

义务教育教科书(五·四学制)

物 理

八年级 下册



致同学们

同学们，本书将引领你畅游物理世界，成为你探索物理的好朋友。

本书倡导自主、合作、探究式的学习，强调科学与实际、科学与社会的联系。

为了方便同学们对物理课程的学习，我们设计了以下栏目：

 **观察与实验** 展示一些物理现象及事实，构架动手、动脑、动口的平台。

 **想想议议** 设计课堂学习活动，促进同学们的思考与讨论、交流与合作。

 **科学世界** 有关物理知识的拓展性内容。

 **科学 技术 社会** 介绍和探讨科学、技术与社会之间相互关联的问题。

 **相关链接** 提供形式多样的科学信息，扩大同学们的视野，提高自主学习的能力。

 **动手动脑学物理** 设计有助于完成学习任务的探究活动和作业，深化对知识的巩固和理解、迁移和运用。

 **做中学** 提供动手动脑的学习机会，学习应用物理知识解决生活实际问题的方法，增强创新意识和探究能力。

 **学到了什么** 引导同学们学会梳理、反思和整合。

设计这些栏目的目的，是希望同学们掌握打开科学殿堂大门的金钥匙，学到科学知识，体验科学方法，提高科学素养，逐步树立科学的价值观。

祝同学们快乐学习，健康成长！



目 录

第六章 力和运动	1
第一节 力及其作用效果	2
第二节 弹力 弹簧测力计	5
第三节 重 力	7
第四节 二力平衡	11
第五节 摩擦力	15
第六节 牛顿第一定律 惯性	20
第七章 压 强	26
第一节 压 强	27
第二节 液体压强	31
第三节 连通器	36
第四节 大气压强	39
第五节 流体压强	45
第八章 浮 力	52
第一节 浮 力	53
第二节 阿基米德原理	55
第三节 浮力的利用	59

第九章 简单机械 功 64

第一节 杠 杆 65

第二节 滑 轮 72

第三节 功 77

第四节 功 率 81

第五节 功的原理 84

第六节 机械效率 86

第十章 机械能及其转化 92

第一节 动 能 93

第二节 势 能 96

第三节 机械能及其转化 99

第四节 水能和风能 102

雄伟的“长征”火箭，以雷霆万钧之力把“神舟”8号飞船送入浩瀚的太空，向着“天宫”1号目标飞行器呼啸而去。2011年11月3日和14日，“神舟”8号飞船与“天宫”1号目标飞行器成功实现两次交会对接，18日，“神舟”8号飞船安全返航着陆。所有这些，都标志着我国在空间技术领域取得了跨越式的发展。

“神舟”8号飞船与“天宫”1号目标飞行器的相拥与分离，包含了许多力和运动的知识。到底它们之间有着怎样的联系？让我们驾驶着智慧的飞船，进入力和运动的世界，去探索力与运动的奥妙所在。

第一节 力及其作用效果 ●●●

力

生活中，我们经常要用“力”：人推车时，人对车施加了力，车受了力；推土机推土时，推土机对土施力；拖拉机犁地时，拖拉机对犁施力；磁铁吸引铁钉时，磁铁对铁钉施力。大量事实表明，一个物体受到了力，一定有其他物体对它施加了力。**力是物体对物体的作用。**

物理学中，力的单位是**牛顿 (newton)**，简称**牛**，符号是**N**。一个人用手托起两个鸡蛋的力大约为1 N。



想想议议

当你鼓掌时，双手有什么感觉？再用力一些，体验一下感觉。当你用手拉和压弹簧时（图6-1-1），双手分别有什么感觉？



图6-1-1 拉和压

我们用手提水桶时，会感到提手向下压手；穿着旱冰鞋的小女孩用手推墙，会感到墙也在推她，使她后退（图6-1-2）。这表明，一个物体对另一个物体施加力时，也同时受到后者对它的作用力。大量事实表明，**物体间力的作用是相互的。**



图6-1-2 推墙时，墙对人有向后的作用力，使人向后运动

力的作用效果

观察与实验

观察小铁球的运动情况

1. 斜面上滚下的小铁球靠近磁铁时（图6-1-3甲），会发生什么现象？
2. 斜面上滚下的小铁球在光滑的水平面上做直线运动，如果在与运动方向垂直的位置放一块磁铁（图6-1-3乙），小铁球的运动会有什么变化？

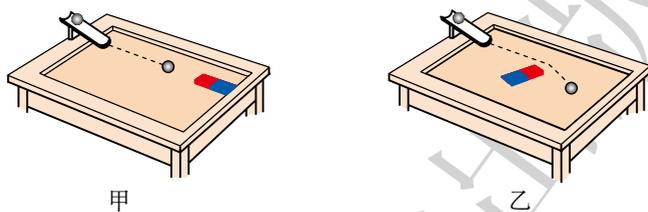


图6-1-3 观察小铁球的运动情况

通过这两个实验，结合图6-1-4，你能总结出力有哪些作用效果吗？



力使物体改变形状

力使静止的物体运动

力使运动的物体停止

图6-1-4 力的作用效果

力，可以使物体发生形变。

力，可以使运动的物体停止，可以使静止的物体运动，也可以改变物体运动速度的大小、方向。可见，力可以改变物体的运动状态。

力的三要素

踢足球时，用力越大，球飞得越远；向不同方向踢，球就向不同方向运动。可见，力的大小、方向不同，作用效果就不同。



想想议议

除了大小和方向以外，还有什么因素能影响力的作用效果？

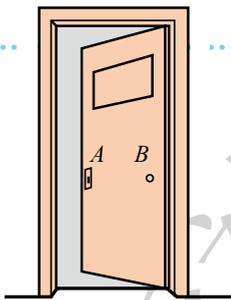


图6-1-5 推门时，分别在A点和B点用同样大小的力，效果相同吗

除了大小、方向外，力的作用点也会影响力的作用效果。习惯上，把力的大小、方向、作用点称为“力的三要素”。

力的示意图

在物理学中，通常用一根带箭头的线段表示力：在受力物体上，沿着力的方向画一条线段，在线段的末端画一个箭头表示力的方向，线段的起点或终点表示力的作用点。这种表示力的方式就是力的示意图。在同一图中，力越大，线段应该越长，有时还可以在力的示意图上标出力的大小。这样，用一根带箭头的线段就把力的大小、方向、作用点都表现出来了。

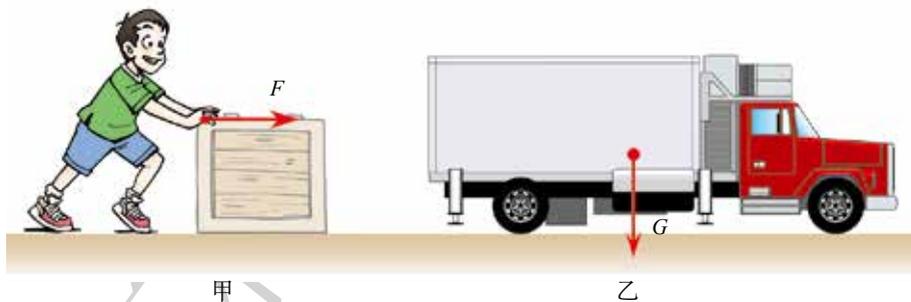


图6-1-6 力的示意图

动手动脑学物理

- 踢球时，对球施力的物体是_____，这时，_____也受到球的作用力。
- 手用力拍桌面，手会感到痛，这是为什么？
- 举出与课本中不同的例子，说明力的作用效果与力的大小、方向、作用点都有关系。
- 磁铁能够吸引铁钉，铁钉也能够吸引磁铁吗？找块磁铁和铁钉来试一试，看看你的回答对不对。
- 用示意图表示被马拉动的车辆（画一个方框来代表）所受的牵引力和阻力。

第二节 弹力 弹簧测力计

弹力

观察与实验

观察直尺和橡皮筋的形变

轻压一把直尺，使它发生形变，然后撤去压力，你观察到什么现象？
把橡皮筋拉长，然后松手，观察橡皮筋会发生什么变化。

直尺、橡皮筋、撑竿等受力会发生形变，不受力时又恢复到原来的形状，物体的这种性质叫做弹性。有些物体，例如橡皮泥，变形后不能自动恢复到原来的形状，物体的这种性质叫做塑性。

我们在压尺子、拉橡皮筋、拉弹簧时，感受到它们对手有力的作用，这种力叫做**弹力** (elastic force)。弹力是物体由于发生弹性形变而产生的。



图6-2-1 物体发生弹性形变会产生弹力

甲



乙

弹簧的弹性有一定的限度，超过了这个限度，弹簧不能完全复原。所以，使用弹簧时不能超过它的弹性限度，否则会使弹簧损坏。

弹簧测力计

测量力的大小的工具叫做**测力计**。弹簧受到的拉力越大，就伸得越长。利用这个道理做成的测力计，叫做弹簧测力计，在物理实验中经常使用。图 6-2-2 是 3 种常用的弹簧测力计。

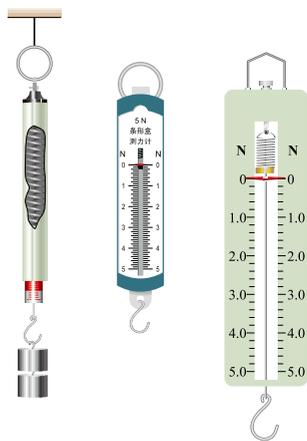


图6-2-2 弹簧测力计

使用弹簧测力计的时候，首先要看清它的量程，还要认清弹簧测力计每一小格表示多少牛，也就是它的分度值。加在弹簧测力计上的力不能超过它的量程，否则就会损坏弹簧测力计。

我们通过实验练习使用弹簧测力计，探究正确使用弹簧测力计的方法。

观察与实验

弹簧测力计的使用

1. 观察弹簧测力计，认清它的量程和分度值。
2. 检查弹簧测力计的指针是否指在零点。测量前应该把指针调节到指“0”的位置上。
3. 将一根头发拴在弹簧测力计的秤钩上，慢慢用力拉头发，读出头发被拉断时拉力的大小。
4. 总结使用弹簧测力计应该注意的问题。

除了图6-2-2所示的弹簧测力计以外，人们还制造了测量手的握力的握力计（图6-2-3）以及其他形式的弹簧测力计（图6-2-4）。



图6-2-3 握力计



指针式推拉测力计



弹簧秤



数显弹簧拉压实验机

图6-2-4 形形色色的弹簧测力计

动手动脑学物理

1. 弹簧测力计是测量_____的工具，加在弹簧测力计上的力不能超过它的_____。

2. 用手拉弹簧测力计的挂钩，使指针分别指到1 N、5 N、10 N处，感受一下1 N、5 N、10 N的力。

3. 用手捏一个厚玻璃瓶，玻璃瓶会发生弹性形变吗？在扁平玻璃瓶中装满水，用中间插有细管的软木塞塞紧瓶口，瓶内的水就上升到细管中。在图6-2-5甲、乙所示的两个不同部位挤压瓶身，你能观察到什么现象？



图6-2-5 玻璃瓶会发生弹性形变吗

第三节 重力 ●●●

重力的概念

?? 想想议议

水总是由高处流向低处，掷出的铅球最终要落回地面，这是为什么呢？



图6-3-1 瀑布

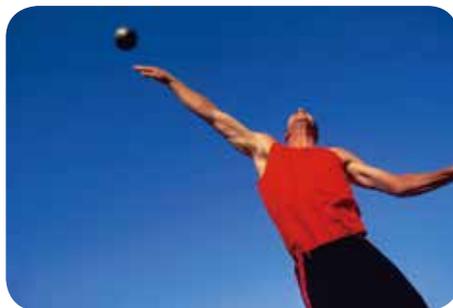


图6-3-2 掷铅球

水往低处流，掷出的铅球会落地，吊灯把悬绳拉紧，台灯压着桌面……生活中，这样的例子随处可见。这是因为地球对它附近的物体有引力，物体因地球的吸引而受到的力叫做**重力** (**gravity**)。地球附近的所有物体都受到重力的作用。

牛顿认为，地球和月球之间存在互相吸引的力。地球吸引月球的力，使月球绕地球转动而不会跑掉，这个力跟地球吸引地面附近的物体使其下落的力是同一种力。在这个基础上，牛顿精心研究了历史上很多科学家的研究成果，发现了这样一个规律：宇宙间任何两个物体，大到天体、小到灰尘之间，都存在互相吸引的力，这就是**万有引力**。

重力的大小

托起质量不同的物体，会感到所用的力不同。有的物体受到的重力比较大，有的物体受到的重力比较小。那么，地面附近的物体所受的重力与什么因素有关呢？

观察与实验

重力的大小跟什么因素有关

按图6-3-3那样，把钩码逐个挂在弹簧测力计上，分别测出它们受到的重力，记录在下面的表格中。

根据表格中记录的数据，算出每次物体所受重力与其质量的比值，填写在表格中。

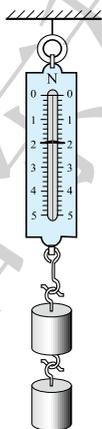


图6-3-3 研究物体所受的重力跟物体质量的关系

质量 m/kg	重力 G/N	重力与质量的比值 $/\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$
0.10		
0.20		
0.30		
0.40		

由实验的结果可以看出，物体的质量增大几倍，其所受重力也增大几倍。即物体所受的重力大小跟它的质量大小成正比。重力大小与质量大小的比值

约是9.8。如果用 g 表示这个比值，重力与质量的关系可以写成

$$\frac{G}{m} = g$$

或

$$G = mg$$

符号的意义及单位：

G —— 重力 —— 牛顿 (N)

m —— 质量 —— 千克 (kg)

g —— 常量 —— 9.8 N/kg

在要求不很精确的情况下， g 可取10 N/kg。

相关链接

在地球上同一地点， g 相同；在地球上不同地点， g 有微小的差别。

地点	纬度	g 的大小/N·kg ⁻¹
赤道	0°	9.780
广州	北纬23° 06′	9.788
武汉	北纬30° 33′	9.794
上海	北纬31° 12′	9.794
东京	北纬35° 43′	9.798
北京	北纬39° 56′	9.801
纽约	北纬40° 40′	9.803
莫斯科	北纬55° 45′	9.816
北极	北纬90°	9.832

重力的方向

用细线把物体悬挂起来，线的方向跟物体所受重力的方向一致，这个方向就是我们常说的“竖直向下”。

建筑工人在砌墙时，常常利用悬挂重物的细线来确定竖直方向，以检查所砌的墙壁是否竖直。

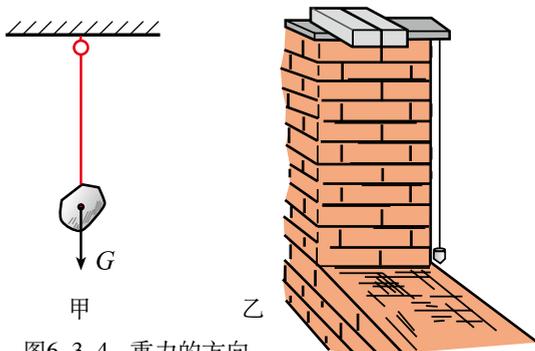


图6-3-4 重力的方向及其应用



想想议议

我们站在地面上，脚朝下，站得很稳。但地球是球形的，在我们“脚下”的阿根廷人，好像是脚朝上的，他们为什么也站得很稳呢？我们通常所说的“下”到底指的是什么方向？



图6-3-5 “下”在哪里

重心

地球吸引物体的每一部分。但是，对于整个物体，重力作用的表现就好像作用在物体的一个点上，这个点叫做物体的**重心**（center of gravity）。

质地均匀、外形规则的物体的重心很容易确定。例如，方形薄板的重心在两条对角线的交点，匀质球的重心在球心，而粗细均匀的棒的重心在它的中点（图6-3-6）。

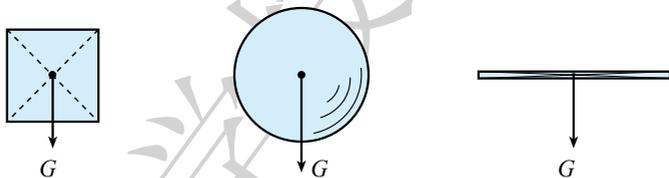


图6-3-6 几种质地均匀、外形规则物体的重心



科学世界

万有引力与航天

万有引力的大小跟两物体的质量有关。天体的质量非常大，它们之间的万有引力是非常大的。太阳与各个行星间的万有引力把地球和其他行星束缚在太阳系中，使之围绕太阳运转。

人类要探索宇宙，首先要摆脱地球的引力。早在1687年，牛顿就描述了实现飞离地球这一理想的途径：加大飞行



图6-3-7 地球和月球是相互吸引的

的速度，可以使炮弹绕地球飞行，甚至飞入宇宙空间，直到无限远。

今天，人造卫星和宇宙飞船都已经进入太空，人类已经飞出了地球，开始了探索宇宙的新征程。

关于航天，你还知道哪些事实、哪些道理？请与同学交流。

失重状态

我们生活在地球上，一举一动都受到重力的影响。一旦失去了重力，我们的生活会变成什么样子呢？

宇宙飞船和航天飞机上的航天员，在大气层外飞行时，处于失重状态。

这时，人可以飘浮在空中，举起质量很大的物体也毫不费力。航天员睡觉时，躺着、站着都行，实际上，航天员是钻进固定在舱壁上的睡袋里睡觉的，就像虫茧挂在树枝上那样。

在太空中吃饭也很特别。航天员不能吃碎渣飞溅的食物，以免长久飘浮在空中的碎渣被吸入气管。

其实，失重在日常生活中也可以感受到。高速电梯开始向下运动或翻滚过山车从顶端滑下时，如果你身在其中，就会体验到失重的感觉。

动手动脑学物理

1. 一个南瓜所受的重力是 30 N ，它的质量是多少？
2. 试利用三角尺及其他物品，测量地面或桌面是否水平。
3. 一座平直桥的桥头立着如图6-3-8所示的限重标志牌。这座桥的桥面受到的力超过多少时，桥就可能损坏？
4. 把 1 t 棉花和 1 t 钢铁都做成正方体，放在同一水平面上。它们的重心在什么位置？哪个重心比较高？为什么？



图6-3-8

第四节 二力平衡

自然界中，物体的运动和受力情况大多是很复杂的。为了便于研究运动和力的关系，让我们从最简单的情况开始。

二力平衡



想想议议

如图6-4-1所示，花瓶和货物各处于怎样的状态？它们分别受到哪些力的作用？



静止在桌面上的花瓶



吊车匀速吊起的货物

图6-4-1 处于不同运动状态的物体

我们周围的物体总要受到力的作用。桌面上静止的花瓶，受到重力和桌子的支持力的作用；吊车匀速吊起的货物，受到重力和钢丝绳的拉力的作用。

物体在几个力的作用下处于静止或匀速直线运动状态，我们就说该物体处于平衡状态。当物体在两个力的作用下处于平衡状态时，我们就说这两个力相互平衡，简称**二力平衡**。

二力平衡的条件



观察与实验

探究二力平衡的条件

如图6-4-2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，填好实验记录表。

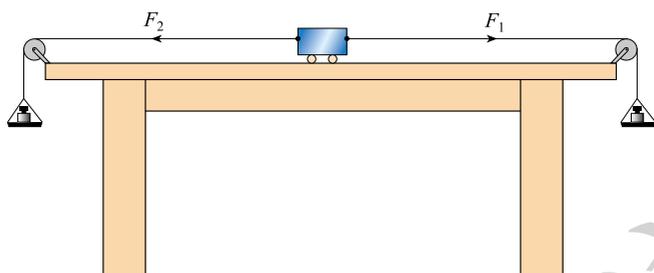


图6-4-2 实验装置示意图

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转动一个小角度后释放。

小车所受拉力情况			小车运动状态
受力大小	方向	是否在同一条直线上	
相等			
不相等			
相等			

大量事实表明，二力平衡的条件是：**作用在同一物体上的两个力，必须大小相等，方向相反，并作用在同一条直线上。**这两个力就叫做**平衡力**。

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，就必须使发动机的牵引力与阻力（地面、空气对它总的阻力）相互平衡。

想想议议

在图6-4-3中，跳伞员和伞在空中匀速直线下降。如果已知人和伞的总重，你能得出他们所受的阻力吗？



图6-4-3 跳伞

力的合成

一般情况下，两个小孩才能提起的一桶水，一个大人就能提起来，两个小孩才能推动的一张桌子，一个大人就能推动。就是说，这个大人施加的力产生的效果，跟两个小孩共同施加的力产生的效果相同。

像这样，对于同一个物体，一个力作用与其他几个力共同作用产生的效果相同时，这个力就叫做那几个力的合力，那几个力就叫做这个力的分力。已知分力求合力叫做力的合成。

沿同一直线的两个力共同作用在同一物体上时，求合力最简单。请同学们相互交流，共同设计一个小实验，一起来探究同一直线上二力合成的规律。



动手动脑学物理

1. 在平直公路上匀速行驶的汽车受到几对平衡力的作用？把汽车抽象成一个方框，如图6-4-4所示，请画出汽车受力的示意图。（提示：分别从水平和竖直方向上分析，几个力的作用点都可以画在 O 点上。）

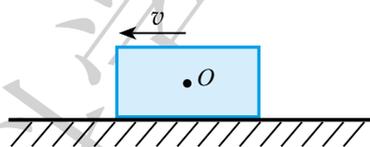


图6-4-4

2. 某人沿水平方向用20 N的力推一辆车匀速向西运动，车受到的阻力的大小是 _____ N，方向向 _____。
3. 在图6-4-5中，哪些物体受到的两个力是彼此平衡的？

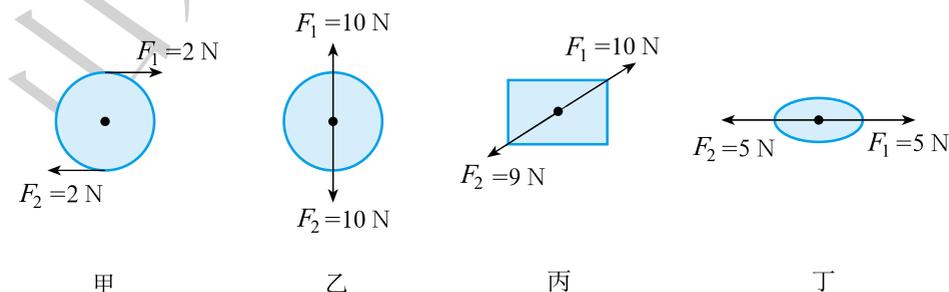


图6-4-5

4. 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

第五节 摩擦力

摩擦力是我们生活中常见的力, 如手握水杯, 杯子不会掉下来; 停止蹬车, 在水平道路上运动的自行车会逐渐减速; 扔出去的冰壶会慢慢停下来。这些都是摩擦力作用的结果。生活中的摩擦力种类很多, 现在, 我们只研究滑动摩擦力。

滑动摩擦力的概念

两个互相接触的物体, 当它们做相对滑动时, 在接触面上会产生一种阻碍相对运动的力, 这就是**滑动摩擦力** (friction force)。

普遍认为, 滑动摩擦力产生的原因比较复杂。肉眼看起来十分光滑的桌面, 在显微镜下观察也是凹凸不平的 (图6-5-1)。这样, 当两个相互接触的物体发生相对运动时, 就会彼此阻碍, 即产生滑动摩擦力。

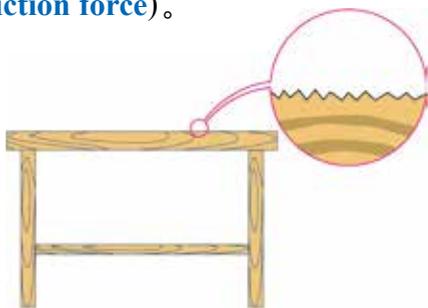


图6-5-1 显微镜下观察到的桌面示意图

影响滑动摩擦力大小的因素

探究影响滑动摩擦力大小的因素

观察与实验

提出问题

当你推箱子时, 箱子越重, 推起来越费力; 地面越粗糙, 推起来越费力。那么, 滑动摩擦力的大小与哪些因素有关呢?

猜想与假设

演示下面的小实验：

1. 用手压住桌面，手向前推，感受滑动摩擦力的大小。
2. 增大手压桌面的力，手再向前推，再次感受滑动摩擦力的大小，并与第1次进行比较。
3. 用手压住铺在桌面上的毛巾表面（注意：所用的力要与第1次差不多），手向前推，感受滑动摩擦力的大小，并与第1次进行比较。

通过上面的3次实验，猜想影响滑动摩擦力大小的因素可能有：

接触面所受的压力
接触面的粗糙程度
……

设计实验与
制订计划

影响滑动摩擦力的因素较多，在探究过程中，可以采用下面的方法：在研究压力对滑动摩擦力的影响时，要保持接触面粗糙程度等因素不变；在研究接触面粗糙程度对滑动摩擦力的影响时，则要控制压力等因素不变。

根据上述计划设计实验，实验装置及器材如图6-5-2所示，滑动摩擦力的大小用弹簧测力计测出。

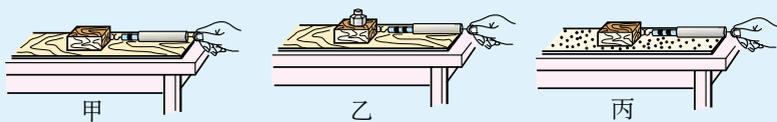


图6-5-2 研究影响滑动摩擦力的因素

进行实验与
收集证据

1. 用弹簧测力计拉动木块，使它沿水平长木板做匀速直线运动，测出木块与长木板之间的滑动摩擦力。
2. 在木块上放上砝码，即改变木块与长木板之间的压力，按步骤1的方法，重做实验，测出木块与长木板之间的滑动摩擦力。
3. 改变放在木块上的砝码的个数，即再次改变木块与长木板之间的压力，按步骤1的方法，重做实验，测出木块与长木板之间的滑动摩擦力。

4. 把毛巾铺在长木板上, 改变接触面的粗糙程度, 重做步骤1、2、3, 分别测出木块与长木板上的毛巾之间的滑动摩擦力。

把上面的实验数据记录在自己设计的表格中。

分析与论证

依据表中记录的实验数据进行分析处理, 进一步得出结论。

评估

在探究活动中出现了什么新的问题? 实验过程是否合理? 结论是否可靠? 实验有无需要改进的地方?

