



教育部审定
2018
聿校义务教育实验教科书



物理

WULI

八年级
下册

人民教育出版社

聋校义务教育实验教科书

物理

八年级 下册

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心 | 编著 |

人教版®

人民教育出版社

· 北京 ·

主 编：孙 新
分册主编：谷雅慧 杜明霞
编写人员：彭前程 孙 新 魏 昕 邹丽晖
责任编辑：彭 征
美术编辑：胡白珂

封面设计：房海莹
插 图：李思东 张傲冰
封面绘图：孙联群

教材义务教育实验教科书 物理 八年级 下册

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
物理课程教材研究开发中心

出 版 人民教育出版社
(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081)
网 址 <http://www.pep.com.cn>
经 销 全国新华书店
印 刷 ×××印刷厂
版 次 2018年9月第1版
印 次 年 月第 次印刷
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 5.25
字 数 119千字
书 号 ISBN 978-7-107-33101-5
定 价 5.30元

价格依据文件号：京发改规〔2016〕13号

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使
用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题,请登录中小学教材意见反馈平台:jcyjfk.pep.com.cn
如发现印、装质量问题,影响阅读,请与本社联系.电话:400-810-5788

绿色印刷 保护环境 爱护健康

亲爱的同学们:

你们手中的这本教科书采用绿色印刷标准印制,在它的封底印有“绿色印刷产品”标志。从2013年秋季学期起,北京地区出版并使用的义务教育阶段中小学教科书全部采用绿色印刷。

按照国家环境标准(HJ2503-2011)《环境标志产品技术要求 印刷 第一部分:平版印刷》,绿色印刷选用环保型纸张、油墨、胶水等原辅材料,生产过程注重节能减排,印刷产品符合人体健康要求。

让我们携起手来,支持绿色印刷,选择绿色印刷产品,共同关爱环境,一起健康成长!

北京市绿色印刷工程

目录



第六章 力 1

第1节 力 2

第2节 弹力 6

第3节 重力 9



第七章 运动和力 16

第1节 牛顿第一定律 17

第2节 二力平衡 21

第3节 摩擦力 24



第八章 压强和浮力 30

第1节 压强 31

第2节 液体的压强 35

第3节 大气压强 38

第4节 浮力 42

第5节 物体的浮沉条件及应用 46



第九章 功和机械能 49

第1节 功 50

第2节 功率 54

第3节 动能和势能 57

第4节 机械能及其转化 61



第十章 简单机械 64

第1节 杠杆 65

第2节 滑轮 71

* 第3节 机械效率 76

人教版®

第六章 力

在险峻的绝壁上，徒手攀岩者稳如壁虎又矫似雄鹰。这项挑战自然、超越自我的惊险运动，被誉为勇敢者的“岩壁芭蕾”。说它惊险，是因为攀岩者仅靠手脚灵活运用抓、撑、蹬等动作，用“力”实现身体的平衡，从而到达难以企及的顶点。

像很多体育项目一样，攀岩运动中蕴含了非常丰富的力学知识。从本章开始，让我们一起走进力的世界，揭开它神秘的面纱。



第1节 力



图6.1-1

押加是我国少数民族体育项目之一，又称为大象拔河。比赛中，两个人通过腿、腰、肩和颈用“力”拖动布带互拉，以决胜负（图6.1-1）。

力

生活中，我们经常要用力（force）。人推车，人用了力，车受到了力；双手拉弹簧，人用了力，弹簧受到了力。人可以对物体施力，其他物体也可以对别的物体施力。推土机推土时，推土机对土施力；磁体吸引铁钉时，磁体对铁钉施力。

为了研究问题方便，在物理学中常把生活中所说的“推”“拉”“吸引”等概括为“作用”。这样，我们可以说，力是物体对物体的作用。发生作用的两个物体，一个是施力物体，另一个是受力物体。

在物理学中，力用符号 F 表示，它的单位是牛顿（newton），简称牛，符号是N。托起两个鸡蛋所用的力大约是1 N。

力的作用效果

用力捏橡皮泥（图6.1-2甲），观察橡皮泥的形状有什么变化；用力压或拉弹簧（图6.1-2乙），观察弹簧的形状（长度）发生了怎样的变化。

用力捏橡皮泥时，橡皮泥的形状发生了变化。用力压或拉弹簧时，弹簧的形状也发生了变化。

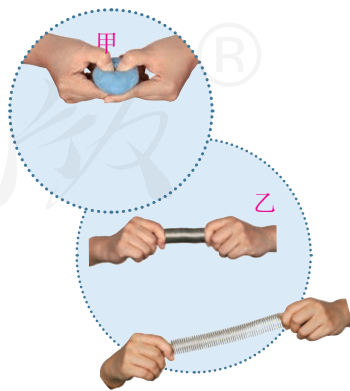


图6.1-2

可见，力能改变物体的形状，使它发生形变。

力除了可以使物体发生形变外，还有其他作用效果吗？



演示

1. 一个小铁球静止放在水平桌面上，当一个磁体靠近它时，会看到小铁球向磁体方向运动(图6.1-3甲)。

2. 让小铁球从斜面上滚下，在它运动路径的侧旁放一个磁体(图6.1-3乙)，经过磁体附近时小铁球的运动方向会发生偏转。

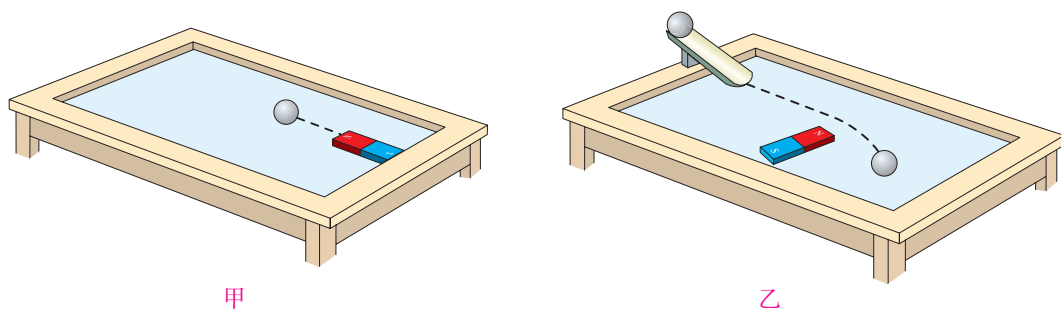


图6.1-3 小铁球受到磁体的作用

在物理学中，物体由静止开始运动或由运动变为静止、物体运动的快慢或方向发生改变，这几种情况都叫做“物体的运动状态”发生了变化。上面的实验现象表明，力可以改变物体的运动状态。

力的三要素和力的示意图

用力越大，弹簧被拉得越长（或压得越短）；打台球时，击球用力的大小和方向都会影响到球能否入袋。

更多的事实告诉我们：力的大小、方向不同，作用效果就不同。除了大小和方向以外，还有什么会影响力的作用效果？



想想做做

如图 6.1-4，分别在 A、B、C 处用同样大小的力推门，感受手推门的难易程度有什么不同。

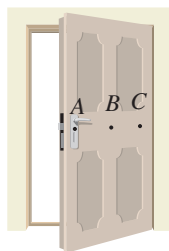


图6.1-4 力作用的位置不同，其作用效果一样吗？

越靠近门轴推门，越费力。可见，不仅力的大小、方向会影响力的作用效果，力的作用点也会影响力的作用效果。我们把力的**大小**、**方向**、**作用点**叫做力的三要素。

在研究力的问题中怎样简单、方便地表示力呢？

物理学中通常用一条带箭头的线段表示力。如图 6.1-5，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。在同一幅图中，力越大，线段应该越长。

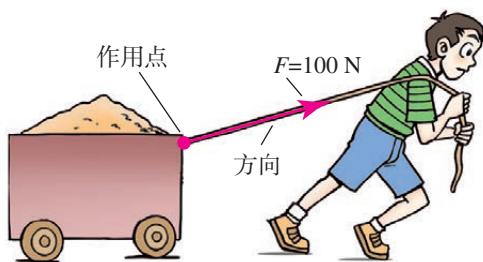


图6.1-5 用100 N 的力拉车

有时还可以在力的示意图上用数值和单位标出力的大小。于是，这样一条带箭头的线段就把力的大小、方向、作用点都表示出来了。

力的作用是相互的

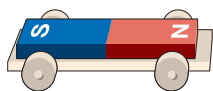
我们提水桶时，会感到手受到水桶向下的拉力。可见，不但手对水桶施加了力，水桶对手也施加了力。



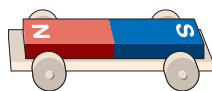
想想做做

1. 如图 6.1-6 甲, 在两个靠得较近的小车上分别放一块磁体, 松手后观察发生的现象。

2. 让一位同学穿上旱冰鞋推墙 (图 6.1-6 乙), 观察发生的现象。



甲 磁体之间的相互作用



乙 用手推墙

图 6.1-6 力的作用是相互的

实验结果表明, 一个物体对另一个物体施力时, 另一个物体也同时对它施加力的作用。也就是说, 物体间力的作用是相互的。



动手动脑学物理

1. 在物理学中, 力用符号 F 表示, 它的单位是_____。
托起两个鸡蛋所用的力大约是_____。

2. 请举例说明: (1) 力能使物体发生形变; (2) 力能改变物体的运动状态; (3) 力的作用效果与力的大小、方向、作用点有关系。

3. 在图 6.1-7 上已画出线对灯的拉力的示意图。请根据力的示意图写出拉力 F 的大小、方向和作用点。

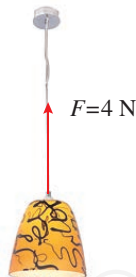


图 6.1-7

4. 如图 6.1-8, 一位同学沿水平方向用 75 N 的力推箱子, 请在图中画出这个力的示意图。



图 6.1-8

第2节 弹力

轻压一把直尺，使它发生形变，撤去压力，直尺会恢复原状；把橡皮筋拉长，松手后，橡皮筋会恢复到原来的长度；撑竿跳高运动员将竿压弯（图6.2-1），松手后，撑竿也会恢复原状。



图6.2-1 撑竿跳高

弹力

直尺、橡皮筋、撑竿等，在受力时会发生形变，不受力时，又恢复到原来的形状，物体的这种性质叫做弹性，这种形变叫做弹性形变。有些物体，如橡皮泥，形变后不能自动地恢复到原来的形状，物体的这种性质叫做塑性。

我们把尺子压弯、把橡皮筋拉长时，可以感受到它们对手有力的作用。物体由于发生弹性形变而产生的力叫做**弹力**（elastic force）。水杯放在桌面上，桌面受到水杯的压力，会发生不易察觉的形变；从而产生对水杯的支持力。这里的压力和支持力是弹力。

物体的弹性有一定的限度，超过这个限度就不能恢复到原来的形状。例如，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。在弹性限度内，弹簧受到的拉力越大，弹簧的伸长量就越长。利用这个道理做成的测力计，叫做弹簧测力计。在

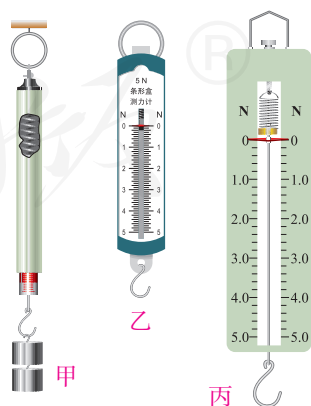


图6.2-2 常用弹簧测力计

物理实验室中常用的几种弹簧测力计如图6.2-2所示。使用弹簧测力计的时候，首先要看清它的量程。加在弹簧测力计上的力不允许超过它的最大测量值，否则会损坏弹簧测力计。

下面让我们通过实验，学习弹簧测力计的使用方法。



实验

练习使用弹簧测力计

1. 观察弹簧测力计的量程，并认清它的每个小格表示多少牛。

2. 检查弹簧测力计的指针是否指在零刻度线上，如果不在，应该把指针调节到零刻度线上。

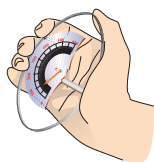
3. 用手拉弹簧测力计的挂钩，分别使指针指到1 N、3 N、5 N的位置，感受1 N、3 N、5 N的力。

