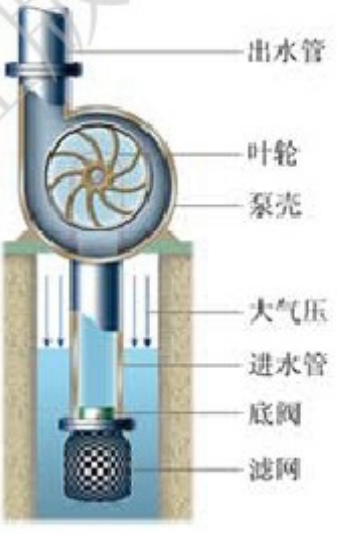


图8-37　离心式水泵结构示意图

水泵启动前，应使泵壳里灌满水。启动后，高速旋转的叶轮将壳里的水甩到出水管内，从而造成叶轮转轴附近的气压减小，这样水就在大气压强的作用下，推开底阀沿着进水管进入泵壳。进来的水又被叶轮甩到出水管内……只要电动机持续地带动叶轮旋转，水就会不断地从低处“流”向高处。

高压氧舱

高压氧舱（图8－38）是一种临床治疗设备。高压氧可以迅速提高血液的氧含量，使缺氧但健全的组织活化起来。此外，高压



图8-38　高压氧舱

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

氧还具有抑制某些细菌生长、杀菌、排毒等作用。因此，高压氧舱已广泛应用于治疗人体组织的创伤。

自我评价与作业

1. 茶壶盖上都开有一个小孔，如果把小孔堵住，壶里的水就很难被倒出来。请你在家里做一做，并说明原因。

2. 用吸管喝饮料时，瓶里的饮料是被“吸”上来的吗？

3. 医院的护士给病人输液时，药水瓶上常插着两根管，一根管给病人输液，另一根管通过瓶盖扎进瓶内药水中，管口向上贴着瓶壁（图8－39）。请问：这根看上去闲置着的管能省掉吗？为什么？

4. 在用图8－28所示的方法估测大气压的实验中，如果测得注射器活塞直径 d=24 mm，活塞质量 m_1=38 g，悬挂钩码的质量 m_2=4 450 g，则实验中测得的大气压为多少？



图8-39

课外活动

地球表面被厚厚的大气层包裹着，其中地表至高度为59 km处的大气通常称为空气。空气由氮气、氧气、二氧化碳等气体组成。请你想象一下，“假如地球上没有空气”，会发生哪些情况？试以此为题写一篇科学报告，并与同学交流讨论。

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

第九章

浮力与升力

假日里
我们泛舟湖上
沐浴着和煦的春风
浮想联翩

是谁
托起了湖上的小舟
和大海上的巨轮
是谁
托住了蓝天上的飞机
和翱翔的雄鹰

我们航行在科学的海洋中
前进着
探究着
……

9.1 认识浮力
9.2 阿基米德原理
9.3 研究物体的浮沉条件
9.4 神奇的升力



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



9.1 认识浮力

在日常生活中，我们经常能看到物体在水中和空气中的浮沉现象。如图9—1所示，不会游泳的儿童落水会有生命危险，但用了救生圈就能安然无恙；钢板会沉入海底，而钢铁制成的万吨巨轮却能浮在海面上；热气球会腾空而起，而瘪了的气球就会落下。产生这些现象的原因是什么呢?

图9—1 与浮力有关的物理现象



（a）用救生圈的儿童为什么能在水中不下沉



（b）用钢铁制成的万吨巨轮为什么能浮在水面上

（c）热气球为什么能腾空而起



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

什么是浮力

上面的现象都与浮力有关。

什么是浮力？浮力是怎样产生的？我们先通过实验来认识一下。



活动1　比较金属块在空气和水中称量时弹簧测力计的示数

（1）在弹簧测力计下挂一个金属块，此时弹簧测力计的示数是_____N。

（2）再将金属块浸没到水中，此时，弹簧测力计的示数是_____N。

比较两次测量结果，你可以发现，金属块在水中时，弹簧测力计的示数比在空气中时_____了。这表明水对浸在其中的物体，具有竖直向上的托力。如果换用其他液体进行实验，你也会得到同样的结果吗？



图9-2　测量浮力的实验

进一步的实验表明，**浸在液体中的物体会受到液体竖直向上的托力，这个托力就叫做浮力**（buoyancy force）。

在上面的实验中，浮力的大小等于弹簧测力计两次示数的差值。

浮力是怎样产生的



活动2　讨论浮力产生的原因

如图9－3所示，假设在水中取一个长方体作为研究对象，请用液体压强的特点讨论以下问题。

微信公众号：电子课本大全

（1）长方体左、右两个侧面的对应部分在水中的深度_____，因而水的压强也_____，由此可知，长方体左右两侧面受到的压力大小_____，方向_____。

（2）长方体前、后两个侧面受到液体压力的情况，跟左、右两个侧面的受力情况是否一样？

（3）比较长方体的下表面和上表面受到水的压力$F_{上}$和$F_{下}$，哪个大？为什么？

现在，你知道浮力产生的原因了吗？

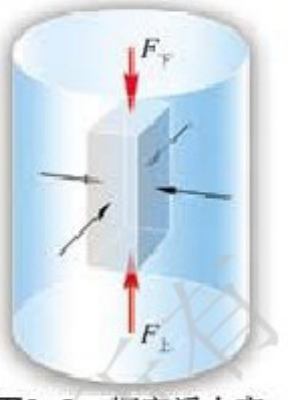


图9-3　探究浮力产生的原因

浮力是由于液体对物体向_____和向_____的压力_____产生的。

浮力大小与哪些因素有关



活动3　探究浮力大小与哪些因素有关

物体所受浮力的大小跟哪些因素有关呢？

一些同学根据生活经验，提出了如下的猜想：

（1）浮力的大小可能跟物体浸入液体的体积大小有关。

（2）浮力的大小可能跟物体浸入液体的深度有关。

（3）浮力的大小可能跟液体的密度有关。

你同意上述猜想吗？

你的猜想是什么？

金钥匙

科学探究一般有两种方式，一是实验探究，二是理论分析。两者相辅相成。上面已分析了浮力产生的原因，这里再用实验探究影响浮力大小的因素。

必做实验

微信公众号：电子课本大全

进行实验

如图9－4所示，在弹簧测力计下挂一个铁块，依次把它缓缓地浸入水中不同位置，比较它受到的浮力的大小。

（1）从位置1→2→3的过程中，铁块受到的浮力_____。

（2）从位置3→4的过程中，铁块受到的浮力_____。

（3）将铁块分别浸没在清水和浓盐水中，铁块在_____中受到的浮力较大。

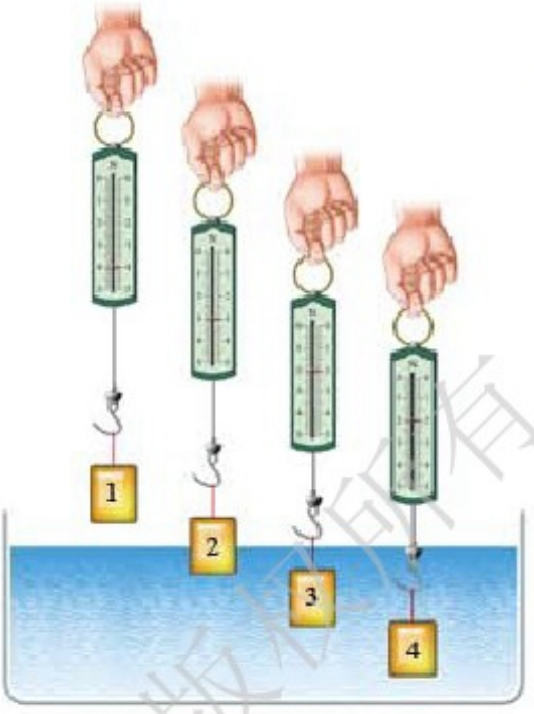


图9–4　比较浮力的大小

得出结论

浸在液体中的物体受到浮力的大小，跟物体浸入液体的体积_____，跟液体的密度也_____；全部浸没在同种液体中的物体所受浮力则跟物体浸入液体中的深度_____。

想一想

游泳者感觉到潜入水中时比浮在水面游泳时受到的浮力大，其原因是什么？





图9–5　谁受到的浮力大

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 在如图9－6所示的大鱼和小鱼的争论中，_____鱼的说法正确。这是因为两条鱼浸没在同种液体中，它们所受浮力的大小与_____有关，而与_____无关。



图9-6

2. 在如图9－7所示的实验中，将铁块浸入水中，设铁块下底面与水面间的距离为h，则水对铁块的浮力$F_{浮}$与h的关系应是：

当铁块由水面进入水中时，随着h的增大，$F_{浮}$_____；

当铁块全部浸入水中后，随着h的增大，$F_{浮}$_____。



图9-7

3. 在“探究浮力大小与哪些因素有关”的问题时，某小组做了如图9－8所示的一系列实验。请你从中选出一些图，针对某一因素进行探究，并通过分析弹簧测力计的示数，说明你的探究结果。

探究的问题是_____

_____。

实验步骤中所对应的图是_____。（填图中的序号）

微信公众号：电子课本大全

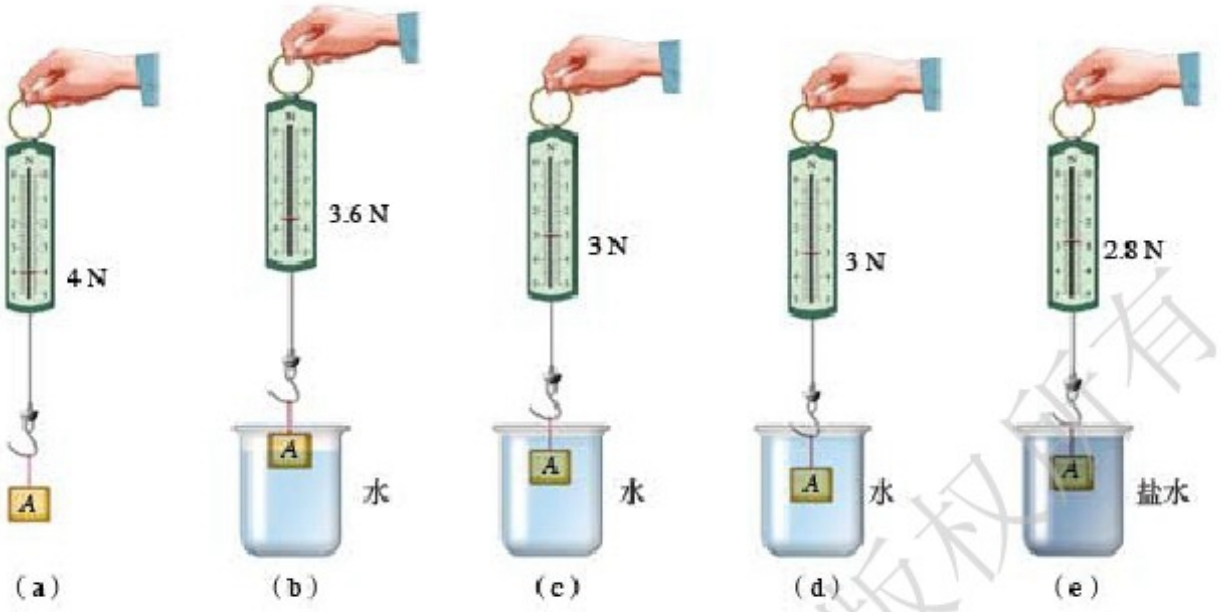


图9-8

探究的结果是_____。

4. 请你设计一个实验方案，证明物体在空气中也受到浮力的作用。有条件的话，请动手做一做。

课外活动

将一个打足气的篮球和一个套扎在气针上的未充气的玩具气球，一起悬挂在杠杆的一端。调节杠杆另一端的钩码，使杠杆呈水平状态。将气针插入篮球的气孔中，篮球中的部分空气就充入气球中，这时，杠杆挂钩码的一端下降了，如图9—9所示。