合作与交流

和同学交流所得结论是否一致, 若不一致, 分析不一致的原因。

实验表明: 滑动摩擦力的大小与作用在物体表面的压力和接触面的粗糙程度有关。当接触面的粗糙程度一定时, 表面受到的压力越大, 滑动摩擦力越大; 当表面受到的压力一定时, 接触面越粗糙, 滑动摩擦力越大。

增大与减小摩擦的方法

想想议议



图6-5-3 火柴头与火柴盒之间的摩擦使温度上升, 点燃火柴

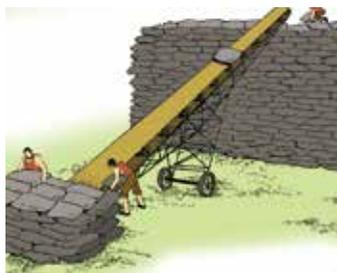


图6-5-4 传送带靠货物与传送带之间的摩擦力把货物送到高处



图6-5-5 摩擦力的利用实例

结合这些图进行小组讨论：应该怎样增大摩擦？你能否再举出几个生活中关于利用摩擦和增大摩擦的例子？

许多情况下，摩擦力是有用的，需要人们设法增大它。例如，下雪后将煤渣撒在结冰的路面上，就是为了增大摩擦。

机器工作时，运动的部件间会产生摩擦。这种摩擦不但白白消耗动力，而且会磨损机器，这时就要设法减小摩擦。

研究表明，除了减小接触面间的压力和改变接触面的粗糙程度以外，还可以采用使两个接触的表面分开和变滑动为滚动的方法，减小物体间的摩擦。



图6-5-6 一种滚动轴承

许多机器的轴上都安装了滚动轴承（图6-5-6）。滚动轴承的内圈紧套在轴上，外圈固定在轮上，两圈之间装着许多光滑的钢球或钢柱，摩擦就大大减小了。

使两个互相接触的表面分开，

也能减小摩擦。加润滑油可以在两个表面之间形成油膜，减小摩擦（图6-5-7）；滑冰时，冰面在冰刀的压力下稍有融化，形成具有润滑作用的水膜，也能减小摩擦（图6-5-8）；气垫船的船底跟水面之间有一层空气垫，可以减小航行时的摩擦（图6-5-9）。

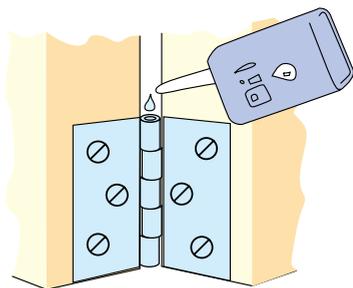


图6-5-7 给门轴加润滑油



图6-5-8 滑冰运动员在比赛中



图6-5-9 气垫船在水上航行



汽车刹车之后

随着汽车的大量增加，交通事故也在增多。发生交通事故的一个重要原因，就是遇到意外情况时车辆不能立即停止。驾驶员从发现情况到操纵制动器需要一段时间，这段时间叫反应时间，这段时间内汽车前进的距离叫反应距离。从制动器发生作用到车辆完全停下来，汽车又要前进一段距离，这段距离叫制动距离。以上两段距离之和即为汽车的停车总距离。

下表所示数据是一个机警的驾驶员驾驶一辆保养得很好的汽车在干燥的公路上以不同的速度行驶时，测得的反应距离和制动距离。

速度 $v/\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	反应距离 s_1/m	制动距离 s_2/m	停车总距离 s/m
40	7	8	15
50	9	13	22
60	11	20	31
80	15	34	49
100	19	54	73

想一想，影响汽车制动距离的主要因素是什么？在雨雪天，汽车制动距离将怎样变化？找有经验的驾驶员了解一下，看看你的想法是否正确。



动手动脑学物理

1. 自行车刹车时，捏手刹用的力越大，车子就停得越快。这是为什么？
2. 观察自行车，看看自行车上哪些地方的设计是为了增大摩擦，哪些地方的设计是为了减小摩擦。自行车上有哪些地方用到了滚动轴承？
3. 写一篇小论文：假如没有摩擦力，生活会怎样？以小组为单位交流。

第六节 牛顿第一定律 惯性 ●●●



想想议议

图6-6-1中，运动的小球和快速转动的陀螺为什么会停下来？维持物体的运动需要力吗？



运动的小球会停下来



快速转动的陀螺会停下来

图6-6-1 运动的物体为什么会停下来

古希腊学者亚里士多德对类似的现象进行了思考。他认为：如果要使一个物体持续运动，就必须对它施加力的作用；如果撤去这个力，物体就会停止运动。而伽利略通过实验表明：物体的运动并不需要力来维持，运动之所以会停下来，是因为受到了摩擦阻力的作用。

到底哪个说法正确呢？



图6-6-2 哪个说法正确

观察与实验

阻力对物体运动的影响

如图6-6-3所示,给水平桌面铺上粗糙程度不同的物体(如毛巾、木板、平板玻璃等),让小车自同一斜面同一高度由静止开始滑下。观察小车滑下后,在不同表面上运动的距离。



图6-6-3 研究阻力对物体运动的影响

表面状况	阻力的大小	小车运动的远近
毛巾		
木板		
平板玻璃		

实验表明:平面越光滑,小车运动的距离越远,说明小车受到的阻力越小,速度减小得越慢。

牛顿第一定律

伽利略曾对类似的实验进行过分析,通过推理得出:如果表面绝对光滑,物体受到的阻力为零,则物体速度不会减小,将以恒定不变的速度永远运动下去。后来,英国科学家牛顿总结了伽利略等人的研究成果,概括出一条重要的物理规律:

一切物体在没有受到力的作用时,总保持静止状态或匀速直线运动状态。这就是著名的**牛顿第一定律**(**Newton's first law of motion**)。

牛顿第一定律是通过分析事实,再进一步概括、推理得出的。我们周围的物体,都要受到这个力或那个力的作用,因此,不可能用实验来直接验证这一定律。但是,由这个定律得出的一切推论,都经受住了实践的检验。因此,牛顿第一定律已成为大家公认的力学基本定律之一。

惯性

观察与实验

观察击打棋子的情形

用力击打一摞棋子中下面的一颗
(图6-6-4)，情况会怎样？



图6-6-4 击打下面的一颗棋子

根据牛顿第一定律可以知道，一切物体都有保持静止或匀速直线运动状态的性质。我们把物体保持静止或匀速直线运动状态的性质叫做**惯性** (**inertia**)。牛顿第一定律也叫**惯性定律**。一切物体都具有惯性。

物体表现出惯性的现象我们经常遇到。例如，行驶中的汽车刹车时，乘客的身体会前倾；反之，当汽车突然开动或加速时，乘客会向后仰。



甲 汽车紧急刹车时人会前倾

乙 汽车突然开动时人会后仰

图6-6-5 汽车突然刹车和开动时的情形

惯性是造成许多交通事故的主要原因。行驶中的汽车和自行车刹车时，由于惯性，不能立即停止，即使紧急刹车，也要向前运动一段距离后才能停下来。因此，对机动车辆行驶的速度加以限制，骑自行车时不要骑得太快，都是为了避免因车辆不能及时停住而造成交通事故。

说一说，图6-6-6是怎样利用惯性的。



图6-6-6 利用惯性使锤头套紧



想想议议

地球在自转，我们所在的地面以大约360 m/s的速度运动着。如果我们从地面跳起来并且跳得足够高，由于地球仍然在转动着，当我们落回地面时，会不会因为地面转过了很大的一段距离，而使我们落到原位置的前方或后方呢？

努力向上跳起，看看你会落在哪里。

上述想法正确吗？怎样解释观察到的现象？

科学 技术 社会

汽车安全带

高速行驶的汽车，一旦紧急刹车，车速会突然大幅降低，而乘客的身体因惯性会继续向前高速运动，极易与车身发生撞击，严重时可能把前挡风玻璃撞碎而飞出车外。为防止发生类似的伤害，交通法规要求小型客车的驾驶员和前排乘客必须使用安全带。当发生交通事故时，安全带会对人体运动起到缓冲作用，减轻伤害。在有些车上，除了前、后排座位都有安全带外，还安装有安全气囊系统，一旦汽车发生严重撞击，气囊会自动充气弹出，减轻乘客所受的伤害。



安全带



安全气囊

图6-6-7 汽车的两种安全装置

动手动脑学物理

1. 把纸条放在桌面上，上面压一石块。迅速抽出纸条，石块跟着一起运动吗？做一做这个实验，解释看到的现象。
2. 足球运动员带球前进，遇到对方运动员铲球时，常常会被绊倒。怎样解释这种现象？
3. 用小棍敲打晾在绳子上的棉衣，可使棉衣上的灰尘掉下来。为什么？

4. 在一列沿平直铁轨行驶的火车里，某一水平桌面上有一个茶杯。如果火车突然刹车，茶杯会向哪个方向移动？

5. 除了课本中的例子外，生活中还有哪些利用惯性的例子？哪些情况下要注意防止惯性带来的伤害或损失？



制作橡皮筋测力计

准备材料

1条橡皮筋，1块硬纸板，1个瓶盖，1个回形针（或细铁丝），棉线，5个10 g的砝码。

制作方法与步骤

1. 将橡皮筋、回形针、瓶盖按图6-1所示方式连接起来，并用挂钩固定在硬纸板上。

2. 用铅笔在硬纸板上指针正对处画一水平短线，这就是刻度标尺的零位置。在短线旁标上“0”。

3. 在瓶盖中放1个砝码，待其静止时，在硬纸板上指针正对的位置标上刻度。

4. 依次放上2个、3个、4个、5个砝码，并依照上述方法在硬纸板上指针正对的位置标上刻度。

5. 用你自制的橡皮筋测力计测量你熟悉的物品的重力，并与弹簧测力计的测量数值对比。

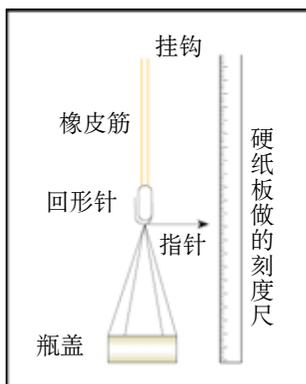


图6-1 制作橡皮筋测力计示意图

物品名称	橡皮筋测力计	弹簧测力计	差值

观察思考

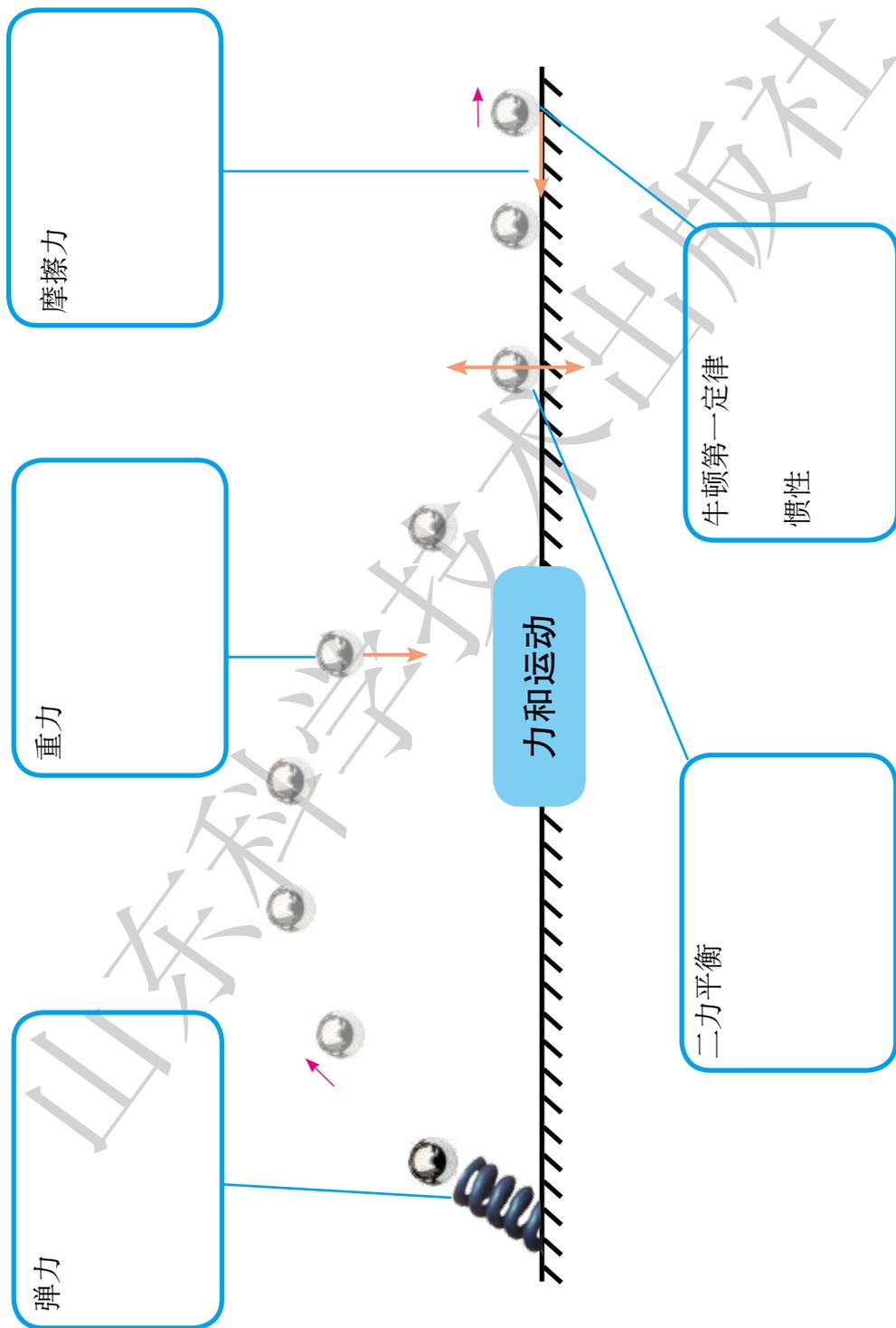
你制作的橡皮筋测力计的刻度是不是均匀的？为什么？

交流评估

同学们以小组为单位进行交流评估，看谁做得既美观又准确，并推荐在全班展示。



学到了什么

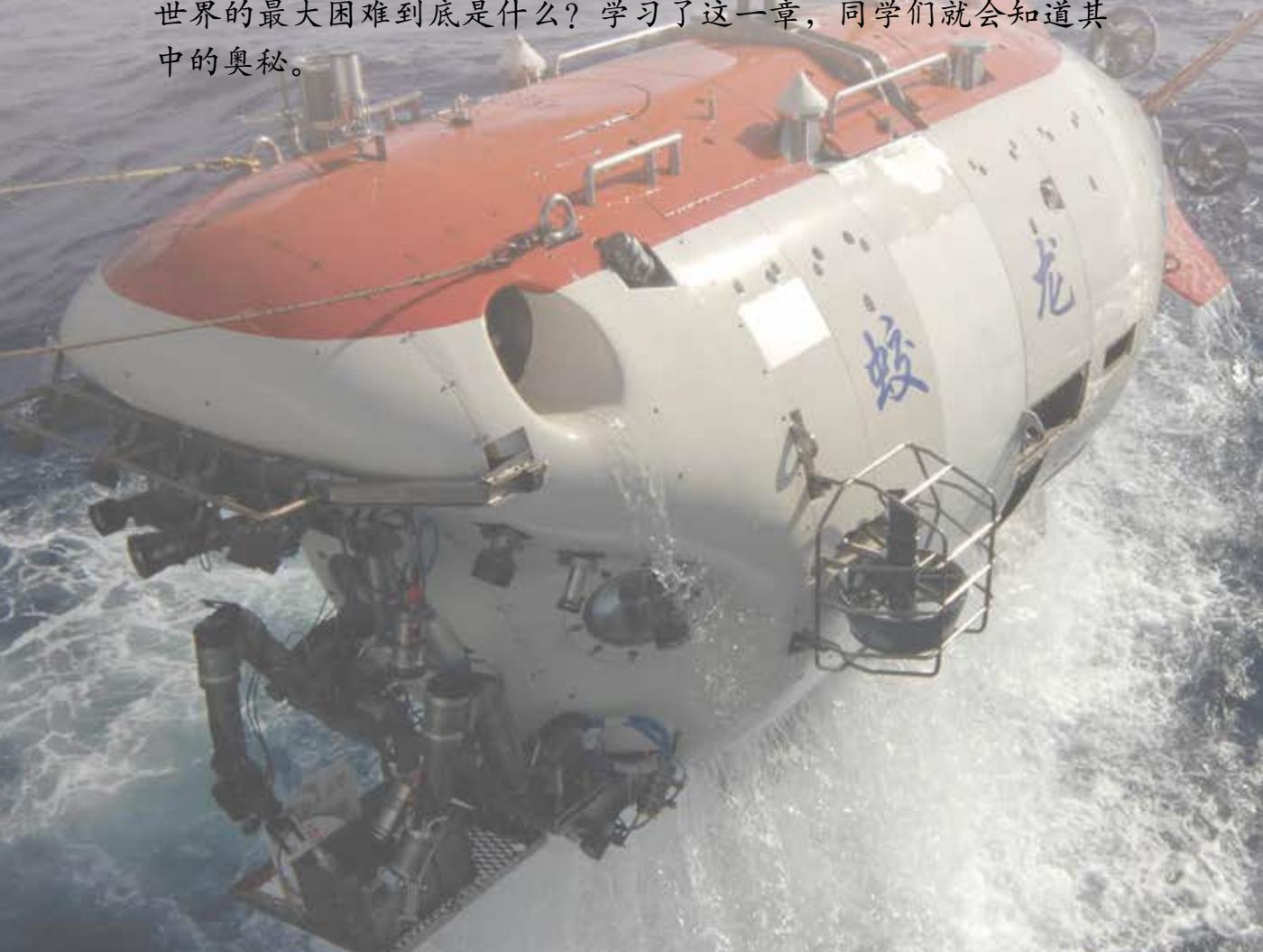


“可上九天揽月，可下五洋捉鳖”！

昔日这句豪言壮语，今天已逐渐变为现实。在实现登月“访吴刚”“会嫦娥”千年夙愿的同时，我们也一直在追寻着下海“闯龙宫”“见龙王”的梦想。

2012年6月，我国自行设计、自主集成研制的深海载人潜水器“蛟龙”号，成功完成7 000 m级下潜科学考察和试验任务，标志着我国成为世界上掌握7 000 m以上大深度载人深潜技术的少数国家之一。

为什么潜水器要有特制的厚厚的“铠甲”呢？人类潜入海底世界的最大困难到底是什么？学习了这一章，同学们就会知道其中的奥秘。



第一节 压强

压力

人站在地面上，对地面有一个向下的作用力；茶杯放在桌面上，对桌面也有一个向下的作用力。人对地面、茶杯对桌面的作用力都垂直作用在它们所处物体的表面上。物理学中把垂直作用在物体表面上的力叫做**压力**。

上面两个例子中，地面、桌面所受的压力，是由于人和茶杯受到重力而产生的。但是，压力并不都是由重力产生的，也不一定都与重力的方向相同。例如，往墙上按图钉时，图钉对墙的压力来自手对图钉的作用，压力的方向垂直于墙面；放在斜面上的物体对斜面的压力，来自物体对斜面的挤压作用，压力的方向垂直于斜面。

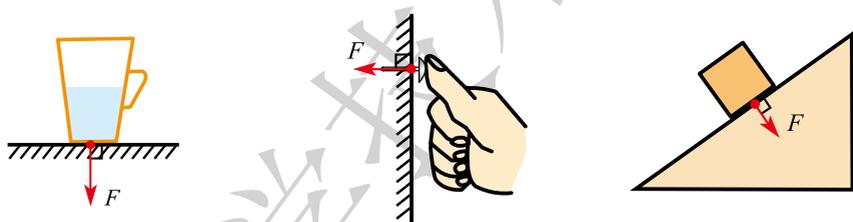


图7-1-1 压力



想想议议

在茫茫雪原上，步行者常会陷入雪中，脚踩滑雪板的滑雪者却不会陷下去。对此，你能提出什么问题？



图7-1-2 滑雪者和步行者的比较

步行者和滑雪者对雪的压力差不多，步行者容易陷入雪中，滑雪者却不会陷下去，这说明压力的作用效果不同。

观察与实验

压力的作用效果跟什么因素有关

按照图7-1-3甲那样，把小桌腿朝下放在长方体海绵上；再按照图乙那样，在桌面上放一个砝码；然后按照图丙那样，把小桌翻过来，将同一砝码放在桌面木板上。观察三种情况下长方体海绵被压下去的深度，这显示了压力的作用效果。

甲、乙、丙三图所示的情形中，长方体海绵受到的压力相同吗？长方体海绵的受力面积一样吗？压力的作用效果有什么差别？

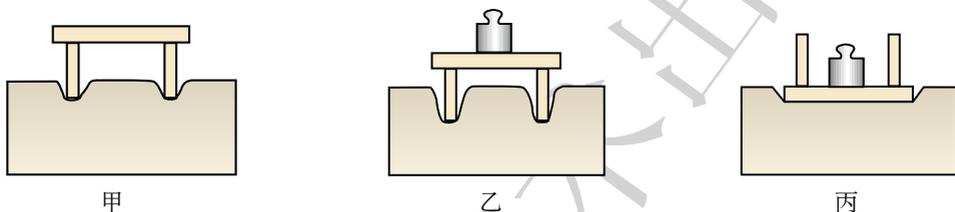


图7-1-3 压力的作用效果跟什么因素有关

分析实验，可得出这样的结论：压力的作用效果跟压力的大小和受力面积的大小有关。当受力面积相同时，压力越大，压力的作用效果越明显；当压力相同时，受力面积越小，压力的作用效果越明显。

压强

在图7-1-3乙、丙两种情况下，如果小桌对长方体海绵的压力是12 N，在受力面积分别为3 cm²（桌腿）和30 cm²（桌面）时，长方体海绵每平方厘米的受力面积上所受压力的大小不同。这是造成压痕深度不同的原因。在物理学中，把物体所受的压力与受力面积之比叫做**压强**（**pressure**），用它表示压力的作用效果。

如果用 p 表示压强， F 表示压力， S 表示物体的受力面积，压强的计算公式是

$$p = \frac{F}{S}$$

符号的意义及单位：

p —— 压强 —— 帕斯卡 (Pa)

F —— 压力 —— 牛顿 (N)

S —— 受力面积 —— 平方米 (m^2)

在国际单位制中，力的单位是N，面积的单位是 m^2 ，压强的单位便是 N/m^2 ，读做**牛每平方米**。压强的单位有一个专用名称叫**帕斯卡** (**pascal**)，简称**帕**，符号为**Pa** ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$)，这是为了纪念法国科学家帕斯卡。

例题

根据图7-1-4所给条件，比较芭蕾舞演员和大象对地面的压强。



体重475 N，
触地面积 9.5 cm^2



体重60 000 N，
每只脚掌面积 600 cm^2

图7-1-4 芭蕾舞演员和大象对地面的压强

解：对芭蕾舞演员来说，其对地面的压力 $F_1 = G_1 = 475 \text{ N}$ ，触地面积 $S_1 = 9.5 \text{ cm}^2 = 9.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 。

芭蕾舞演员对地面的压强

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{475 \text{ N}}{9.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

对大象来说，其对地面的压力 $F_2 = G_2 = 60\,000 \text{ N}$ ，触地面积 $S_2 = 600 \text{ cm}^2 \times 4 = 0.24 \text{ m}^2$ 。

大象对地面的压强

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{60\,000 \text{ N}}{0.24 \text{ m}^2} = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

因为 $p_1 > p_2$

所以，芭蕾舞演员对地面的压强比大象对地面的压强大。

增大压强与减小压强的方法

任何物体能承受的压强都有一定的限度，超过这个限度，物体就会损坏。砖能承受的压强大约是 $6 \times 10^6 \text{ Pa}$ ，松木（横纹时）能承受的压强大约是 $5 \times 10^6 \text{ Pa}$ ，花岗岩能承受的压强是 $(120 \sim 260) \times 10^6 \text{ Pa}$ 。

使用拖拉机耕地时，为了不使拖拉机陷进地里，要设法减小它对地面的压强。而用刀切东西、按图钉时，要设法增大压强。



想想议议

三幅图中，哪些是要增大压强？哪些是要减小压强？各是通过什么办法增大压强或减小压强的？



图7-1-5 推土机具有宽大的履带和锋利的土铲



图7-1-6 斧头具有很薄的刃



图7-1-7 铁轨铺在一根根路枕上

根据压强的计算公式可以知道：要增大压强，可以增大压力或者减小受力面积；要减小压强，可以减小压力或者增大受力面积。

斧头的刃做得很薄、推土机的土铲做得很锋利，是通过减小受力面积来增大压强的；铁轨下面铺放路枕、推土机用宽大的履带来支撑，是通过增大受力面积来减小压强的。



动手动脑学物理

1. 从图钉的构造来看，钉帽的面积做得很大，这是为了在使用时增大_____，减小_____。

2. 下列关于压力和压强的说法, 正确的是 ()。

- A. 压力是由于重力产生的, 且方向竖直向下, 重力越大, 压强越大
- B. 压力越大, 支持面受到的压强越大
- C. 受力面积越小, 产生的压强越大
- D. 在压力一定时, 增大受力面积可以减小压强

3. 解释下列现象:

- (1) 锯、剪刀、斧头等工具, 用过一段时间就要磨一磨, 为什么?
- (2) 书包背带为什么要用扁而宽的带, 而不用细绳?
- (3) 啄木鸟有个细长而坚硬的尖喙, 这对它的生存为什么特别重要?