4. 测量身边小物体对弹簧测力计的拉力。

(1) 把文具袋悬挂在弹簧测力计的挂钩上，文具袋对弹簧测力计的拉力 $F_1 =$ _____。

(2) 用弹簧测力计沿水平方向拖动桌面上的文具袋，测量文具袋对弹簧测力计的拉力 $F_2 =$ _____。

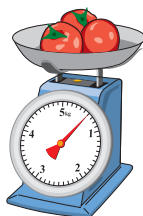
测力计的种类很多，除了图6.2-2所示的几种弹簧测力计，人们还制造了其他形式的测力计，如握力计、弹簧秤、托盘秤等（图6.2-3）。其中，弹簧秤和托盘秤测量的是弹簧受到的拉力或压力，为了在生活中使用方便，其刻度盘以“kg”定标。



甲 握力计



乙 弹簧秤



丙 托盘秤

图6.2-3 各种测力计



科学世界

材料的力学性能

材料的力学性能，是指材料受力时的形变情况及其抵抗破坏的能力，通常包括弹

性与塑性、脆性与韧性等。无论是何种材料，受力时都会发生形变，有的发生弹性形变，有的发生塑性形变。不同材料发生弹性形变、塑性形变的难易程度不同。

有些材料当受力达到一定值时，会突然断裂，且无明显的塑性形变，这种性质叫做脆性。例如，轻轻一掰，饼干就会变成碎片。

力学性能是选择材料的重要指标。

1986年1月28日，挑战者号航天飞机在升空时意外爆炸，举世震惊。在随后的事故调查中，物理学家费恩曼用一个简单的实验说明了问题的原因。航天飞机上有一个环形圈，它嵌在火箭两个部件的接合处，为的是防止燃料从缝隙泄漏出来。发射当天的天气非常寒冷，环形圈变得非常坚硬，密封效果变差，造成燃料泄漏，酿成惨剧。

随着科技的发展，人们发明了很多具有特殊力学性能的新材料。有的材料不但很轻，而且强度很高，例如铝合金、碳纤维等。有的合金材料还具有形状记忆功能，用这种材料制作的产品，经过冷却，可以揉做一团，受热后形状会自动恢复。

动手动脑学物理

1. 橡皮泥受到手的压力，留下漂亮的指印。

橡皮泥发生的是_____形变。跳板被跳水运动员压弯，运动员离开后，又恢复到原来的形状，跳板发生的是_____形变。

2. 物体由于发生弹性形变而产生的力叫做_____。

3. 请读出图 6.2-4 中两个弹簧测力计的示数。图甲中圆筒测力计每个小格表示 0.1 N，此时的示数为_____N；图乙中测力计的示数为_____N。

4. 如图 6.2-5 甲，选取一个厚玻璃瓶，用力捏它，玻璃瓶会发生形变吗？将玻璃瓶中装满水，把细玻璃管通过带孔的橡皮塞插入瓶中（图乙）。再用力捏玻璃瓶，你可以观察到细管中水面高度有变化，这表明玻璃瓶有了微小形变。动手试一试。

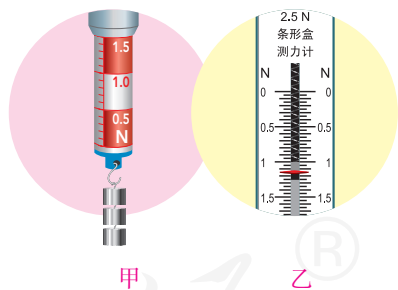


图6.2-4 弹簧测力计

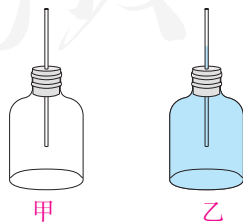


图6.2-5

第3节 重力



图6.3-1

水总是由高处向低处流（图 6.3-1 甲）；向空中撒开的渔网，总会飘落到水里（图 6.3-1 乙）；向空中抛出的石块，最终也会落向地面……

重力

生活中，你可以随处发现像上面一样的例子。这些现象的产生，是因为地球对它附近的物体有吸引作用。由于地球的吸引而使物体受到的力叫做**重力**（gravity），通常用字母 G 表示。地球附近的所有物体都受到重力的作用。



想想议议

飞机投放的物资，受到地球对它的重力作用，会落向地面。你还能举出几个例子来证明重力的存在吗？

重力的大小

托起质量不同的物体，会感觉所用的力不同。大量的生活经验告诉我们，质量不同的物体所受的重力不同。那么，地球附近的物体所受的重力跟它的质量之间有什么关系？我们可以通过实验，测量物体所受的重力和它的质量，找出二者之间的关系。



实验

探究重力的大小跟质量的关系

钩码的质量是已知的，实验中可以选取钩码为被测物体。

1. 如图 6.3-2，把钩码挂在弹簧测力计上。

当钩码静止时，弹簧测力计的示数等于钩码所受重力的大小。

2. 逐次增挂钩码，分别测出它们所受的重力，并记录在下面的表格中。

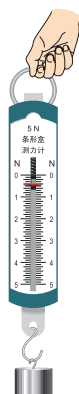


图6.3-2 测量钩码所受的重力

质量 m/kg						
重力 G/N						

分析表格中的数据，看看物体所受的重力跟它的质量之间有什么关系？

精确的实验表明，物体所受的重力跟它的质量成正比。如果用 G 表示重力， m 表示质量， g 表示重力与质量之比，地球附近的物体所受的重力跟它的质量之间的关系可以写成 $g = \frac{G}{m}$ ，即

$$G = mg$$

公式中重力的单位是牛，质量的单位是千克，因此比值 g 的单位是牛每千克，符号是N/kg。其中，比值 g 的大小

$$g = 9.8 \text{ N/kg}$$

在粗略计算时， g 可以取10 N/kg。

例题 质量为0.25 kg的木块，所受到的重力是多少牛？一个人所受的重力为450 N，那么，他的质量是多少千克？ g 取10 N/kg。

解 由 $G = mg$ 可知，木块所受到的重力

$$G_{\text{木}} = m_{\text{木}}g = 0.25 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 2.5 \text{ N}$$

由 $G = mg$ 可得 $m = \frac{G}{g}$ ，因此人的质量

$$m_{\text{人}} = \frac{G_{\text{人}}}{g} = \frac{450 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 45 \text{ kg}$$

木块所受的重力为2.5 N，人的质量为45 kg。

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。所以，重力的方向就是我们常说的“竖直向下”的方向。建筑工人在砌墙时常常利用铅垂线来确定竖直方向（图6.3-3），以此来检查所砌的墙壁是否竖直。

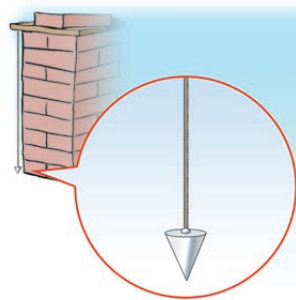


图6.3-3 利用铅垂线确定竖直方向

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”的南美洲居民，好像是脚朝“上”的（图6.3-4），他们为什么也站得很稳呢？

想想看，通常所说的“下”，到底指的是什么方向？



图6.3-4 “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，重力的表现就好像它作用在某一个点上，这个点叫做物体的**重心**（center of gravity）。形状规则、质量分布均匀的物体，它的重心在它的几何中心上（图 6.3-5）。例如，方形薄板的重心在两条对角线的交点，球的重心在球心，粗细均匀的直棒的重心在它轴线的中点。

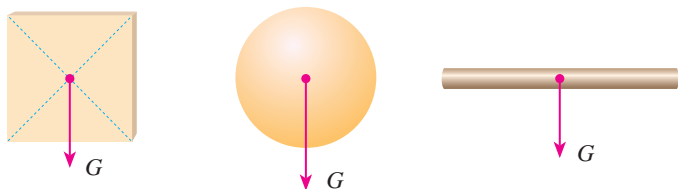


图6.3-5 几种形状规则、质量分布均匀的物体的重心

有时为了研究问题方便，在受力物体上画力的示意图时，常把力的作用点画在重心上（图 6.3-6）。



图6.3-6

*重力的由来



想想做做

用一根细线拴一块橡皮，甩起来，使橡皮绕手做圆周运动。这时，你会觉得橡皮需要用线拉住才不会跑掉（图 6.3-7）。

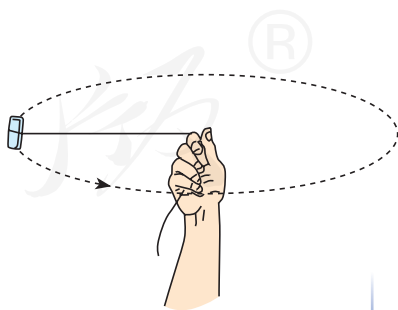
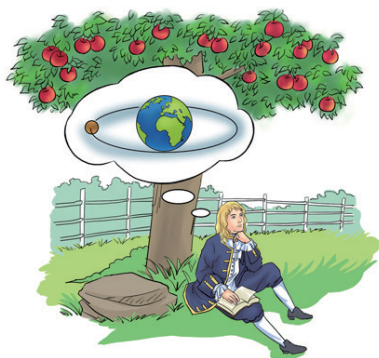


图6.3-7 模拟引力

月球围绕地球旋转而不会跑掉，说明月球像上面的橡皮一样受到了一个“拉力”。牛顿认为，这个力就是地球和月球之间存在的互相吸引的力。这个力跟地球吸引它附近物体，使物体下落的力是同一种力（图6.3-8）。在这个基础上，牛顿精心研究了历史上其他科学家的研究成果后提出：宇宙间的物体，大到天体，小到尘埃，都存在互相吸引的力，这就是**万有引力**（universal gravitation）。正是地球对它附近物体的引力，使得水向低处流、抛出的石块落向地面……事实证明，牛顿的结论是正确的。



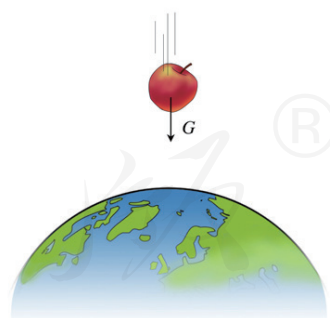
甲 什么力量使月球绕地球运行？



乙 为什么苹果会竖直落下？



丙 苹果竖直下落是受到了地球的引力！



丁 使苹果下落的力与吸引月球的力是同一种力。

图6.3-8 苹果落地的传说

飞出地球

人类一直向往着离开地球，飞向太空，探索宇宙的奥秘。但是，由于技术条件的限制，要克服地球引力的束缚去太空旅行，几千年来只是一个美丽的幻想。

随着科学技术的发展，现在人类终于有能力离开所居住的星球去探索太空。自1957年10月4日苏联成功发射了世界上第一颗人造地球卫星以来，在短短半个多世纪的时间里，人类对太空的探索已取得了长足的进步。



图6.3-9 人类首次登上月球

1961年4月12日，苏联航天员加加林乘坐载人飞船进入太空；

1969年7月20日，美国航天员阿姆斯特朗和奥尔德林乘坐阿波罗11号飞船登陆月球（图6.3-9）；

1971年4月19日，苏联成功发射了世界上第一个试验性载人空间站——礼炮1号空间站；

.....

中国是世界上第五个独立自主研制和发射人造地球卫星的国家。

1970年4月24日，我国成功发射了东方红一号人造地球卫星；

2003年10月15日，我国神舟五号宇宙飞船在酒泉卫星发射中心成功发射，杨利伟成为我国进入太空的第一位航天员；

2007年10月24日，我国成功发射月球探测卫星嫦娥一号，迈出了深空探测的第一步；

2011年9月29日，我国成功发射天宫一号目标飞行器，开始了建立空间站的探索之路；

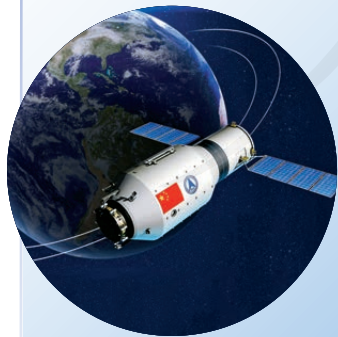


图6.3-10 天宫二号

2016年9月15日，我国天宫二号空间实验室发射成功（图6.3-10），它是中国第一个真正意义上的空间实验室；

.....