根据这个实验现象，你能得到什么启示？

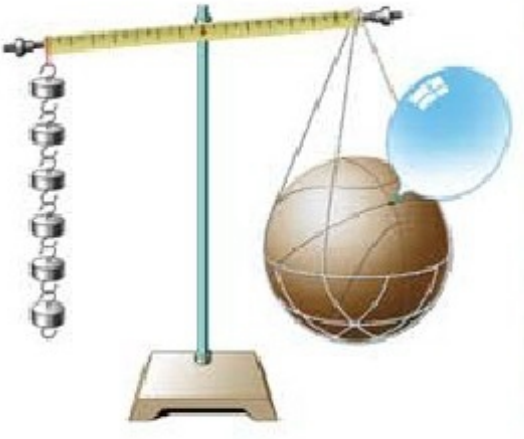


图9-9

工业和信息化出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



9.2 阿基米德原理

由上节的实验可以知道，物体浸入液体的体积越大，液体的密度越大，受到的浮力就越大。而物体浸入液体的体积，就等于被它排开的液体的体积。因此，浮力的大小就可能跟物体排开液体的重力存在着一定的关系。



活动　探究浮力的大小

为研究浮力的大小跟物体排开液体重力的关系，我们选择弹簧测力计、小石块、溢水杯、清水和食盐等器材进行实验探究。其中溢水杯用于收集物体浸入液体后排开的那部分液体。

进行实验与收集证据

参照图9－10所示的过程进行实验。探究物体受到的浮力跟被它排开液体的重力的关系。



（a）物体重G=____N，空杯重$G_{杯}$=____N



（b）弹簧测力计的示数F'=____N，物体所受浮力$F_{浮}=G-F'$=____N



（c）接水后杯子与水总重$G'_{杯}$=____N，被物体排开水的重力$G_{排}=G'_{杯}-G_{杯}$=____N

图9-10　探究浮力的大小

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

把上述实验中物体所受的浮力 $F_{浮}$ 与被物体排开水的重力 $G_{排}$ 进行比较，你能得出以下结论吗？

浸在液体里的物体受到竖直向上的浮力，浮力的大小等于被物体排开的液体的重力。

这就是著名的**阿基米德原理**（Archimedes principle）。实验证明，阿基米德原理对气体同样适用。例如，空气对气球的浮力大小就等于被气球排开的空气所受到的重力。

人类从古代就知道利用浮力了。古人把树干挖空成独木舟（图9—11），既能载人，又可载物。应用阿基米德原理，就可以解释钢铁制成的万吨巨轮浮在水面为什么不下沉了。整块钢板在水中是会下沉的，用钢板制成的万吨巨轮是空心体，它能排开的水量很多，它受到的巨大浮力足以使钢铁巨轮浮在水面上。



图9–11　古代独木舟

例题　在图9—4所示的实验中，如果物体的体积 $V = 50\ \mathrm{cm}^3$，g 取 10 N/kg，试问：

（1）把物体完全浸没在水中时，它排开水的重力为多少？它受到的浮力多大？

（2）把物体完全浸没在密度为 $1.1 \times 10^3\ \mathrm{kg/m}^3$ 的盐水中，它排开盐水的重力为多少？它受到的浮力多大？

解：根据阿基米德原理，浮力的大小应等于被物体排开的液体的重力。

（1）物体浸没在水中时，它排开的水的体积

$$V_{排} = V = 50\ \mathrm{cm}^3 = 5 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}^3$$

它排开的水的重力

$$G_{排} = m_{排水}g = \rho_{水}V_{排}g = 1 \times 10^3\ \mathrm{kg/m}^3 \times 5 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}^3 \times 10\ \mathrm{N/kg} = 0.5\ \mathrm{N}$$

所以，物体受到水的浮力

$$F_{浮} = G_{排} = 0.5\ \mathrm{N}$$

微信公众号：电子课本大全

（2）浸没在盐水中时，被物体排开的盐水的体积 $V_{排}= V= 5\times10^{-5}\ \mathrm{m}^3$，排开盐水的重力

$$G_{排}'= m_{盐水}g = \rho_{盐水}V_{排}g = 1.1\times10^3\ \mathrm{kg/m}^3\times5\times10^{-5}\ \mathrm{m}^3\times10\ \mathrm{N/kg} = 0.55\ \mathrm{N}$$

所以，物体受到盐水的浮力

$$F_{浮}'= G_{排}'= 0.55\ \mathrm{N}$$

答：（1）物体完全浸没在水中时，它排开液体的重力为0.5 N，受到的浮力为0.5 N。（2）物体浸没在盐水中，它排开盐水的重力为0.55 N，受到的浮力为0.55 N。

信息浏览

王冠之谜和阿基米德原理

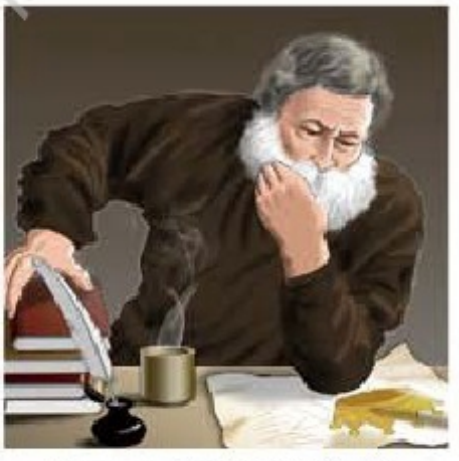


图9-12　阿基米德在思考

相传，叙拉古国王命人用金子做了一顶王冠。他怀疑工匠用银子偷换了一部分金子，于是要阿基米德检查王冠是不是用纯金制成，但又不能损坏它。阿基米德整天苦苦思索，怎样才能准确地测出王冠的体积呢？

有一天，阿基米德去洗澡，随着身体浸入浴桶，水就从桶边溢出。阿基米德看到这个现象后，从浴桶中一跃而出，奔向街头，狂呼："攸勒加，攸勒加（找到了）！"他找到了测量不规则物体体积的方法。

随后，阿基米德拿出质量相等的一块金和一块银，分别放进一个盛满水的容器中。他发现，虽然金块和银块的质量一样，但银块排出的水却多得多。他经过深入研究，在《浮体论》一书中写道：物体浸在水中所失去的重量，等于其所排开的水的重量，这就是阿基米德原理。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. “曹冲称象”是大家熟悉的故事。由于大象很重，当时还没有这样大的秤可以直接称。曹冲的办法是：先把大象拉到船上，记下船的吃水深度（图9－13），再用许多石块代替大象，使船达到同样的吃水深度，最后称出这些石块的总重，也就知道大象的体重了。“曹冲称象”这个故事蕴含着物理研究中的一种思维方法——等效变换。请你分析一下，为什么能用石块受到的重力替代大象的重力？

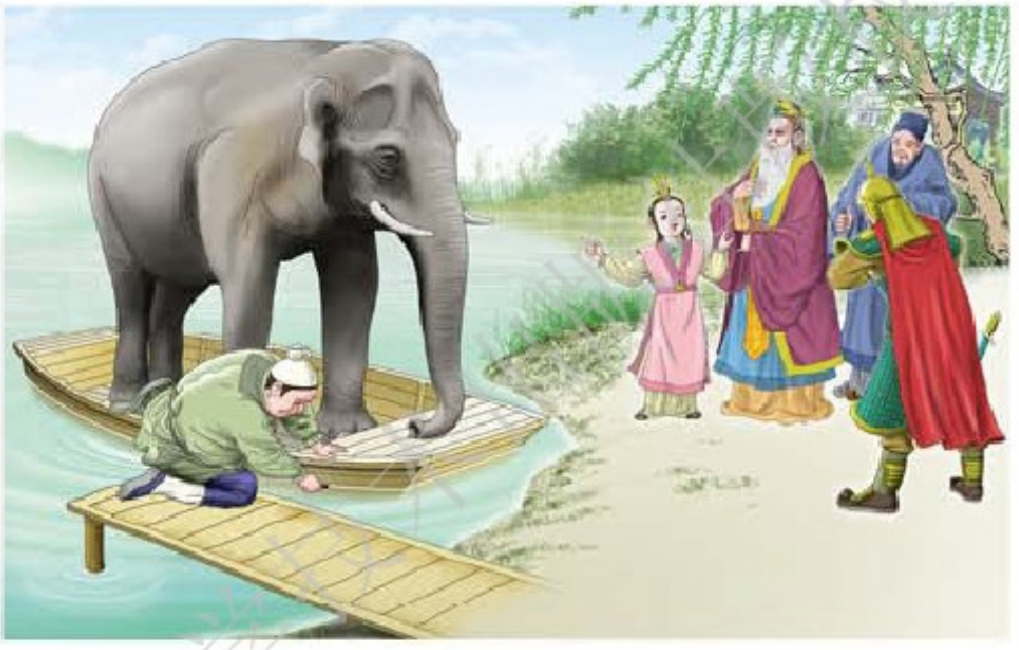


图9–13　曹冲称象

2. 在做“探究浮力的大小”的实验时［图9－10（a）］，不仅要测量物体的重力，还要测量空杯的重力。你知道这是为什么吗？

3. 在“王冠之谜和阿基米德原理”的故事中，若王冠的质量为490 g，浸没在水中称时，王冠重4.5 N，这顶王冠在水中受到的浮力是多大？它排开水的重力是多少？

4. 一艘轮船满载货物时，排开水的重力是1.8×10^{8} N，船的自重是7.1×10^{7} N，它最多能装多重的货物？

微信公众号：电子课本大全



9.3 研究物体的浮沉条件

物体的浮沉条件是什么

潜艇时而浮于水面，时而潜入水底，有时又能停留在水中，其中的奥秘在哪里？我们用实验来研究。



活动　让鸡蛋像潜艇一样浮沉

如图9－14所示，把一个鸡蛋轻轻地放入浓盐水中，使鸡蛋处于**漂浮**状态（即停留在液面上，有一部分体积露出液面），然后将清水缓缓倒入浓盐水中，并轻轻地搅拌。随着盐水密度的减小，鸡蛋排开液体的体积也随之增大，由漂浮状态慢慢变到**悬浮**状态（即鸡蛋全部浸没在水中，并可停留在液体里任何深度的地方），继续倒入清水，鸡蛋下沉，如再加入适量盐粒，鸡蛋重新又缓慢地上浮。



（a）漂浮　（b）悬浮　（c）下沉　（d）上浮

图9-14　浮沉的几种情况

讨论：(1) 鸡蛋在盐水中受到哪两个力的作用？

(2) 鸡蛋处于不同状态是由于哪个力发生了变化？

比较鸡蛋在各种状态下受到的浮力$F_{浮}$和重力G的大小，我们可以归纳出物体的浮沉条件：

当物体受到的浮力$F_{浮}$_____物重G时，浸在液体中的物体就会上浮；

当物体受到的浮力$F_{浮}$_____物重G时，浸在液体中的物体就会下沉；

当物体受到的浮力$F_{浮}$_____物重G时，物体悬浮在液体中或漂浮在液面。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