4. 骆驼的体重不到马的2倍, 它的脚掌面积却是马蹄子的3倍, 这为“沙漠之舟”提供了什么有利条件?

5. 坦克跨越壕沟有一个简便办法: 坦克上备有气袋, 遇到壕沟时, 把气袋放下去, 给气袋充气, 气袋会填充壕沟, 这时, 坦克通过壕沟就像走平地一样。设坦克的质量为 $4 \times 10^4 \text{ kg}$, 履带着地面积为 5 m^2 。当坦克的前一半履带压在气袋上时, 坦克对气袋的压强是多大? (设坦克前后是对称的)

第二节 液体压强 ●●

?? 想想议议

1648年, 法国物理学家帕斯卡做了一个实验: 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里灌水。结果, 他只用了几杯水, 就把木桶撑破了。几杯水的重力并不大, 为什么能把木桶撑破呢?

图7-2-1 帕斯卡裂桶实验



液体压强的特点

固体受到重力作用, 对支撑它的物体有压强。同固体一样, 液体也受到重力作用, 对支撑它的物体——容器底也有压强。

液体内部只有向下的压强吗? 有没有对侧面的压强甚至向上的压强?

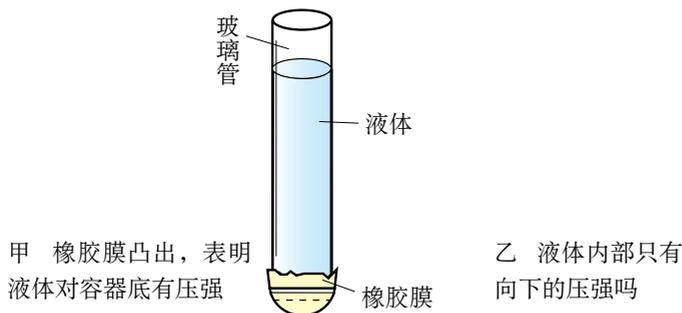


图7-2-2 液体的压强



小资料

压强计

图7-2-3所示的压强计是测量液体内部压强的仪器。当探头上的薄膜受到压强的作用时, U形管左右两侧液面会产生高度差, 液面高度差的大小反映了薄膜所受压强的大小。

图7-2-3 压强计



观察与实验

探究液体压强与哪些因素有关

1. 如图7-2-4所示, 把探头放进盛水的容器中, 发生了什么现象? 这说明了什么问题? 保持探头在水中的深度不变, 改变探头的方向, 发生了什么现象? 这说明了什么问题?

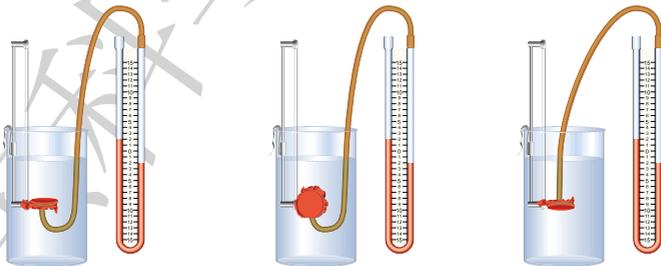


图7-2-4 测量液体内部的压强

2. 增大探头在水中的深度, 看看液体内部的压强和深度有什么关系。
3. 换用其他液体 (例如盐水、煤油), 看看在深度相同时, 液体内部的压强是否与密度有关。

通过以上实验, 我们发现, 液体压强有这样的特点: 液体内部向各个方向都有压强, 同种液体的同一深度, 各方向压强都相等; 深度越大, 液体的压强也越大。液体的压强还与液体的密度有关, 深度相同时, 液体密度越大, 压强越大。

液体压强的大小

许多同学从电影、电视中看到过：屏住呼吸的潜水者在浅海采集海参、珍珠贝；背着氧气瓶的潜水员在浅海中观察鱼类的生活；潜水员要在较深的海水中工作，就要穿抗压潜水服了；而潜水员要潜入更深的海底，则需要用到潜水器。海水的压强随深度增加而增大，在深水中要采用特殊的防护装备，以防身体被海水压坏。

液体在某一深度的压强有多大？从前面的实验知道，在同一深度，液体向各个方向的压强相等，我们只要算出某一深度液体竖直向下的压强，也就同时知道了液体在这一深度各个方向上的压强。

要知道液面下某处竖直向下的压强，可以设想在此处有个水平放置的平面，然后计算这个平面上方液柱对这个平面的压强即可。

如图7-2-6所示，在U形管右侧管子中取一平面，设平面在液面下的深度为 h ，平面的面积为 S 。同学们可以按照下面的步骤思考：

1. 这个液柱的体积是多少？

$$V = Sh$$

2. 这个液柱的质量是多少？

$$m = \rho V = \rho Sh$$

3. 这个液柱有多重？对平面的压力是多少？

$$F = G = mg = \rho g Sh$$

4. 平面受到的压强是多少？

$$p = \frac{F}{S} = \rho gh$$



图7-2-5 潜水的深度不同，需要的装备不同

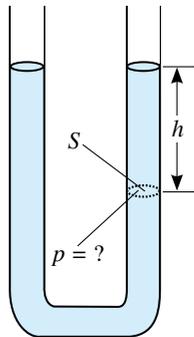


图7-2-6 取“液柱”研究液体内部压强的大小

因此，深度为 h 处液体的压强

$$p = \rho gh$$

符号的意义及单位：

p —— 液体的压强 —— 帕斯卡 (Pa)

ρ —— 密度 —— 千克每立方米 (kg/m^3)

g —— 重力与质量的比值 —— 牛每千克 (N/kg)

h —— 液体的深度 —— 米 (m)

例题

如图7-2-7所示，有甲、乙两杯煤油，底面积 $S_{乙} = 3S_{甲}$ 。哪杯煤油对底面的压强大些？各是多大？哪杯煤油对底面的压力大些？（煤油的密度为 $0.8 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ ， g 取 $10 \text{ N}/\text{kg}$ ）

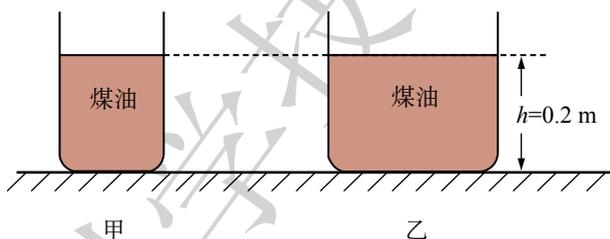


图7-2-7 两杯煤油的比较

解：煤油对底面产生的压强只跟深度有关系，跟底面面积没有关系。图中甲、乙两个煤油柱的高度相同，所以对底面产生的压强也相同。

$$\begin{aligned} p_{甲} &= \rho_{煤油} g h_{甲} \\ &= 800 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 10 \text{ N}/\text{kg} \times 0.2 \text{ m} \\ &= 1\,600 \text{ Pa} \end{aligned}$$

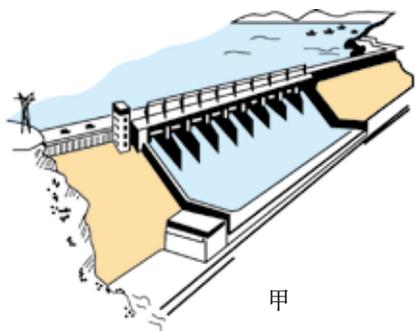
因为 $h_{乙} = h_{甲}$ ，所以 $p_{乙} = p_{甲} = 1\,600 \text{ Pa}$ 。

根据 $p = \frac{F}{S}$ ，可知 $F = pS$ 。

又 $S_{乙} = 3S_{甲}$ ，故 $F_{乙} = 3F_{甲}$ 。

即两个煤油柱对底面的压强相等，都是 $1\,600 \text{ Pa}$ ，乙杯的底面受的压力大。

想想议议



工程师为什么要把拦河坝设计成下宽上窄的形状(图7-2-8)?

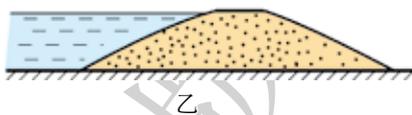


图7-2-8 拦河坝

动手动脑学物理

1. 一个空的塑料药瓶, 瓶口扎上橡胶膜。用手拿住药瓶, 将它竖直地浸入水中, 一次瓶口朝上, 一次瓶口朝下, 并使两次药瓶在水里的位置相同(图7-2-9)。为什么每次橡胶膜都向内凹进? 为什么橡胶膜在下端时比在上端时凹进得更多?

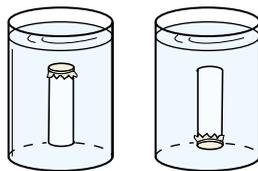


图7-2-9

2. 图7-2-10所示的两个容器中盛着同种相同质量的液体, 哪个容器底受到的压强大?

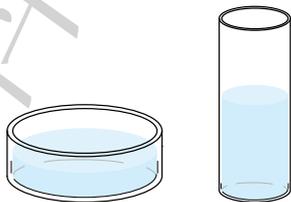


图7-2-10

3. 潜水艇都是用抗压能力很强的厚钢板制成的, 为什么?
4. 某水库大坝高147 m, 当水深为130 m时, 坝底受到的水的压强是多大?

第三节 连通器 ●●●

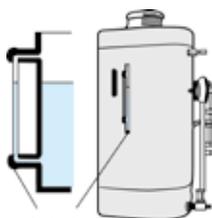
连通器



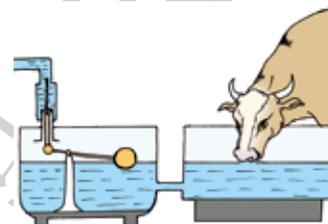
想想议议



甲 茶壶



水位计
乙 锅炉水位计



丙 乳牛自动喂水器

图7-3-1 你能发现它们结构上的共同点吗

茶壶、锅炉水位计和乳牛自动喂水器，在形状、尺寸、用途上都不相同，但是在结构上有共同点。你能发现这个共同点吗？



观察与实验

观察U形管中水位变化情况

如图7-3-2所示，逐步提升U形管的右管，观察并描述两管中水位的变化情况。

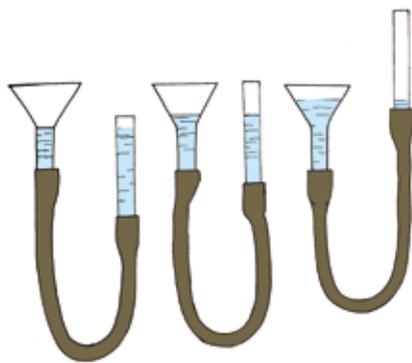


图7-3-2 U形管中水位变化示意图

上端开口、下端连通的容器叫做连通器。

图7-3-2所示的实验表明，U形管中的水不流动时，U形管中的水面总保持相平。连通器里装同一种液体，液体不流动时，各容器中的液面总保持相平。连通器各容器液面相平的原因，可用液体压强的知识解释。

如图7-3-3所示，设想连通器下部有一小液片 AB ，小液片 AB 左右移动到某一位置静止。要使 AB 不动，需要 AB 左右两侧受到的压力相等，即 $F_1=F_2$ ， $p_1S=p_2S$ ， $\rho_1gh_1=\rho_2gh_2$ 。因为 $\rho_1=\rho_2$ （同一液体），所以， $h_1=h_2$ ，即高度相等，则液面必然相平。

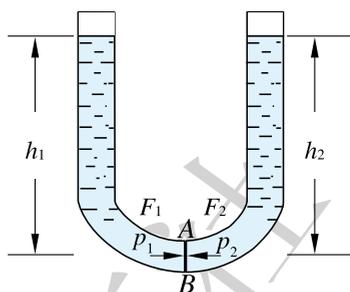
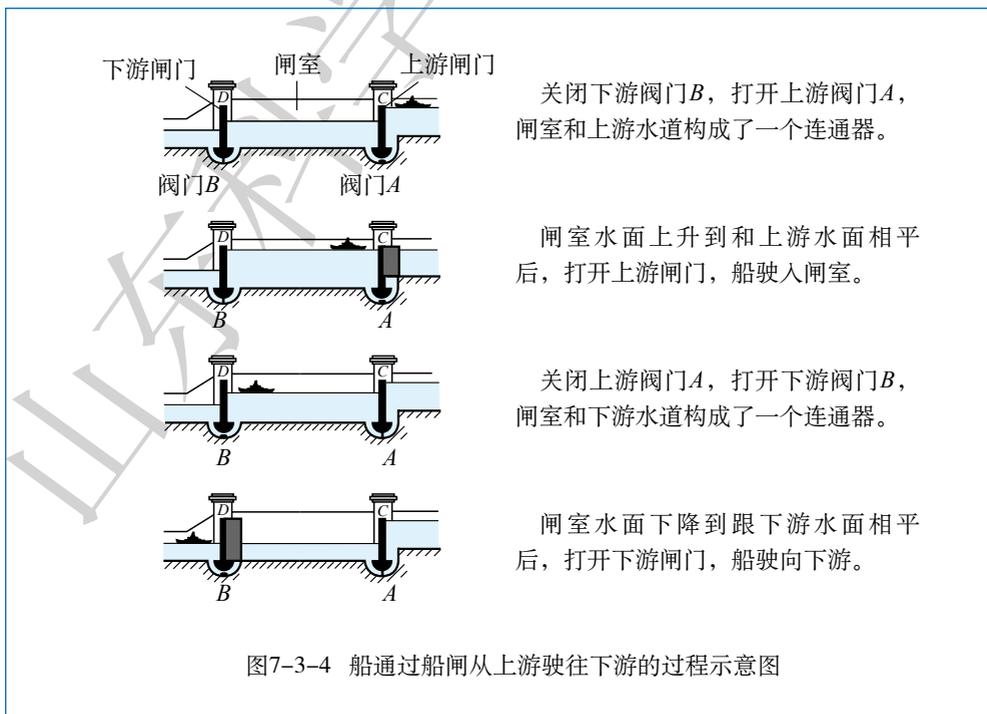


图7-3-3 取“液片”分析液面必然相平的方法

船闸

船闸是利用小道理解决大问题的好例子。利用河水发电、灌溉，往往需要修建拦河坝，把河水拦住，以抬高上游水位。例如，我国三峡工程是举世瞩目的跨世纪工程，三峡大坝上下游的水位差最高可达113 m。巨大的落差有利于产生可观的电力，但也带来了航运方面的问题：下游的船要驶往上游时，怎样把这些船举高100多米呢？上游的船要驶往下游时，怎样让船徐徐降落100多米呢？解决这个问题的途径就是修建船闸。

船闸由闸室和上、下游闸门以及上、下游阀门组成。图7-3-4描述了一艘轮船由上游通过船闸驶往下游的原理。



三峡船闸总长1 621 m，是目前世界上最大的船闸。船在船闸中要经过5个闸室使船体逐次升高（或降低）。每个闸室水位变化达20 m，因而，三峡船闸的闸门非常高大，其首级人字闸门每扇高近40 m、宽20 m，如果平放在地面上，有两个篮球场大。倘若门外的水压在闸门上，即使有10万人每人都用1 000 N的力来顶着闸门，也抵挡不住水的压力，可见水对闸门压力之大。为此，三峡船闸的闸门足足有3 m厚，不愧是“天下第一门”。



图7-3-5 三峡船闸

动手动脑学物理

- 关于连通器，以下说法正确的是（ ）。
 - 连通器内各容器的液面一定是相平的
 - 连通器里各处的压强是相等的
 - 连通器里盛着相同的液体，在液体不流动时，液面一定相平
 - 连通器内各容器的液体对容器底的压力一定相等
- 举出几个在日常生活和生产实际中应用连通器的实例。
- 某学校在整修操场时，要确定相距十几米远的两点是否在同一水平面上。在没有测平仪的条件下，工人师傅找来了一段几十米长的透明塑料管。你知道他要怎么解决问题吗？
- 现给你如下器材：长50 cm左右的直玻璃管和胶皮管各一段、带尖嘴的小管（可用取出尖端小圆珠的废旧圆珠笔芯代替）、水，请你制作一个简单的“喷泉”。请简述制作过程、操作步骤，并解释出现喷泉现象的原因。

第四节 大气压强



想想议议

1654年5月8日，德国马德堡市的市民们看到了一件令人既惊奇又困惑的事情：他们的市长，就是发明抽气机的奥托·格里克，把两个直径30 cm的空心铜半球紧贴在一起，用抽气机抽出球内的空气，然后用两队马向相反的方向拉两个半球。“连16匹马（拼命挣扎着）都不能把它们拉开，或者只有费了很大的劲才能拉开它们，当马用尽了全力把两个半球最后拉开的时候，还发出了很大的响声，像放炮一样。”*市民们惊奇地问：“是什么力量把它们压合得这么紧呢？”“没有什么，是空气。”市长这样回答。如果把铜半球上的阀门拧开，空气经阀门流进球里，用手一拉，球就开了。这就是著名的马德堡半球实验。

空气怎么会产生这么大的压力呢？



图7-4-1 马德堡半球实验

大气压强的概念

地球周围被厚厚的空气层包围着，包围地球的空气层又叫大气层，我们就生活在大气层的底层。

空气，也像液体那样受到重力且能流动，空气内部向各个方向也都有压强。大气对浸在它里面的物体的压强叫做**大气压强**（**atmospheric pressure**），简称大气压或气压。

马德堡半球实验就是奥托·格里克为了让人们确信大气压强的存在而设计的。

* 这段话引自奥托·格里克于1672年出版的《在无空气空间里进行的所谓新的马德堡实验》。

想想议议

能够显示大气压强存在的现象很多。下列现象是大气压强引起的吗？



甲 杯中装满水，盖上硬纸板，倒置过来后提起杯子，硬纸板不掉下来



乙 带吸盘的塑料挂钩贴在光滑的墙面上，能承受一定的拉力而不脱落



丙 用吸管吸饮料时，饮料顺着吸管流入嘴里

图7-4-2 这些现象是大气压强引起的吗

我们可以进一步实验：图7-4-2甲中，如果纸板没盖严实，空气进入后纸板就会脱落；图乙中，如果把塑料吸盘戳个小孔，空气通过小孔进入吸盘和光滑的墙面之间，则内、外部压力平衡，吸盘便不可能再贴在光滑的墙面上了；图丙中，如果把饮料瓶口密封起来，使大气不能再进入瓶内，我们便无法持续地吸到饮料了。这些实验表明，大气压强确实是存在的。

大气压的大小

观察与实验

大气压有多大*

如图7-4-3所示，在长约1 m、一端封闭的玻璃管里灌满水银，用手指将管口堵住，然后倒插在水银槽中。放开手指，管内水银面下降到一定高度时就不再下降，这时管内外水银面高度差约为760 mm，把管子倾斜，高度差也不会发生变化。

* 因水银有毒，本实验可通过观看录像或视频方式进行。

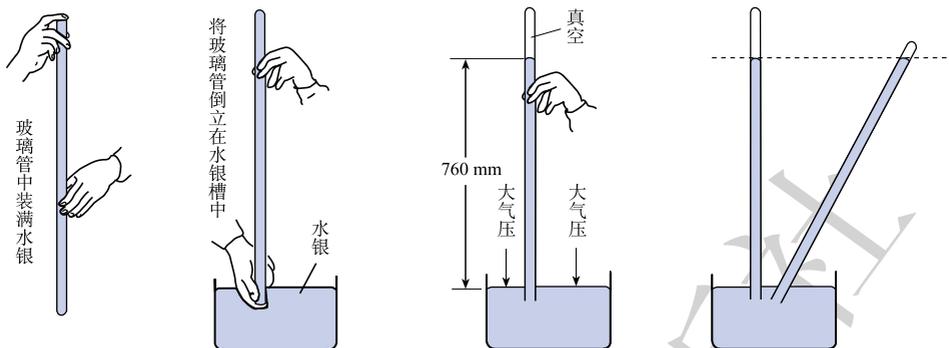


图7-4-3 托里拆利实验示意图

实验中，倒插的玻璃管内水银面的上方是真空的，管外水银面的上方是大气。大气压支持管内的水银柱不落下，大气压的数值就等于这段水银柱所产生的压强。

这个实验最早是由意大利科学家托里拆利完成的，他测得的水银柱高度约为760 mm。通常把这样大小的气压叫做标准大气压，用 p_0 表示。

$$p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

在粗略计算中，标准大气压还可以取为 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

大气压与海拔高度的关系

观察与实验

制作水气压计

在一个瓶子中装入适量带颜色的水。取一根两端开口的透明吸管，在管壁上画出刻度，穿过橡皮塞并插入水中。从管口向瓶内吹入少量气体，使瓶内气体压强大于大气压。停止吹气后，水沿吸管上升到瓶口以上（图7-4-4）。注意：瓶口必须密封，不能漏气；不要用手直接拿瓶子，以免瓶子受热，影响瓶内气体的压强。

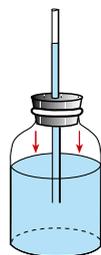


图7-4-4 制作水气压计

提着瓶子从一楼走到楼顶（或从山下到山上），观察吸管内水柱高度的变化情况。

大气压不是固定不变的，不同海拔的地方大气压不一样。海拔越高，空气越稀薄，大气压越小。在海拔3 000 m以内，大约每升高10 m，大气压减小100 Pa。

通常，高山上的大气压比海平面的大气压要低。在海平面处，大气压约为标准大气压；在海拔5 500 m的地方，大气压只有标准大气压的一半左右；在珠穆朗玛峰峰顶，大气压大约是 3.2×10^4 Pa，还不到标准大气压的1/3。

小资料



大气压随海拔高度升高而减小

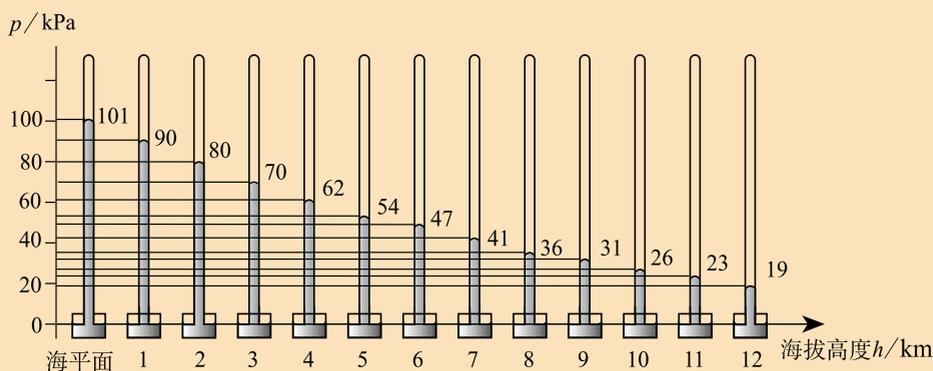


图7-4-5 海拔越高，大气压越小

天气的变化也会影响大气压的大小。一般来说，阴天、下雨时大气压会低些，天气晴朗、干燥时大气压会高些。

气压计

测量气压的仪器叫做**气压计 (barometer)**。在图7-4-3所示的实验中，如果在玻璃管旁立一根刻度尺，读出水银柱的高度就知道当时的大气压了。这就是水银气压计。水银气压计比较准确，但携带不方便，常用于气象站和实验室。

用得比较多的气压计是金属盒气压计（图7-4-6），又叫无液气压计，它的主要部分是一个波纹状真空金属盒。为使金属盒不被大气压扁，盒盖用弹簧片向外拉着。气压变化时，金属盒的厚度及弹簧片的弯曲程度发生变化，固定在弹簧片末端的连杆通过传动机构带动指针偏转，指示出气压的大小。氧气瓶、灭火器上用的都是无液气压计。