俄罗斯学者齐奥尔科夫斯基曾经说过：“地球是人类的摇篮，但是人类不会永远生活在摇篮里。”现在，科学家已经把目光投向了太空中的多个星球。

展望未来，你对探索太空有哪些设想？

动手动脑学物理

1. 由于地球的吸引而使物体受到的力叫做_____, 通常用字母 G 表示。它的大小和_____有关, 它的方向是_____。

2. 一个木块从斜面上滑下, 并在水平面上继续滑动。请分别画出木块在斜面和水平面时所受重力的示意图 (图 6.3-11)。



图6.3-11

3. 若一个西瓜所受的重力是 50 N , 它的质量是多少千克? g 取 10 N/kg 。

4. 月球对它表面附近的物体也有引力, 这个力大约是地球对地面附近同一物体引力的 $\frac{1}{6}$ 。若一个连同随身装备共 90 kg 的航天员到达月球表面, 月球对他的引力大约是多少牛?

5. 若地球上的物体所受的重力突然消失, 将会出现什么情景? 请你设想一种情景, 并与同学交流。

学到了什么

1. 力

力是物体对物体的作用, 力可以使物体发生形变, 也可以改变物体的运动状态。力的作用效果与力的大小、方向和作用点有关。力可以用力的示意图来表示。

力的作用是相互的, 一个物体对另一个物体施力时, 另一个物体也同时对它施加力的作用。

2. 弹力

物体由于发生弹性形变而产生的力叫做弹力。在弹性限度内, 物体的形变越大, 产生的弹力越大。弹簧测力计就是利用这个道理做成的。

3. 重力

由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。地球附近的所有物体都受到重力。重力与质量的关系可以用公式 $G = mg$ 表示, 重力与质量的比值 $g = 9.8\text{ N/kg}$ 。重力的方向竖直向下, 物体所受重力的作用点在重心上。

第七章 运动和力

跳台滑雪运动员由高处急速滑下，在即将到达赛道底部时，他的速度已达到100 km/h。这时，他双膝弯曲，使劲一蹬，顺势跃向空中。然后，为了减小空气阻力的影响，他上身前倾，双臂后摆，整个身体就像飞机一样，向前滑翔。最终，滑雪板稳稳地落在地面上。

滑雪运动包含很多科学知识。学好关于运动的科学，不仅能够使你深入认识体育运动，还能深入了解自然。



第1节 牛顿第一定律



图7.1-1

滑板车在沿水平方向运动时，如果我们不再蹬地，它最终就会停下来（图7.1-1）。日常生活中常常会见到这类现象。

阻力对物体运动的影响

自古以来很多人认为：如果要使一个物体持续运动，就必须对它施加力的作用；如果这个力被撤掉，物体就会停止运动。然而，伽利略通过实验分析得出：物体的运动并不需要力来维持，运动的物体之所以会停下来，是因为受到了阻力（图7.1-2）。



图7.1-2 哪个说法正确？

到底哪个说法正确呢？下面我们通过实验来研究这个问题。



演示

阻力对物体运动的影响

将棉布铺在水平木板上，让小车从斜面顶端由静止滑下，观察小车滑行的距离；去掉木板上的棉布，再次让小车从斜面顶端由静止滑下，观察小车滑行的距离（图 7.1-3）。

由实验可以看出，去掉木板上的棉布，运动的小车所受的阻力减小，向前滑行的距离变大。设想一下，如果小车运动时不受阻力，它是不是就不会停下了？

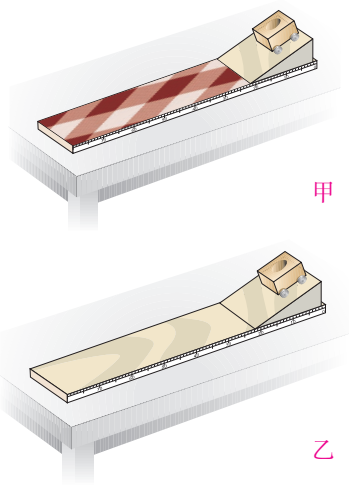



图7.1-3 小车从高处滑下

牛顿第一定律

上面的实验现象表明，阻力改变了小车的运动状态。

伽利略对类似的实验进行了分析，并进一步推测：如果物体受到的阻力为零，速度就不会减小，物体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）。

牛顿第一定律是在大量经验事实的基础上，通过进一步的推理而概括出来的。我们周围的物体，都要受到力的作用，因此不可能用实验来直接验证这个定律。但是，从这个定律得出的一切推论，都经受住了实践的检验，因此，牛顿第一定律已经成为公认的物理学基本定律之一。

 **牛顿第一定律不是直接由实验得出的，其中符合逻辑的科学推理是非常重要的。**

惯性

从牛顿第一定律可以知道，一切物体都有保持其静止或匀速直线运动状态不变的性质，我们把这种性质叫做**惯性**（inertia）。

生活中，惯性现象随处可见。例如，像图7.1-4那样，拨动簧片，把小球与支座之间的金属片弹出时，小球并不会随金属片飞出。这是因为金属片被弹出时，上面的金属球由于惯性要保持原来的静止状态，所以不会随金属片飞出。再比如，锤子的锤头变松了，人们常用撞击锤柄下端的方法使锤头紧套在锤柄上（图7.1-5），这是因为锤柄突然停止时，锤头由于惯性会继续向下运动，这样锤头就会牢牢地套在锤柄上了。

惯性有时会给人们带来不便甚至危害，要注意防范。例如，汽车遇到紧急情况突然刹车时，乘客的身体会向前倾。这是因为汽车突然刹车时，站着乘客的脚已随车停止运动，而身体的上部要保持原来运动的状态，因此身体会前倾。同样的道理，当汽车突然开动时，站着乘客的脚已随车开始运动，而身体的上部要保持原来静止的状态，因此身体会向后仰。



图7.1-4



图7.1-5 利用惯性紧固锤头

汽车安全带和安全气囊

快速行驶的汽车，一旦发生碰撞，车身就停止运动，而乘客的身体由于惯性会继续向前运动，在车内与车身撞击，严重时可能把挡风玻璃撞碎而飞出车外。为防止撞车时发生类似的伤害，公安交通管理部门要求小型客车的驾驶员和乘客必须使用安全带，万一发生碰撞，安全带能对人体的运动起到缓冲作用。在多数轿车上，除了前、后排座位都有安全带外，还安装了安全气囊，一旦车辆发生严重撞击，气囊会自动充气弹出（图7.1-6），使人不致撞到车身。



图7.1-6 安全带和安全气囊

动手动脑学物理

1. 牛顿第一定律：一切物体在没有受到力的作用时，总保持_____或匀速直线运动状态。
2. 一切物体都有不受力时保持其静止或_____状态不变的性质，这种性质叫做_____。
3. 如图7.1-7，用力击打一摞棋子中间的一个，该棋子飞出，上面的棋子落下。这是因为：上面的棋子由于_____不会飞出，同时，这些棋子因为_____的作用，因而落到下面的棋子上。
4. 标枪运动员为取得好成绩，掷标枪前需要助跑（图7.1-8）。请你分析运动员是怎样利用惯性的。



图7.1-7

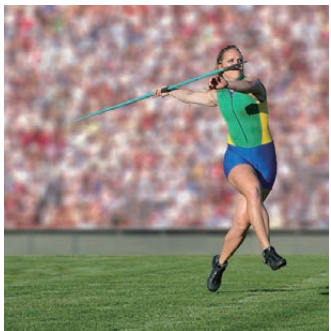


图7.1-8

第2节 二力平衡

我们周围的物体都受到力的作用，不受力的物体是不存在的。在受力的情况下，物体有时也会保持静止或匀速直线运动状态，即运动状态不变。

如图7.2-1，桌面上的花瓶、天花板上悬挂的吊灯、在平直道路上匀速行驶的汽车，虽然它们都受到力的作用，但却保持静止或匀速直线运动状态。物体受到几个力作用时，如果保持静止或匀速直线运动状态，我们就说这几个力相互平衡（equilibrium），物体处于平衡状态。



图7.2-1 它们为什么会保持静止或匀速直线运动状态？

二力平衡的条件

二力平衡的情况最简单，下面让我们通过实验来研究这个问题。



演示

二力平衡的条件

如图7.2-2，把小车放在光滑的水平桌面上，向挂在小车两端的托盘里加砝码。我们分别做如下的活动。

1. 使两托盘里的砝码质量不相等（图甲）；
2. 使两托盘里的砝码质量相等（图乙）；
3. 保持两托盘里的砝码质量相等，把小车在

水平桌面上扭转一个角度后释放（图丙）；

要使小车保持运动状态不变，小车所受的两个力平衡的条件是什么？

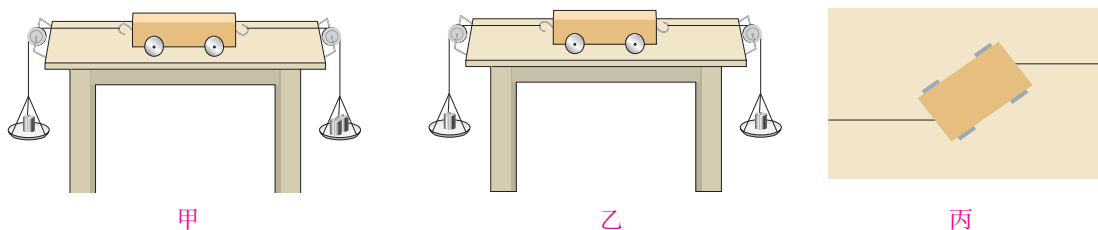


图7.2-2 研究二力平衡条件的一种方法

通过实验我们发现，作用在同一物体上的两个力，如果大小相等、方向相反，并且在同一条直线上，这两个力就彼此平衡。

二力平衡条件的应用

我们在用弹簧测力计测量物体所受的重力时，就利用了二力平衡条件。这时物体所受的重力与弹簧测力计对它的拉力大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。

在图7.2-1中，放在桌面上的花瓶，受到竖直向下的重力和桌面对它竖直向上的支持力，二力平衡。如果已知花瓶所受的重力，就能知道支持力。悬挂着的吊灯，受到竖直向下的重力和吊线对它竖直向上的拉力，二力平衡。

在水平道路上做匀速直线运动的汽车，水平方向受到向前的牵引力和向后的阻力，二力平衡；在竖直方向，汽车受到向下的重力和路面对它向上的支持力，二力平衡。

在图7.2-3中，跳伞运动员在空中匀速直线下降，如果已知人和伞所受的总重力是1 000 N，你能说出阻力的大小和方向吗？



图7.2-3 跳伞表演



动手动脑学物理

1. 物体在几个力的作用下保持_____或_____状态,我们就说该物体处于平衡状态。

2. 物体在两个力作用下处于平衡状态,简称二力平衡。即作用在同一个物体上的两个力,如果大小_____、方向_____,并且在_____直线上,这两个力就彼此平衡。

3. 在图 7.2-4 中, F_1 和 F_2 是物体所受的方向相反的两个力,哪些情况下,这两个力是平衡的?