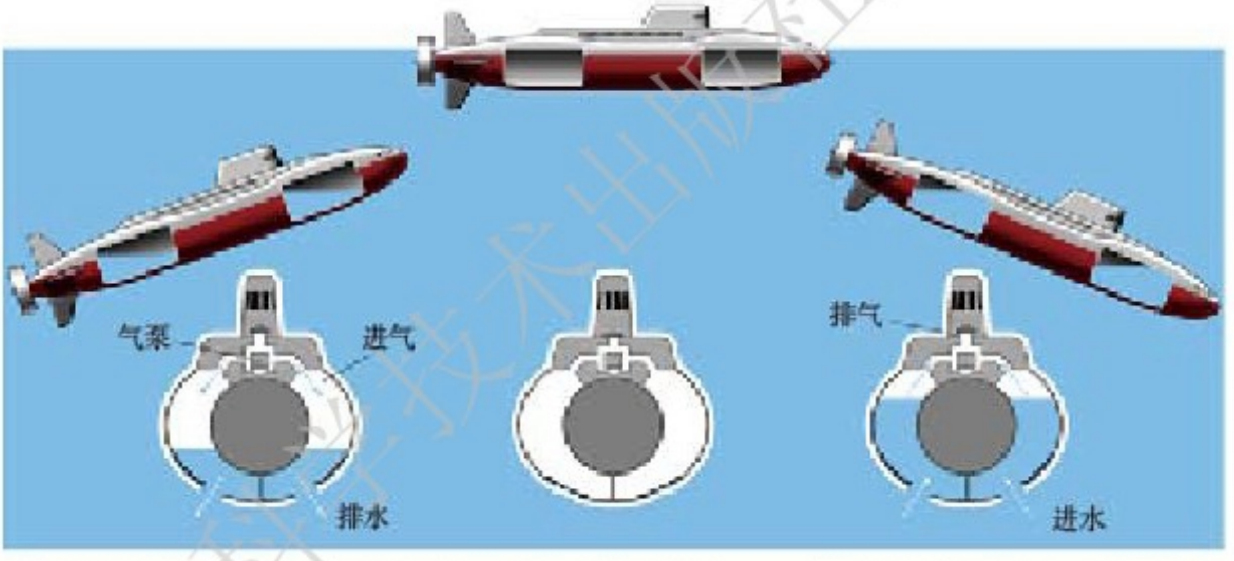
想一想

鸡蛋在悬浮和漂浮两种状态下，浮力都等于重力，那么，这两种状态的不同之处是什么？

浮沉条件在技术上的应用

根据物体的浮沉条件，可以控制物体在液体中的浮沉。上面的实验就是用改变液体密度的方法来控制物体浮沉的。

潜艇能在水中上浮和下潜，它是通过改变自身重力的方法来控制浮沉的，其基本原理如图9—15所示。



（a）打开进气阀门，使高压空气进入潜艇两侧的水舱，将水排出，艇重变小，潜艇上浮（$F_{浮}>G$）

（b）水舱里没有水，潜艇浮在水面上（$F_{浮}=G$）

（c）打开进水阀门，使水流进水舱，艇重变大，潜艇下沉（$F_{浮}<G$）

图9-15　潜艇浮沉原理示意图

当潜艇的水舱中充入适量的水时，浮力和重力相等，潜艇就能悬浮在水中，并做水下航行了。

气象台经常要放出探测气球（图9—16）用于气象观测。球内充有密度比空气小得多的氢气，气球升空后，安装在它上面的探空仪能把高空的温度、气压、湿度、风速、风向等情况用无线电传送给地面观测站。探测气球的顶部装

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

有放气阀门，当其工作完毕后，会自动打开阀门释放掉部分氢气，使气球体积缩小，所受浮力随之减小，气球就缓缓地落回到地面。

利用浮筒打捞沉船时，先在浮筒内注满水，并将其固定在沉船上，再向浮筒中输入高压空气，排出其中的水，使沉船和浮筒所受的重力小于浮力，沉船随之上升。



图9-16　气象探测气球

自我评价与作业

1. 请列举物体浮沉条件在生活、生产实际中的应用事例，并与同学进行交流。

2. 浸在液体中的物体受到的浮力$F_{浮}$＞物重G时，物体_____；当$F_{浮}$＜G时，物体_____；当$F_{浮}$=G时，物体_____。

3. 如图9－17所示，人能浮在死海的海面上看书，为什么？



图9-17

4. 如图9－18所示是学校物理兴趣小组制作的演示潜艇原理的模型，通过胶管A从烧瓶中吸气或向烧瓶中吹气，就可使烧瓶下沉或上浮，当从烧瓶中吸气使其下沉时，烧瓶受到的浮力将（　　）。

A. 增大　　B. 减小

C. 不变　　D. 无法判断



图9-18

5. 如图9－19所示，冰山露出海面的部分只是冰山的一小部分，所以常有“冰山一角”的说法。若海水的密度是$1.03\times10^3\ kg/m^3$，冰的密度是$0.9\times10^3\ kg/m^3$，则这座冰山露出海面的体积是总体积的几分之几？



图9-19

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

课外活动

取一个小瓶，在瓶内加入不同量的水，使它分别处于漂浮、悬浮、上浮、下沉四种状态（图9－20），体会一下物体的浮沉条件。



图9-20　体会物体的浮与沉



9.4 神奇的升力

飞机使人类实现了翱翔蓝天的梦想。

当今，大型运输机有五六层楼那么高，能装载几百吨货物，一次飞行距离可达上万千米。如此庞然大物，是什么力将它托上蓝天的呢？是空气的浮力吗？显然不是！因为静止在跑道上的飞机并没有因受到空气的浮力而升空。只有当飞机滑行到一定的速度时，才会腾空而起！可见，使飞机升空的力一定与飞机的运动有关。那么，使飞机上升的力究竟是怎样产生的呢？



图9-21　大型运输机

微信公众号：电子课本大全

流体的压强与流速的关系

水、空气等都具有流动性，统称为**流体**（fluid）。流体流动时，在流速（velocity of flow）不同的地方会表现出一种奇妙的特性。



活动1　奇妙的实验

A. 倔强的纸片

向两张下垂的纸中间吹气，你观察到什么现象［图9－22(a)］？

沿着下垂的纸面上方吹气［图9－22(b)］，你观察到什么现象？



(a)　　(b)

图9-22　倔强的纸片

从这两个现象中，你会产生什么想法？

B. 不听话的乒乓球

如图9－23所示，先用手托住乒乓球，然后用力向玻璃漏斗管内吹气，此时松开手，乒乓球会下落吗？



图9-23　不听话的乒乓球

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



C. 简易喷雾器

如图9－24所示，将一根塑料吸管弯成直角，在弯折处开一个洞，插入水中，从水平管口向里吹气，你观察到的现象是_____

_____。

图9-24　简易喷雾器

从上面的三个实验现象，可以归纳出流体的压强跟流速的关系：

流速大的地方，压强_____；

流速小的地方，压强_____。

请你运用流体压强跟流速的关系，对活动1中的三个实验作出合理的解释。

升力是怎样产生的



活动2　认识升力

如图9－25所示，取一个飞机机翼模型装在支架上，把电风扇置于机翼模型的正前方。当电风扇通电运转时，你看到什么现象？

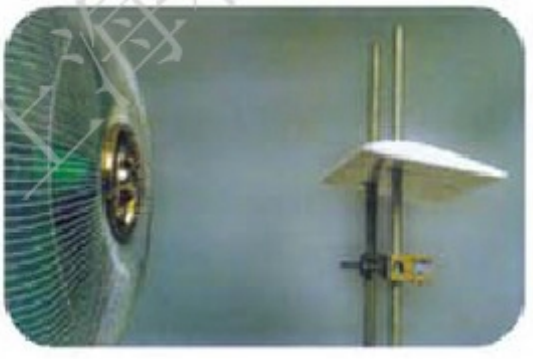


图9-25　流动的空气使机翼模型升起

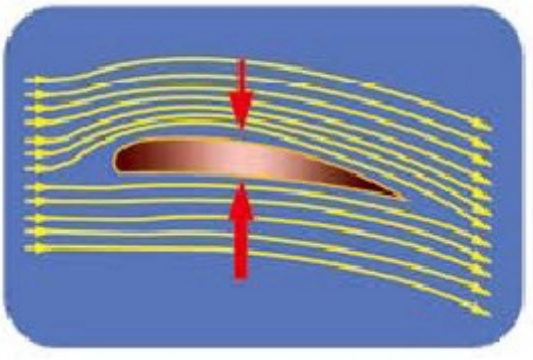


图9-26　机翼上下的空气流速不同，压强也不同

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

原来，由于飞机机翼的特殊形状，气流经过机翼模型上方的流速比下方的流速大（图9－26）。根据流体压强跟流速的关系，机翼模型上方处的空气压强比下方处的空气压强小，于是就产生了使机翼模型上升的力。

如果把飞机机翼模型的凸面向下，再向它吹风时，你会看到什么现象？

请根据流体压强跟流速的关系进行分析。

现在，你能解释飞机升力（lift force）产生的原因了吗？

飞机的机翼是人类仿照鸟的翅膀设计出来的。仔细观察鸟的翅膀，发现它具有与飞机机翼相似的形状。因此，鸟类展开双翅，即使不扑打，也能在空中滑翔而不会跌下来，其道理与飞机获得升力的原因相同（图9－27）。



（a）　　（b）

图9－27　飞鸟获得升力的原因

STS

1912年秋天，当时世界上最大的远洋巨轮“奥林匹克”号正在大海中航行，在距它100 m以外有一艘比它小得多的“豪克”号铁甲巡洋舰，正与它平行高速航行着。突然间，这艘“豪克”号像着了魔似的失去控制，向巨轮冲过去，把巨轮的船舷撞了一个大洞。图9－28模拟了当时事故发生的场景。

学了本节的内容后，你知道这个“魔”是怎么回事了吧！

水翼船（图9－29）下部有类似飞机机翼的水翼，船在水

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



图9-28 “奥林匹克”号与“豪克”号相撞模拟图

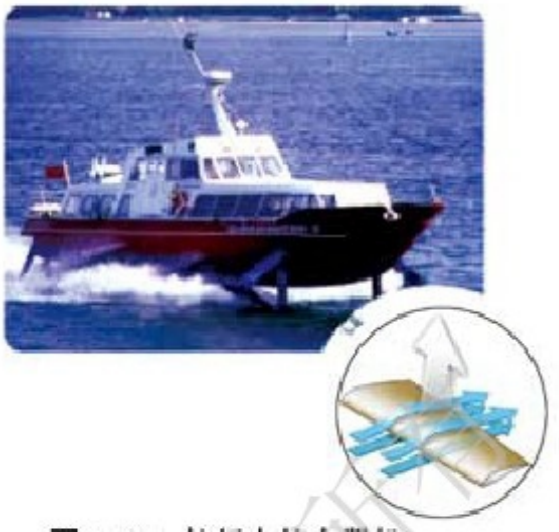


图9-29 航行中的水翼船

中高速航行时，浸在水中的水翼会获得升力，将船体托出水面，这样就减少了船体与水的接触面，从而减少水对船的阻力，提高航速。

流体压强与流速的关系，也被应用于乒乓球、足球的训练与比赛中，形成了弧圈球、香蕉球技术。

自我评价与作业

1. 在活动1的实验中哪个效果最好？你认为做好实验的关键是什么？

2. 飞机在空中飞行与轮船在海面上航行，它们受到向上的托力各是怎样产生的？有什么异同？

3. 地铁和火车站的站台上都有一道安全线，要求乘客必须站在安全线外候车（图9-30），这是什么道理？



图9-30 高铁站台上的安全线

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

课外活动

寻找合适的材料，按下面介绍的方法做一做飞机机翼升力的实验。

找一个纸杯，沿纵向剪下一块，做成如图9－31(a)中机翼的形状。在桌子边缘用书、铅笔、刻度尺，将机翼模型按图9－31(b)所示放置，使之平衡。

用电吹风的冷风挡吹机翼模型的上方，机翼模型将_____(选填“升高”或“下降”)。



(a)　　(b)