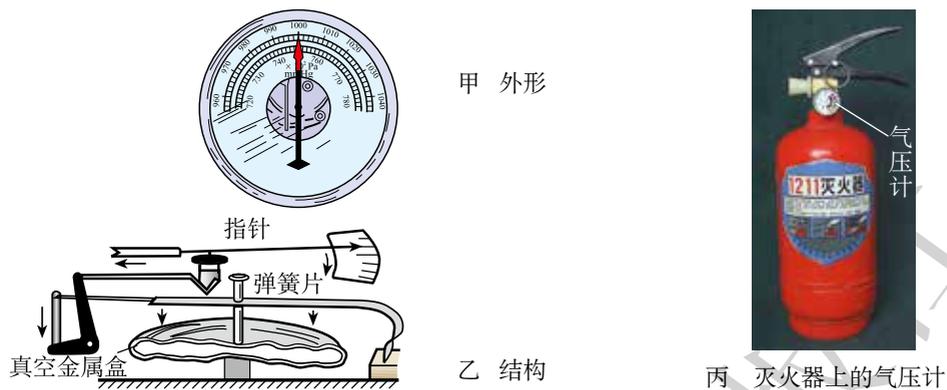
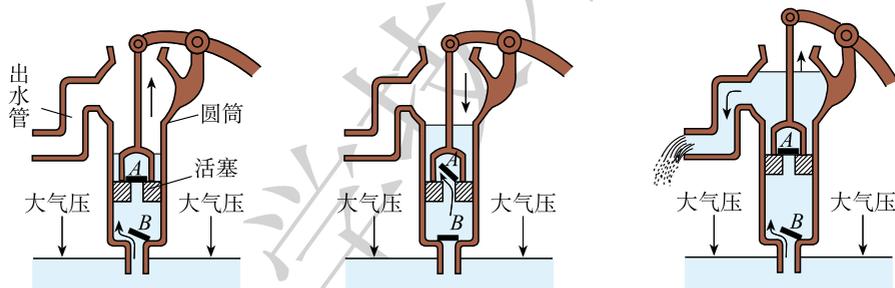


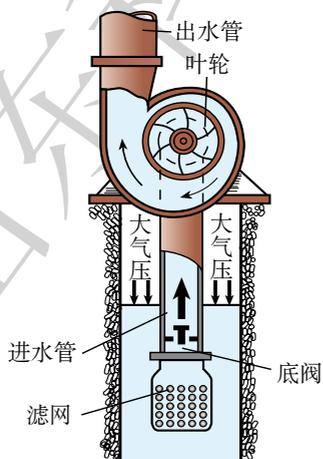
图7-4-6 金属盒气压计

想想议议

抽水机也叫水泵。它的工作原理就利用了大气压。图7-4-7画出了活塞式抽水机和离心式抽水机的工作示意图。你能对照这两幅图说出它们的工作过程吗？



甲 活塞式抽水机抽水示意图



乙 离心式抽水机抽水示意图：
叶轮高速旋转时，泵壳中的水被甩出，水流向上进入泵壳

图7-4-7 活塞式抽水机和离心式抽水机工作示意图



大气压强的发现史

17世纪以前，人们认为自然界不存在真空。当时，对抽水机能把水抽上来的解释是：活塞上升后，水要立即填满活塞原来占据的空间，以阻止真空的形成。

17世纪中叶，意大利物理学家伽利略听说了一个奇特的事实：一台抽水机至多能把水抽到10 m高，无论怎样改进抽水机，也不能把水抽得更高了。他猜想，自然界害怕真空是有限度的，这个限度可以用水柱的高度量出来。他的学生托里拆利设计了用水银柱检验这个猜想的方案。

托里拆利预想：水银的密度大约是水的14倍，如果用水银代替水，水银升起的高度应该是水升起高度的 $\frac{1}{14}$ 。托里拆利实验的结果证明他的预想是正确的。在托里拆利实验中，玻璃管内水银面的上方就是真空，可见自然界是可以存在真空的。管内的水银柱是被大气压支持着的。托里拆利实验不但揭示了大气压的存在，而且测出了大气压的值。

托里拆利实验的结果传到法国，引起了科学家们的广泛兴趣。帕斯卡推论说，如果水银柱是被大气压支持着的，那么，在海拔较高的地方，水银柱应该较短。1648年，他的朋友沿多姆山山坡从山脚到山顶设立了若干观察站，每个站上装一个托里拆利气压计，结果发现水银柱的长短随高度的增加而减小，证明了帕斯卡的推论是正确的。

同一时期，德国科学家奥托·格里克——做马德堡半球实验的那位科学家，也进行了大气压强的实验研究。他做了一个水气压计，水能升高到他住房的第三层，格里克认为水的上升是大气压的作用。通过长期的观察，他还发现水柱高度的变化与天气有关。1660年，他根据一次气压的突然下降，预报了一场大的风暴。

动手动脑学物理

1. 护士用注射器吸取药液时，先将活塞推到注射器的下端，是为了_____，然后将针头插入药液中，慢慢向上拉活塞，这时注射器内剩余气体的_____变大，因而压强_____，在_____的作用下，将药液压入注射器内。

2. 关于大气压强，下列说法不正确的是（ ）。

- A. 大气压强随海拔高度的增加而增大
- B. 马德堡半球实验证实了大气压强的存在
- C. 一般来说，阴天、下雨时大气压强会低些
- D. 1标准大气压的数值等于高度差为760 mm水银柱产生的压强

3. 小明在假期中要外出旅游半个月，担心家里盆景中的水会因蒸发而干掉，于是，他用一个塑料瓶装满水后倒放在盆景中，瓶口刚刚被水浸没（图7-4-8）。为什么他这样做能使盆景中的水位保持一定的高度？请用家里的器具试试看。生活中还有哪些地方可以用到这种方法？

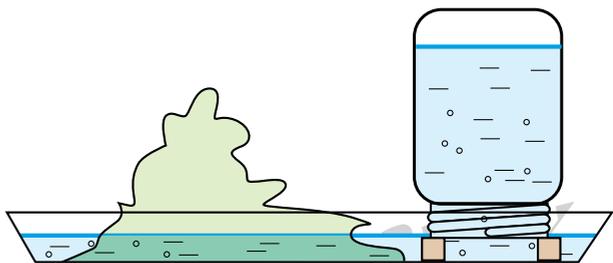


图7-4-8 使盆景中水位保持一定高度的装置

4. 做托里拆利实验时，如果不用水银而用水，玻璃管至少应该多高？

第五节 流体压强

物理学中，把具有流动性的液体和气体统称为**流体**。前面我们已经学过液体内部的压强和大气压强，那都是流体不流动时的压强，而处于流动状态的液体和气体的压强又是怎样的呢？

流体压强与流速的关系



想想议议

在图7-5-1所示的实验中，当打开阀门A，关闭阀门B，让水流入粗细不同的透明水平塑料管中时，三根小竖管中水柱的高度相同。当再打开阀门B时，可以看到三根小竖管中水柱的高度不相同了。这是为什么？

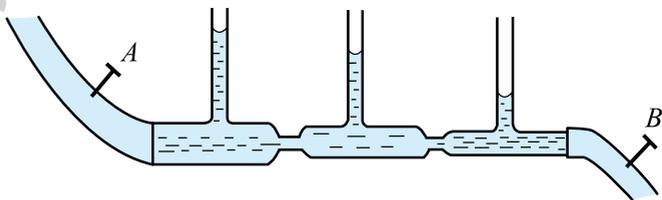


图7-5-1 演示液体压强与流速关系示意图

根据学过的连通器知识我们知道，水不流动时，各小竖管的液面总保持相平。水流动时，水平管粗细不同，但流量是相同的，故三段水平管中水的流速是不同的，粗管中的水流速小，细管中的水流速大。水流动时，小竖管中水柱的高度不相同，根据液体的压强公式 $p = \rho gh$ ，也就是说各段水平管中水的压强

不相同，粗管中水的压强大，细管中水的压强小。这表明：在液体中，流速较大的位置压强较小，流速较小的位置压强较大。



想想议议

如图7-5-2所示，在离桌边2~3 cm的地方放一枚铝质硬币，在硬币前10 cm处用直尺或钢笔等架起一个栏杆，高度约2 cm。在硬币上方沿着与桌面平行的方向用力吹一口气，硬币就可能跳过栏杆。比比看，谁能使硬币“跳”得最高。

是什么力使得硬币“跳”起来了？



图7-5-2 口吹硬币跳栏杆

在上面的硬币“跳高”比赛中，硬币向上“跳”的过程中，只有空气与它接触，是不是硬币上下的压强不一样而使它向上运动呢？下面，我们继续进行观察与实验。



观察与实验

观察这两张纸怎样运动

如图7-5-3所示，让两张纸固定在某处并自由下垂。在两张纸的中间向下吹气。如果空气的压强真的跟空气的流速有关系，那么，这两张纸应该怎样运动？

做一做，验证你的猜想。

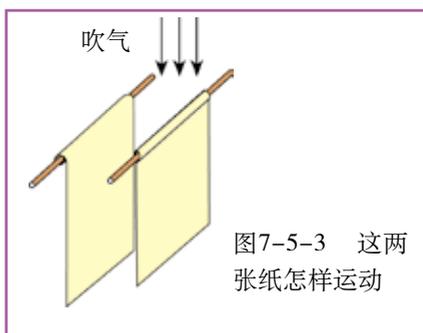


图7-5-3 这两张纸怎样运动

通过上面的“想想议议”和“观察与实验”可以总结出：在气体中，流速越大的位置压强越小。

综合液体和气体压强与流速的关系，可以得出结论：**在流体中，流速越大的位置压强越小，流速越小的位置压强越大。**

飞机的升力

几十吨重的飞机为什么能够腾空而起？你观察过飞机的机翼吗？它的横截面是什么形状的？



图7-5-4 飞机机翼的形状



想想议议

找一张纸，按图7-5-5甲的样式和尺寸裁开，折成图乙的形状并用小段胶带固定，这就是飞机机翼的模型。 MN 是固定在机翼前端的细线。

把细线拉平绷紧，用嘴对着“机翼”前端细线的位置用力水平吹气，可以看到“机翼”在气流的作用下向上翘起。这是为什么？

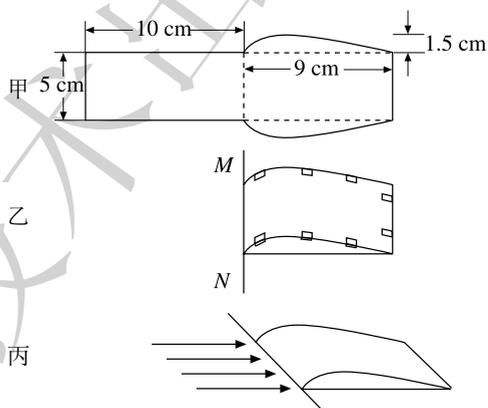


图7-5-5 机翼模型的实验

飞机前进时，机翼与周围的空气发生相对运动，相当于气流迎面流过机翼（图7-5-6）。气流被机翼分成上、下两部分，由于机翼横截面的形状上下不对称，机翼上方气流速度较大，它对机翼的压强较小；下方气流速度较小，它对机翼的压强较大。因此，在机翼的上下表面产生了压强差，这就产生了向上的升力。

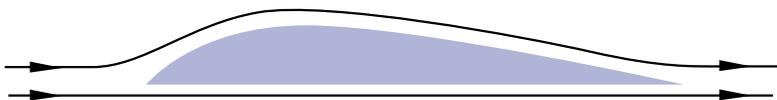


图7-5-6 机翼上下气流通过的路程不同



“奥林匹克”号与“豪克”号相撞之谜

1911年秋天，当时世界上最大的轮船之一——“奥林匹克”号正在海上航行着。在离它约100 m远的地方，有一艘比它小得多的铁甲巡洋舰“豪克”号与它几乎并排着高速行驶（图7-5-7）。忽然，“豪克”号好像是着了魔，竟扭转船头，几乎笔直地向“奥林匹克”号冲来，无论舵手如何操作也无法改变航向。结果，“豪克”号把“奥林匹克”号的船舷撞了一个大洞。

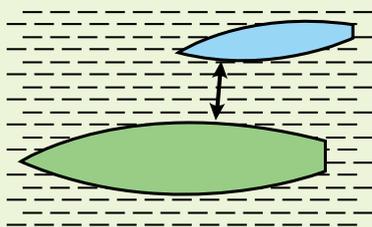


图7-5-7 “奥林匹克”号与“豪克”号在相撞前的位置示意图

在海事法庭审理这件“奇案”的时候，“奥林匹克”号的船长被判调度失当，因为法院的判决书说他没有发出任何命令给横着开来的“豪克”号让路。

你认为这个判决有道理吗？与同学交流一下你的看法。



图7-5-8 “奥林匹克”号

动手动脑学物理

1. 当居室前后两面的门窗都打开时，“过堂风”会把居室侧面衣柜的门吹开，这是为什么？用硬纸做一个房屋模型，模拟这种现象。（可以用“窗帘”代替衣柜的门。）

2. 观察鸟类翅膀的形状，解释为什么鸟在空中展翅滑翔时不会坠落下来。

3. 在火车站或地铁站的站台上，人必须站在离站台边缘1 m左右的安全线以外候车（图7-5-9）。请分析，为什么当火车驶过时，如果人站在安全线以内，即使与车辆保持一定的距离，也是非常危险的？



图7-5-9 铁路站台上的安全线

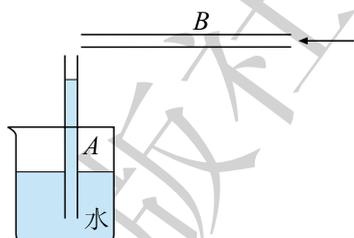


图7-5-10 A管中的水面为什么上升

4. 把长10 cm左右的饮料吸管A插在盛水的杯子中，另一根吸管B的管口贴靠在A管的上端。往B管中轻轻吹气，可以看到A管中的水面有所上升（图7-5-10）。这是为什么？

如果用力吹气，A管中的水将从管口流出，想一想，这时会有什么现象发生？这个现象有什么实用价值？

5. 草原犬鼠是大草原常见的小动物，它挖的洞有多个洞口，一些洞口比较平整，一些洞口则由圆锥形土堆围成（图7-5-11）。这样的结构能改进洞内的通风情况，为什么？

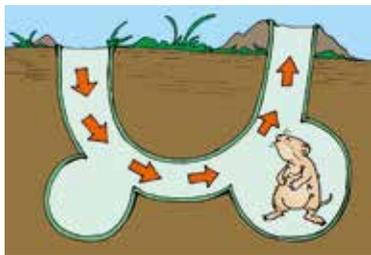


图7-5-11



做中学

制作“公道杯”

据说，在明朝洪武年间，景德镇御窑曾进贡过“九龙杯”。有一次，朱元璋大宴群臣，特意拿出“九龙杯”和美酒，赐群臣每人自斟自饮一杯。不料，斟满酒的大臣突然发现杯中美酒不见了，而没有斟满酒的大臣却说该杯滴酒不漏。朱元璋认为此杯甚为“公道”，“知足者酒存，贪心者酒尽”，便把“九龙杯”命名为“公道杯”。

下面，我们用空牛奶盒也来做个“公道杯”，体验一下其中的奥妙。

工具和材料

刻度尺，剪刀，空牛奶盒，牛奶盒配的吸管，口香糖（或橡皮泥），水等。

制作方法与步骤

1. 剪去空牛奶盒的底，再将箱体三个侧面剪去一半，留下靠近吸管孔的一个侧面，并将它剪去一个角。将吸管孔向下倒放。将牛奶盒配的吸管的两段直管部分剪成相差2 cm，短管端剪一个斜角，如图7-1所示。

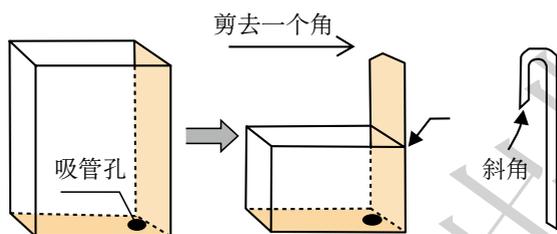


图7-1 步骤1示意

2. 把剪好的吸管长端插入吸管孔，然后对折吸管孔旁留下的侧面，将吸管盖住。这样，“公道杯”主体就做好了，如图7-2所示。吸管和吸管孔之间不能留缝隙，可以用口香糖密封。

3. “公道杯”做好后，还需要一个装水的容器。将一个空牛奶盒剪切成如图7-2所示的杯座，将“公道杯”及露出的吸管插入杯座中组合，“公道杯”整体就做完了。

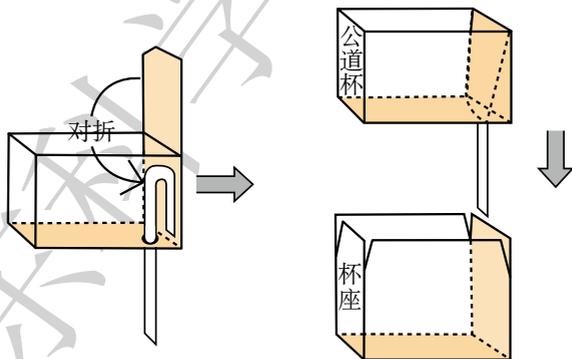


图7-2 步骤2、3示意

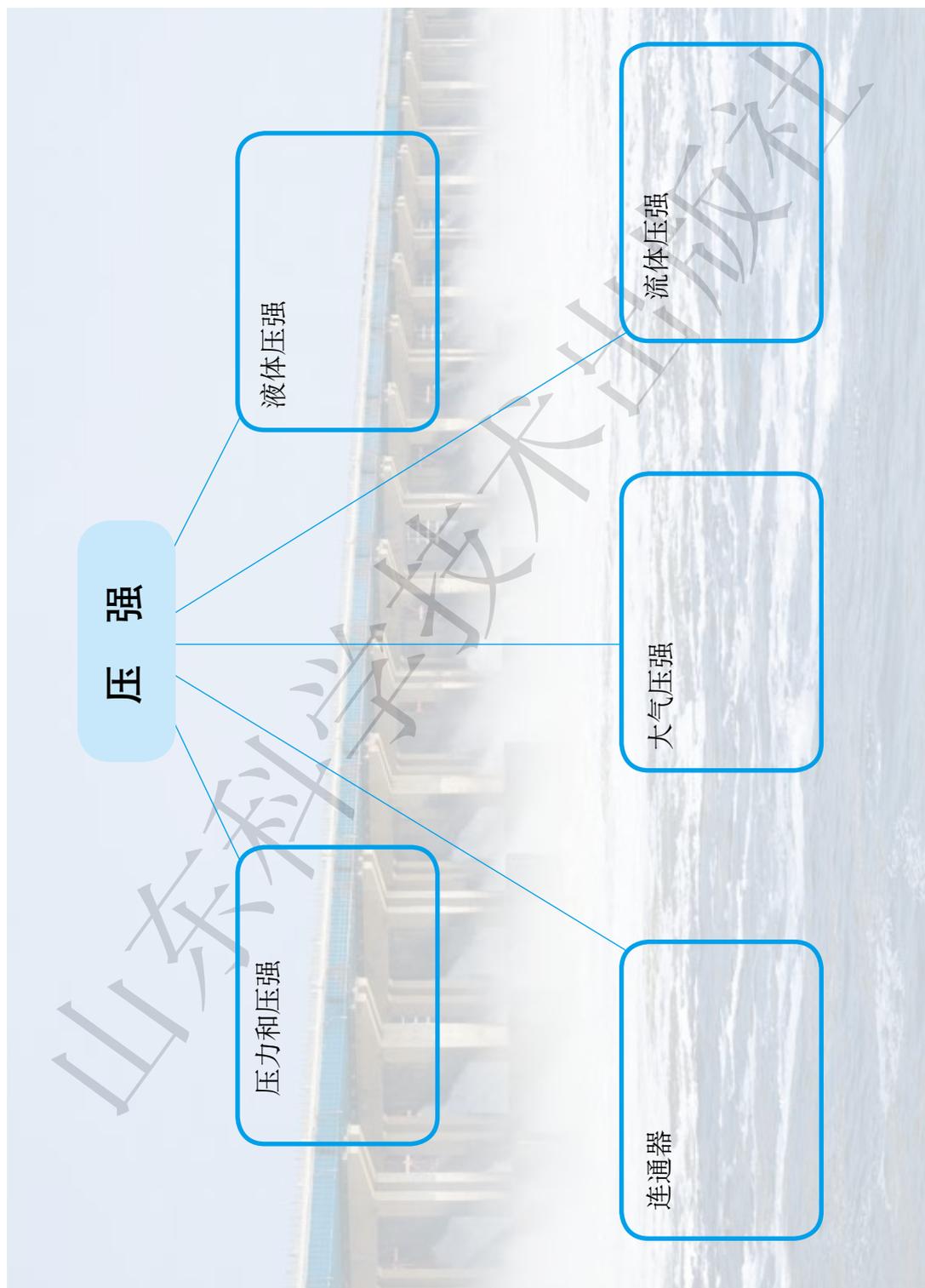
4. 往“公道杯”中倒水，当水位没有超过吸管顶端时，此杯滴水不漏；当水位超过吸管顶端时，杯中的水会漏入下面的盒子里。

思考与交流

请同学们结合制作过程，简述“公道杯”之所以“公道”的道理。



学到了什么



第八章

浮力

蔚蓝的大海，是孕育无数生命的摇篮。自古以来，人类就尽情地享受着海洋提供的资源，也从未停止过对海洋的探索。从远古时期的独木舟到现代的远洋巨轮，从简易的潜水装置到结构复杂的深海科考装备，人类正在以前所未有的速度认识着海洋，开发着海洋。

你知道钢铁制造的轮船为什么能浮在水面上吗？你知道潜水艇是如何在水中自由升降的吗？节日放飞的气球为什么能飞在空中？体形硕大的飞艇为什么能自由飞行？

学过了本章，这些谜底都会一一揭开。



第一节 浮力

想想议议



图8-1-1 远洋客轮和水中的乒乓球

图8-1-1所示现象中，是什么力将远洋客轮和乒乓球托起来的？

浮力的概念

浮在水面上的物体受到浮力的作用，那么浸没在水中的物体，如铁球、石块，是否也受到水的浮力呢？浮力的方向怎样？

观察与实验

浮力的大小与方向

1. 如图8-1-2所示，先称出石块受到的重力 G ，再把石块浸没在水中，观察弹簧测力计读数的变化。将烧杯中的水换成酒精或盐水，重做上面的实验。
2. 如图8-1-3所示，找一段较粗的红毛线，将其两端分别固定在乒乓球和

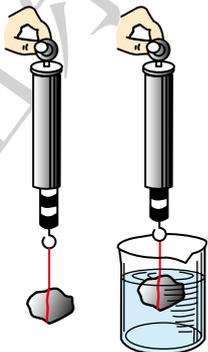


图8-1-2 测量石块受到的浮力大小

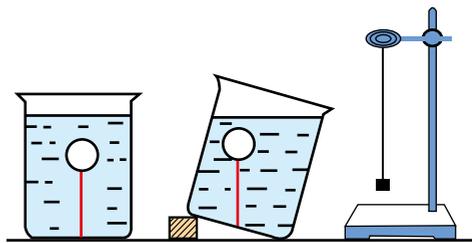


图8-1-3 观察浮力的方向

大烧杯的底部。将水注入大烧杯，直到将乒乓球浸没。观察红毛线被拉直的方向。将大烧杯的一侧杯底垫高，观察红毛线被拉直的方向，并与重垂线的方向相比较。

在图8-1-2所示的实验中，假设弹簧测力计的示数减小到 F ，石块在水中除受到竖直向下的重力 G 外，还受到水对它竖直向上的作用力——浮力 $F_{\text{浮}}$ 。弹簧测力计对石块的拉力 F 和浮力 $F_{\text{浮}}$ 的合力，与石块所受的重力平衡。因此，石块所受浮力的大小，等于石块所受重力与拉力之差，即 $F_{\text{浮}}=G-F$ 。

在图8-1-3所示的实验中，我们发现，被拉直的红毛线与重垂线的方向都是平行的，这说明浮力的方向总是竖直向上的。

浸在液体中的物体都会受到液体向上的力，这就是**浮力**（buoyancy）。

物体的浮沉条件

观察与实验

乒乓球在水中的3种状态

如图8-1-4所示，将3个乒乓球（第1个装满沙，第2个装适量沙并使其能悬浮在水中，第3个中空；乒乓球的开口处均用蜡密封）浸没水中，松手后会出现什么现象？为什么？

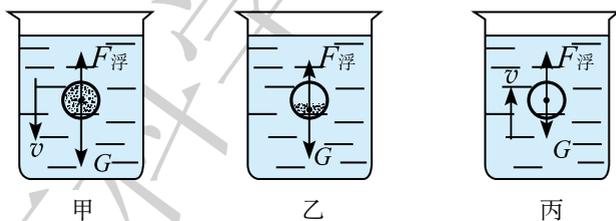


图8-1-4 观察乒乓球在水中的运动状态

浸没在液体中的物体受到重力和浮力两个力的作用，根据浮力与重力的大小关系，物体的浮沉存在3种情况。

(1) 当浮力小于重力时，物体下沉（图8-1-4甲），直至到达液体底部，受到容器的支持力作用，停留在容器底。

(2) 当浮力等于重力时，物体平衡（图8-1-4乙），可以悬浮在液体内任何地方。

(3) 当浮力大于重力时，物体上浮（图8-1-4丙），直至有一部分露出液面，使浮力减小。当浮力减小到和重力相等时，物体平衡，此时漂浮在液面上。

动手动脑学物理

1. 水中正在上浮的皮球受几个力的作用？皮球最后为什么会漂浮在水面上？
2. 列举两个日常生活中的例子或常见的自然现象，说明浸入液体的物体受到浮力。
3. 用什么实验可以证明在水中下沉的物体也受到水的浮力？浮力的方向如何？
4. 把一个重 1 N 的物体挂在弹簧测力计上，当物体浸没在水中时，弹簧测力计的示数是 0.87 N ，那么，这个物体受到的浮力是多少？