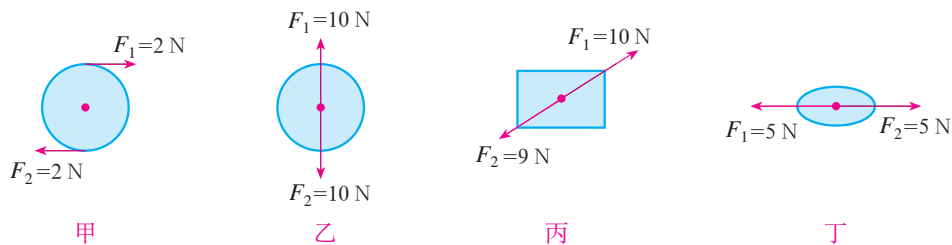


图 7.2-4

4. 在平直的地面上,一个人沿水平方向用 20 N 的力推一辆小车匀速向西运动,分析小车所受阻力的大小和方向。

5. 如图 7.2-5,重为 4 N 的均匀球体静止挂在天花板上,画出该球受力的示意图。

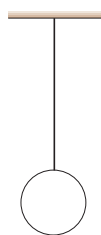


图 7.2-5

人教版®

第3节 摩擦力

将手掌压在桌面上，并在其上滑动，你是否感到桌面对手掌有阻碍作用？

摩擦力

摩擦力是一种很常见的力。当你将手掌压在桌面上并滑动时，会感到桌面对手掌有阻碍作用；当你用手推着地面上的箱子滑动时，也会感到地面对箱子有阻碍作用。两个相互接触的物体，当它们相对滑动时，在接触面上会产生一种阻碍相对运动的力，这种力叫做滑动摩擦力（friction force）。

相互接触的物体的两个面，有时用肉眼看起来很光滑，但是放到显微镜下观察，就会像图 7.3-1 显示的那样凹凸不平。当相互接触的物体发生相对运动时，就会彼此阻碍，产生滑动摩擦力。

使用弹簧测力计可以粗略测量滑动摩擦力的大小。

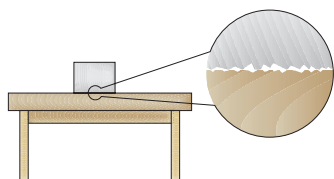


图7.3-1 接触面凹凸不平示意图



实验

测量滑动摩擦力

如图 7.3-2，用弹簧测力计水平拉动木块，使它沿长木板做匀速直线运动。根据前面学过的二力平衡的知识可知，弹簧测力计对木块的拉力与木块受到的滑动摩擦力大小相等。这样，我们读出弹簧测力计所示的拉力

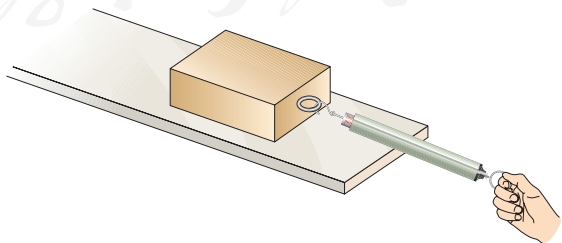


图7.3-2 水平匀速拉动木块

就可以得到木块与长木板之间的滑动摩擦力。

木块在水平木板上滑动时受到的摩擦力 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

当我们推箱子时，箱子越重，推起来越费力；地面越粗糙，推起来越费力（图7.3-3）。那么，滑动摩擦力的大小跟哪些因素有关呢？下面让我们通过实验来研究这个问题。



图7.3-3 推箱子

演 示

研究影响滑动摩擦力大小的因素

通过分析生活中物体所受摩擦力的情况我们会想到，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

.....

可以通过实验来看看我们的猜想是否正确。

1. 接触面所受的压力对滑动摩擦力大小的影响

(1) 如图7.3-4，用弹簧测力计匀速拉动木块，使它沿水平长木板滑动，从而测出木块与长木板之间的滑动摩擦力（图甲）。

(2) 在木块上放置砝码，从而改变木块对长木板的压力，测出此种情况下的滑动摩擦力（图乙）。

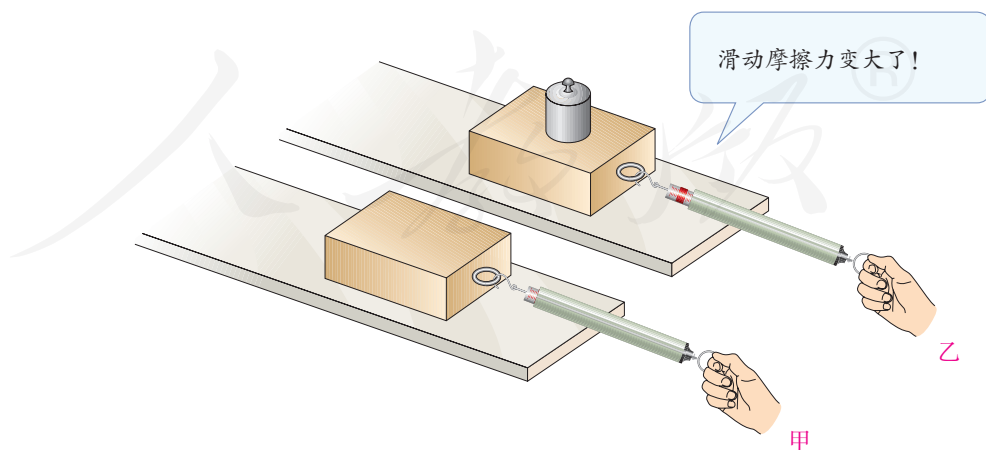


图7.3-4

2. 接触面的粗糙程度对滑动摩擦力大小的影响

(1) 如图 7.3-5, 选取一个表面比较光滑的长木板, 测出此种情况下的滑动摩擦力 (图甲)。

(2) 换用材料相同但表面粗糙的长木板, 保持木板上的砝码不变, 测出此种情况下的滑动摩擦力 (图乙)。

3. 比较不同情况下滑动摩擦力的大小, 总结影响滑动摩擦力大小的因素。

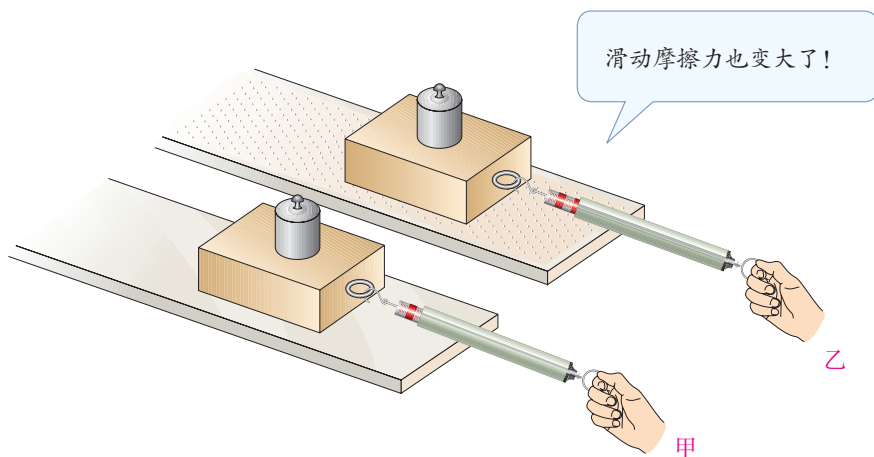


图7.3-5

通过实验可以发现, 滑动摩擦力的大小跟接触面所受的压力有关, 接触面受到的压力越大, 滑动摩擦力越大。滑动摩擦力的大小还跟接触面的性质有关, 接触面越粗糙, 滑动摩擦力越大。

摩擦的利用与防止

许多情况下摩擦是有用的, 人们常常设法增大它。例如, 人跑步时要利用鞋底与地面之间的摩擦 (图 7.3-6)。

摩擦有时也会是有害的。例如, 机器工作时, 运动的部件之间要产生摩擦。这种摩擦不但白白消耗动力, 而且使机器磨损。这时就要设法减小摩擦。



图7.3-6



想想议议

图7.3-7 的三幅图中,哪些是要增大摩擦的? 哪些是要减小摩擦的?
通过什么方法增大或减小摩擦?



甲 自行车的车闸

乙 涂有防滑粉的手

丙 冰壶运动

图7.3-7 摩擦的利用与防止

根据影响摩擦力大小的因素我们知道:可以通过改变压力或接触面的性质来改变摩擦力的大小。

如图7.3-7,要让自行车更快地停下来,我们可以用力捏自行车的车闸(图甲),这是通过增大压力来增大摩擦的例子。

体操运动员上器械前,会在手上涂防滑粉(图乙),这是通过改变接触面的性质来增大摩擦的例子。

在冰壶运动中(图丙),冰壶运动员是通过改变接触面的粗糙程度来减小摩擦的。

减小摩擦的方法

在古代，人们就已经发现用滚动代替滑动可以大大减小摩擦。现在许多机器的转动部分都安装了滚动轴承（图7.3-8）。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，轮子转动时带动外圈转动，钢球或钢柱在内外圈之间滚动，摩擦就大大减小了。自行车的前后轮都是安装在滚动轴承上的，你看见过它的结构吗？



图7.3-8 滚动轴承

改变互相接触的表面的性质，也能减小摩擦。例如给门轴上的合页加润滑剂可以在两个表面之间形成油膜，这样就减小了摩擦（图7.3-9）。气垫船利用压缩空气使船体与水面脱离接触（图7.3-10），可以大大减小摩擦。

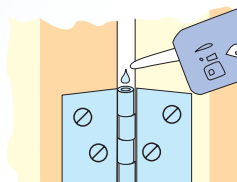


图7.3-9 合页



图7.3-10 气垫船

动手动脑学物理

1. 如图7.3-11，一名滑冰运动员在滑到终点后停止用力，由于冰刀受到_____力，她会慢慢地停下来。
2. 水平面上，某人用25 N的力推一个物体，物体做匀速直线运动，则滑动摩擦力为_____N。
3. 冰壶比赛时，运动员需要不断调节自己的运动。一名运动员穿的两只鞋的鞋底材质并不相同：蹬冰脚的鞋底为橡胶制成，而滑行脚的鞋底为塑料制成。请你利用本节知识说明其中的道理。
4. 在做“研究影响滑动摩擦力大小的因素”的实验中，有的

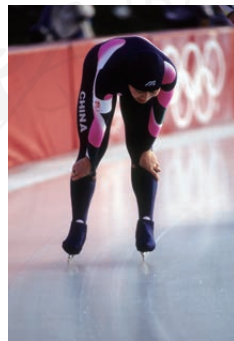


图7.3-11

同学提出滑动摩擦力的大小与接触面积的大小有关。如果要做这项研究，你认为应该如何设计这个实验？

5. 如果上课时教室内的摩擦力突然消失，我们身边的情境将会发生哪些变化？描述一个可能出现的场景。



学到了什么

1. 运动和力的关系

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。这就是牛顿第一定律。

2. 二力平衡

物体受到两个力的作用时，如果保持静止状态或匀速直线运动状态，这两个力彼此平衡。

作用在同一物体上的两个力，如果大小相等、方向相反，并且在同一条直线上，这两个力就彼此平衡。

3. 滑动摩擦力

两个相互接触的物体发生相对滑动时，在接触面上会产生一种阻碍相对运动的力，这种力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的大小与接触面所受的压力和接触面的性质有关。接触面所受的压力越大，接触面越粗糙，滑动摩擦力就越大。