图9-31　升力小实验

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

第十章

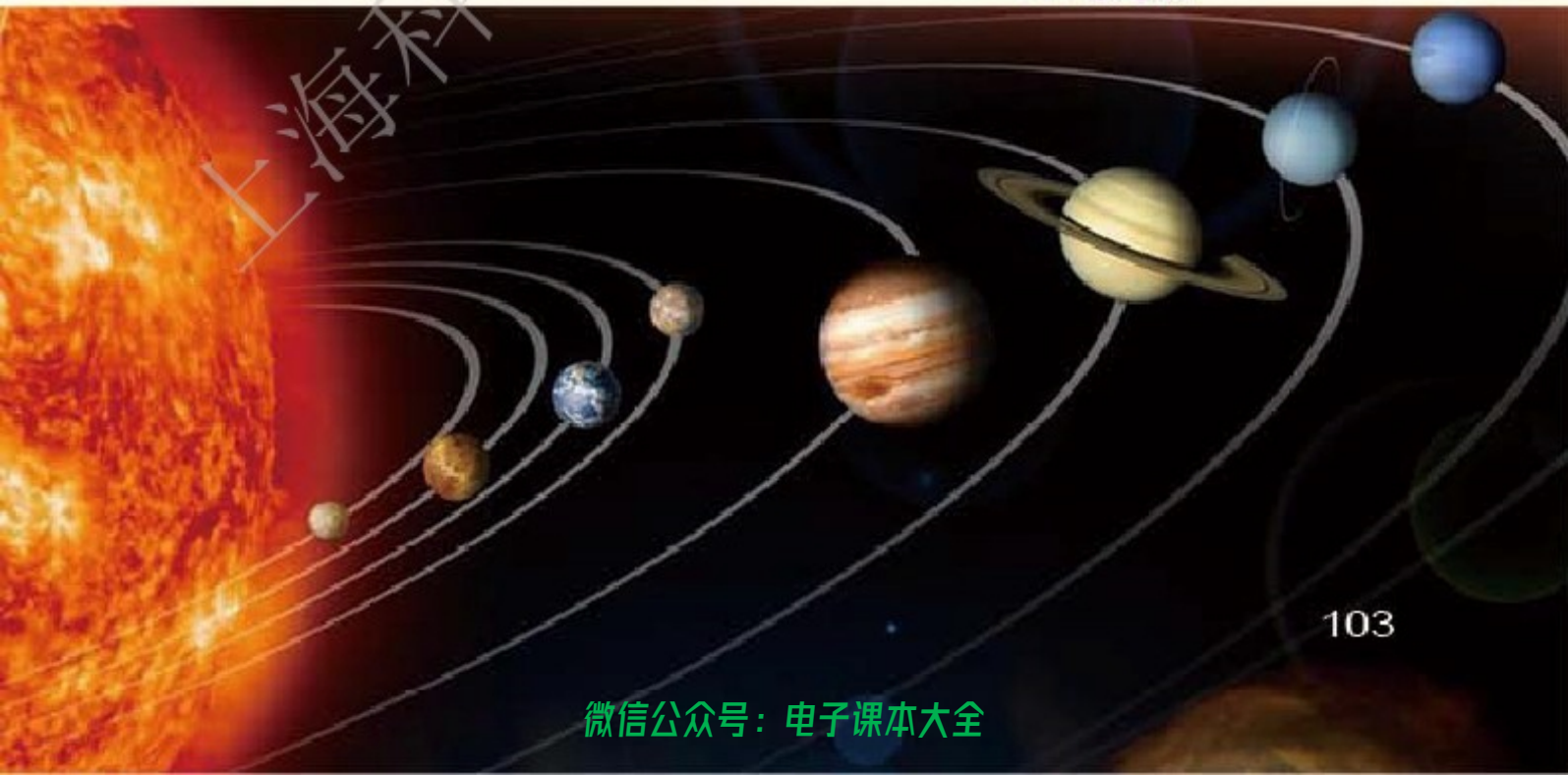
从粒子到宇宙

千百年来
人们都在追问
物质的本源是什么
何处是宇宙尽头

现在
人们依旧迷茫
夸克何时走出禁闭
太空深处可有人家

小粒子、大宇宙
两座迷人的知识宝库
呼唤着，智慧的巨舟
加速起航

10.1 认识分子
10.2 分子动理论的初步知识
10.3 “解剖”原子
10.4 飞出地球
10.5 宇宙深处



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



10.1 认识分子

德谟克里特的猜想

自然界中的物质是由什么组成的呢？古代的思想家曾对此作过许多猜想，其中最有影响的是古希腊的哲学家德谟克里特（Democritus，前460—前370）。

德谟克里特经过长期观察，不断地思考：

屋檐滴水时间长了，为什么能“水滴石穿”？

年代久远的铜像的手被人摸多了，为什么会变小？

铁铲用久了，为什么会变薄？

走近花园，为什么很远就能闻到花香？

……



图10-1 德谟克里特



（a）铁铲用久会变薄



（b）花园中四处飘香

图10-2 对一些现象的思考

德谟克里特认为，石块、铁铲、铜像的手、花粉……它们是很微小地一点一点散失的。因此，他猜想，大块物体是由极小的物质粒子组成的。

德谟克里特把这种物质微粒叫做“原子”，这个词的意思是“不可再分割的颗粒”。

金钥匙

猜想是经验素材和科学理论之间的一座桥梁，是一种重要的科学研究方法。由于物质微粒非常微小，人们无法用肉眼进行观察，因而，研究物质结构时，经常需要猜想。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

什么是分子

继德谟克里特的猜想之后，历史的脚步又跨越了两千多年，化学家终于从实验中发现，自然界中确实存在着能保持物质化学性质不变的最小微粒。1811年，意大利物理学家阿伏加德罗（A.Avogadro，1776—1856）首先把它叫做分子（molecule）。我们常见的物体，如固体、液体或气体，无论大小、轻重有何不同，也无论是否有生命，都是由分子组成的。

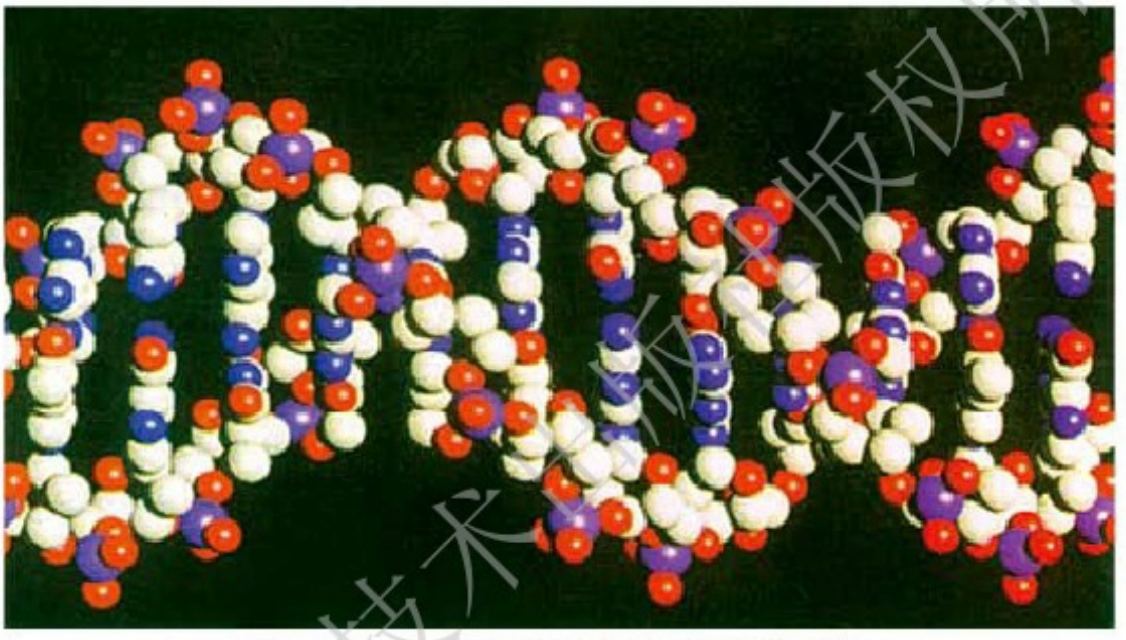


图10-3　DNA（脱氧核糖核酸）大分子结构图

信息浏览

古代思想家对物质结构曾提出过很丰富的思想。

早在公元前11世纪，中国古代就有一种五行说，认为自然界是由金、木、水、火、土五种基本物质组成的［图10－4（a）］。希腊人则提出四元素说，认为水、火、土、气是宇宙间最基本的东西，它们的不同组合就形成了自然界的一切物质［图10－4（b）］。战国时期成书的《中庸》里写道："语小，天下莫能破焉。"意思是说，世界上存在着很小很小不可能再分割的东西。其实，这就是原子思想的萌芽。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



（a）五行说　　（b）四元素说

图10–4　古人关于物质组成的解释

分子的大小

分子很小，用普通显微镜无法看到，需要用电子显微镜进行观察。

研究指出，大多数分子直径的尺度，其数量级为10^{-10} m（0.1 nm）。分子的质量也很小。例如，一个水分子的质量约为3×10^{-26} kg。

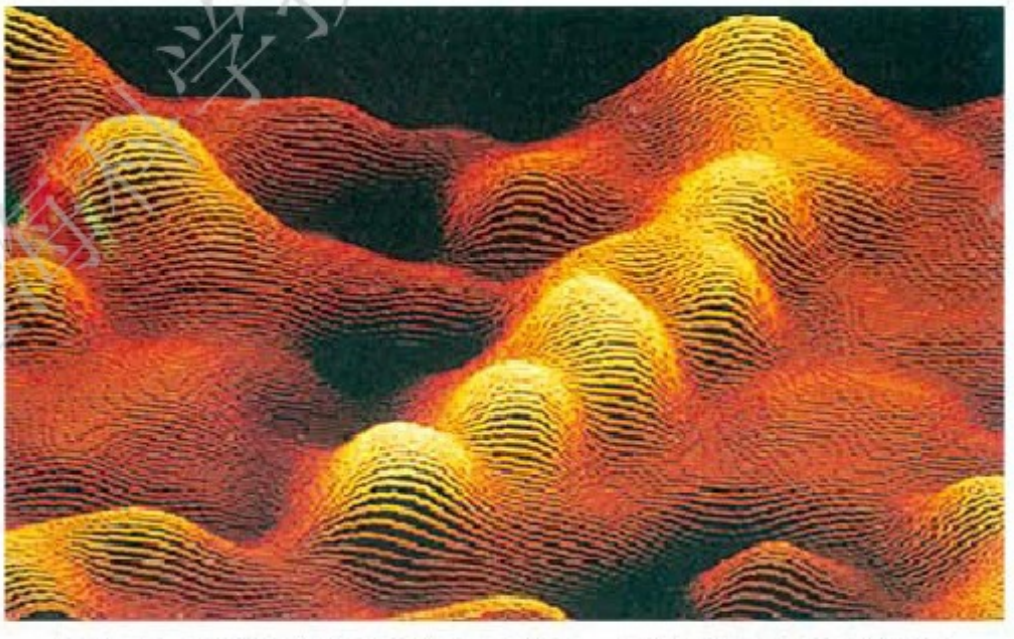


图10–5　用扫描隧道显微镜（STM）在一个遗传分子上描绘的形状

微信公众号：电子课本大全



活动　想象分子的大小

现在，让我们通过一些数据去想象分子的大小。

(1) 一小滴油酸的体积约为$\frac{1}{50}$ cm^3，把它滴在水面上散开后，可形成厚度为10^{-10} m的薄油层（图10－6）。由此可推断，油酸分子的直径约为____m。