第二节 阿基米德原理 ●●●

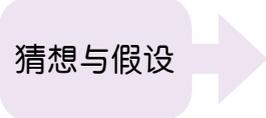
许多情况下，不能用测力计直接测量物体受到的浮力。那么，浮力的大小怎么测量？

2000多年以前，古希腊学者阿基米德为了鉴定国王的金冠是否为纯金的，需要测量王冠的体积。他冥思苦想了很久都没有结果。一天，阿基米德跨进盛满水的浴缸洗澡时，看见浴缸里的水向外溢，他忽然想到：物体浸在液体中的体积，不就是物体排开液体的体积吗？随后，他设计了实验，解决了王冠的鉴定问题。

阿基米德的故事，给了我们很大的启示。下面，我们通过实验来探究。

观察与实验

探究浮力的大小与哪些因素有关

猜想与假设

如图8-2-1所示，将装满水的桶放在脸盆中，用手把饮料罐按入水中，按得越深，即饮料罐浸入水中的体积越大时，排开的液体即溢入盆中的水也越多。按得越深，人会感到越吃力，因为饮料罐受的浮力变

大了。猜想浮力与浸入液体中的体积（即排开液体的体积）有关。

又根据浮力与液体的密度有关，猜测浮力与排开液体的质量有关。而液体的重力与质量成正比，因此，进一步猜测浮力的大小与排开液体的重力有关。



图8-2-1 物体排开的水越多，浮力就越大

设计实验与 制订计划

在图8-2-2中，石块浸入水中之后，从烧杯中溢出的水叫做石块“排开”的水。

利用图中的器材，测出石块在水中所受的浮力，再测出石块排开的水所受的重力，然后分析比较两者的关系。

1. 测出小桶所受的重力。
2. 测出物体所受的重力。
3. 把物体浸入水中，测出物体所受的拉力，并且收集物体所排开的水。
4. 测出被排开的水和小桶的重力。

进行实验与 收集证据

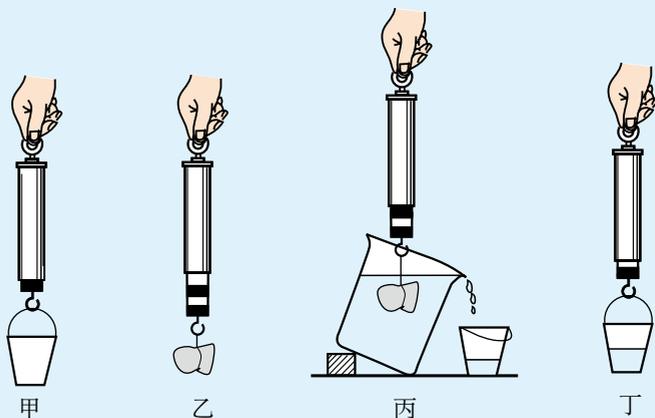


图8-2-2 探究物体所受浮力的大小

将实验数据记录在表格中。

物理量	$G_{\text{桶}}/\text{N}$	$G_{\text{物}}/\text{N}$	$F_{\text{拉}}/\text{N}$	$(G_{\text{桶}}+G_{\text{排}})/\text{N}$	$F_{\text{浮}}/\text{N}$	$G_{\text{排}}/\text{N}$
数据						

改变石块浸在水中的体积，重复做几次实验，或换用其他液体重复做上面的实验，并把相关数据记录在自己设计的表格中。

分析与论证

对测量数据进行归类比较，得出结论。

评估

探究活动中出现了什么新的问题？吸取了哪些经验教训？如何改进探究方案？

通过实验得出：**浸在液体中的物体所受的浮力，大小等于它排开的液体所受的重力。**这就是著名的**阿基米德原理**。用公式表示为

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$$

或

$$F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} g V_{\text{排}}$$

符号的意义及单位：

$F_{\text{浮}}$ —— 浮力 —— 牛顿 (N)

$G_{\text{排}}$ —— 排开液体所受的重力 —— 牛顿 (N)

$V_{\text{排}}$ —— 排开液体的体积 —— 立方米 (m^3)

阿基米德原理不仅适用于各种液体，也适用于各种气体。

例题

如图8-2-3甲所示，边长为10 cm的立方体铜块浸没在水中，受到的浮力是多少？如果立方体铜块处于图8-2-3乙的位置，浮力又是多少？如果把这个铜块压扁，再把它浸没在水中，其所受的浮力会不会发生变化？(g取10 N/kg)

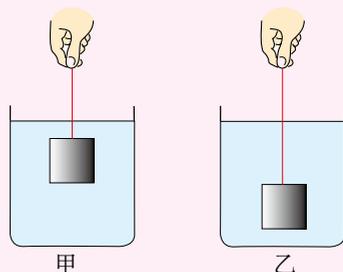


图8-2-3 浸没在水中的铜块

解：铜块排开水的体积 $V_{\text{排}}$ 即为铜块的体积 $V_{\text{铜}}$ 。

$$V_{\text{铜}} = (0.1 \text{ m})^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{排}} = V_{\text{铜}} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

铜块排开的水所受的重力

$$\begin{aligned} G_{\text{排}} &= \rho_{\text{水}} g V_{\text{排}} \\ &= 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \times 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 10 \text{ N} \end{aligned}$$

根据阿基米德原理，可以得到

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = 10 \text{ N}$$

所以，铜块所受的浮力等于10 N。

如果铜块处于图8-2-3乙的位置，由于它仍然全部浸没在液体中，排开液体的多少与图甲中相同，它所受的浮力仍为

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = 10 \text{ N}$$

如果把铜块压扁，它的体积不会变化，排开液体的多少也不变，所以受到的浮力也不会变化。

动手动脑学物理

1. 把容积为385 mL的矿泉水瓶全部按入水中，不考虑瓶壁的厚度，矿泉水瓶所受的浮力有多大？
2. 把一块铁块先后浸没在水中和煤油中，铁块浸没在哪种液体中受到的浮力大？为什么？
3. 1783年，法国物理学家查理制成了世界上第一个氢气球，体积是 620 m^3 。这个气球在地面附近受到的浮力有多大？（设地面附近气温是 $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ，气压为标准大气压。）
4. 一金属物体重78 N，把它浸没在一个盛满水的容器中，其排开水的重力为10 N，这个金属物体浸没在水中时受到的浮力是多大？该金属的密度是多少？

第三节 浮力的利用 ●●●



想想议议

曹冲称象的故事广为流传。曹冲称象的过程是，先把大象赶到船上，在船舷的水面处画一条线，然后把大象牵上岸，再往船上放石块，直到船下沉到船舷上的线再次与水面相平时为止。称出此时船上石块的重即为大象的重。这是为什么？



图8-3-1 曹冲称象

由独木舟到木船

人类从远古时代就开始利用浮力了，最初可能是利用一段树干顺水漂流，这是人类最早的航行，它利用了木材受到水的浮力。

后来人们发现，把树干挖空成为独木舟，不但乘坐舒适，还能承载更多的人和物（图8-3-2）。从利用浮力的角度看，这是一个了不起的进步：采用“空心”的办法增大可利用的浮力，从而可以承载更多的人和物。即使现代化的轮船，利用的也是这种古老的办法。



图8-3-2 独木舟

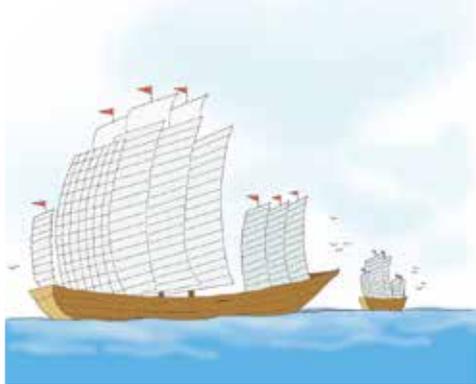


图8-3-3 1405年郑和下西洋时乘坐的木船长140 m左右，是当时世界上最大的船

轮船的发明

观察与实验

金属箔能浮于水面吗

把金属箔卷成一卷放入水中，它能浮在水面上吗？再把它做成中空的筒放入水中，它会沉入水下吗？



甲 乙

图8-3-4 不同形状的金属箔放入水中

金属块比同体积的水重，放入水中时受到的重力大于浮力，所以下沉。金属箔做成中空的筒后，虽然受到的重力没有改变，但是可以排开更多的水，受到的浮力增大，所以能够浮在水面上。

根据这个道理，人们用钢铁制造了轮船。轮船的吨位通常用排水量来表示。排水量就是轮船满载时排开的水的质量。

在远洋轮船的船舷上，一般都漆着5条“吃水线”，又称“载重线”，如图8-3-5所示。其中，标有W的是北大西洋载重线，标有S的是印度洋载重线。



图8-3-5 轮船的吃水线

潜水艇的浮沉

潜水艇能潜入水中航行，是一种很重要的舰艇。

潜水艇两侧有水舱（图8-3-6），向水舱中充水时，潜水艇逐渐加重，就逐渐潜入水中。当水舱充水到潜水艇重等于同体积的水重时，潜水艇可以悬浮在水中。当用压缩空气将水舱里的水排出一部分时，潜水艇变轻，从而上浮。

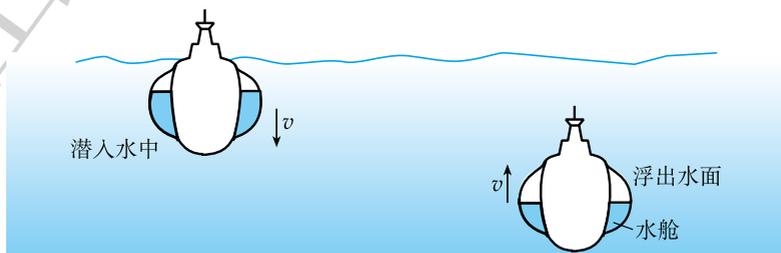


图8-3-6 潜水艇的沉浮

气球和飞艇的应用

气球里大多充的是密度小于空气的气体。例如，节日里放飞的气球、携带气象仪器的高空探测气球中充的是氢气，体育、娱乐活动用的热气球中充的是被燃烧器加热而体积膨胀的热空气（图8-3-7）。



图8-3-7 热气球

为了能定向航行而不随风飘荡，人们把气球发展成飞艇（图8-3-8）：在庞大的气囊下面安装了带螺旋桨的发动机。飞艇可以载人、运货。20世纪20~30年代，飞艇的使用曾盛极一时，用来进行军事侦察、轰炸或作为空中交通工具。后来，连续发生了几次飞艇内氢气爆炸的事故，加之飞行速度又不及飞机，飞艇便逐渐被飞机取代。近年来，由于能源短缺，加上人们使用不易爆炸的氦气代替了氢气，造价低廉、消耗燃料少、装载量大的飞艇又重新受到重视。



图8-3-8 飞艇



想想议议

假如由你来设计一个可以载人的带吊篮的气球，气球里充的是氦气，为了使乘客能降回地面，你打算采用什么办法？如果气球里充的不是氦气而是热空气，你又打算采用什么办法？



动手动脑学物理

1. 排水量为1 000 t的轮船在河水中航行，满载时受到河水的浮力是多少？船及所装货物共有多重？如果河水密度为 $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，船排开的河水的体积是多少？（ g 取 10 N/kg ）
2. 一艘轮船从海里驶入河里，它受到的重力大小_____，它受到的浮力_____，它排开水的体积_____。（填“变大”“变小”或“不变”）
3. 小明同学利用密度为 $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的橡皮泥造“船”。他所用橡皮泥的体积为 20 cm^3 ，制成的小船最大排水体积为 100 cm^3 。 g 取 10 N/kg ，求：

- (1) 他所用的橡皮泥的重力是多少？
- (2) 他所制成的小船能装载的货物最重为多少？

做中学

制作孔明灯

孔明灯（图8-1）是我国古代发明的能飞上天空的人造物体。现在，就让我们试着制作一个孔明灯吧。

工具和材料

薄宣纸，裁纸刀，剪刀，棉线，工业酒精，502胶，钢丝钳，细铁丝，脱脂棉花，竹条，细绳等。

制作方法与步骤

1. 用裁纸刀将竹条削细到直径3 mm以内后，把竹条弯成一个圈，用棉线和502胶固定。可用小火烤一烤，使竹圈固定成圆形。

2. 将薄纸剪成一定规格（如47 cm×47 cm），将其粘成两端漏空、截面直径约60 cm、两端微收的圆柱筒。

3. 再剪一张圆形薄纸片，把上口封住。待干后，把中空的圆柱筒吹胀。

4. 找一条薄而窄的竹条，弯成与圆柱筒的下口一样大小的竹圈，在竹圈内交叉放置两根互相垂直的细铁丝，系牢并固定在竹圈上（图8-2），再把竹圈粘牢在圆柱筒下口的纸边上。

5. 将脱脂棉绑在细铁丝上，浸上酒精。

6. 一人拿住灯底的左右两侧，另一人将脱脂棉点燃，拿灯的人直到双手感到孔明灯有上升之势时慢慢放开双手，孔明灯便徐徐飞起。

注意事项

孔明灯必须在无风的天气和空旷的场地上放飞。放飞时，应在成年人陪同下进行。另外，可以在孔明灯底部拴上细绳，这样既可以重复放飞，又能控制其飞行高度和范围，避免引起火灾。

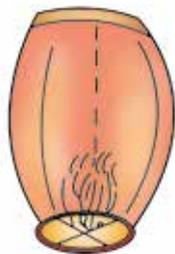


图8-1 孔明灯示意图



图8-2 孔明灯底座



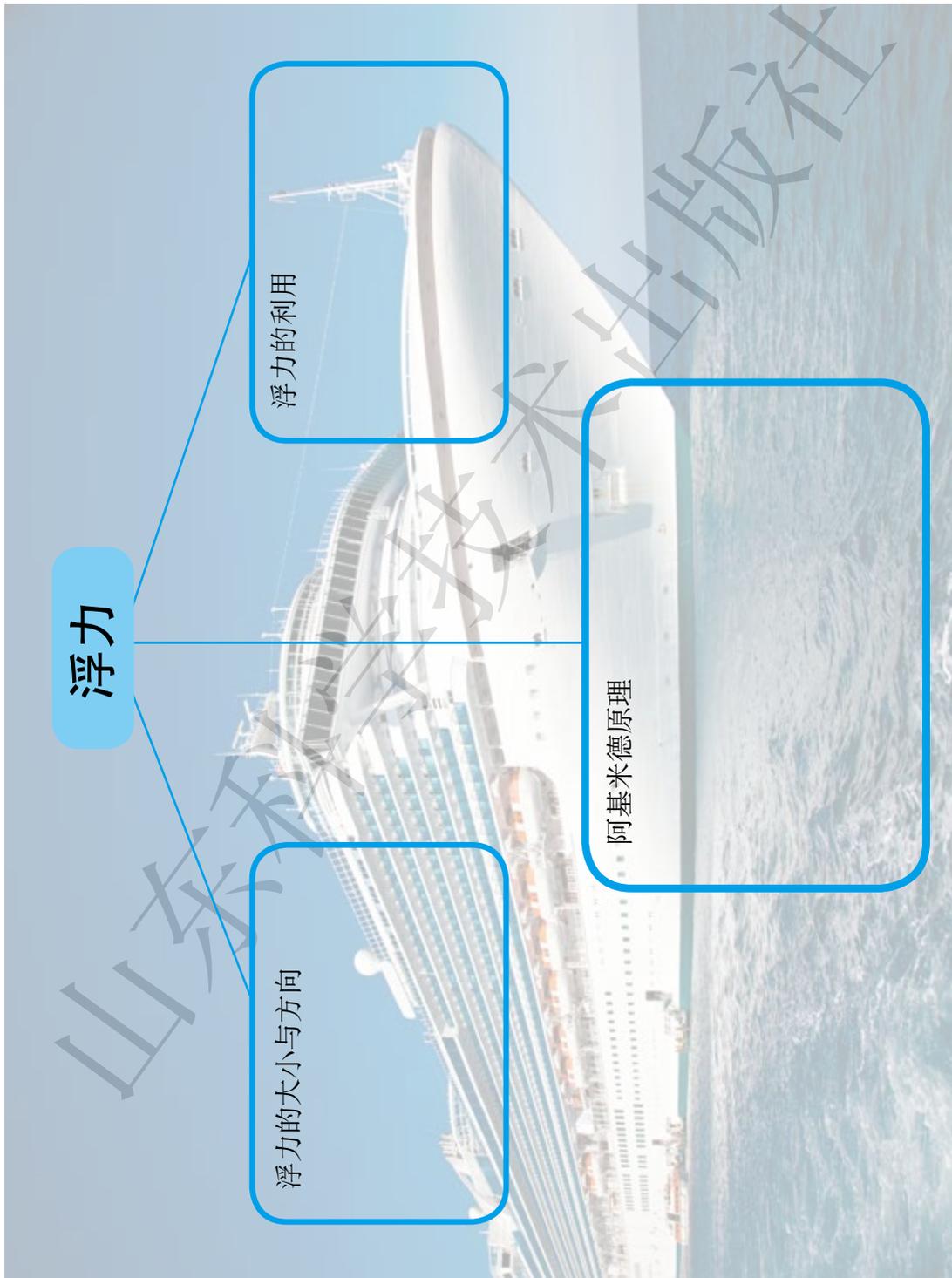
学到了什么

浮力

浮力的利用

阿基米德原理

浮力的大小与方向

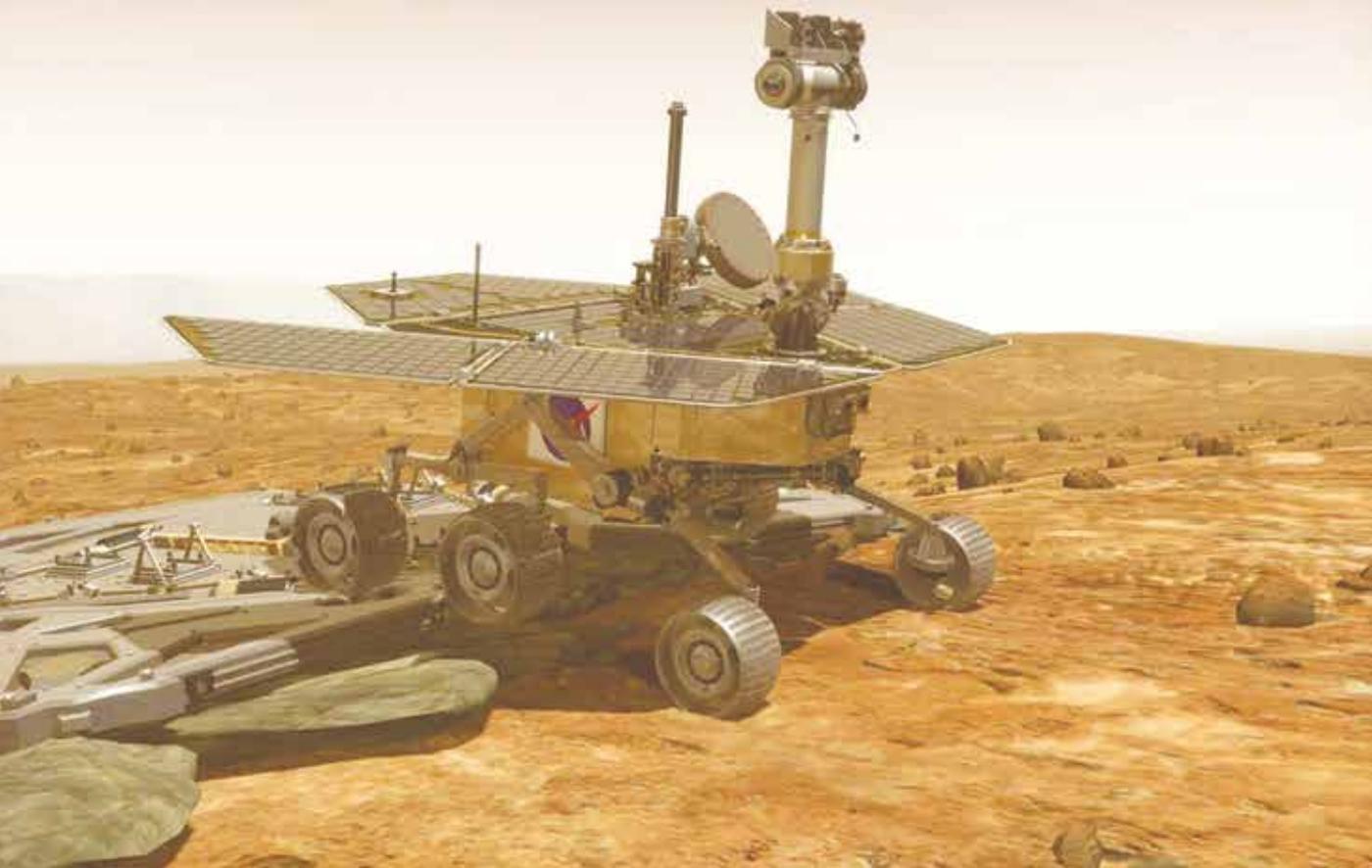


伴随着震耳欲聋的声响，“勇气”号机器人离开了地球，满载着人类的期望，开始了星际旅行……经过 206 个日日夜夜，北京时间 2004 年 1 月 4 日 12 时 35 分，“勇气”号机器人到达目的地——火星。

然而，旅途的终点只是任务的开始。你看，“勇气”号机器人用轮子在火星上行走，用一双镶着照相机的“眼睛”搜索目标，伸展着灵活的机械手采集标本……原来，它正在探索火星上生命的踪迹！

各种现代机械正在帮助人类探索未知，创造幸福。

不管机械多么复杂，都可以从中找到构成它们的基本元素——杆、轮、链条等。为了了解机械的奥秘，让我们从最简单的机械开始研究吧！



第一节 杠 杆 ●●●



想想议议



用羊角锤起钉子



用撬棒撬物体



用起子起瓶盖



用钓鱼竿钓鱼

图9-1-1 这些工具在使用中有什么共同点

观察图9-1-1所示的各种工具。想一想，它们在使用中有什么共同的特点？

什么是杠杆

像羊角锤、撬棒、起子、钓鱼竿等，在力的作用下能绕固定点转动的硬棒，就是**杠杆 (lever)**。人类很早就开始使用杠杆了（图9-1-2）。

人们还把多个杠杆进行灵活组合，更为广泛地发挥它们的作用（图9-1-3）。

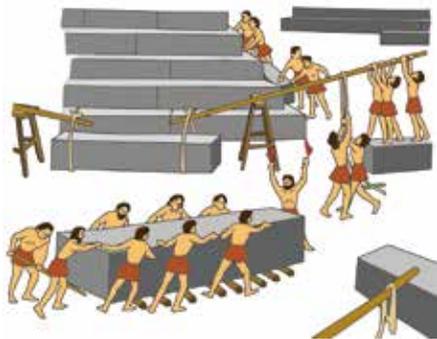


图9-1-2 使用杠杆可以搬动巨大的石块



钳子



衣服夹



核桃夹



指甲刀

图9-1-3 生活中的杠杆

为了了解杠杆的作用，我们先要熟悉描述杠杆的几个名词。

支点： 杠杆绕着转动的点（图9-1-4两图中的 O 点）。

动力： 使杠杆转动的力（图9-1-4两图中的 F_1 ）。

阻力： 阻碍杠杆转动的力（图9-1-4两图中的 F_2 ）。

动力臂： 支点到动力作用线的距离（图9-1-4两图中的 l_1 ）。

阻力臂： 支点到阻力作用线的距离（图9-1-4两图中的 l_2 ）。

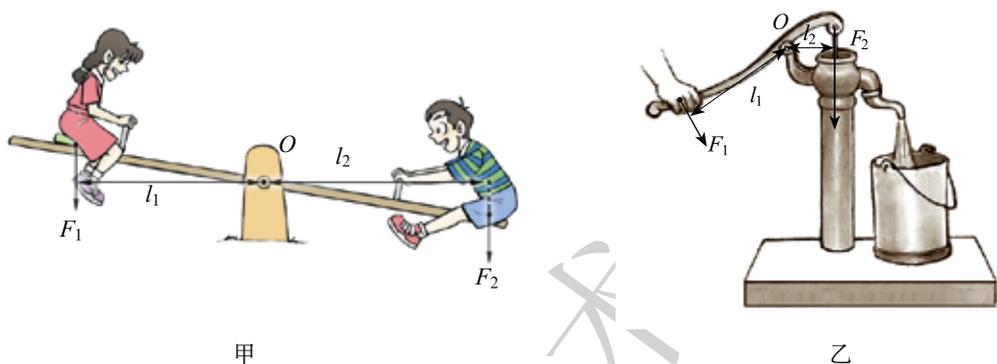


图9-1-4 如何描述杠杆

杠杆平衡的条件

杠杆在动力、阻力作用下静止或匀速转动，我们称之为**杠杆平衡**。下面，我们通过实验来探究杠杆平衡的条件。

观察与实验

探究杠杆平衡的条件

提出问题

杠杆平衡，必须具备什么样的条件呢？

猜想与假设

图9-1-5甲是一个平衡的杠杆。

1. 改变一侧钩码的个数，观察会发生什么现象。
2. 改变一侧钩码的悬挂位置，观察会发生什么现象。
3. 如图9-1-5乙所示，推动一侧钩码的悬线，改变作用力的方向，观察会发生什么现象。

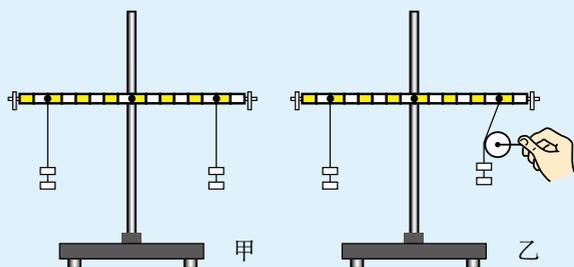


图9-1-5 探究杠杆的平衡条件示意图(1)

4. 改变杠杆的悬挂位置(支点), 观察会发生什么现象。

通过以上操作可以看到, 力的大小、方向、作用点及支点的位置都会影响杠杆的平衡, 而支点、力的方向、力的作用点的变化均可通过力臂得以反映。这时, 我们可以说是力和力臂影响着杠杆的平衡。

那么, 杠杆平衡时, 动力、阻力、动力臂、阻力臂之间有怎样的关系呢?