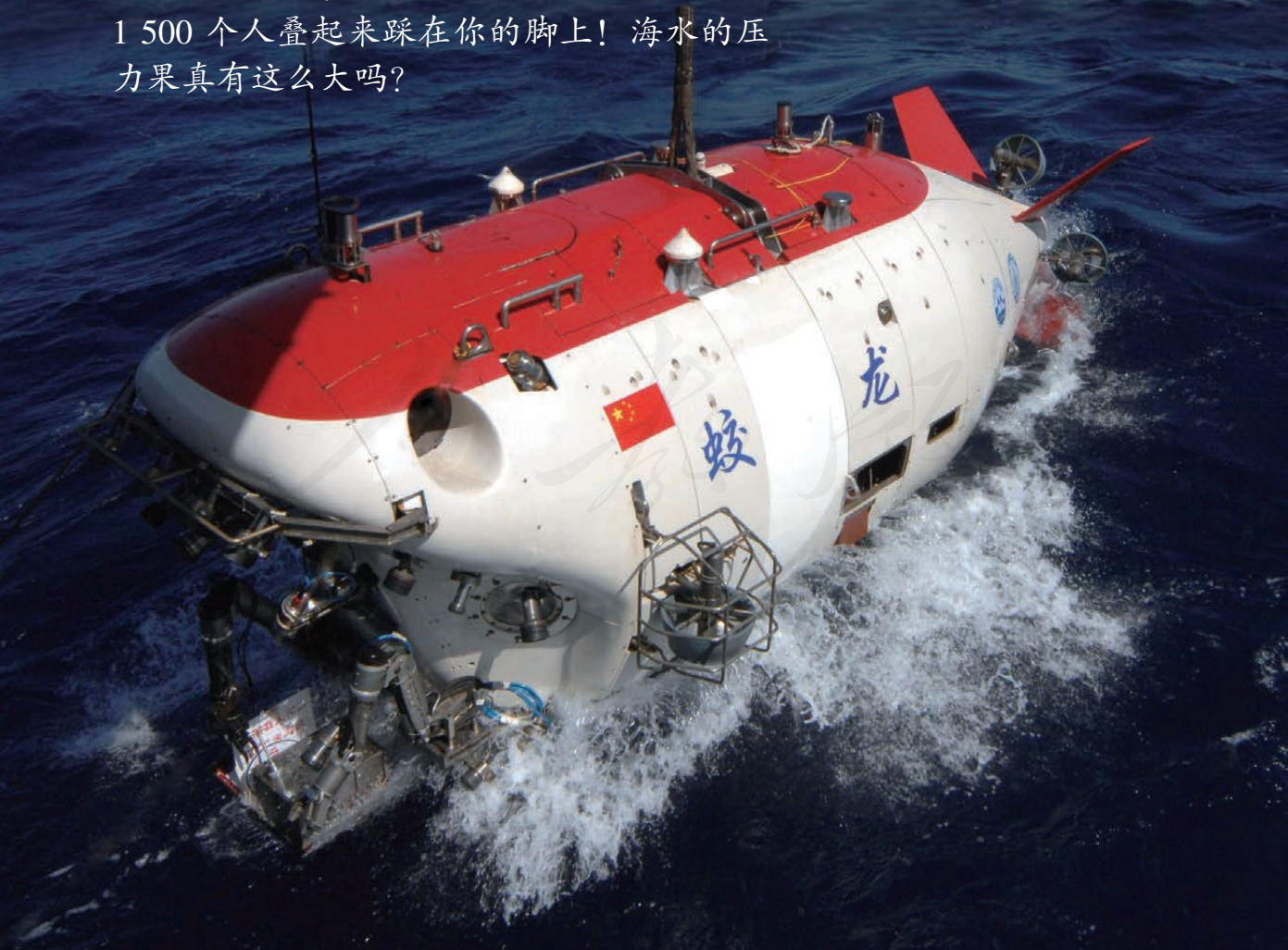
人教版®

第八章 压强和浮力

人类通向深海的道路十分崎岖和艰难，其原因之一，是深海的海水压力大得令人难以置信，人要潜入深海，是一个高科技难题。

浮在海面上的潜水器是我国于2012年自主研制的蛟龙号载人潜水器。它已潜入到7 km级的深海中，敲开了这一神秘“龙宫”的大门。这标志着我国深海潜水科技达到了一个新的水平。

深海7 km意味着什么？有人说，设想你在7 km深的蛟龙号潜水器中把一只脚伸到外面的水里，海水对你脚背的压力相当于1 500个人叠起来踩在你的脚上！海水的压力果真有这么大吗？



第1节 压强

茫茫白雪中的两个人对雪地的压力是差不多的，但一个陷下去了，而另一个却没有（图8.1-1），看来压力作用的效果并不只跟压力有关。请你想一想，还可能跟什么因素有关？



图8.1-1



想想议议



小小的蚊子能轻而易举地用口器把皮肤刺破（图8.1-2），重重的骆驼却不会陷入沙中（图8.1-3），这是为什么？

图8.1-2 蚊子尖尖的口器可以插入皮肤吮吸血液



图8.1-3 骆驼具有宽大的脚掌

压强

从上述事例可以发现，蚊子的口器对皮肤的压力虽然不大，但由于口器十分尖锐，因而能轻易刺穿皮肤；骆驼虽重，但脚掌面积很大，因而不会深陷沙中。这使我们想到：压力对物体作用的效果不仅跟压力的大小有关，还应该跟受力面积有关。让我们尝试通过实验来检验上述想法。



演示

探究影响压力作用效果的因素

如图8.1-4，把小桌放在海绵上（图甲）；在桌面上放一个砝码（图乙）；把小桌翻过来，桌面朝下，并在其上放一个砝码（图丙）。

观察海绵被压下的深浅，这显示了压力作用的效果。

图甲和图乙比较，海绵的受力面积相同，压力大时，海绵被压下得深。

图乙和图丙比较，海绵所受的压力相同，受力面积大时，海绵被压下得浅。

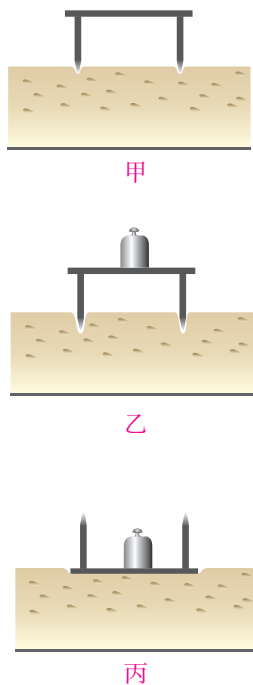


图8.1-4

实验结果表明，压力作用的效果不仅跟压力的大小有关，而且跟受力面积有关。在物理学中，物体所受压力的大小与受力面积之比叫做压强（pressure）。如果用 p 表示压强、 F 表示压力、 S 表示物体的受力面积，那么有

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

压强在数值上等于物体单位面积所受的压力。压强越大，压力产生的效果越明显。

在国际单位制中，力的单位是牛，面积的单位是平方米，压强的单位则是牛每平方米，它有一个专用名称叫做帕斯卡（pascal），简称帕，符号是Pa。

例题 水平桌面上放了一本教科书，它所受的重力为3 N，与桌面的接触面积为 $5 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ ，计算教科书对桌面的压强。

解 教科书对桌面的压力等于它所受的重力，即

$$F = G = 3 \text{ N}$$

桌面的受力面积

$$S = 5 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

所以压强

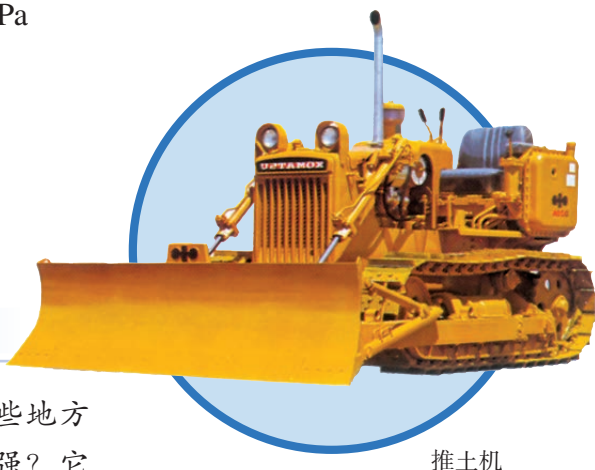
$$p = \frac{F}{S} = \frac{3 \text{ N}}{5 \times 10^{-2} \text{ m}^2} = 60 \text{ Pa}$$

教科书对桌面的压强为60 Pa。

怎样减小或增大压强

想想议议

图8.1-5所示的四幅图中，哪些地方要增大压强？哪些地方要减小压强？它们是通过什么方法增大或减小压强的？



推土机



篆刻刀



破窗锤



火车轨道

图8.1-5 通过什么方法增大或减小压强？

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。推土机的推土铲刃、篆刻刀的刀口做得很锋利，破窗锤的敲击端做成锥状，这些是通过减小受力面积来增大压强的；铁轨下面铺放枕木，推土机用宽大履带来支承，这些是通过增大受力面积来减小压强的。

动手动脑学物理

1. 在物理学中，物体所受压力的大小与_____之比叫做压强。压强的单位是_____，符号是_____。

2. 估测你站立时对地面的压强。

根据你的体重可以得到你对地面的压力，再测量你站立时鞋底和地面的接触面积。为简单起见，假设双脚站立时，整个鞋印范围都与地面接触（图8.1-6）。测量时，在方格纸上画出鞋底的轮廓，看鞋底占有多少个小格（不满一格时，大于半格的算一格，小于半格的不算），再乘以每一小格的面积。根据得到的数据，计算你对地面的压强。

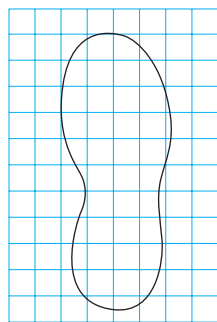


图8.1-6

如果图中每个小格的边长是2 cm，某同学的体重为50 kg，他对地面的压强是多大？与你对地面的压强相比哪个大？

3. 根据 $p = \frac{F}{S}$ ，在压力 F 相同时，受力面积 S 越小，压强 p _____。锯、剪刀、斧头等工具使用一段时间后刃部面积 _____，磨一磨，可以使它们刃部的面积 _____，从而增大 _____。

4. 解释现象：书包为什么要用宽的背带，而不用细绳？啄木鸟有个坚硬而细长的喙，这对它的生存为什么特别重要？

5. 一支铅笔，笔尖的面积是 0.5 mm^2 ，笔尾的面积是 0.4 cm^2 ，两根手指用4 N的力压铅笔的两端（图8.1-7），求两个手指受到的压强各是多大？

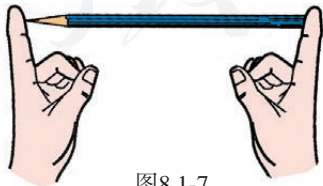


图8.1-7

第2节 液体的压强

静止在桌面上的水杯，对支承它的桌面有压力，因而对桌面产生压强。杯中的水对杯底也会产生压强吗？



想想议议

家里洗菜池中没有水时，要提起池底排水口的橡皮塞很容易；洗菜池装满水时，要提起橡皮塞就比较费力，这说明水对池底的橡皮塞有向下的压力，水对橡皮塞有压强。

液体内部对侧面、对上方有压强吗？

如图8.2-1，液体能从容器侧壁的孔中喷出，说明液体对侧面有压强。液体内部的压强有什么特点呢？



图8.2-1

液体压强的特点



实验

研究液体内部的压强

图8.2-2是研究液体内部压强的实验装置。当把探头放进盛水的容器中，U形管左右两侧液面就会产生高度差，这个差值可以反映液体压强的大小。

1. 保持探头在水中的深度不变，改变探头的方向，观察液体内部同一深度各方向的压强是否相等（图8.2-3）。
2. 增大探头在水中的深度，观察液体内部的压强与深度有什么关系。
3. 换用不同的液体（例如酒精、硫酸铜溶液），观察在深度相同时，液体内部的压强是否与液体的密度有关。



图8.2-2

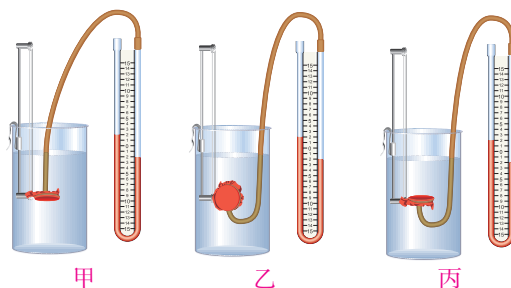


图8.2-3 同一深度液体向各个方向的压强是否相等?

液体内部压强的大小具有这样的特点：在液体内部的同一深度，各个方向的压强都相等。深度越深，压强越大。液体内部压强的大小还跟液体的密度有关，在深度相同时，液体的密度越大，压强越大。

人们在水中活动要承受一定的压强。屏住呼吸的潜水员在浅海海底采集海参、珍珠贝；背着氧气瓶的潜水员在浅海中可以长时间地停留（图8.2-4）；若要在较深的海水中工作，就要穿抗压潜水服了。这是由于海水的压强随着深度的增加而增大，人体此时已无法承受海水的压强。如果要潜入更深的大海，抗压潜水服也无能为力，需要专门的潜水器，以抵抗巨大的水压。



图8.2-4



1. 一个空的塑料药瓶，瓶口扎上橡皮膜，竖直浸没水中，一次瓶口朝上，一次瓶口朝下，这两次药瓶上表面距水面高度相同（图8.2-5）。为什么两次橡皮膜都向内凹？哪一次凹的更多？为什么？