(2) 分子的体积很小，通常1 cm^3的空气中，约有2.7×10^{19}个空气分子。在一个容积为1 cm^3的小盒子上开一个小孔（图10－7），如果每秒让1亿个空气分子逸出，要经过9 000年，容器中的分子才能全部逸出。假如有这么多数目的砖块，它们不仅能将地球铺满，而且其厚度可达120 km。



图10-6　油膜法实验

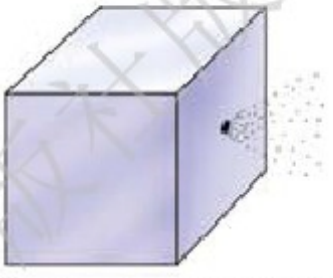


图10-7　分子从小孔逸出

人类通过数千年的探索，终于认识到自然界中的一般物质是由分子组成的，分子是一种极小的微粒。



自我评价与作业

1. 乒乓球的直径约为4 cm，它是分子直径的多少倍？地球的直径约为1.28×10^4 km，它是乒乓球直径的多少倍？比较这两组数据，你发现了什么？

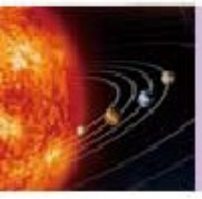
2. 某位中学生深吸一口气，约能吸进1.0×10^3 cm^3空气，相当于一口吞进多少个空气分子？

3. 观察图10－8，设想把一块铜分成两小块，再把每小块一分为二，一直这样分下去，分到什么时候仍能保持铜的性质呢？



图10-8

微信公众号：电子课本大全



10.2 分子动理论的初步知识

我们已经知道，物体是由分子组成的。那么，在物体内的分子是怎样排列的呢？它们是否会发生运动？

如果物体内的分子会运动的话，其运动情况又跟什么因素有关呢？分子与分子间有作用力吗？……像谜一样一连串饶有趣味的问题，正等待着我们去研究。

认识分子动理论



活动1 体会分子的运动

(1) 将香水瓶的盖子打开，很快就能在较远处闻到香味。

(2) 在一杯清水中滴入一滴红墨水，不一会儿，整杯水就变成了红色。



图10-9 闻香



图10-10 变色

讨论一下，上面的两个实验现象能说明_____。

科学家还做过一个实验，将磨得很光滑的铅片和金片紧压在一起，在室温下放置5年，后来发现金片里渗有铅，铅片里也渗有金，相互渗透了约1 mm深。这个实验说明固体的分子_____。

你还能举出哪些事实说明分子是在运动的？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

不同的物质互相接触时，会发生彼此进入对方的现象。物理学上把它叫做扩散（diffusion）。无论气体、液体或固体，都会发生扩散，它是说明分子无规则运动的一个有力的证据。



STS

吸烟危害健康。5月31日是“世界无烟日”。现在，公共场所都贴了如图10－11所示的标志，提醒人们不要在此处吸烟。在空气不很通畅、人群拥挤的候车室、商场、影剧院等场所，即使只有很少人吸烟，整个场所也会充满烟味。这正是分子在不停地运动的表现。



图10–11　禁止吸烟标志



活动2　感受温度对分子运动的影响

如图10－12所示，在分别盛有冷水和温水的杯中，各滴入一滴墨水，仔细观察所发生的现象，并把观察结果填在下面。



（a）墨水在冷水中



（b）墨水在温水中

图10–12　墨水在冷水和温水中扩散的快慢一样吗

大量实验表明：物质中分子的运动情况跟温度有关，温度越高，分子的无规则运动越剧烈。物理学中，将大量分子的无规则运动，叫做分子的热运动。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全



活动3　分子间有空隙吗

如图10－13所示，在一根长玻璃管中注入一半水，再缓缓地注满酒精，用塞子塞住开口端，上下颠倒几次再竖起来。可以看到，玻璃管内的液面比原来的低，也就是说，水和酒精混合后总体积变小了。你对这个实验的看法是：_____。

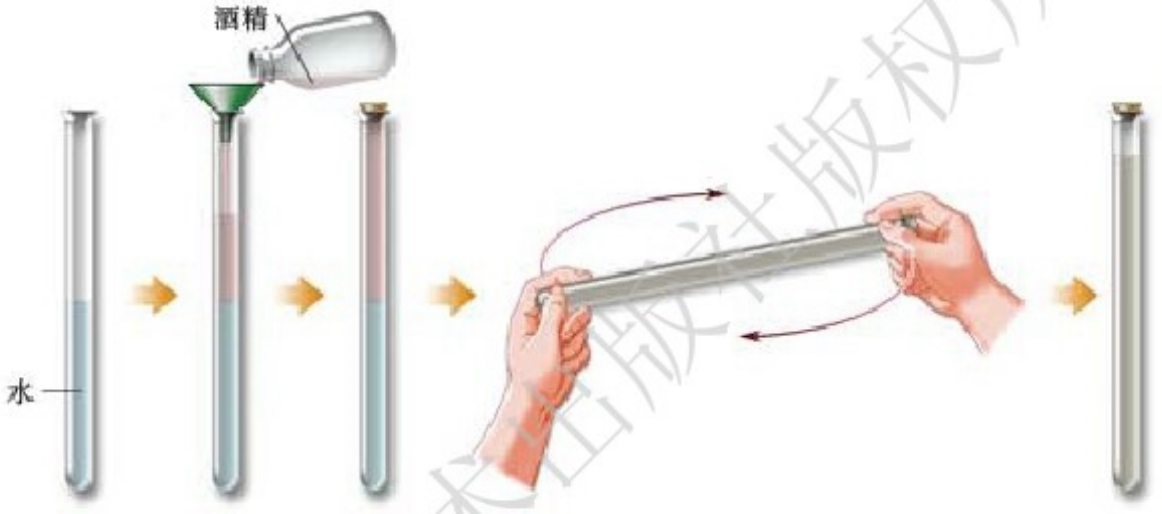


图10-13　水与酒精混合的实验

这个实验直观地说明了分子间存在着空隙。



活动4　探究分子间的相互作用力

前面的活动告诉我们，物体内的分子在不停地运动着，分子间存在着空隙。那么，为什么固体和液体内的分子不向四处散开，还能保持着一定的体积呢？我们用下面几个实验来探究这个问题。

A. 会收缩的液膜

实验操作如图10－14所示。

微信公众号：电子课本大全



（a）在一个铁丝圈中间松松地系一根棉线　（b）把铁丝圈浸入肥皂水中，使它上面附着一层肥皂液膜　（c）用手指轻轻地碰一下棉线的任何一侧　（d）被碰一侧的肥皂液膜破了，棉线被拉到了另一侧

图10–14　会收缩的肥皂膜

思考一下：这里是谁把湿棉线拉过去的？

B. 能吊起钩码的铅柱

取两块断面磨平、干净的铅柱，将它们紧压后，可以在它的下面吊起一串钩码（图10－15）。

通过这两个实验，使我们认识到：分子间存在着_____力。



图10–15　能吊起钩码的铅柱

C. 不听话的活塞

如图10－16所示，先让注射器吸入适量的水，再用橡皮套将套针管的口子封住。你试着用力推活塞，能否把活塞压进去？这个实验告诉我们：水的体积很难压缩，这就间接说明了分子间同时存在着_____力。



图10–16　很难压缩的水

研究表明：物质中的分子既相互吸引，又相互排斥。分子间的距离在一定范围内（小于10^{-10} m）以排斥为主；在这个范围之外（大于10^{-10} m）以吸引为主；若分子间的距离大到一定程度（大于10^{-9} m），分子间的相互作用会变得十分微弱，可以认为没有相互作用。

综上所述，**物质是由大量分子组成的，分子间是有间隙的，分子在不停息地做无规则运动，分子间存在相互作用力。这就是分子动理论**（kinetic theory）的初步知识。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

固、液、气三态中的分子

物质有固体、液体、气体三种形态。固体中分子之间的距离小，相互作用力很大，分子只能在一定的位置附近振动（图10—17）。所以，固体既有一定的体积，又有一定的形状。

液体中分子之间的距离较小，相互作用力较大，以分子群的形态存在，分子可在某个位置附近振动，分子群却可以相互滑过（图10—18）。所以，液体有一定的体积，但有流动性，其形状随容器而变化。

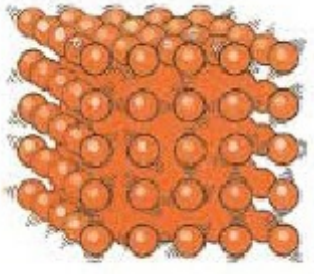


图10-17　固体的分子模型



图10-18　液体的分子模型

气体中分子间的距离很大，相互作用力很小，可以认为气体分子除了相互碰撞或跟器壁碰撞以外，都不受其他力的作用。每一个分子几乎都可以自由运动，可以充满它能够达到的整个空间（图10—19）。所以，气体既没有固定的体积，也没有固定的形状。

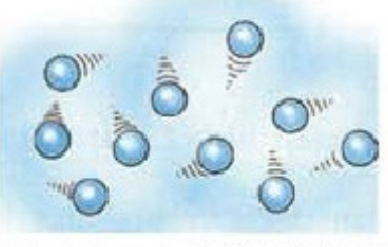


图10-19　气体的分子模型

自我评价与作业

1. 本节有四个活动，你参与了其中的哪些活动？有什么体会？

2. 分子一般是看不见的，你是通过什么方法确认分子是运动的？

3. 请用自己的语言表述分子动理论的主要内容。除了活动3的实验可以说明分子间有间隙外，你还能举出哪些事例？

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

4. 如图10－20所示，先在量筒内盛半筒水，再把蓝色的硫酸铜溶液小心地注入量筒底部。由于水的密度比硫酸铜溶液的密度小，两种液体能形成清晰的分界面。把它放在教室的一角，使它不受外界的振动。请你猜测一下，一段时间后，将看到什么现象？把你的猜测、观察结果和分析跟同学相互交流。

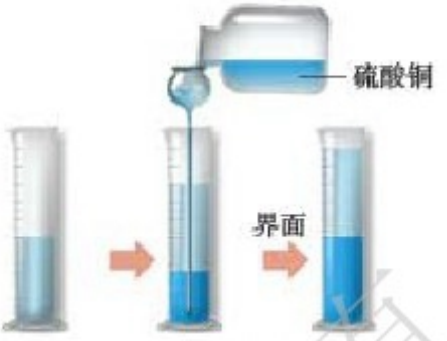


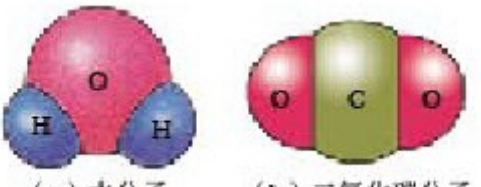
图10-20　硫酸铜溶液的扩散实验



10.3 “解剖”原子

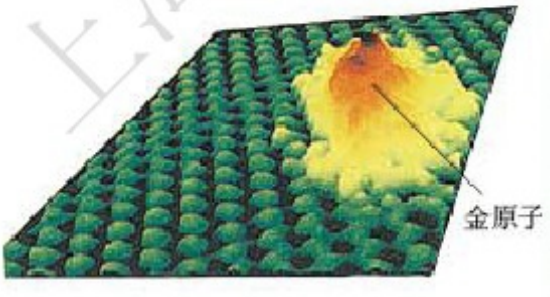
分子可以再分吗

分子的发现并没有终止科学家探究物质结构的步伐。很快，人们发现还有比分子更小的粒子，称为**原子**（atom）。大多数分子是由多个原子组成的，叫做多原子分子。例如，水分子是由一个氧原子和两个氢原子组成的，二氧化碳分子是由一个碳原子和两个氧原子组成的（图10—21）。有些分子是由单个原子组成的，叫做单原子分子。铁、铜、金、铂等大多数金属，它们的分子也就是原子（图10—22）。