实验装置如图9-1-6所示。调节杠杆两端的螺母, 使杠杆在不挂钩码时能在水平位置平衡。

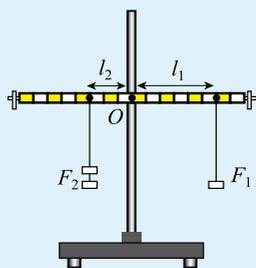


图9-1-6 探究杠杆的平衡条件示意图(2)

在杠杆两端挂上不同数量的钩码, 移动钩码的位置, 使杠杆平衡。这时, 杠杆两端受到的作用力等于各端钩码所受的重力。

把支点右边的钩码所受的重力当做动力 F_1 , 支点左边的钩码所受的重力当做阻力 F_2 , 测出杠杆平衡时的动力臂 l_1 和阻力臂 l_2 。

改变力和力臂的数值, 再做几次实验。

按照以上实验设计，完成实验，并把测得的数据填入表格中。

进行实验与
收集证据

实验次数	动力 F_1 /N	动力臂 l_1 /m	阻力 F_2 /N	阻力臂 l_2 /m
1				
2				
3				
...				

分析与论证

对表格中的数据进行分析，找出它们之间的关系。
对于杠杆的平衡条件，你能得出什么结论？

评估

你的探究结果与原来的猜想一致吗？
针对本实验，你还能提出更为简便的探究方案吗？

通过实验探究，我们得到杠杆的平衡条件是

动力×动力臂 = 阻力×阻力臂

用公式表示就是

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

 相关链接

阿基米德的遐想

据说，阿基米德发现了杠杆原理后，曾产生过撬动地球的遐想。他在给国王的信中写道：“只要给我一个支点和立足点，我就能撬动地球。”国王看信后，立即召见了阿基米德，问：

“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动石头的例子做比喻，向国王讲了杠杆的原理，然后坦然回答说：“我只是根据原理做了这样的推理。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。”国王弄懂了其中的道理，哈哈大笑起来。



图9-1-7 阿基米德撬动地球的遐想

杠杆的应用

我们身边的杠杆很多。使用撬棒时，只需很小的力就能撬动很重的石头（图9-1-8），这种杠杆是省力杠杆，它的动力臂比阻力臂长。这类杠杆虽然省力，但是动力移动的距离却比阻力移动的距离大，省了力，却费了距离。

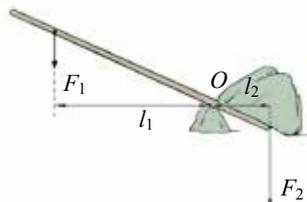


图9-1-8 撬棒

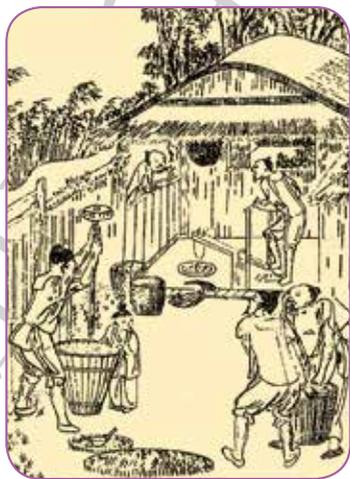
图9-1-9中赛艇的船桨也是杠杆。划船时，船桨的轴是不动的，所以轴是支点。手加在桨上的动力比桨要克服的水的阻力大，但是，手只要移动较小的距离，就能使桨在水中移动较大的距离，这样可以把船划得更快。这种杠杆的特点是杠杆的动力臂比阻力臂短，动力比阻力大，可以把它叫做费力杠杆。这类杠杆虽然费力，但是省了距离。



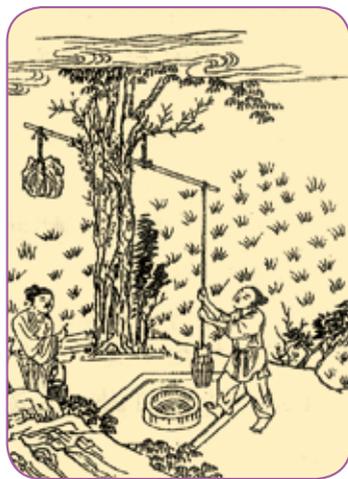
图9-1-9 赛艇的桨是杠杆

天平也是杠杆，它的动力臂与阻力臂相等。这样的杠杆称为等臂杠杆，它既不能省力，也不能省距离。

杠杆在古代就有许多应用。图9-1-10是《天工开物》中的两幅图，描述了古人应用杠杆劳作的情景。



春



桔槔

图9-1-10 古人应用杠杆实例



人体的杠杆

骨骼、肌肉和关节构成了人体的运动系统。尽管人体的各种运动相当复杂，但最基本的运动都是由肌肉牵引骨骼绕关节转动产生的，其模型就是杠杆。例如，当手握拳向上运动时（图9-1-11），上臂的肱三头肌伸展、肱二头肌收缩产生的力使前臂骨骼绕肘关节转动。在这里，前臂骨骼可以看成是一个杠杆，肘关节可认为是支点，拳的压力是阻力，上臂的肌肉对前臂骨骼施加的力则是动力。

人体的杠杆还有很多，你做抬头、抬腰、踮脚等动作时，就用到了身上各种各样的杠杆（图9-1-12）。

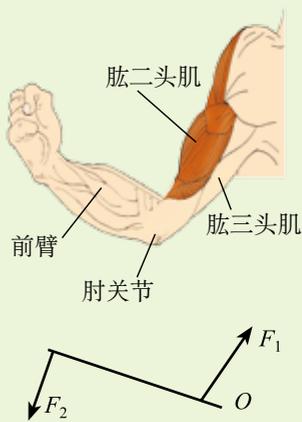


图9-1-11 骨骼中的杠杆举例

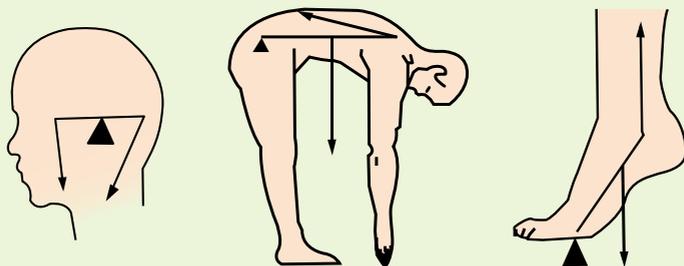


图9-1-12 人体的杠杆示意图

人体的杠杆为科技工作者的创造和发明提供了很多启示，各种机械手、机器人的发明就是其生动的体现。



图9-1-13 灵巧的机械手



图9-1-14 点焊机器人



图9-1-15 深海探测机器人

动手动脑学物理

1. 自行车脚踏板转到什么位置时，用力蹬下的效果最好？为什么？

2. 各式各样的剪刀都是杠杆。在图9-1-16中，哪些是省力杠杆，哪些是费力杠杆？要剪开较硬的物体，应该使用哪种剪刀？剪纸或布时，应使用哪种剪刀？修剪树枝时，应使用哪种剪刀？为什么？



图9-1-16

3. 标出图9-1-17中各种杠杆工作时的支点、动力和动力臂、阻力和阻力臂。

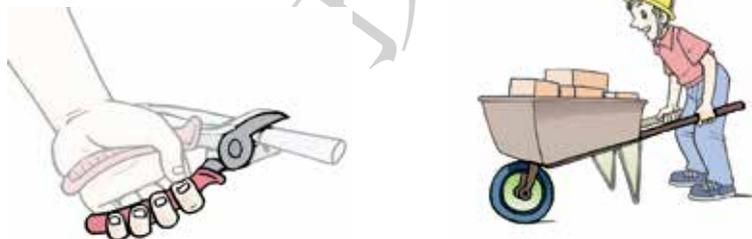


图9-1-17

4. 你知道指甲刀上有几种杠杆吗？它们是省力杠杆还是费力杠杆？

5. 一位体重约为500 N的同学在做俯卧撑，如图9-1-18所示，A点为其重心，请计算地面对他的双手的作用力。

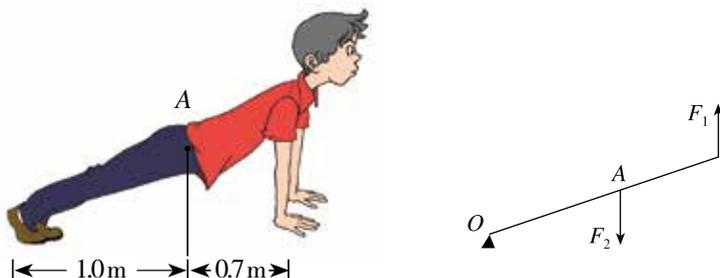


图9-1-18

第二节 滑 轮 ●●●



想想议议

图9-2-1中的两个人遇到了什么问题？这里面有什么科学道理？

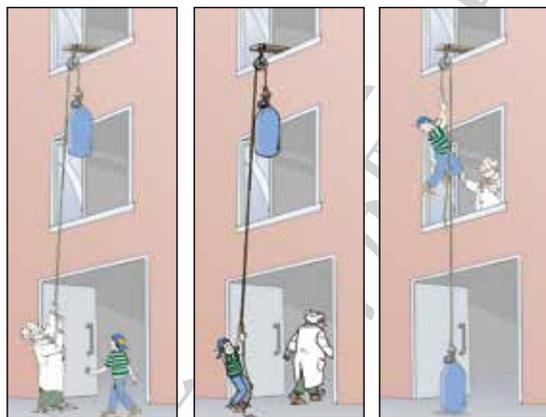


图9-2-1 他们遇到了什么问题

建筑工地的吊车上、学校旗杆的顶端，都用到一些周边有槽并可以绕轴转动的轮子（图9-2-2），它们就是**滑轮**。滑轮也是一种应用十分广泛的简单机械。



图9-2-2 滑轮

定滑轮和动滑轮

旗杆顶端的滑轮，在使用时，它的轴固定不动，这样的滑轮叫做**定滑轮**。你还发现哪里安装着定滑轮？

起重机上，下端用来悬挂重物的滑轮，它的轴会随物体一起运动，这样的滑轮叫做**动滑轮**。你还知道哪里安装着动滑轮？

使用滑轮能给我们带来哪些好处呢？

观察与实验

观察滑轮的使用

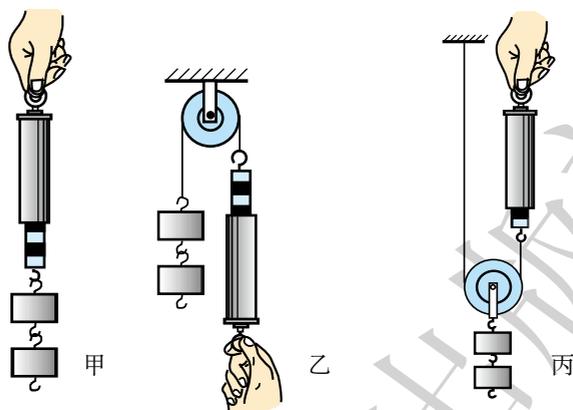


图9-2-3 比较弹簧测力计的示数

参考图9-2-3，安装定滑轮和动滑轮。以1 N的钩码做重物，将其匀速提升20 cm，分别测出用弹簧测力计直接提起钩码、用定滑轮和动滑轮分别提起钩码时，所用的拉力的大小及拉力通过的距离，并观察拉力的方向，把数据填入下面的表格中。

提起钩码的方式	拉力的大小	拉力通过的距离	拉力的方向
直接提起			
利用定滑轮提起			
利用动滑轮提起			

分析实验数据，思考下列问题：

1. 使用定滑轮、动滑轮是否省力（或费力）？
2. 使用定滑轮、动滑轮是否省了距离（或需要移动更大的距离）？
3. 提起重物时，使用哪种滑轮可以改变用力的方向？
4. 什么情况下适合使用定滑轮，什么情况下适合使用动滑轮？

通过探究我们发现，使用定滑轮不能省力，也不能省距离，但可以改变用力的方向；使用动滑轮能省力，但要移动更大的距离，并且不能改变用力的方向。

想想议议

现在，你能给图9-2-1所示漫画中的两个人找出解决问题的办法吗？

滑轮组

如果既需要改变力的方向，又需要省力，单独使用定滑轮或动滑轮就无法满足我们的需要，于是就有了如图9-2-4所示的装置——把定滑轮和动滑轮组合在一起的**滑轮组**。

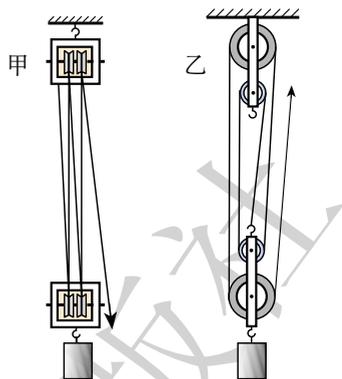


图9-2-4 滑轮组



观察与实验

滑轮组的安装

请把一个定滑轮与一个动滑轮组合成如图9-2-5所示的滑轮组。改变钩码数量，测出弹簧测力计的拉力 F 和钩码重 G ，完成下面的表格。根据表格中的数据，找出 F 、 G 和绳子股数 n 的关系。

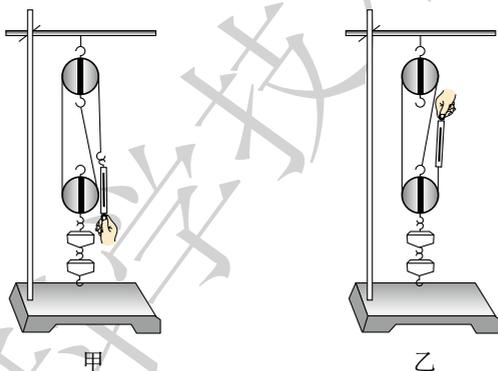


图9-2-5 滑轮组的安装

实验	钩码重 G/N	弹簧测力计的拉力 F/N	吊起动滑轮的绳子股数 n
甲			
乙			

实验表明：使用滑轮组吊起重物时，若动滑轮重和摩擦不计，动滑轮被几股绳子吊起，所用力的大小就是物重的几分之一。



其他简单机械及机械传动

轮轴

轻轻转动门把手，就可以把门打开；司机用不大的力转动方向盘，在轴上就能产生较大的力使汽车转弯。门把手、方向盘等属于另一类简单机械——轮轴。

图9-2-6中的辘轳是典型的轮轴，所有的轮轴都可以看做杠杆。由杠杆的平衡条件可知， $F_1R=F_2r$ ，因为轮半径 R 大于轴半径 r ，所以，作用在轮上的力 F_1 总是小于作用在轴上的力 F_2 。因此，使用辘轳提水可以省力。

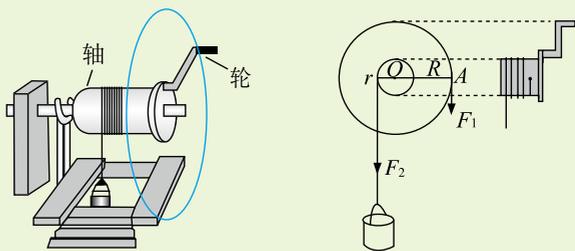


图9-2-6 辘轳

请你指出图9-2-7中各轮轴的“轮”与“轴”，看看它们是怎样达到省力目的的。你发现周围还有哪些物体是轮轴？

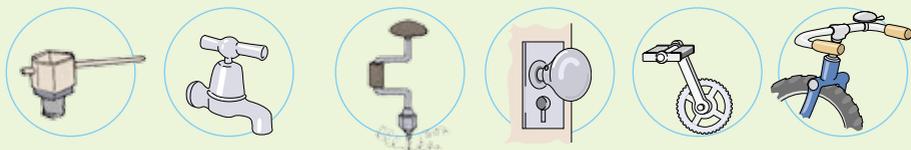


图9-2-7 轮轴

斜面

汽车沿着盘山公路，可以驶上高耸入云的山峰。为什么上山的公路修得弯弯曲曲如盘龙，而不是从山下直通山顶呢？

把一张纸裁成直角三角形，可以模拟盘山公路的形状，如图9-2-9所示。展开这张纸看一看，其实，这条“模拟盘山公路”相当于这个直角三角形的斜边。汽车沿这条边爬到山峰，与直通山顶的路相比，走的路程是多了还是少了？根据前面讨论过的“力”与“距离”的关系，你是不是明白盘山公路的道理了？



图9-2-8 盘山公路

斜面也是一种简单机械，在生活和生产中随处可见（图9-2-10）。还有哪些场合人们利用了斜面？

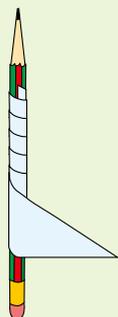


图9-2-9 模拟盘山公路



图9-2-10 斜面也是简单机械

机械传动

机械传动最简单的方式有皮带传动、链传动和齿轮传动等，皮带传动依靠轮与皮带间的摩擦力来传递动力，链传动与齿轮传动则依靠齿与链、齿与齿的啮合来传递动力。机械传动被广泛应用于各种工作机器中，如汽车和轮船。



图9-2-11 皮带传动



图9-2-12 链传动

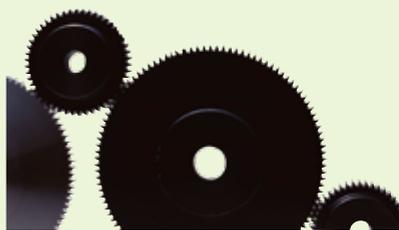


图9-2-13 齿轮传动

动手动脑学物理

1. 如图9-2-14所示，用这个滑轮提起货物时，所用的三个力中（ ）。

- A. 甲最省力
- B. 乙最省力
- C. 丙最省力
- D. 三个力一样，且不省力

2. 在不计摩擦及滑轮自重时，用图9-2-15所示的滑轮组把600 N的物体提

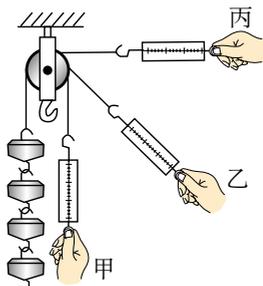


图9-2-14

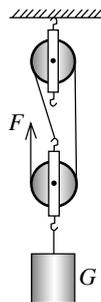


图9-2-15

升2 m，需多大的拉力？绳子要拉过多长的距离？

3. 某物体重1 000 N。如果利用一个定滑轮提起它，需要用多大的力？如果利用一个动滑轮提起它，又要用多大的力？（不计摩擦及滑轮自重）

4. 仔细观察自行车（图9-2-16），看看它的设计应用了哪些简单机械，并分别说明它们各起到了什么作用。



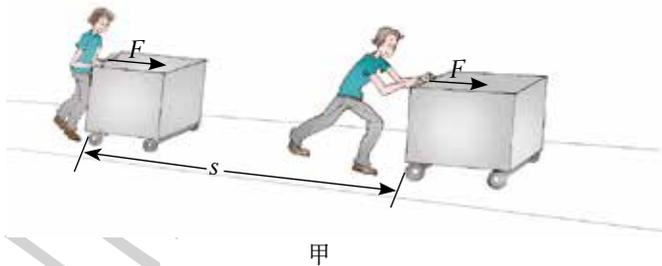
图9-2-16

第三节 功

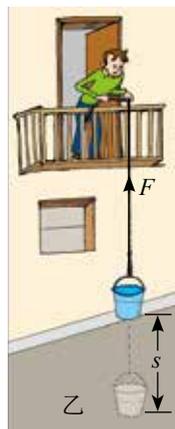
生活中，“功”是一个多义词。可以表示功劳，跟“过”相对，如丰功伟绩、立功；可以表示能力或水平，如唱功、基本功；有时还可以表示成绩、成效，如事半功倍、大功告成等。那么，力学中的“功”指的又是什么呢？

想想议议

观察如图9-3-1所示的两种情况，找找他们活动的共同点。



甲



乙

图9-3-1 他们的活动有什么共同点

物理学中功的概念

如果一个力作用在物体上，物体在这个力的方向上移动了一段距离，物理学上就说这个力做了功（work）。

可见，物理学中所说的功包含两个必要因素：一个是作用在物体上的力，另一个是物体在这个力的方向上移动的距离。



想想议议

图9-3-2列举了一些生活实例。甲图中，人搬石头的力对物体做功了吗？乙图中，两个小孩提着水桶的力对物体做功了吗？说出你判断的依据。



甲 用力搬石头，但未搬动

乙 提着水桶在水平路上匀速前进

图9-3-2 力对物体做功了吗

功的大小

作用在物体上的力越大，使物体移动的距离越大，力所做的功就越多。在物理学中，功等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积。用公式表示就是

$$W = Fs$$

符号的意义及单位：

W —— 功 —— 焦耳 (J)

F —— 力 —— 牛顿 (N)

s —— 距离 —— 米 (m)

在国际单位制中，力的单位是牛，距离的单位是米，功的单位是牛·米，它有一个专门的名称叫做**焦耳 (joule)**，简称**焦**，符号是**J**，即

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

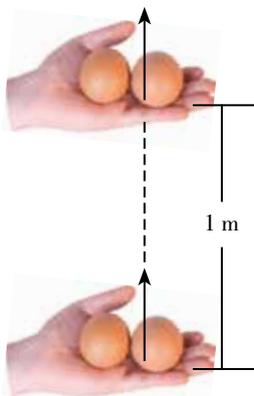


图9-3-3 人用力将两个鸡蛋提高1 m，所做的功大约是1 J



焦耳

焦耳 (J.P.Joule, 1818—1889), 英国物理学家。焦耳的主要贡献是测定了热和机械功之间的当量关系。此外, 他在电学和磁学方面也有贡献, 并对蒸汽机的发展做了不少有价值的工作, 还率先计算了气体分子热运动的速度。1850年, 焦耳被选为英国皇家学会会员。人们为了纪念他对科学发展的贡献, 将功和能量的单位命名为“焦耳”。

课后, 同学们可以在网上搜索更多焦耳的贡献。



图9-3-4 焦耳

例题

质量为50 kg的雪橇上装载了350 kg的货物, 一匹马拉着它沿水平道路将货物匀速运到3 000 m外的货场。如果雪橇行进中受到的摩擦力是800 N, 求马运货时做的功。

解: 马拉雪橇沿水平道路匀速运动, 所用的力与摩擦力大小相等, 即

$$F = f = 800 \text{ N}$$

马拉雪橇移动的距离

$$s = 3\,000 \text{ m}$$

所以, 马拉雪橇做的功

$$\begin{aligned} W &= Fs \\ &= 800 \text{ N} \times 3\,000 \text{ m} \\ &= 2.4 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$



图9-3-5 马拉雪橇

动手动脑学物理

1. 起重机吊臂将混凝土板从地面的 A 点吊起, 上升到 B 点后, 又平移到 C 点 (图9-3-6)。在这个过程中, 起重机吊臂的拉力一直都在做功吗? 为什么?

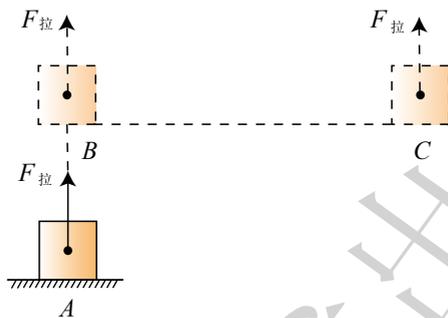


图9-3-6

2. 在水平地面上, 用 50 N 的水平拉力拉重为 100 N 的小车, 使小车沿水平方向前进 5 m , 拉力做了多少功? 重力做了多少功?

3. 马拉着质量为 $2\ 000\text{ kg}$ 的小车在水平道路上前进了 400 m , 做了 $3 \times 10^5\text{ J}$ 的功, 马的平均水平拉力是多大?