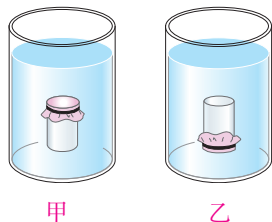


图8.2-5

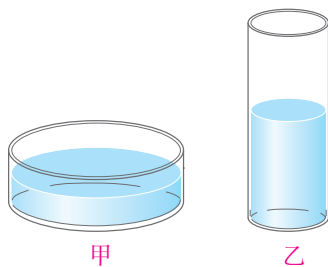


图8.2-6

2. 图8.2-6的两个容器中盛有同种相同质量的液体，哪个容器底部受到的压强大？

3. 如图8.2-7，容器中间用隔板分成左右两部分，隔板下部有一圆孔用薄橡皮膜封闭，橡皮膜两侧压强不同时其形状发生改变。

(1) 两侧注入不同深度的水。较深一侧的水对橡皮膜的压强_____（填“较大”或“较小”）。

(2) 两侧注入相同深度、密度不同的两种液体。密度较大一侧的液体对橡皮膜的压强_____（填“较大”或“较小”）。

4. 工程师为什么要把拦河坝设计成下宽上窄的形状（图8.2-8）？

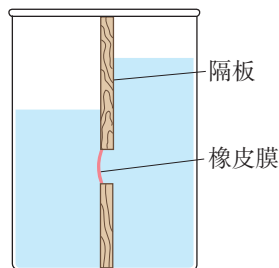


图8.2-7

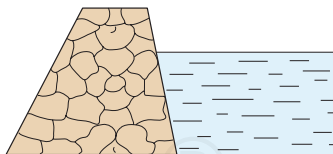


图8.2-8

第3节 大气压强

液体内部朝各个方向都有压强，这是由于液体能够流动。空气也能流动，空气中是否也存在朝各个方向的压强？

大气压强

1654年，在德国马德堡市的广场上曾经做过一个著名的马德堡半球实验。人们把两个铜制空心半球合在一起，抽去里面的空气，用两支马队向相反的方向拉两个半球。当两侧的马匹达到16匹时，才将半球拉开，并发出巨大的响声（图8.3-1）。这个实验说明了大气压强的存在。大气压强简称为大气压或气压。

大气压究竟有多大呢？意大利科学家托里拆利最早通过实验测量了大气压的数值为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，这个大气压叫做标准大气压。



图8.3-1



想想议议

如图8.3-2，思考并回答下面的几个问题。

1. 塑料挂钩的吸盘贴在光滑的墙面上，能承受一定的拉力而不脱落（图甲）。塑料吸盘为什么能吸在光滑的墙上？

2. 将塑料管里盛满水，用纸片盖上，然后将其倒置，纸片不脱落（图乙）。为什么塑料管里的水不会流出来？

3. 用吸管吸饮料时（图丙），为什么可以吸到饮料？



图8.3-2

研究发现，随着高度的增加，大气压会逐渐减少。在海拔3 000 m以内，大约每升高10 m，大气压减少100 Pa。珠穆朗玛峰上的大气压约是海平面的30%左右，因为气压很低，人容易发生高原反应。同时，由于氧气稀薄，燃烧困难。2008年为实现奥运火炬在高海拔地区的点火传递（图8.3-3），我国科研人员开展了一系列高科技攻关活动。其中火种灯、引火器和火炬的设计经受住了低温、低压和强风等恶劣条件的考验，确保了火炬登顶珠穆朗玛峰的成功。



图8.3-3 2008年北京奥运会实现火炬在珠穆朗玛峰的传递

流体压强与流速的关系

在物理学中，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，它们都是流体静止时的压强。当液体和气体处于流动状态时其压强又是怎样的呢？



实验

观察纸的运动

如图 8.3-4，手捏两张纸，让纸自由下垂。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，这两张纸应该怎样运动？

做一做，检验你的猜想。



图8.3-4

吹气时两张纸并没有向两边分开。越用力吹气，两张纸间空气的流速越大，越相互靠拢（图 8.3-5）。

更多的实验结果表明，在气体和液体中，流速越大的位置，压强越小。



图8.3-5



科学世界

飞机的升力

几十吨的飞机为什么能够在空中飞行？秘密在于机翼。你观察过飞机的机翼吗？

借助图 8.3-6，我们可以看到机翼横截面的大致形状，其上表面弯曲，下表面比较平。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。气流被机翼分成上、下两部

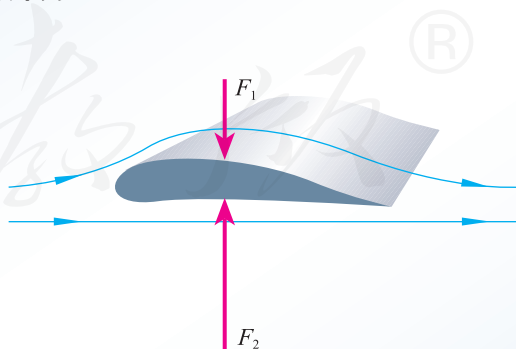


图8.3-6 飞机升力产生的示意图

分，由于机翼横截面的形状上、下不对称，机翼上方气流的速度较大，对机翼上表面的压强较小；下方气流的速度较小，对机翼下表面的压强较大。这样，机翼上、下表面就存在着压强差，因而有压力差，这就是产生升力的原因。

动手动脑学物理

1. 在日常生活中，有许多事例能说明大气压的存在，请你列举两个例子。

2. 标准大气压的数值是_____Pa。

3. 屋顶的面积是 45 m^2 ，大气对屋顶的压力有多大？这么大的压力为什么没有把屋顶压塌呢？

4. 如图 8.3-7，从倒置的漏斗口用力向下吹气，乒乓球会掉下来吗？请解释其原因。

5. 如图 8.3-8，在火车站或地铁站，离站台边缘一定距离的地方标有一条安全线，人必须站在安全线以外的区域候车。请分析，为什么当列车驶过时，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。

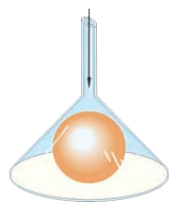


图8.3-7

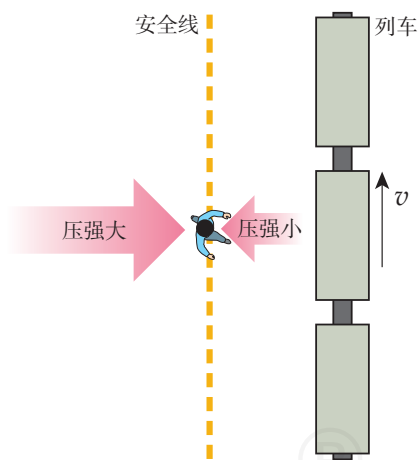


图8.3-8

第4节 浮力



图8.4-1

浮力

又大又重的航空母舰不仅不会在水中下沉，还能承载非常重的物体；海洋中巨大的冰山也能在水上漂浮（图8.4-1），鸭子能在水面游弋。是什么力量把它们托起来的？

航空母舰、冰山、鸭子都受到重力的作用，但却没有因此而沉入水底，这表明水对它们有一个向上托起的力。浸在液体中的物体受到向上的力，这个力叫做**浮力**（buoyancy force）。

漂浮在水面的物体受到浮力，浸没在水中的物体（如铁块）也受到浮力吗？



实验

测量铝块浸没水中所受的浮力

1. 如图 8.4-2 甲，在弹簧测力计下悬挂一个铝块，读出弹簧测力计的示数，这就是铝块所受的重力。

2. 把铝块浸没在水中（图 8.4-2 乙），看看示数有什么变化。

想一想，为什么示数会有变化，它说明什么问题？

读一读，弹簧测力计的示数变化了多少？

实验表明，铝块浸入液体中时，弹簧测力计的示数变小了，这说明浸入液体中的铝块受到了浮力的作用。弹簧测力计示数减小的值，就是浮力的大小。

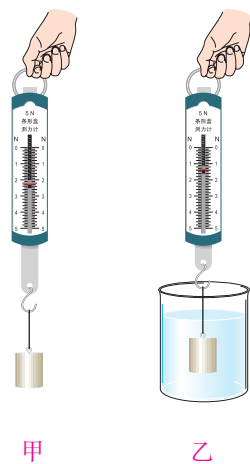


图8.4-2

阿基米德原理



想想做做

把装满水的烧杯放在盘子里，再把空的饮料罐按入水中，在手感受到浮力的同时，会看到排开的水溢至盘中（图 8.4-3）。

试试看，当饮料罐浸入水中更深、排开的水更多时，浮力是否更大？



图8.4-3

我们感受到，饮料罐排开的水越多，手受到的浮力就越大。可以推想，浮力的大小很可能跟物体排开液体的多少有关。



演示

浮力的大小跟排开液体所受重力的关系

如图8.4-4，实验操作步骤如下。

1. 将溢水杯盛满水，在出水口处放一个小桶（图甲）。
2. 用弹簧测力计吊起另一个小桶和物体，记下测力计的示数（图乙）。
3. 把被测物体浸没在盛满水的溢水杯中，物体排开的水流入小桶中，记下测力计的示数（图丙）。

图乙和图丙中测力计示数的差值表示的是物体所受浮力的大小。

4. 将收集的水倒入小桶中，观察测力计示数的变化（图丁）。

图丁和图丙中测力计示数的差值表示的是物体排开水所受重力的大小。

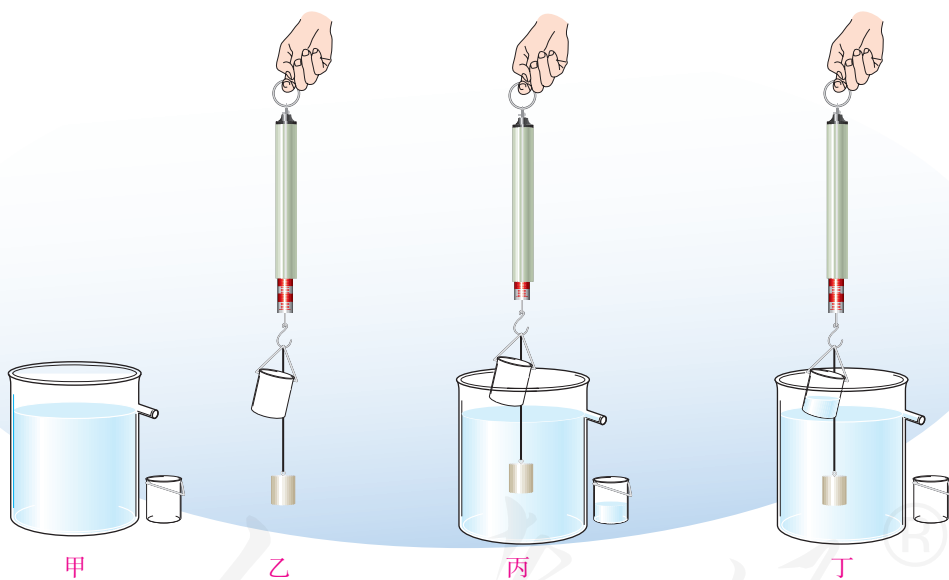


图8.4-4

物体所受的浮力跟它排开的水所受的重力有什么关系？

更换大小不同的物体做实验，看看是否都存在这种关系。

实验结果表明，浸在液体中的物体受到向上的浮力，浮力的大小等于它排开的液体所受的重力。这就是阿基米德发现的阿基米德原理。用公式表示就是

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$$

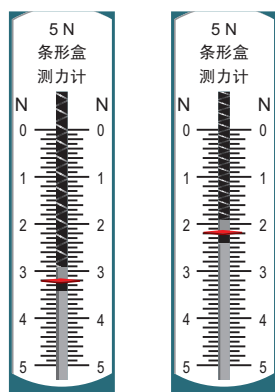
📌 阿基米德原理同样适用于气体。

动手动脑学物理

1. 阿基米德原理：浸在液体中的物体受到_____的浮力，浮力的大小等于它排开的_____所受的_____力。用公式表示：_____。

2. 为了能把砍伐的木材从林场方便地运出，有水道的地方常将木材联结成木排使其顺流而下（图8.4-5）。这个例子中，木排受到河水的浮力。

请你从日常生活或常见的自然现象中再举两个例子说明浸入液体的物体受到浮力。



甲

乙

图8.4-6

3. 在弹簧测力计下悬挂一个金属零件，测力计的示数是7.5 N。当把零件浸没在油中时，测力计的示数是6.6 N。金属零件所受的浮力是多少？

4. 如图8.4-6，弹簧测力计下悬挂一个重物，在空气中称量时的示数如图甲所示，把重物浸在水中时的示数如图乙所示。重物浸在水中时所受的浮力是多少？

5. 体积为 0.2 m^3 的球，浸没在水中时所受到的浮力是多少？若将它浸没在密度为 $0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的酒精中，它所受到的浮力是多少？