（a）水分子　（b）二氧化碳分子

图10-21　分子模型



（a）石墨底层上的金原子



（b）铂原子

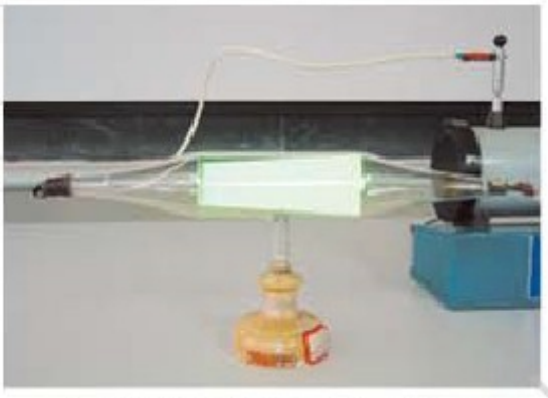
图10-22　电子显微镜下的原子

微信公众号：电子课本大全

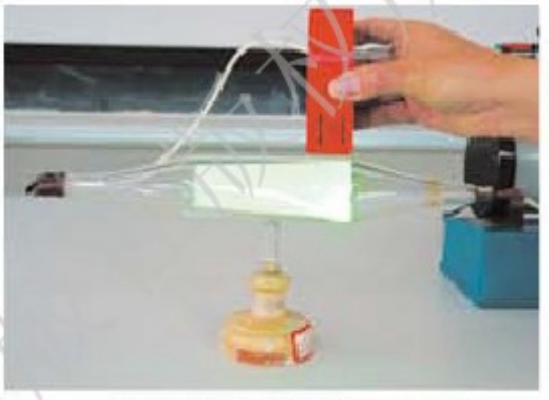
把原子“切开”

科学家发现原子以后的很长一段时间里，都认为原子是物质的最小单元，是“宇宙之砖”。那么，原子究竟能不能再分呢？

19世纪末，科学家用真空管进行放电实验时，发现管的阴极能发出一种射线（图10—23）。1897年，英国科学家汤姆生（J. Thomson，1856—1940）进行了认真的实验研究，确定这种射线是由一种带负电的微粒组成的，它们是从原子内部发出的，这种微粒叫做**电子**（electron）。



（a）阴极射线经过荧光屏，形成一条美丽的光带



（b）阴极射线经过磁铁会发生偏转

图10-23　阴极射线实验

电子是比分子、原子更小的物质粒子。它的质量$m_e=9.11\times10^{-31}$ kg，约等于氢原子质量的$\frac{1}{1\,837}$，半径小于10^{-16} m。电子的发现否定了原子不可再分的神话，使人们对物质结构有了更深入的认识。

原子结构的两种模型

原子内部有带负电的电子，整个原子却不对外显示电性，并且十分稳定。原子的这种特性启示人们，原子内部一定还有带正电的部分。因此，电子的发现，使人们认识到原子也是有复杂结构的。

由于原子、电子都很小，在无法用仪器对它们直接观察时，只能借助某些实验，利用已有的知识，通过想象、类比等方法，构建出它们的模型。其中最有影响的是由汤姆生和他的学生卢瑟福提出的两种原子结构模型。

微信公众号：电子课本大全

汤姆生认为，原子像一个实心球体，均匀分布着带正电的粒子，电子镶嵌在其中，犹如糕中的枣儿，因此被称为“**枣糕模型**”（图10—24）。



图10-24　汤姆生原子模型的切面图

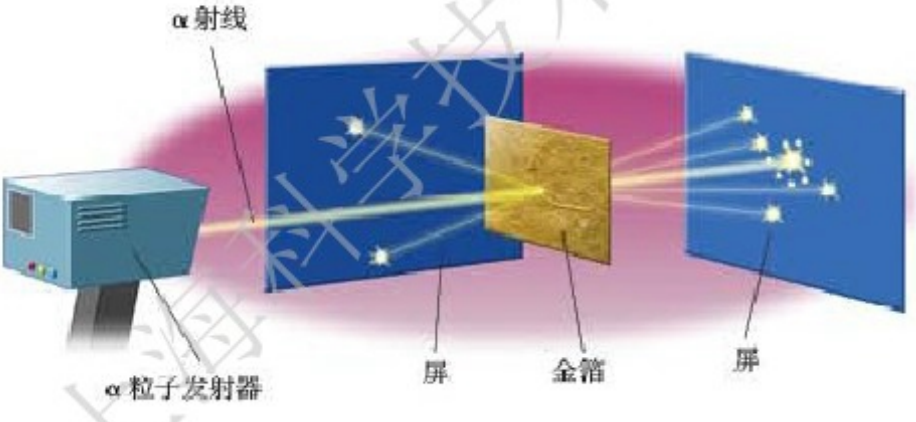
金钥匙

建立物理模型是物理学研究中的一种重要方法。物理模型是在一些事实的基础上，经过想象、类比等论证提出的。模型是否正确，需要实验的检验。

1911年，卢瑟福基于α射线（带正电的粒子流）轰击金箔的实验［图10—25（b）］，提出了他的原子核式结构模型：原子中间有一个带正电的核，它只占有极小的体积，却集中了原子的几乎全部质量，带负电的电子像行星环绕太阳运转一样在核外较大空间绕核高速旋转，这一模型被称为“**核式模型**”［图10—25（c）］。



（a）卢瑟福



（b）α粒子散射实验示意图



（c）卢瑟福的原子模型图

图10-25　卢瑟福实验与原子核式模型

卢瑟福的“核式模型”否定了汤姆生的“枣糕模型”，但它也并不是完美的。以后的实验进一步表明，原子中的电子并不像行星环绕太阳运转时那样有固定的轨道，而是形成电子云分布在原子核的外围。

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

原子核内有些什么

根据卢瑟福的原子模型，很自然会提出问题：原子核内有些什么？

科学家发现，氢原子的结构最简单，核外只有一个电子（图10—26）。如果把电子的电荷量作为一个单位的负电荷量，则氢原子核的电荷量便是一个单位的正电荷量。这种具有单位正电荷量的氢原子核叫做**质子**（proton）。实验表明，质子不仅是氢原子的核，也是其他任何原子核的组成部分。



图10-26　氢原子结构图

1932年，英国物理学家查德威克（J. Chadwick，1891—1974）从实验中发现，原子核中还有一种不带电的粒子，它的质量跟质子差不多，这种粒子叫做**中子**（neutron）。

质子和中子统称**核子**（nucleon）。原子核中的质子和中子的数目称作核子数。各种元素原子核的质子数和核子数一般是不同的。

原子的结构

现在，我们知道，原子是由原子核和核外绕核高速旋转的带负电的电子组成的；而原子核是由带正电的质子和不带电的中子组成的（图10—27）。

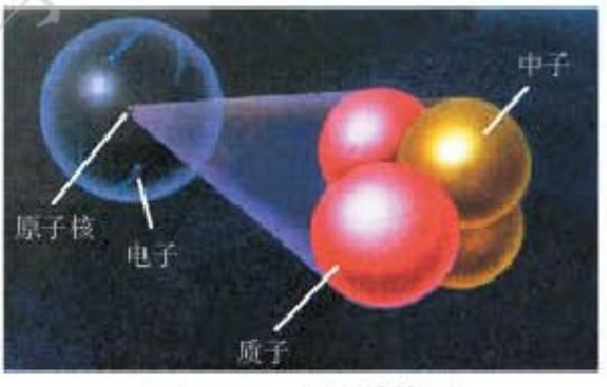


图10-27　原子结构图

进一步的研究表明，大多数原子直径的尺寸约为10^{-10} m，而原子核直径的尺寸只有10^{-15} ~ 10^{-14} m。如果把原子想象成篮球一样的大小，那么原子核就比一粒细砂子还小。

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

想一想

图10－28是根据卢瑟福模型画出的氢、氦、锂原子的示意图，能从图中看出它们的核内各有几个质子和中子吗？



（a）氢原子　（b）氦原子　（c）锂原子

（表示中子　表示电子　表示质子）

图10-28　氢、氦、锂的原子模型

既然原子核也是有结构的，那么，质子和中子能不能再分呢？科学家正在进一步探索这些粒子的内部结构和运动规律，并且已经取得巨大进展。到目前为止，科学界已普遍确认质子、中子等也有内部结构，它们是由一种叫做**夸克**（quark）的更小微粒组成的（图10—29）。



（a）质子由两个上夸克和一个下夸克组成　（b）中子由两个下夸克和一个上夸克组成

图10-29　质子与中子的组成

从17世纪开创近代物理后的几百年来，人们对物质结构的探索日益深入，目前，人们认识到的微观世界的尺度大致如图10—30所示。

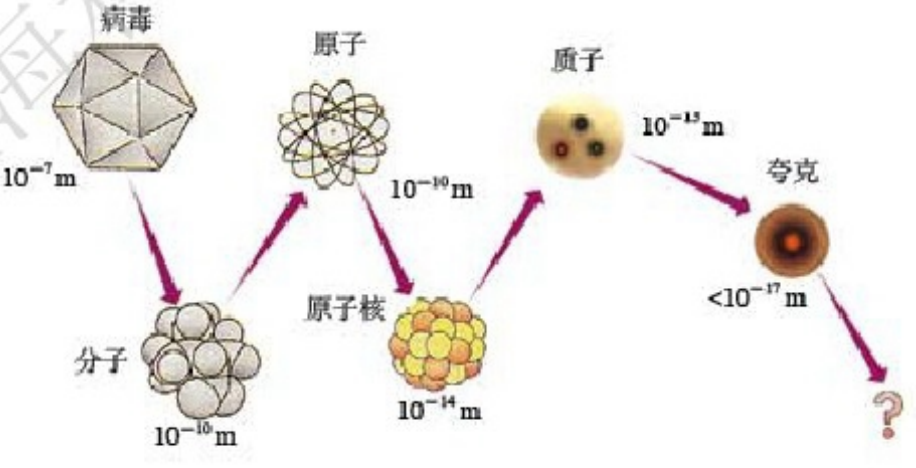


图10-30　人们认识到的微观世界的尺度

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 你能用语言或简图来表示原子的结构吗？

2. 两千多年前，我国的庄子说过："一尺之棰，日取其半，万世不竭。"意思是说，一尺长的木棍，每天取它的一半，永远也取不完。你学过物质的微观结构以后，对这句话有什么新的认识？



10.4 飞出地球

人类在深入认识原子内部微观世界的同时，从未停止过对地球之外宏观和宇观物质世界的探究。

茫茫宇宙（universe），浩瀚星空，诱人遐思！宇宙到底有多大？人们能不能飞出地球去？

古人富有想象的宇宙图景

早在远古时代，东、西方的一些思想家通过对日月星辰的观察和想象，曾经构建出自己心目中的各种宇宙图景。



图10-31 中国古代浑天说
（浑天如鸡子，天体圆如弹丸，地如鸡子中黄，孤居于内……）



图10-32 古埃及人的宇宙观
（星星像悬挂的油灯吊在上空）

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

托勒密精心构建地心说

后来，天象观察的深入和数学的应用推动了天文学的研究。公元150年，古希腊天文学家托勒密（C．Ptolemaeus，约90—168）集当时天文学之大成，提出以地球为中心的宇宙结构学说（图10—33），简称“地心说”。他认为，地球位于宇宙的中心，月球、水星、金星、太阳及其他行星都绕着地球旋转；恒星都镶嵌在最外边的天球上。