4. 如图9-3-7所示, 一位举重爱好者某次挺举成绩为 140 kg , 他在挺举过程中对杠铃大约做了多少功? (按杠铃被举高 1.8 m 计算)



图9-3-7

第四节 功率

建筑工地上挖土方，如果用人力挖，需要几天时间，而用挖掘机挖，只用几个小时就可以了。这个例子说明，用不同方式做相同的功，所需的时间是不同的，也就是说，做功有快慢之分。那么，怎样表示做功的快慢呢？

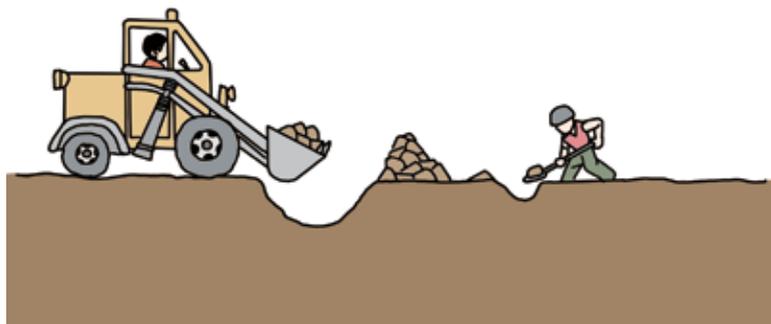


图9-4-1 做功的快慢不同

不同的物体做相同的功，所用的时间可能不同，所用时间短的物体做功快。不同物体做功的时间相同，做功的多少可能不同，做功多的物体做功快。我们曾用速度表示物体运动的快慢，我们同样可以用功率表示物体做功的快慢。

物体做的功与做功所用时间之比叫做**功率**（power）。

用公式表示就是

$$P = \frac{W}{t}$$

符号的意义及单位：

P —— 功率 —— 瓦特（W）

W —— 功 —— 焦耳（J）

t —— 时间 —— 秒（s）

物理学中，功率 P 的单位是**瓦特**（watt），简称**瓦**，符号是**W**。

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

工程技术上还常用**千瓦**（kW）作为功率的单位：

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

功率是机械的主要性能之一。选购机械时要看铭牌或说明书，了解它的功率大小，根据实际需要，选择适当功率的机械。

瓦 特

瓦特 (J.Watt, 1736—1819), 英国发明家。1769年, 瓦特在大量试验的基础上, 经过了无数次失败, 终于制成了一台单动式蒸汽机, 并且获得了第一台改良蒸汽机的专利权。1782年, 瓦特又研制成功一种新式双向蒸汽机, 可以广泛地应用在各种机器上。到了19世纪30年代, 蒸汽机推向了全世界。从此, 人类社会进入了“蒸汽时代”。造福于人类的发明家——瓦特, 永远被后人敬仰。为了纪念他, 人们将功率的单位命名为“瓦特”。

相信网络能够帮助同学们了解更多有关瓦特的故事。



图9-4-2 瓦特

例题

建筑工地上, 水泥板的质量为0.7t, 起重机在15s内把它匀速提升4m, 起重机提升重物的功率是多少? (g 取10 N/kg)

分析: 先计算起重机做的功, 再求单位时间内所做的功, 这就是它的功率。

解: 起重机匀速提起重物, 其拉力与物体所受重力大小相等, 即

$$\begin{aligned} F &= G = mg \\ &= 0.7 \times 1\,000 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} \\ &= 7 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

水泥板在拉力方向上移动的距离

$$s = 4 \text{ m}$$

起重机提升水泥板所做的功

$$\begin{aligned} W &= Fs \\ &= 7 \times 10^3 \text{ N} \times 4 \text{ m} \\ &= 2.8 \times 10^4 \text{ J} \end{aligned}$$

所以, 起重机提升水泥板的功率

$$P = \frac{W}{t} = \frac{2.8 \times 10^4 \text{ J}}{15 \text{ s}} \approx 1.9 \times 10^3 \text{ W}$$

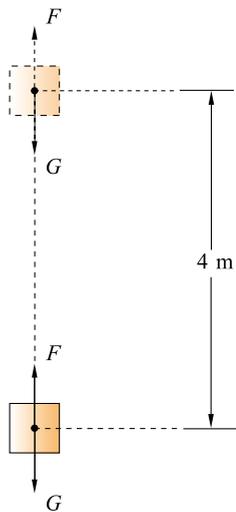


图9-4-3 起重机做功的分析



一些交通工具的功率



电动自行车的功率达数百瓦



摩托车的功率可达数十千瓦



小轿车的功率一般在100千瓦以上



动车的牵引功率达数千千瓦



飞机的功率达数千千瓦



万吨级远洋轮船的功率可达1万千瓦

图9-4-4 交通工具的功率举例

动手动脑学物理

1. 功率是25 kW的拖拉机，它4 h做的功如果由平均功率是0.4 kW的耕牛去完成，需要多长时间？

2. 甲、乙二人同时开始登山，甲先到达山顶。你能判定哪个人的功率大吗？为什么？

3. 某电梯的轿厢连同乘客的质量为1.2 t，在10 s内从一层上升到七层。如果每层楼高3 m，电梯电动机的功率至少是多少？

4. 黄河壶口瀑布是黄河流域的一大奇观，落差达50 m。每到初春，冰河解冻，巨流夹着大量冰块冲击而下，每分钟水流量最高时达 $50\,000\text{ m}^3$ ，如狮吼虎啸，震天动地。若此时瀑布的水全部用来对水轮机做功，能产生多大的功率？



图9-4-5 黄河壶口瀑布

第五节 功的原理

人们使用杠杆、滑轮等简单机械工作时，有时可以省力，有时可以省距离。假如利用简单机械既省力又省距离，我们就省了功。那么，有没有机械能够省功呢？要知道使用简单机械是否可以少做些功，我们可以用实验来探究。

观察与实验

使用机械能否省功

按图9-5-1那样，利用杠杆提起钩码。将钩码重 G 、手的拉力 F （由计算得出）、钩码升高的距离 h 以及手移动的距离 s （均由测量得出）填入下面的表格中。算出将钩码提高 h 时，杠杆对它所做的功 $W_1 = Gh$ 和手对杠杆做的功 $W_2 = Fs$ 。

按图9-5-2那样，利用动滑轮提起钩码，将实验数据及计算结果填入下面的表格中。

所用机械	钩码重 G/N	钩码提升的高度 h/m	机械对钩码做的功 W_1/J	动力 F/N	手移动的距离 s/m	手对机械做的功 W_2/J
杠杆						
动滑轮						

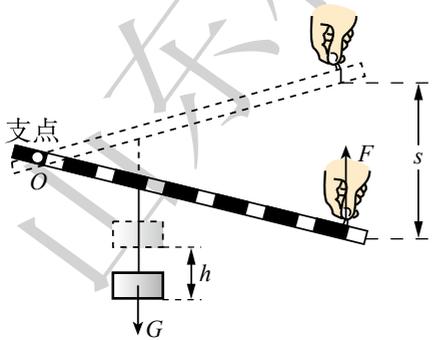


图9-5-1 使用杠杆省功吗

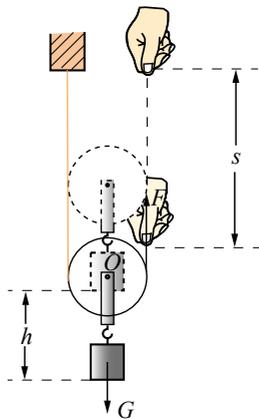


图9-5-2 使用动滑轮省功吗

比较上述两个实验中手对机械做的功和机械对物体做的功，它们有什么关系？

大量事实表明：使用机械时人们所做的功，都不会少于不用机械时所做的功，也就是使用任何机械都不省功。这个结论叫做**功的原理**。

功的原理是一个普遍的结论，对于任何机械都适用，在历史上被誉为“机械的黄金定律”。功的原理对机械的研制和使用具有重要的指导意义。

想想议议

既然使用任何机械都不省功，生活中，我们为什么还要使用各种机械？

例题

往车上装重物时，常常用长木板搭个斜面，把重物沿斜面推上去（图9-5-3）。工人用3 m长的斜面，把120 kg的重物提高1 m，需要多大的推力？（假设斜面很光滑，没有摩擦，g取10 N/kg）

解：物重

$$G = mg = 120 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 1200 \text{ N}$$

由于斜面没有摩擦，根据功的原理，可得

$$\begin{aligned} Fl &= Gh \\ F &= \frac{Gh}{l} \\ &= \frac{1200 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{3 \text{ m}} \\ &= 400 \text{ N} \end{aligned}$$

根据功的原理，我们发现，利用斜面将某一物体提升一定高度时，斜面越长越省力。

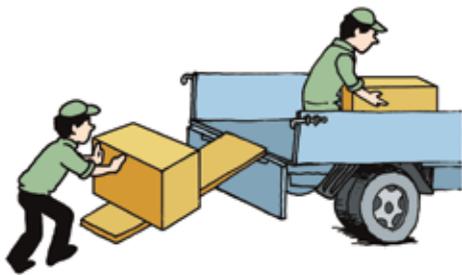


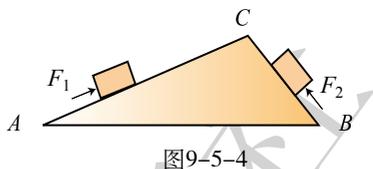
图9-5-3 利用斜面提升重物

动手动脑学物理

1. 某斜面长是高的4倍，如果斜面的摩擦忽略不计，把一个重2 000 N的物体匀速推到斜面顶上，要用多大的力？
2. 利用动滑轮把一个重物提高2 m，人做功2 000 J。不考虑动滑轮的自重和摩擦，这个物体所受的重力是多少？

3. 如图9-5-4所示, $AC > BC$ 。把一个物体分别沿 AC 、 BC 推上顶端, 所用推力分别为 F_1 、 F_2 , 所做的功分别为 W_1 、 W_2 。在不考虑摩擦的情况下, 下列选项正确的是 ()。

- A. $F_1 > F_2$, $W_1 > W_2$
- B. $F_1 = F_2$, $W_1 = W_2$
- C. $F_1 < F_2$, $W_1 = W_2$
- D. $F_1 < F_2$, $W_1 < W_2$



4. 功的原理告诉我们, 利用机械可以省力, 但不能省功。为什么人们登山时常常走小路, 不喜欢走大路? 盘山的大路都是斜面, 难道不省力吗?

5. 要把100 N的重物送到10 m高的楼上, 可采用下述三种方法: 用手直接提, 使用动滑轮, 使用滑轮组。若不计摩擦和滑轮的重力, 在上述三种情况下, 对重物做功最小的是 ()。

- A. 用手直接提
- B. 使用动滑轮
- C. 使用滑轮组
- D. 三种情况做的功相同

第六节 机械效率



想想议议

如果让你把重100 N的沙子运上三楼, 图9-6-1中的三种办法, 你选哪一种? (已知沙子重100 N, 桶重20 N, 体重400 N, 口袋重5 N, 动滑轮重10 N。)

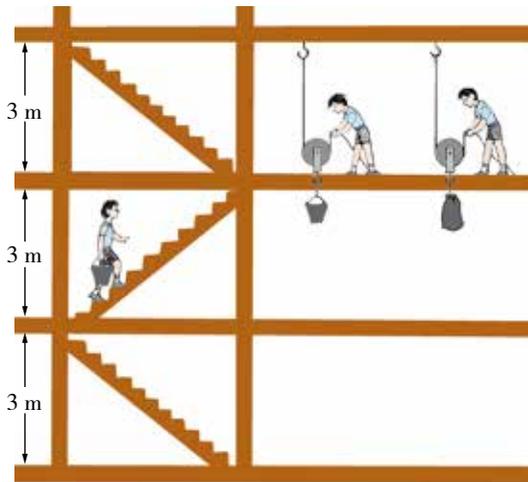


图9-6-1 运沙子上楼的不同方式

有用功和额外功

我们的目的是运沙子上三楼，所以把重100 N的沙子上提高6 m，要做功600 J，这是必须做的功，这样的功叫做**有用功**。

但是，在实际中，人们为了达到工作目的，往往还不得不多做些功。例如，沙子要装在桶里或口袋里，桶或口袋要随沙子一起提到楼上，这就不得不做功把桶或口袋也提高6 m。这部分并非我们需要但又不得不做的功叫做**额外功**。另外，在使用动滑轮提升沙子时，要克服动滑轮的重力以及滑轮运转时的摩擦，也要做额外功。

有用功加额外功，叫做**总功**。

机械效率

物理学中，把有用功跟总功的比值叫做**机械效率**。

如果用 $W_{\text{总}}$ 表示总功， $W_{\text{有用}}$ 表示有用功， η *表示机械效率，那么

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}$$

机械效率通常用百分数表示。例如，总功是500 J，有用功是400 J，机械效率就是80% ($\frac{400 \text{ J}}{500 \text{ J}} \times 100\%$)。

例题

起重机把质量为0.6 t的重物匀速提升了3 m，它的电动机所做的功是 $3.4 \times 10^4 \text{ J}$ ，起重机的机械效率是多少？(g取10 N/kg)

解：起重机做的有用功

$$W_{\text{有用}} = Gh = mgh = 0.6 \times 10^3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} \times 3 \text{ m} = 1.8 \times 10^4 \text{ J}$$

起重机做的总功

$$W_{\text{总}} = 3.4 \times 10^4 \text{ J}$$

* η 为希腊字母，汉语拼音读法是yita。

因此，起重机的机械效率是

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1.8 \times 10^4 \text{ J}}{3.4 \times 10^4 \text{ J}} \times 100\% \approx 53\%$$

使用任何机械都不可避免地要做额外功，因此机械效率总小于1。生活中，起重机的机械效率一般为40%~50%，滑轮组的机械效率一般为50%~70%，抽水机的机械效率一般为60%~80%。在影响机械效率的诸多因素中，摩擦是一个重要因素。例如，把物体拉上斜面时，就要克服物体与斜面之间的摩擦力而做额外功。除此之外，还有其他一些因素也会影响机械效率。

观察与实验

测量滑轮组的机械效率

1. 用弹簧测力计测量钩码所受的重力 G 并填入表格。
2. 按照图9-6-2安装滑轮组，分别记下钩码和弹簧测力计的位置。
3. 缓慢拉动弹簧测力计，使钩码匀速升高，读出拉力 F 的值，用刻度尺测出钩码上升的高度 h 和弹簧测力计移动的距离 s ，将这三个量填入表格。
4. 算出有用功 $W_{\text{有用}}$ 、总功 $W_{\text{总}}$ 、机械效率 η 并填入表格。
改变钩码的数量，重复上面的实验。

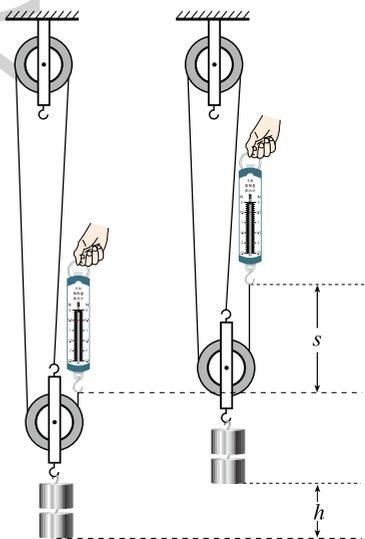


图9-6-2 测量滑轮组的机械效率

次数	钩码所受的重力 G/N	提升的高度 h/m	有用功 $W_{\text{有用}}/\text{J}$	拉力 F/N	绳端移动的距离 s/m	总功 $W_{\text{总}}/\text{J}$	机械效率 η
1							
2							
3							

你在三次实验中测得的机械效率一样吗？分析你的测量结果，看看影响滑轮组的机械效率的因素有哪些。

分析实验数据，我们会发现：在所用滑轮组一定时，提升的物体越重，机械效率越高。当然，如果减小动滑轮自身的重力，并使转动轴保持良好的润滑，也可以提高滑轮组的机械效率。

现代社会是讲效率的社会，人们总希望以尽可能少的消耗，取得尽可能多的效益。在日常生活和工农业生产中，提高机械效率、更充分地发挥机械设备的作用有着重要的经济意义。提高机械效率的主要办法是从影响机械效率的因素出发，改进机械的结构，使其更合理、更轻巧。另外，在使用中，按照技术规程，经常保养，定时润滑，使机械处于良好的运转状态，对于保持和提高机械效率也有重要作用。



动手动脑学物理

1. 有没有机械效率为100%的机械，为什么？
2. 当你用水桶从井中提水的时候，你克服桶重所做的功是_____；如果桶掉进井里，从井里捞桶的时候，捞上的桶里带上一些水，这时你克服桶重做的功是_____。（填“总功”“有用功”或“额外功”）
3. 一台起重机将重3 600 N的货物提高4 m，如果额外功是9 600 J，起重机做的有用功是多少？总功是多少？机械效率是多少？起重机在哪些方面做了额外功？



做中学

制作蜡烛“跷跷板”

工具和材料

粗细均匀的长蜡烛1根，大号缝衣针1根，相同的橡皮2块，刻度尺，纸杯2个，碟子2个，剪刀，粗铁丝，锉刀，酒精灯，打火机等。

制作方法和步骤

1. 将长蜡烛的两端剪掉一些蜡，使蜡烛的两头齐平且都露出烛芯。
2. 用刻度尺量出蜡烛的中心，即蜡烛的重心位置，使缝衣针从重心处穿过，成为中心轴。

3. 将中心轴架在两个纸杯之间，如图9-1所示。

4. 点燃蜡烛两端，可以看到，一端烛油滴下时，此端就上升。两端交替上下，形成一个蜡烛“跷跷板”。



图9-1 蜡烛“跷跷板”

观察与思考

1. 仔细观察蜡烛“跷跷板”，想一想，它的两端为什么不断地轮番升起、落下？

2. 试着再剪取一段粗铁丝，在其中心处横向锉一道槽，在铁丝两端插上橡皮块，将铁丝的槽放在支架上（图9-2）。调节橡皮块的位置，使铁丝水平。然后用酒精灯加热粗铁丝的一端，将会出现什么现象？为什么？



图9-2 橡皮块“跷跷板”

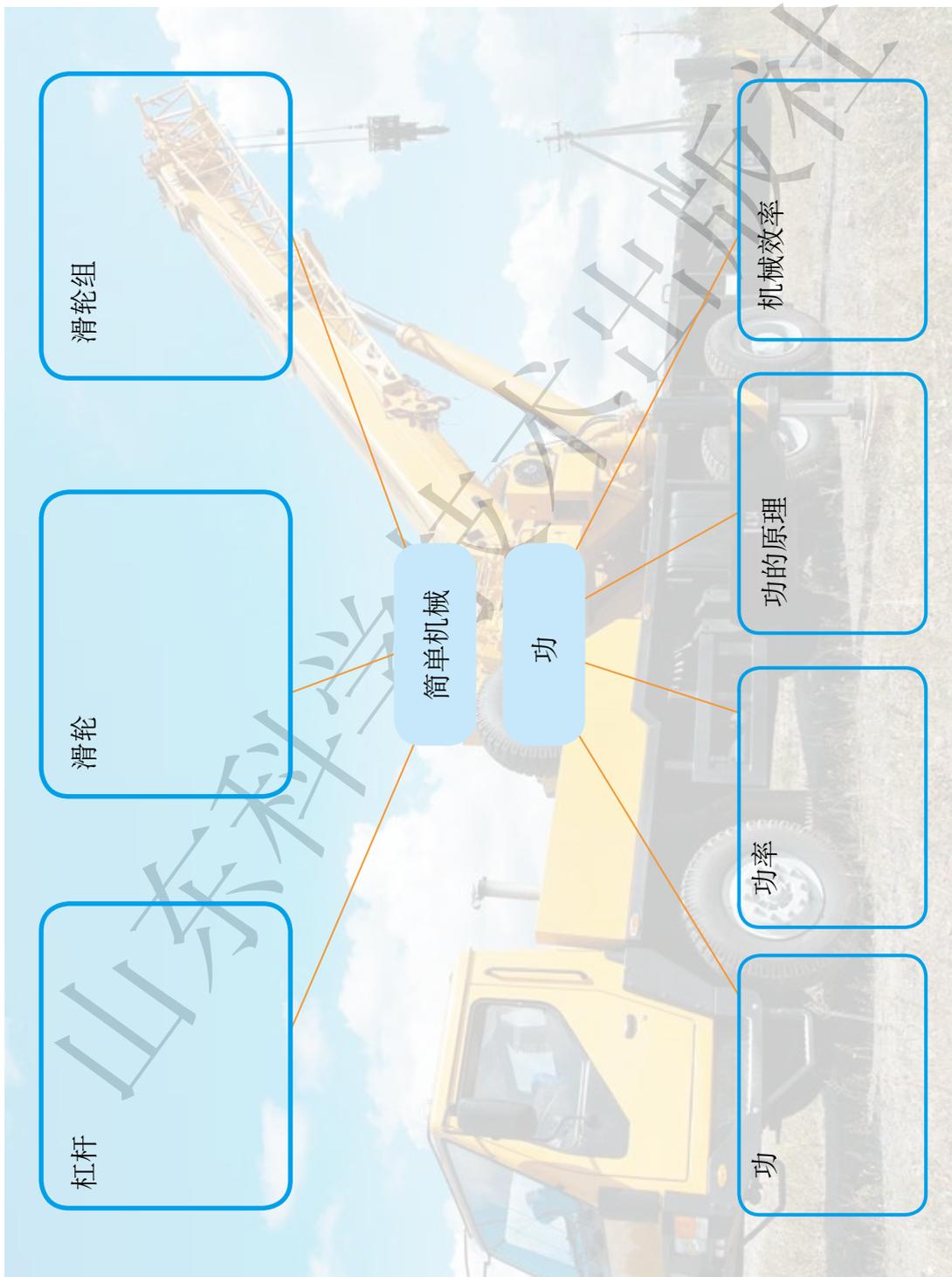
注意事项

1. 使用剪刀等工具时要注意安全。
2. 为了避免掉下来的蜡烛油弄脏桌子，可以在每端烛焰下方放个小碟子。
3. 缝衣针穿过蜡烛的孔要大一些，以蜡烛能顺利绕中心轴转动为宜。

动手做一做，看看除了这些需要注意的事项以外，要保证实验顺利进行，还有没有其他需要注意的事项。



学到了什么



满载游客的过山车，在机械的带动下向着轨道的最高端攀行……忽然，它像一匹脱缰的野马，从轨道的最高端飞驰而下！它又如一条蛟龙，时而上下翻腾，时而左右摇摆，一次次驶上高高耸立着的大回环的顶端……

你知道过山车的速度为什么有那么多的变化吗？你知道过山车为什么能够到达大回环的最高处吗？



第一节 动能

动能的概念



图10-1-1 子弹击穿玻璃杯



图10-1-2 风吹动柳枝

子弹能击穿玻璃杯，风能吹动柳枝，飞行的子弹、流动的空气都做了功。物体能够对外做功，表示这个物体具有**能量**（**energy**），简称**能**。在物理学中，与功的单位一样，能的单位也是**焦耳**，简称**焦**，符号是**J**。

物体由于运动而具有的能，叫做**动能**（**kinetic energy**）。

动能的大小

不同的运动物体，它们具有的动能一般不同。



观察与实验

探究动能的大小与哪些因素有关

提出问题

一颗步枪子弹出枪膛时具有的动能约为 $5 \times 10^3 \text{ J}$ ，而一头行走的牛具有的动能约为 160 J 。物体动能的大小与哪些因素有关？

猜想与假设

在汽车的碰撞测试中，同一辆汽车，速度越大，损伤程度越大。

当一个小学生和一个身高体壮的成年人分别走过你身旁，不经意间与你发生碰撞时，你有什么感受？

根据上述情景或其他事例，我们猜想，物体的动能与物体运动的速度和质量有关。

设计实验与
制订计划

物体动能的大小可能与多个因素有关。因为能够做功的物体具有能量，所以可以利用做功的多少来判断动能的大小。我们用下面的方法来探究：

从斜面上滑下的小车 A 碰上物体 B 后，能将 B 推出一段距离。在同样的平面上， B 被推得越远，说明 A 对 B 做的功越多， A 具有的动能就越大。

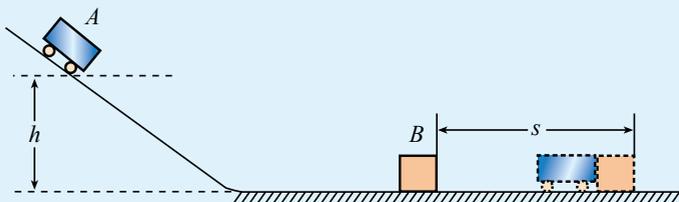


图10-1-3 动能的大小与哪些因素有关

1. 让质量不同的小车由斜面的同一高度滑下，它们到达水平面时的速度相同。观察小车把 B 推出的距离，记录实验结果。

实验序号	到达水平面时的速度大小	小车的质量	木块被推出的距离
1			
2			
3			
...			

进行实验与
收集证据

2. 让同一个小车从斜面的不同高度滑下，它们到达水平面时的速度大小不同。观察小车把 B 推出的距离，记录实验结果。

实验序号	小车释放的高度	到达水平面时的速度大小	木块被推出的距离
1			
2			
3			
...			