图8.4-5



第5节 物体的浮沉条件及应用

浸没在液体中的物体都会受到浮力的作用，但是有的物体要上浮，有的却要下沉。这是为什么呢？

物体的浮沉条件

浸没在液体中的物体，受到两个力：竖直向下的重力和竖直向上的浮力。

根据物体所受浮力与重力大小的不同，物体的浮沉存在三种情况（图8.5-1）。

浮力大于重力时，物体上浮。

浮力等于重力时，物体受力平衡，可以悬浮在液体内。

浮力小于重力时，物体下沉。

物体漂浮在液面上，其所受的浮力等于重力。

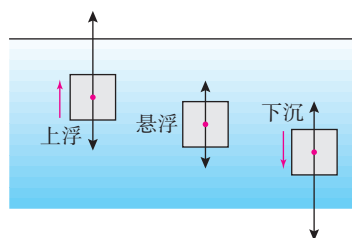


图8.5-1 物体的浮沉条件

浮力的应用

人类从远古时代就开始利用浮力了，最初可能是抱住或骑在一段树干上顺水漂流，这是人类最早的航行方式。后来人们发明了船（图8.5-2），它能承载更多的人和物。据记载，1405年郑和下西洋时乘坐的木船长约147 m，是当时世界上最大的船。

舰船排开的水很多，因而受到很大的浮力，浮力的大小等于舰船所受的重力，所以漂浮在水面。舰船的大小通常用排水量表示。排水量就是舰船装满货物时排开水的质量。中国第一艘航空母舰“辽宁



图8.5-2

舰”(图8.5-3)的排水量是67 500 t,那么它满载时,飞机和舰身质量之和为67 500 t。

潜水艇能潜入水下航行,进行侦察和袭击,是一种很重要的军用舰艇。潜水艇的艇身装有水舱(图8.5-4),向水舱充水时,潜水艇变重,逐渐潜入水中。当水舱充水后潜水艇重等于同体积的水重时,它可以悬浮在水中。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。实际航行时,上浮和下潜过程中潜水艇还要开动推进器加快上浮和下潜的速度。



图8.5-3

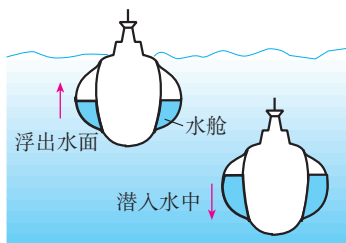


图8.5-4

科学世界

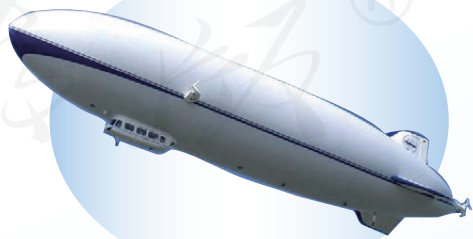
气球和飞艇

如果气球里充的是密度小于空气的气体,那么气球可以飘在空中。例如,节日放飞的气球、携带气象仪器的高空探测气球,充的是氢气或氦气;体育、娱乐活动用的热气球,充的是被燃烧器加热而体积膨胀的热空气(图8.5-5甲)。

为了能定向航行而不随风飘荡,人们还制成了飞艇(图8.5-5乙):在巨大的气囊下面装了带螺旋桨的发动机和载人、装货的吊篮。20世纪20至30年代,飞艇曾盛极一时,用来进行军事侦察、轰炸敌方目标或作为空中交通工具。后来连续发生了几次气囊中氢气爆炸的事故,飞行速度又不及飞机,便逐渐被飞机取代。近年来由于可用不会爆炸的氦气代替氢气,人们对造价低廉、消耗燃料少、装载量大的飞艇又重新重视起来。



甲 热气球



乙 飞艇

图8.5-5

动手动脑学物理

1. 物体在液体中的浮与沉取决于物体所受的重力和浮力的作用, 当浮力_____于重力时, 物体就会上浮; 当浮力_____于重力时, 物体就会下沉; 当浮力_____于重力时, 物体就会在液体中处于_____或者_____状态。

2. 一个质量是 50 g 的鸡蛋悬浮在盐水中不动时, 它受到的浮力是_____N。 g 取 10 N/kg。

3. 用手将一个重 5 N 的物体全部压入水中, 物体排开的水重 8 N, 此时物体所受到的浮力为_____N, 放手后物体将_____ (填“上浮”“下沉”或“悬浮”)。待物体静止时所受浮力为_____N, 排开水的体积是_____m³。

4. 排水量为 1 000 t 的轮船在河水中航行, 满载时船及所装货物总共重多少牛? 所受河水的浮力是多少牛? 如果河水密度为 $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 船排开河水的体积是多少立方米? g 取 10 N/kg。

5. 一个飞艇充入气体后的质量是 1.5 t, 体积为 1 500 m³。当装入多少货物时, 飞艇能够悬浮在空中? 空气的密度为 1.29 kg/m³。



学到了什么

1. 压强

物体所受压力的大小与受力面积之比叫做压强, 它在数值上等于物体单位面积所受的压强。因此, 要增大压强, 可以增大压力或 (和) 减小受力面积; 要减小压强则相反。

2. 液体的压强

在密度为 ρ 的液体内部深度为 h 的地方, 液体向各个方向压强 p 的大小都为 $p = \rho gh$ 。

3. 大气压强

大气压是大气产生的压强, 标准大气压为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

流体流速越大的位置, 压强越小。

4. 浮力的大小

浸在液体中的物体受到向上的浮力, 浮力的大小等于它排开的液体所受的重力。这一原理也适用于气体。

5. 物体的浮沉条件及应用

浸没在液体中的物体受到重力和液体对它的浮力, 如果浮力大于重力, 物体上浮; 如果浮力等于重力, 物体悬浮在液体内; 如果浮力小于重力, 物体下沉。漂浮在液面上的物体所受的浮力与所受的重力大小相等。

第九章 功和机械能

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，时而左摇右摆，时而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1节 功

在搬运货物时，叉车用力托起货物，使货物在这个力的方向上发生了位置的移动（图9.1-1）。我们看到了叉车工作的成效。



图9.1-1

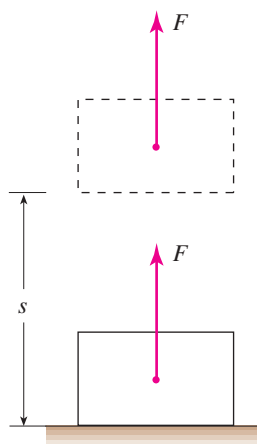


图9.1-2 货物在力 F 的方向移动距离 s

力学中的功

在叉车举高货物的过程中，货物受到一个向上的力 F 的作用，并且在这个力的作用下，向上移动了一段距离 s （图9.1-2），力 F 作用的效果体现在货物被举高了。

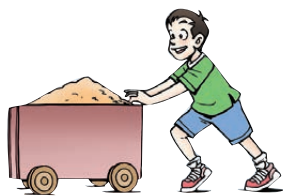
对于上述情况，物理学中就说叉车托起货物的力做了功（work）。

通常，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，就说这个力对物体做了功。



想想议议

图 9.1-3 是力对物体做功的两个实例。想一想，这些做功的实例有什么共同点？



甲 小车在推力的作用下向前运动了一段距离



乙 物体在绳子拉力的作用下升高

图9.1-3 力做功的实例



甲 提着滑板在水平路面上前行



乙 石头没有被搬动

图9.1-4 力不做功的实例

图 9.1-4 是力没有做功的两个实例。想一想，力为什么没有做功？

在图 9.1-3 甲中，小车在推力的作用下前进，在推力的方向上移动了距离，推力做了功；在图 9.1-3 乙中，物体在绳子拉力的作用下被提升，在拉力的方向上移动了距离，拉力做了功。力学里所说的做功，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。

在图 9.1-4 甲中，人提着滑板在路上行走，手对滑板的力是向上的，而滑板只在水平方向上移动，并没有在提滑板的力的方向上移动，人提滑板的力没有做功。在图 9.1-4 乙中，用力搬一块大石头而没有搬动，石头在力的方向上没有移动，人对石头的作用力也没有做功。

有时为了叙述方便，某个力做功往往也说成施力的物体做了功。如人推小车，推力做了功，也常说人做了功。

功的计算

作用在物体上的力越大、物体在力的方向上移动的距离越大，力所做的功也就越多。力学中，**功**等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积。

如果用 F 表示力， s 表示沿力的方向移动的距离， W 表示功，则功的表达式为

$$W = Fs$$

在国际单位制中，力的单位是牛，距离的单位是米，则功的单位是牛米，它有一个专门的名称叫做焦耳（joule），简称焦，符号是J。

例题 一匹马拉着雪橇沿着平直的路面匀速前行（图9.1-5），将雪橇运到了3 000 m外的货场。如果马拉雪橇的水平拉力是800 N，求马的水平拉力做的功。

解 雪橇在平直路面上做直线运动，马的水平拉力

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

雪橇沿水平拉力的方向移动的距离

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

所以，马的水平拉力做的功

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

马的水平拉力做的功是 $2.4 \times 10^6 \text{ J}$ 。



图9.1-5



动手动脑学物理

1. 功的定义：功等于力与物体在_____方向上移动的_____的乘积。写成公式就是 $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。在国际单位制中，功的单位是_____，简称_____，符号是_____。

2. 在水平地面上，用 50 N 的力沿水平方向拉着重为 100 N 的小车前进 5 m，拉力做的功等于_____ J，重力做的功等于_____ J。

3. 用手将一只鸡蛋举高 1 m，手对鸡蛋做功大约是_____ J。

4. 2008 年 8 月 11 日在北京奥运会上，中国选手张湘祥在男子举重 62 kg 级的决赛中摘得金牌（图 9.1-6），挺举成绩是 176 kg。假设他挺起杠铃的高度是 2 m，他在挺举过程中对杠铃大约做了多少功？

5. 马拉着质量是 2 000 kg 的车在水平路上前进 400 m，马的水平拉力做了 3×10^5 J 的功，马的水平拉力是多少？



图9.1-6 举重

人教版®

第2节 功率

建筑工地上要把几百块砖送到楼顶，无论是人工搬运还是用起重机搬运，我们对砖块做的功是相同的。然而，人工搬运需要几个小时，用起重机搬运几分钟就可以完成。看来做功有快慢之分。

在物理学中，就像用速度表示运动的快慢一样，我们用功率表示做功的快慢。**功与做功所用时间之比叫做功率（power）**，它在数值上等于单位时间内所做的功。

如果用 W 表示某个力做的功， t 表示做功所用的时间， P 表示这个力做功的功率，则功率的表达式为

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

功率的单位由功的单位和时间的单位组合而成。在国际单位制中，功的单位是焦耳，时间的单位是秒，则功率的单位是焦耳每秒，它有个专门的名称叫做**瓦特（watt）**，简称**瓦**，符号是 W 。

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

工程技术上还常用**千瓦（kW）**作为功率的单位。

$$1\text{ kW} = 1\,000\text{ W} = 10^3\text{ W}$$

不同的物体做相同的功，所用的时间可能不同，时间短的功率大。不同的物体做功的时间相同，它们做功的多少可能不同，在相同时间内，做功多的物体功率大。



想想议议

如图9.2-1, 一个成年人和一个小孩一起爬上相同的楼梯, 做功相同吗? 功率相同吗?

爬相同的楼梯, 大人比小孩的质量大, 他们移动的距离相同, 两者做的功却不同, 大人比小孩做的功多。如果两人在相同时间内爬完, 功率不相同, 大人比小孩功率大。

生活中许多运动物体做功的功率可达若干千瓦。例如, 优秀运动员短时间运动的功率约一千瓦; 小轿车的功率为数十千瓦至数百千瓦; 电力机车和内燃机车的功率为数千千瓦; 万吨级远洋货轮的功率可达一万千瓦以上。



图9.2-1

例题 建筑材料的质量为6 t, 起重机在15 s内将建筑材料沿竖直方向匀速提升1 m(图9.2-2)。起重机提升建筑材料的功率是多少? g 取10 N/kg。

解 因为匀速提升, 起重机提升建筑材料的拉力与建筑材料所受的重力相等, 即

$$F = G = mg$$

$$mg = 6 \times 10^3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 6 \times 10^4 \text{ N}$$

建筑材料在拉力的方向上移动的距离

$$s = 1 \text{ m}$$

所以拉力做的功

$$W = Fs = 6 \times 10^4 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 6 \times 10^4 \text{ J}$$

功率

$$P = \frac{W}{t} = \frac{6 \times 10^4 \text{ J}}{15 \text{ s}} = 4 \times 10^3 \text{ W}$$

起重机提升建筑材料的功率是 $4 \times 10^3 \text{ W}$ 。

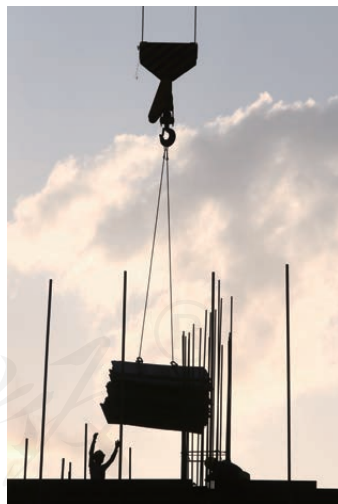


图9.2-2 起重机提升建筑材料



动手动脑学物理

1. 功与做功所用_____之比叫做功率。功率的计算公式是_____。
在国际单位制中, 功率的单位是_____。我们说某个机器的功率是3 kW, 其含义是_____。
2. 完成下列单位换算。
 $100\text{ W} = \text{_____ J/s}$, $2.5\text{ kW} = \text{_____ W}$ 。
3. 用100 N的力拉小车, 小车10 s内在力的方向上前进了50 m, 拉力做的功是_____ J, 拉力的功率是_____ W。
4. 甲乙两人同时开始登山, 甲先到达山顶。你能判定哪个人的功率大吗? 为什么?
5. 功率是25 kW的拖拉机, 它4 h做的功如果由功率是0.4 kW的耕牛去完成, 需要多长时间?