托勒密的“地心说”能解释日食、月食等许多天文现象，并且符合当时人们普遍认同的地球不动的观念，因此很容易被人们接受。后来又被当时的教会所利用，成为禁锢人们思想的枷锁，一直流行了一千多年，严重地阻碍了科学前进的脚步。

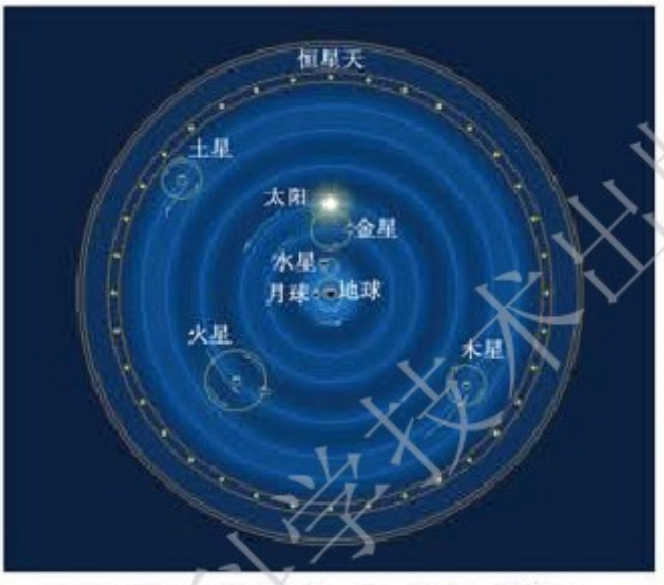


图10-33 托勒密的“地心说”宇宙图
（地球位于宇宙中心，太阳和行星绕着地球在不同的球面上运动）

金钥匙

观察是研究天体运动最基本的方法。意大利诗人卡里马赫曾教导哥白尼说，天文学家只有两样法宝：数学和观察。

根据对天体位置及运动的观察记录，天文学家就可以运用数学工具构筑一个宇宙模型，“地心说”和“日心说”就是两种典型的模型。

哥白尼吹响了科学革命的号角

波兰天文学家哥白尼（N.Copernicus，1473—1543）通过长期的观察和研究，提出了太阳中心说宇宙模型，即“日心说”（图10—34）。他认为，太阳是宇宙的中心，地球和其他行星都绕着太阳旋转，月球是地球的一颗卫星，它绕着地球旋转。

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

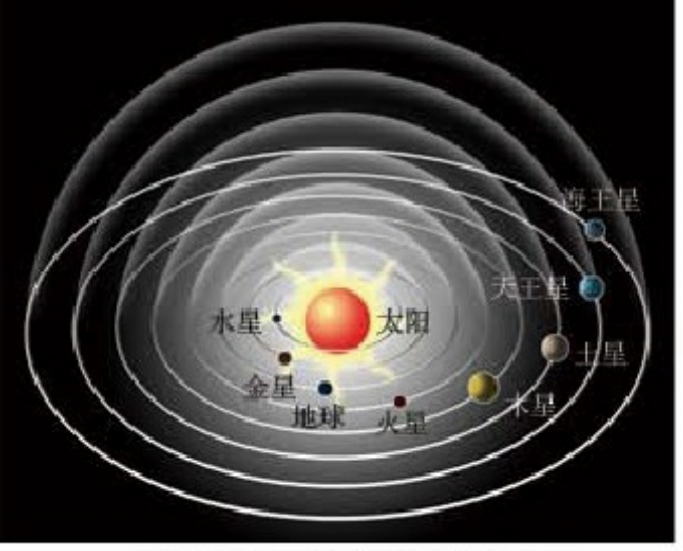


图10-34　“日心说”模型

哥白尼的“日心说”有着非常重要的意义，它比托勒密的模型简洁、和谐，能较好地解释当时的许多天文现象，根据哥白尼的学说，算出了各颗行星到太阳的距离，首次推算了宇宙大小的尺度。在思想上，它挣脱了当时教会的束缚，使自然科学的研究从欧洲中世纪的神学桎梏下解脱出来，从而使人类迎来了科学的春天。

信息浏览

在哥白尼的时代，人们只发现了太阳系中除地球之外的五颗大行星，后来又相继发现了天王星、海王星等。

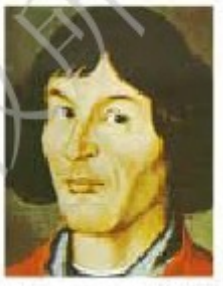


图10-35　哥白尼

飞出地球去

哥白尼对天体的位置作了安排，但没有告诉我们地球及其他行星为什么会依依不舍地绕着太阳旋转。

1687年，伟大的英国科学家牛顿发现了万有引力定律，对此作出了回答：任何两个物体间都存在着一种相互吸引的力，太阳依靠它对地球和其他行星之间的巨大吸引力，使地球和各个行星乖乖地绕着它旋转。这跟我们用一根绳子系着一个小物体旋转相似，是绳子的拉力使小物体绕中心旋转。



（a）太阳引力使行星绕着它旋转



（b）绳子的拉力使小物体绕中心旋转

图10-36　引力的作用

微信公众号：电子课本大全

信息浏览

万有引力的大小跟两个物体的质量和物体间的距离有关。通常，物体间的引力很小，我们觉察不到。天体的质量都十分巨大，因此，天体间的引力也就大得惊人。例如，如果把太阳吸引地球的力作用在直径是9 000 km的钢柱上，则完全可以把钢柱拉断！

我们生活在地球上，也好像被地球用一根无形的绳子紧紧地拉着，但人们并不甘心总是被束缚在地球上。千百年来，人类就幻想着飞向宇宙，探索其奥秘。我国民间流传的“嫦娥奔月”“孙悟空大闹天宫”等，就是由这类美妙幻想构成的神话故事。人们通过不懈的研究发现，当地球上的物体有很大的速度时，就能挣脱地球引力的束缚，实现飞出地球的愿望。



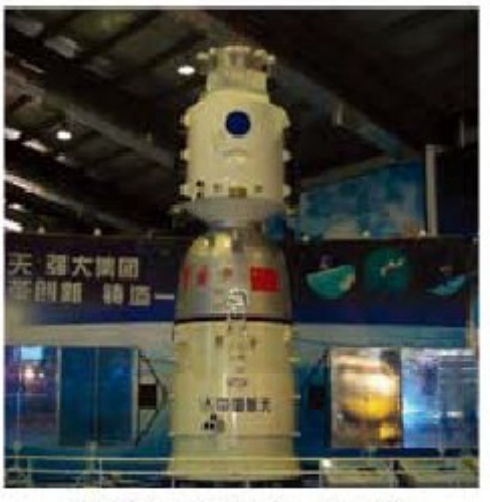
（a）飞天（古人可贵的幻想）



（b）古代利用火药发射的火箭



（c）永远的脚印（阿波罗登月成功）



（d）我国的“神舟”载人飞船

图10-37　从愿望到现实

微信公众号：电子课本大全

经过一代代人的努力，人类几千年来飞天的愿望终于变成了现实。我们已进入航天时代，开始踏上了迈向宇宙深处的征途！

信息浏览

三个宇宙速度

人造地球卫星在地面附近环绕地球做匀速圆周运动必须具有的速度，叫做**第一宇宙速度**（v_1），也叫做环绕速度，其大小为7.9 km/s。

如果人造地球卫星进入地面附近的轨道速度大于7.9 km/s，而小于11.2 km/s，它绕地球运动的轨迹就不是圆，而是椭圆（图10－38）。当卫星的速度等于或大于11.2 km/s时，卫星就可以挣脱地球引力的束缚，成为绕太阳运动的人造行星。所以这个速度叫做**第二宇宙速度**（v_2），也叫做脱离速度。

达到第二宇宙速度的物体还受到太阳引力的束缚，要想使物体挣脱太阳的束缚，飞到太阳系以外的宇宙空间去，必须使它的速度等于或大于16.7 km/s，这个速度叫做**第三宇宙速度**（v_3），也叫做逃逸速度。

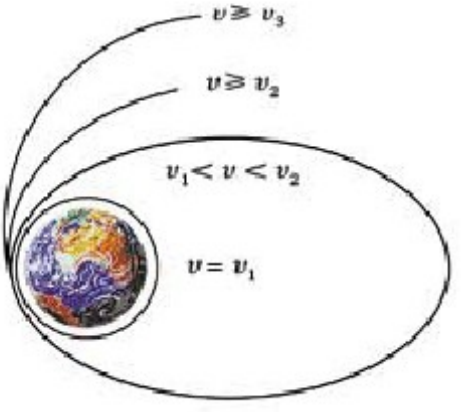


图10-38　宇宙速度

自我评价与作业

长期以来，流传着一个美丽的故事：一天，牛顿在树下沉思，突然看见一个苹果从树上落下，于是，他就发现了万有引力定律，你知道这个故事吗？你从这个故事中得到了哪些启示？

上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全

课外活动

1. 请你去图书馆或上网查找关于托勒密地心说和哥白尼日心说的资料。

2. 收集几个类似“苹果落地”的科学发现的故事，写一篇相关的科学报告。

3. 收集我国“神舟”飞船成功发射的有关资料，召开一次科学讨论会。



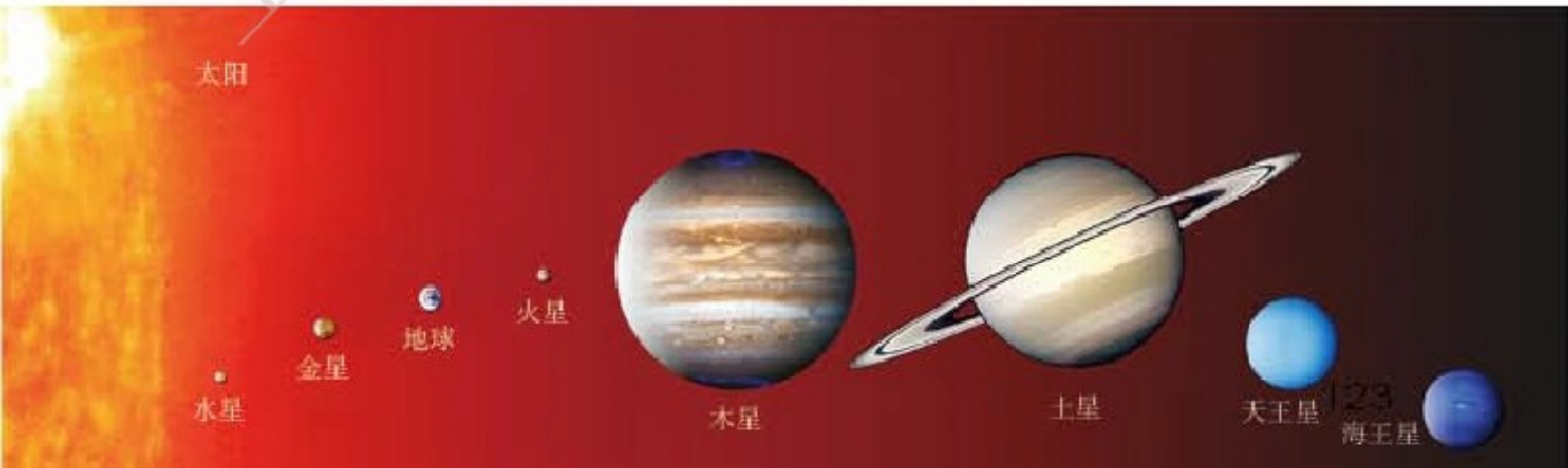
10.5 宇宙深处

从太阳系到银河系

如图10—40所示，我们生活的地球，只是太阳系这个大家族中的一员。地球离太阳约1.5×10^{8} km。太阳的直径是地球的109倍，质量是地球的33万倍，体积是地球的130万倍。太阳系的八大行星中离太阳最远的是海王星，两者相距约4.496×10^{9} km。