分析与论证

分析实验结果，你有哪些发现？

实验结果表明：**质量相同的物体，运动的速度越大，它的动能越大；运动速度相同的物体，质量越大，它的动能也越大。**

小资料



一些物体的动能 E/J

人步行	30	人骑自行车	800
行走的牛	160	步枪子弹出膛时	5×10^3
砖块从10 m高处落地时	200	高速路上行驶的小轿车	6×10^5

* 数据为约数。



想想议议

为什么要对机动车的行驶速度进行限制？为什么在同样的道路上，对不同车型限制的车速不一样？

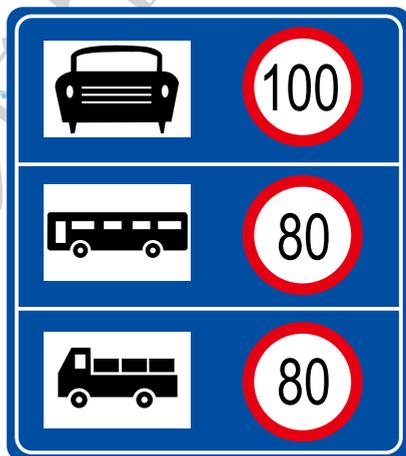


图10-1-4 道路限速标志

在《中华人民共和国道路交通安全法》及其《实施条例》中，专门规定了各种道路、各种车型和各种情形的最高时速。机动车在道路上行驶，不得超过限速标志标明的最高时速。

动手动脑学物理

1. 物体的质量和它的速度都能影响物体的动能。请你研究本页“小资料”的数据，思考：质量和速度相比，哪个对物体的动能影响更大？

2. 阅读图10-1-5的剪报，用物理知识解释：为什么小小的馒头能把人砸伤？

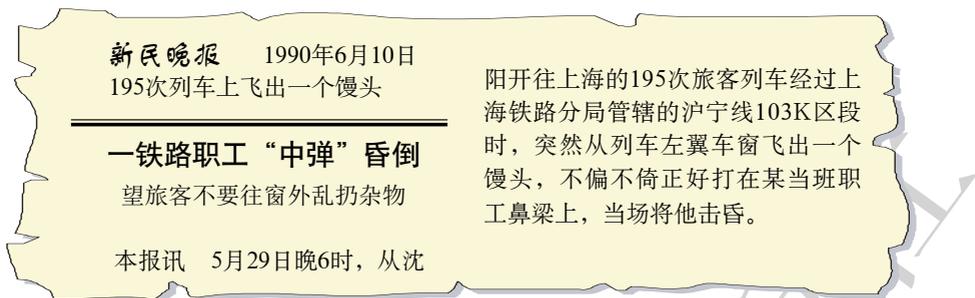


图10-1-5 馒头也能伤人

3. 正在工作的洒水车匀速行驶时，它的动能是否变化？怎样变化？



图10-1-6 正在工作的洒水车

第二节 势能 ●●●

势能的概念

滑雪运动员从高处滑下来时具有动能，是因为他从山脚到山顶的过程中储存了能量（图10-2-1）。物体由于高度所决定的能叫做**重力势能**。

射箭运动员把弓拉弯，给弓储存了能量；球拍击打网球时，发生形变的球拍也具有能量（图10-2-2）。物体由于发生弹性形变而具有的能叫做**弹性势能**。

重力势能和弹性势能统称**势能**（potential energy）。



图10-2-1 物体由于被举高而具有重力势能



图10-2-2 物体由于发生弹性形变而具有弹性势能

重力势能的大小

从不同高处落下的物体，重力都做功。天空飞来的小陨石块落到地面时，可以把地面砸一个深坑。在盖房子、修公路时，人们常常利用被举高的夯的重力势能来夯实地基和路面。

那么，重力势能的大小与哪些因素有关？

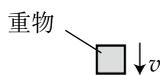
观察与实验

重力势能的大小与哪些因素有关

把一个实验小桌放在箱体透明的沙箱中。让重物从高处落下，打击小桌，观察桌腿陷入沙子的深度。桌腿陷入沙子越深，说明重物的重力势能越大。

1. 观察同一重物从不同高度落下时桌腿陷入的深度，记录实验结果。

实验序号	重物下落的高度	桌腿陷入沙子的深度
1		
2		
3		
...		



2. 换用不同质量的重物，让它们从同一高度落下，观察并记录实验结果。

实验序号	重物的质量	桌腿陷入沙子的深度
1		
2		
3		
...		

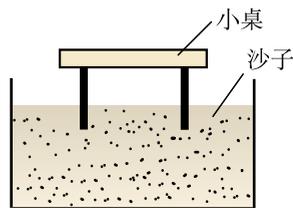


图10-2-3 重力势能的大小与哪些因素有关

3. 分析实验结果，你有哪些发现？

实验结果表明：**物体的重力势能与其质量和被举高的高度有关。高度相同的物体，质量越大，它的重力势能越大；质量相同的物体，高度越高，它的重力势能越大。**

物体被举高的高度不同，具有的重力势能一般不同。例如，一个质量为 60 kg 的跳水运动员，当他站在距水面 3 m 高的跳板上时，他具有的重力势能约为 1 800 J；当他站在距水面 10 m 高的跳台上时，他具有的重力势能约为 6 000 J。

弹性势能的大小

如图 10-2-4 所示，把绳子烧断，让压缩的弹簧放松。弹簧压得越紧，放松时做的功越多，它的弹性势能就越大。

如图 10-2-5 所示，弓拉得越弯，放手时，箭射得越远，弓对箭做的功就越多，它的弹性势能就越大。

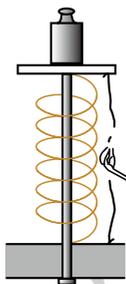
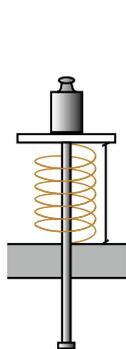


图 10-2-4 发生弹性形变的弹簧具有弹性势能

图 10-2-5 拉弯的弓具有弹性势能

实验表明：**物体的弹性形变越大，它具有的弹性势能就越大。**

动手动脑学物理

1. 跳伞运动员在空中匀速下落的过程中，动能改变吗？他的重力势能改变吗？
2. 有一种打夯机，在工作时将重锤提升到高处后释放，重锤砸在地面上，会将松软的地面夯实。请你谈谈增加重锤的重力势能的方法。
3. 联系日常生活或生产实际，列举利用弹性势能的实例。

第三节 机械能及其转化

动能和势能的相互转化

观察与实验

滚摆动能和势能的转化

把一个滚摆（图10-3-1所示的装置）悬挂在框架上。用手捻动滚摆，使悬线缠在轴上，将滚摆升高到最高点。放开手，观察滚摆的运动，并思考它的动能和势能的变化。

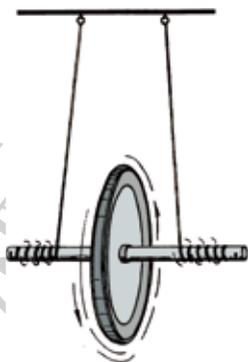


图10-3-1 滚摆

通过观察发现，滚摆旋转着下降，越转越快。到最低点时，滚摆转而上升。上升过程中，它越转越慢，直到差不多回到原来的位置。然后它又不断下降、上升，重复原来的运动。

在这个过程中，滚摆的动能和势能怎样变化呢？

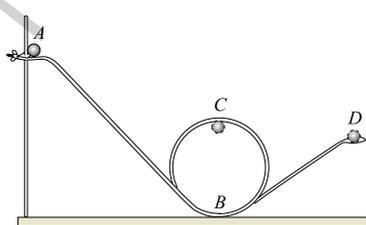
滚摆下降时，它的重力势能越来越小，动能越来越大，重力势能转化为动能；滚摆上升时，它的动能越来越小，重力势能越来越大，动能转化为重力势能。

想想议议

分析图10-3-2所示运动中物体动能和势能的转化。



甲 上发条后，“体操人”上下翻转



乙 小球从高处滚下



丙 弯曲的跳板把人弹至高处

图10-3-2 动能和势能的转化

你能否设计一个小实验，亲手做一做，用来表现物体动能、势能的转化？

机械能

动能与势能之和称为**机械能** (mechanical energy)。机械能是一种常见的能量。动能是物体运动时具有的能量，势能是存储着的能量。

一个物体可能既具有动能，又具有势能。例如，飞行中的飞机，因为它在运动而具有动能，又由于它在空中而具有重力势能。这两种能的总和，就是它的机械能。

动能和势能可以相互转化。

如果只有动能和势能相互转化，机械能的总和不变。或者说，在只有动能和势能相互转化时，机械能是守恒的。



想想议议

用绳子把一块橡皮悬挂起来。把橡皮贴近自己的鼻子，稳定后松手，头不要动。橡皮向前摆去又摆回来。橡皮摆回时会碰到你的鼻子吗？会距离你的鼻子很远吗？

在这个实验里，橡皮的动能和势能在不断转化。在转化过程中，其机械能的总量有什么变化？

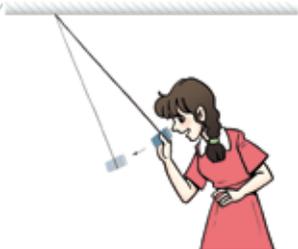


图10-3-3 橡皮会打到鼻子吗

例题

试分析：一个小孩从高度相同、长度不同的两个滑梯分别滑下，哪一次滑到底端的速度大？

解：这道题目的情景如图10-3-4所示，可以分两种情况讨论。

(1) 运动阻力可以忽略的情况。

如果摩擦力和其他阻力都可以忽略，儿童在下滑过程中，机械能守恒。

在这种情况下，他的重力势能全部转化为动能。由于下滑的高度相同，他在滑下前的重力势能相同，无论从哪个滑梯滑到底端，动能都相同。因此，两次速度都相同。

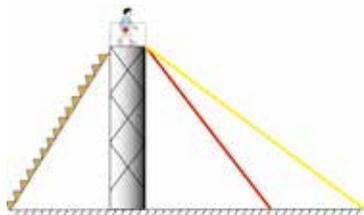


图10-3-4 滑梯

(2) 运动阻力不能忽略的情况。

如果摩擦力和其他阻力不能忽略，儿童在滑下过程中，机械能不守恒。

这种情况下，他的重力势能只有一部分转化为动能。由于下滑的高度相同，他在滑下前的重力势能相同。滑梯的坡度越大，他下滑到底端的路程就越短，消耗的能量就越少，到达底端时具有的动能就越大。因此，从短滑梯上滑到底端时的速度大。



科学世界

人造地球卫星

人造地球卫星在大气层外环绕地球运行。它的速度很快，一天内可以绕地球飞行几圈到十几圈，能够迅速获取大量信息。因此，人造地球卫星被广泛用于全球通信、军事侦察、气象观测、资源普查、环境监测、大地测量等方面。

1957年10月4日，前苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星。1958年2月1日，美国也发射了人造地球卫星。

1970年4月24日，我国成功地发射了自己的第一颗人造地球卫星。卫星轨道的近地点高度是439 km，远地点高度是2 384 km，轨道平面与地球赤道平面夹角为 68.5° 。卫星质量为173 kg，绕地球一周需要114 min，用20 MHz的频率播放《东方红》乐曲。

人造地球卫星沿椭圆形轨道绕地球运行，离地球最近的一点叫做近地点，最远的一点叫做远地点。卫星在运行过程中机械能守恒。卫星从远地点向近地点运动时，它的势能、动能、速度如何变化？卫星从近地点向远地点运动时，它的势能、动能、速度又如何变化？

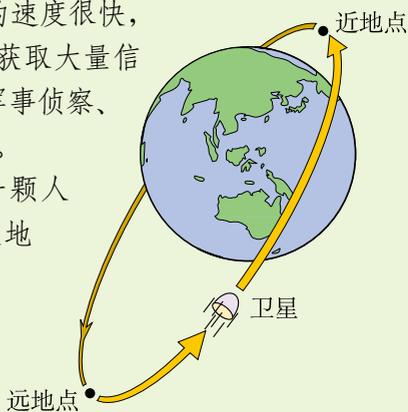


图10-3-5 人造地球卫星的轨道示意图

动手动脑学物理

1. 图10-3-6表示跳远运动的几个阶段：起跳、腾空、落地。试分析跳远运动员在起跳后的能量转化情况。



图10-3-6 跳远

2. 打夯时，夯锤高高抛起又落下，砸在工作面上（图10-3-7）。请你说说打夯过程中能的转化。

3. 弹簧门在推开以后能自动关闭（图10-3-8）。请你从能的转化来说明这一现象。



图10-3-7 打夯

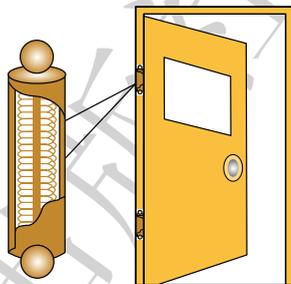


图10-3-8 弹簧门

第四节 水能和风能 ●●●

在地球上，海水朝夕涨落，江河日夜奔流；有时微风拂面，有时狂风劲吹。从能量的角度来看，自然界的流水和风都是具有大量机械能的天然资源，是可以用来为人类服务的。



图10-4-1 流动的水具有机械能



图10-4-2 风具有机械能

水能

早在1 900多年前，我们的祖先就制造了木制的水轮，让流水冲击水轮转

动，用来汲水、磨面、碾谷。图10-4-3所示就是古老的水磨。这类水轮机的功率不大。

随着生产规模的扩大，越来越需要强大的动力机，这种需要推动了科学技术的发展。到了18世纪，人们已制造出大功率的水轮机，供纺织厂、冶金厂使用。利用水轮机做动力，工厂必须建造在河流旁。

人们掌握了电的知识以后，到19世纪，已经会用水轮机带动发电机发电，再把电送到工厂中去。这样，工厂就可以建在更为合适的地方，而不一定要建在河边了。

随着科学技术的不断发展，人们已能制造越来越大、越来越好的水轮机。图10-4-4是现代的轴流式水轮机的叶轮。大型水轮机不但功率大，可达几十万千瓦，而且效率高。

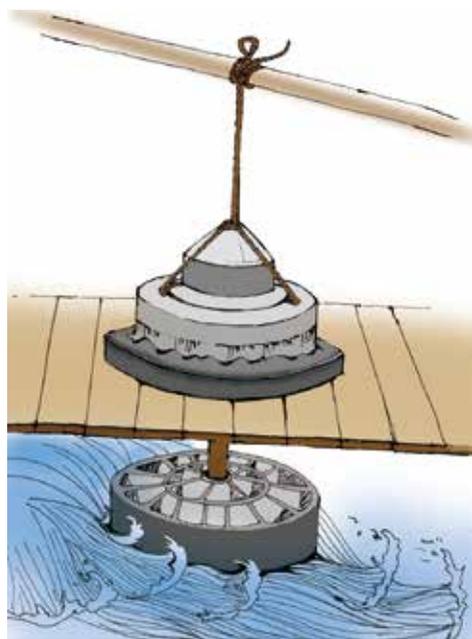


图10-4-3 水磨
(来自《天工开物》)

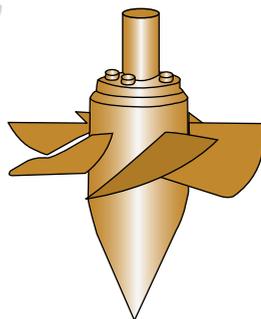


图10-4-4 轴流式水轮机的叶轮

轴流式水轮机的轴竖直地装在轴承上，轴的下端有3~6片叶轮。水沿着轴的方向流来并冲击叶轮时，水的能量传递给水轮机，带动发电机发电。

要想让水轮机产生很大的功率，单位时间内流入水轮机的水要具有较大的能量。为此，可以修筑拦河坝，来提高坝前的上游水位，而在坝的底部安装水轮机。水位提高得越高，水的重力势能越大，单位时间内流入水轮机的水具有的能量就越大，转化成水轮机的动能也就越大，水轮机的功率就越大。正因如此，现代大型水电站的拦河坝修得很高，有的甚至超过300 m。图10-4-5表示水轮机安装在水电站中的情形，发电机装在水轮机的上面，它们的轴连接在一起。

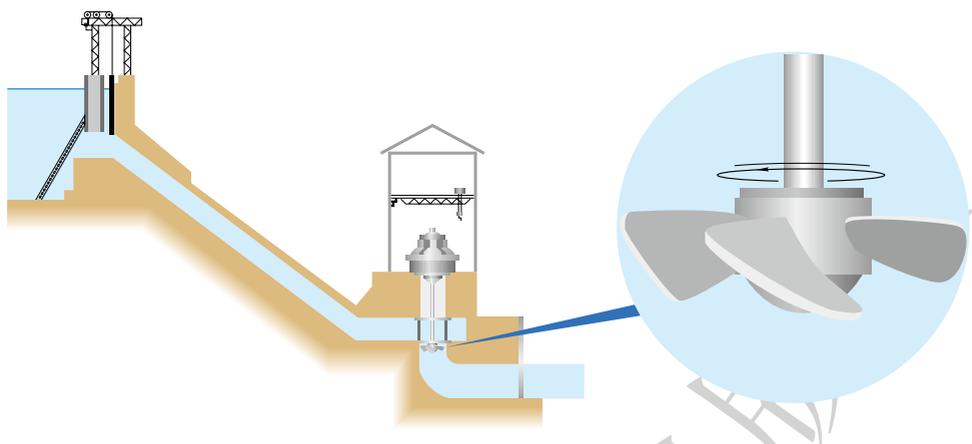


图10-4-5 水电站剖面示意图

海水的潮汐也具有巨大的能量。近年来，潮汐发电的研究已经取得成功。我国海岸线长达18 000 km，具有丰富的潮汐资源，某些沿海省份已经建成一些中小型潮汐电站（图10-4-6）。

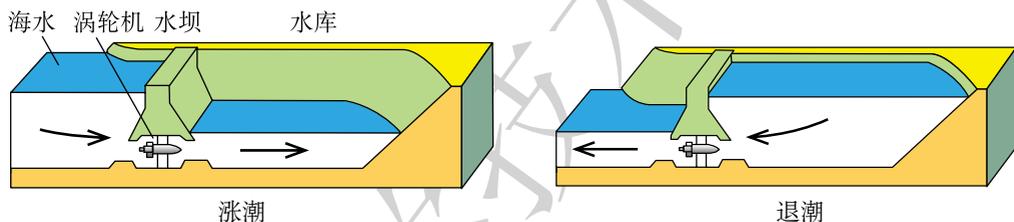


图10-4-6 潮汐电站剖面示意图

风能

我国早在2 000多年前就开始利用风来驱动帆船航行，至少在1 700多年前已开始利用风来推动风车做功。

风能利用起来比较简单，而且不会污染环境。但风能不稳定，也不便于储存。我国沿海岛屿和内陆草原牧区有较丰富的风能，在这些地方，可利用风力发电机做一些允许间断的工作（图10-4-7）。

单个风力发电机的输出功率较小，在风力资源丰富的地区，可同时安装几十台到几百台风力发电机，一起供电，成为“风车田”。



图10-4-7 风力发电机



科学合理开发水资源

我国较大的河流有1500多条,水能蕴藏量达 6.8×10^8 kW,其中可以开发利用的有 3.8×10^8 kW,居世界第一位。新中国成立以来,我们在水能利用上已取得了很大的成绩。在黄河上,已在龙羊峡、刘家峡、盐锅峡、八盘峡、青铜峡、三门峡等地修建了大型水电站,总发电能力达 3.56×10^6 kW。在西南各省水资源丰富的地方,建立了许多中小型水电站。有些地区还建设了蓄能电站:用电量低时,利用富余的电能把水从低水位抽到高水位,到用电高峰时再放水发电。截至2010年年底,我国水电站年发电量已达 3.5×10^{12} kW·h*。这些水电站已成为我国能源开发的重要组成部分。2010年7月,三峡水电站机组实现了 1.82×10^7 kW、满出力168小时运行试验目标,日发电量突破 4.3×10^8 kW·h,占全国日发电量的5%。

水利水电工程在发挥防洪、灌溉、供水、发电等作用的同时,必然会改变区域小环境,可能会对自然生态环境等造成不利的影 响。因此,要科学合理开发水资源,不能盲目无序开发。



动手动脑学物理

调查周边地区水能或风能资源及其利用情况。



做中学

制作“自动爬坡机”

工具和材料

圆柱形八宝粥罐(或塑料罐、茶叶罐)1个,粗橡皮筋1条,重螺母1个,锥子,竹签,长木板。

制作方法与步骤

在八宝粥罐的盖和底上各开两个小洞。将螺母用细绳绑在橡皮筋的中部并穿入盒中,橡皮筋两端穿过小洞,用竹签固定。做好后,将它从不太陡的斜面滚下。

观察是否有什么出人意料的现象。

怎样解释你所看到的现象?

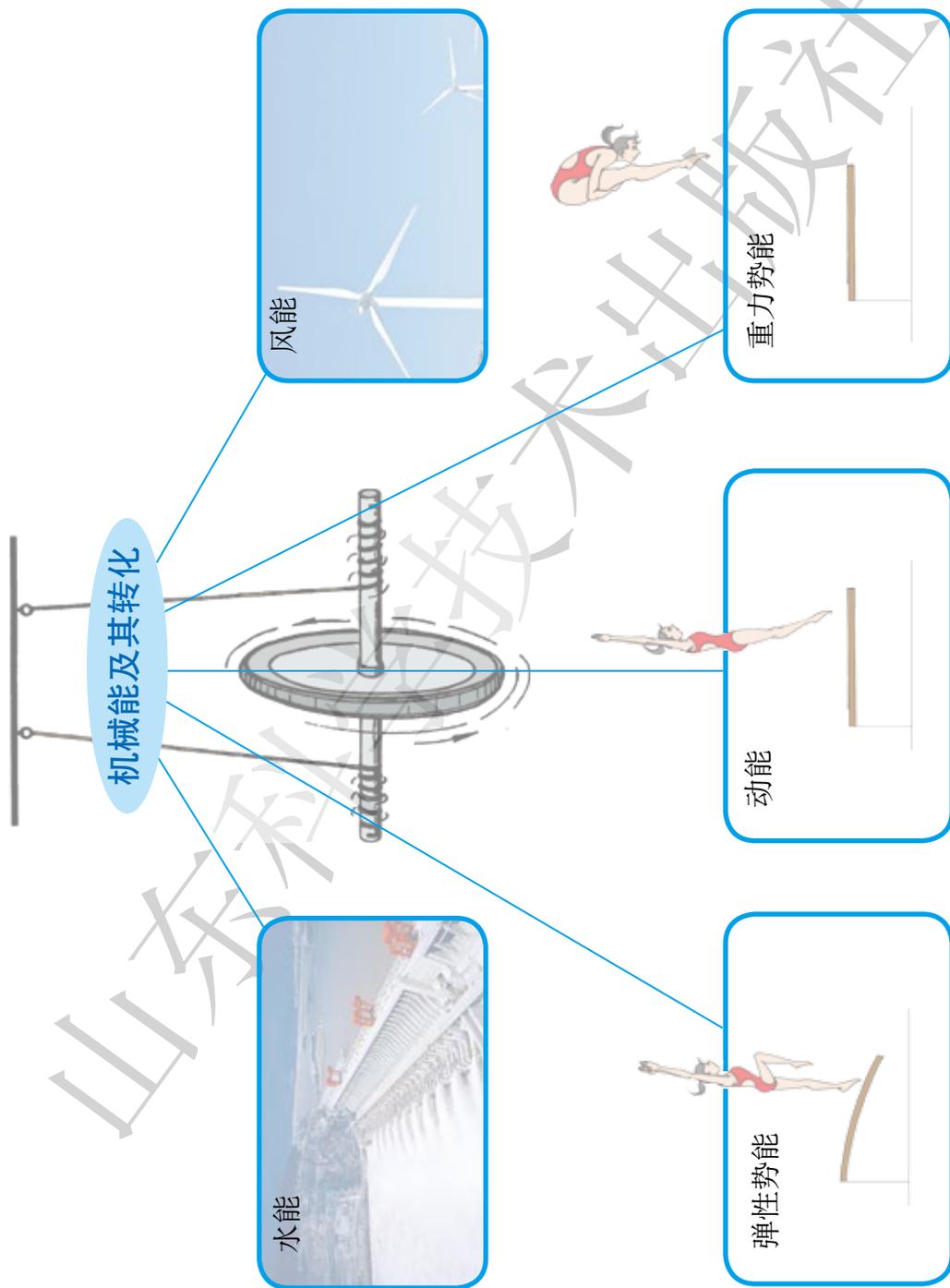


图10-1 “自动爬坡机”

* “千瓦时”是能量单位,符号是kW·h,即平常所说“用了几度电”的“度”。 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。



学到了什么



后 记

本套教科书第一版于2005年经全国中小学教材审查委员会初审通过,改编自人民教育出版社出版的义务教育教科书《物理》。2011年,我们在广泛征询实验区意见和建议的基础上,组织相关人员对教科书进行了修订。新教科书力求全面贯彻《义务教育课程标准》(2011年版)的精神,以素质教育为出发点,适当体现物理科学的新进展,强调知识、技能在实际生活中的应用;同时着重关注五四制学校的特点和学生的学习情况,贴近学生生活,满足多样化的学习要求。

本套《物理》教科书共四册,供八、九年级学生使用。本书是八年级下册。参加人民教育出版社教材编写的有:彭前程、付荣兴、谷雅慧、黄恕伯、金新喜、张颖。参加本册教材编写的有:彭前程、王成、孙忠武、杨龙飞、张红云、徐春艳。全书由孙忠武、王成统稿,由彭前程审稿。

教科书的改编得到了山东省教育厅、山东出版集团、人民教育出版社、山东省教学研究室、烟台市教育科学研究院、威海市教育教学研究中心、淄博市教学研究室、莱芜市教学研究室、济宁市教学研究室、泰安市教育局基础教育教学研究室和青岛莱西市教体局教研室等单位领导和各学科专家的帮助与支持,在此我们表示衷心的感谢!

本套教材中的个别图片引自相关图书和资料,因各种原因未能及时联系到相关作者及出版单位,在此谨表感谢与歉意。

欢迎广大师生在使用过程中提出修改意见和建议,以利于教科书不断改进和完善。

义务教育教科书（五·四学制）

物理 八年级下册

YIWU JIAOYU JIAOKESHU (WU · SI XUEZHI)

WULI BANIANJI XIACE

本书编写组 编

主管单位：山东出版传媒股份有限公司

出版者：山东科学技术出版社

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：(0531) 82098088

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：sdkj@sdebc.com

发 行 者：山东新华书店集团有限公司

地址：济南市万寿路 19 号

邮编：250001 电话：(0531) 82797666

印 刷 者：山东新华印刷厂潍坊厂

地址：潍坊市潍州路 738 号

邮编：261031 电话：(0536) 2116806

规格：16 开（184mm × 260mm）

印张：7

版次：2012 年 11 月第 2 版 2019 年 10 月第 15 次印刷

定价：6.76 元

著作权所有 · 请勿擅自用本书制作各类出版物 · 违者必究