在晴朗少云的夜晚，仰望天空，会看到一条白茫茫的光带横卧在天空中，人们称之为银河。这是由三千多亿颗恒星形成的巨大星系，天文学上称之为“银河系（Galaxy）”。太阳只是银河系中普通的一员。

图10-39 太阳及其八大行星



上海科学技术出版社版权所有
微信公众号：电子课本大全



（a）银河系像一个巨大的漩涡高速旋转着，太阳每隔2.3亿年绕银河系中心转一圈



（b）从侧面看，银河系像一个中间厚、边缘薄的扁盘

图10–40　银河系

银河系的尺度大约是1.0×10^5 l.y.（光年），相当于$9.460\,5 \times 10^{17}$ km。

宇宙到底有多大

随着射电望远镜的发明和其性能的进一步提高，人们的视野也越来越宽广。现在，人们能够观测到的范围达到1.37×10^{10} l.y.。

科学家发现，在这个可观测到的范围内，大约有上千亿个星系。每个星系约有1 000亿颗恒星，天文学家估计，宇宙间恒星的总数可达10^{22}个。

地球的直径约为12 800 km，月球绕地球的轨道直径约为7.7×10^5 km，从地月系统到可观测宇宙的尺度如图10—41所示。

这就是目前我们了解到的宇宙范围。

宇宙是无限的，人们对它的认识在不断提高和扩大，在可观测宇宙以外会不会有更大的天体系统？这有待于我们今后继续探究。

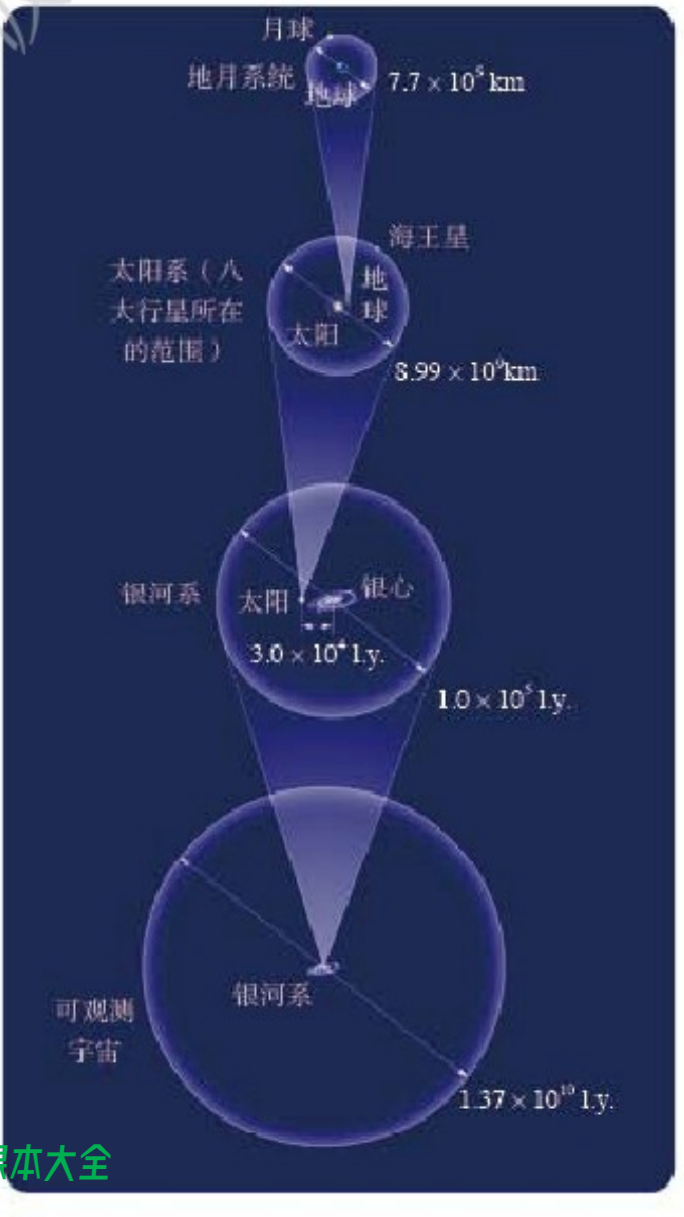


图10–41　宇宙的尺度

微信公众号：电子课本大全

信息浏览

天体的演变



图10-42　太阳

宇宙中的天体（包括太阳）是在不断地运动变化着的，每个恒星都会经历诞生、成长和衰亡的过程。

距今约50亿年前，太阳从一团尘埃气体云中逐渐诞生（图10－42），现在正是它的壮年时期。



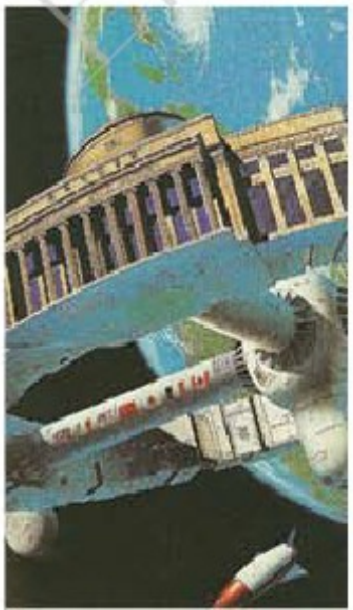
图10-43　黑洞

科学家研究发现，大质量恒星在衰亡的过程中会发生爆炸，爆炸后留下的物质会变成一种天体，它产生的引力能吸引附近的所有物质，连光都无法逃脱。这样的天体叫做“黑洞”（图10－43）。

开发新家园

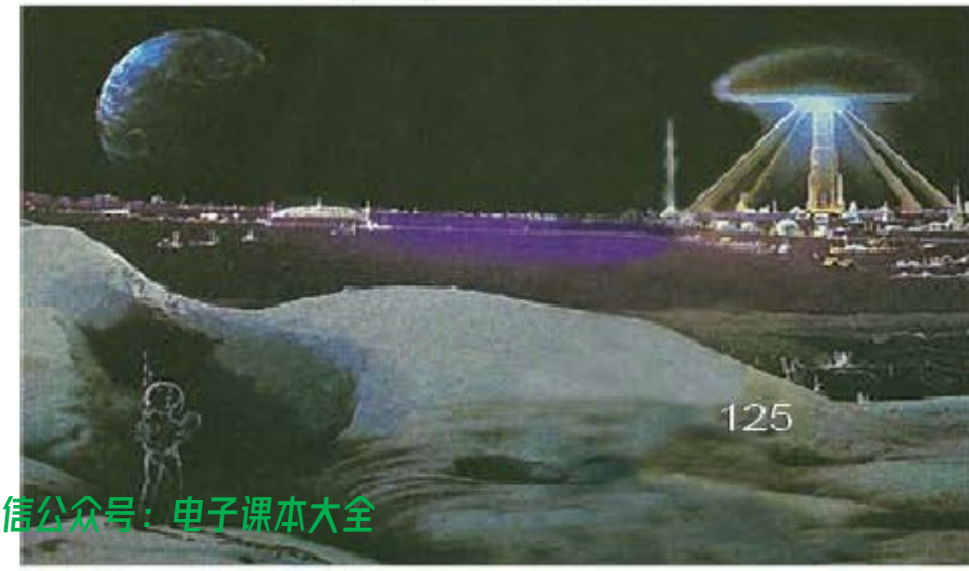
俄国著名的火箭先驱者齐奥尔科夫斯基曾经说过：“地球是人类的摇篮，但是你不能永远待在摇篮里。”科学的发展，必将使人们实现星际航行，到其他天体上创建新的家园。也许，若干年后，我们会在宇宙深处，找到高等生命——人类的新朋友。

图10-44　艺术想象与宇宙探索的未来



（a）想象中的国际太空学院

（b）艺术家描绘的月球基地



上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

自我评价与作业

1. 图10－45是长度阶梯的一部分，补上其余部分，并把原子、分子、人的身高、珠穆朗玛峰的高度、地球直径、月地距离等相关的典型尺度标记在线旁。你还有其他表示长度阶梯的办法吗？

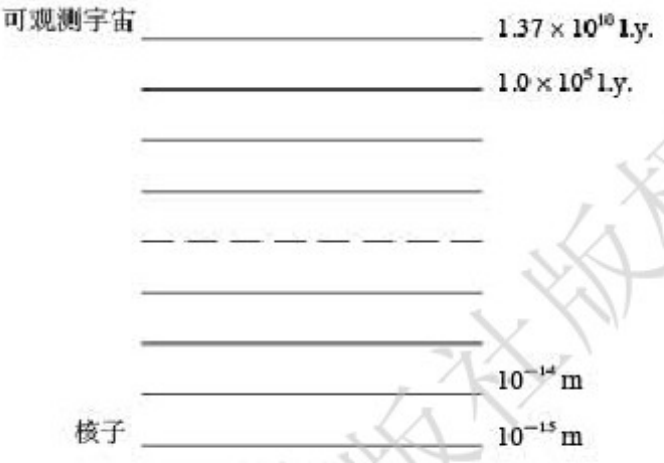


图10-45

2. 采用访问或从互联网上收集资料等方式，了解我国航天事业的发展情况。由此，你有哪些感想可以和大家交流？

3. 我国已开展了探月计划“嫦娥工程”，请从互联网上查询有关信息，了解我国实施探月计划的大致内容和意义。

课外活动

围绕人类认识宇宙的历程，广泛收集材料，帮助社区出一期黑板报或宣传栏，宣传科普知识。

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全

后　记

本套教科书经2003年初审通过以来，得到了实验区学生和教师的热情关怀和支持。编写组始终与实验区的老师保持着密切的联系和互动，多次召开关于教科书的研讨会和征求意见会，并深入实验区进行回访和调研，这些都为修订教科书奠定了基础。

为了做好这次的修订工作，我们调整充实了编写队伍，按照教育部正式颁发的《义务教育物理课程标准（2011年版）》的要求，在保持本套教科书特色的基础上，充分吸收实验区教与学的意见和经验，力求使本书更加切合教学实际，利教便学。

本教科书编写组人员如下：

主　　编：束炳如　何润伟

副 主 编：汪延茂　陈　聆　谢坚城

本册主编：母小勇

本册副主编：杨思锋

本书原编写人员有：母小勇、王金瑞、王溢然、徐善辉、王明秋、仲新元、周卓涛、熊亚浔等同志。

这次参加本书修订的有母小勇、王金瑞、朱美健、王溢然、杨思锋、梁玉祥等同志，参加审稿的有汪延茂、陈聆、谢坚城等同志，全书由束炳如、何润伟同志统稿、定稿。

在本书的修订过程中，还得到了物理学方面的专家、学者、研究人员、教师，以及学生、家长等多方面的支持和帮助，上海科学技术出版社、广东教育出版社为本书的修改完善做了大量工作，在此一并表示由衷的感谢。

教材建设的过程，是“合作—对话—协商—共建”的过程，编写一套能体现课程改革理念、有鲜明特点，并且能适应当前社会发展的义务教育初中物理新教材，始终是我们追求的目标。我们将不懈努力，学习、研究、创造，为全面推进素质教育作出贡献。

恳请专家、学者、教师、教研员、学生和家长对本书提出宝贵意见。

华东地区初中物理教材编写组

2012年1月

上海科学技术出版社版权所有

微信公众号：电子课本大全