人教版®

第3节 动能和势能

湍急的流水能推动水车（图9.3-1），拉开的弹弓能将弹丸射出，流水、弹弓都做了功。物体能够对外做功，我们就说这个物体具有**能量（energy）**，简称**能**。能量的单位与功的单位相同，也是焦耳。

一个物体能够做的功越多，表示这个物体的能量越大。

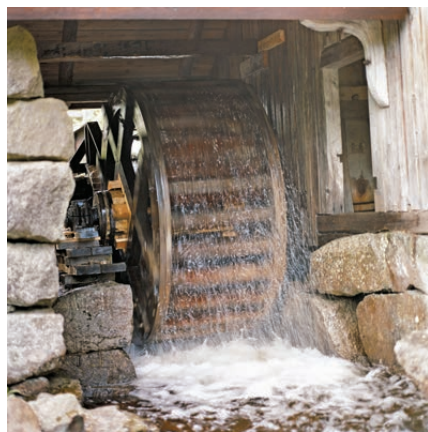


图9.3-1 水流推动水车

动能

运动的钢球打在木块上，木块被撞走，钢球对木块做了功（图9.3-2）。钢球能够做功，表明钢球具有能量。**物体由于运动而具有的能，叫做动能（kinetic energy）**。一切运动的物体都具有动能。动能的大小跟哪些因素有关呢？



图9.3-2

如图9.3-3，从枪膛射出的子弹能够轻易击穿坚硬的木板（图甲），但若是我们用手将子弹投掷出去，则最多在木板上留下一个印迹（图乙）。子弹的质量虽然小，但是只要速度大，仍然可以具有很大的动能。

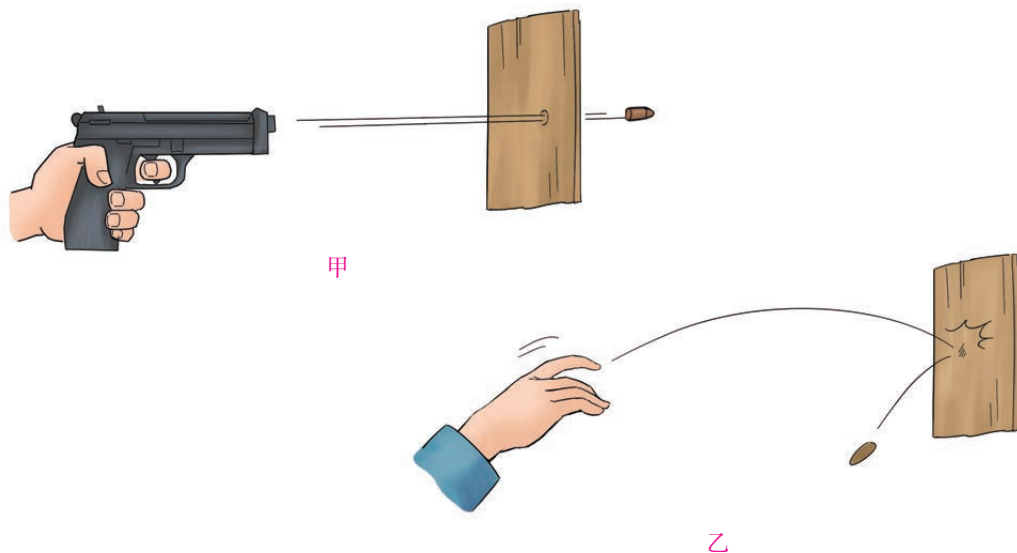


图9.3-3

如图9.3-4，投过来的网球，你可以用手去接（图甲），但用同样的速度投掷过来的铅球，你就不能去接了（图乙）。铅球的速度虽然和网球一样，但是质量很大，因此也具有很大的动能。

事实告诉我们：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。

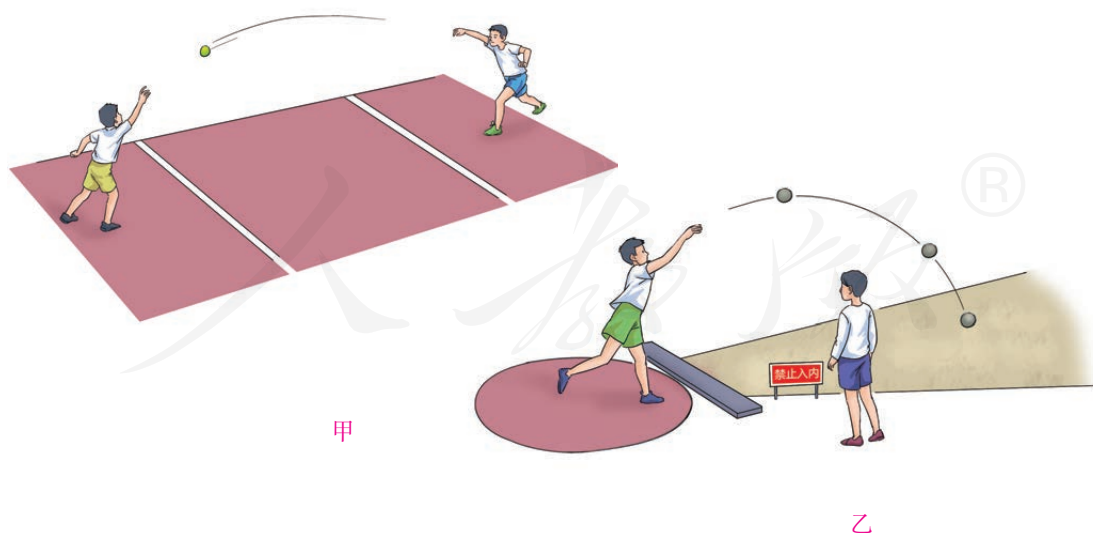


图9.3-4



想想议议

某段道路的标志牌显示：小型客车最高行驶速度不得超过 100 km/h；大型客车、载货汽车最高行驶速度不得超过 80 km/h（图 9.3-5）。

请你用物理知识解释，为什么要对机动车的最高行驶速度进行限制？为什么在同样的道路上，对不同车型设定不一样的最高行驶速度？

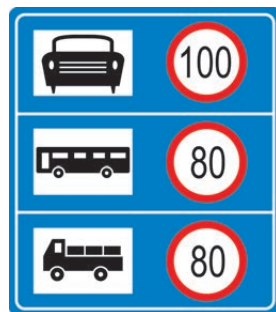


图9.3-5 交通标志牌

车型不同，车的质量有大有小。如果车的行驶速度相同，质量大的，动能大，行驶时危险性就大。因此，在同样的道路上，交通管理部门会对不同车型设定不同的最高行驶速度。

小资料



一些物体的动能

物体	动能/J	物体	动能/J
抛出去的篮球	约30	跑百米的运动员	约 3×10^3
行走的牛	约60	飞行的步枪子弹	约 5×10^3
从10 m的高处落下的砖块	约 2.5×10^2	行驶的小汽车	约 2×10^5

势能

打桩机在工作时（图 9.3-6），先把重锤高高举起，重锤落下，可以把桩打入地里，重锤对桩做了功。这说明高处的重锤具有能量。在地球表面附近，物体由于受到重力并处在一定高度时所具有的能，叫做**重力势能**。物体的质量越大，位置越高，它具有的重力势能就越大。例如，水力发电站要想发出更多的电来，就要想办法储存更多的水，将水位提得更高，也就是尽量使水的重力势能更大。



图9.3-6 举高的重锤具有重力势能

发生形变的物体在恢复形变时可以做功，因此也具有能量。例如，发生形变的网球拍能将网球弹出，具有能量（图9.3-7）；拉弯的弓能将箭射出，

具有能量；被压弯的跳板能将运动员弹起，具有能量……物体由于发生

弹性形变而具有的能叫做弹性势

能。射箭时弓的形变越大，箭

射得越远。物体的弹性形变

越大，它具有的弹性势能

就越大。重力势能和弹

性势能是常见的两种势能

（potential energy）。

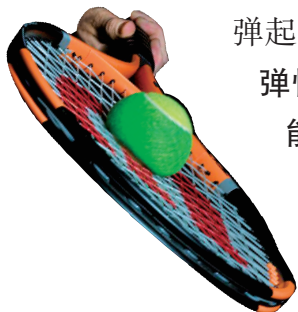


图9.3-7 发生形变的网球拍具有弹性势能

动手动脑学物理

1. 物体由于_____具有的能，叫做动能。_____越大，_____越大，动能越大。物体由于_____所具有的能，叫做重力势能。_____越大，_____越高，重力势能越大。

2. 请你判断下列物体具有哪种形式的能量：

（1）在水平公路上行驶的汽车；

（2）悬挂在天花板上的吊灯；

（3）在空中飞行的飞机；

（4）被拉开的弹弓。

3. 阅读图9.3-8 的剪报。由于惯性，飞出的馒头具有与火车运动相近的速度。速度越大，馒头的_____越大，所以能把人砸伤。

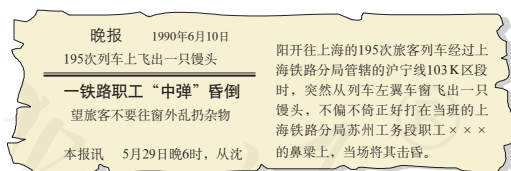


图9.3-8

4. 拦河大坝使上游的水位升高，提高水的重力势能。水从大坝的上游流下时冲击水轮机发电，水的势能最终转化为电能。瑞士的大笛克桑斯大坝高 285 m，我国葛洲坝水电站的拦河坝高 70 m。有人说前者水的重力势能比后者的大，能够这样简单地得出结论吗？为什么？

第4节 机械能及其转化

动能、重力势能和弹性势能统称为机械能 (mechanical energy)。一个物体可以既有动能，又有势能，如飞行中的飞机因为它在运动而具有动能，又因为它处于高空而具有重力势能，把这两种能量加在一起，就得到它的总机械能。

机械能及其转化

一个物体从高处下落，物体的重力势能转化成它的动能；弯弓射箭时，弓的弹性势能转化成箭的动能；蹦床运动员从高处落下（图9.4-1），在与蹦床面将要接触时，具有动能，与蹦床面接触后，床面发生弹性形变，运动员的动能转化成蹦床的弹性势能。可见，动能和势能可以相互转化。



图9.4-1 蹦床运动



演示

如图9.4-2，分析小球在摆动过程中动能和势能的相互转化。

在图9.4-2中，小球从A点下落到B点，重力势能逐渐转化成动能，到最低点B时动能最大，之后又从B点上升到C点，动能逐渐转化成重力势能。

研究表明，如果只有动能和势能相互转化，尽管动能、势能的大小会变化，但机械能的总和不变，或者说，机械能是守恒的。

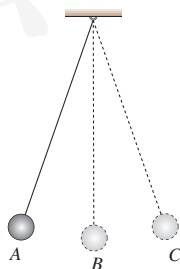


图 9.4-2 动能和势能的转化



想想做做

把一个铁锁用绳子悬挂起来，将铁锁拉到自己的鼻子附近，稳定后松手，铁锁向前摆去（图9.4-3）。

想想看，铁锁摆回时会打到你的鼻子吗？

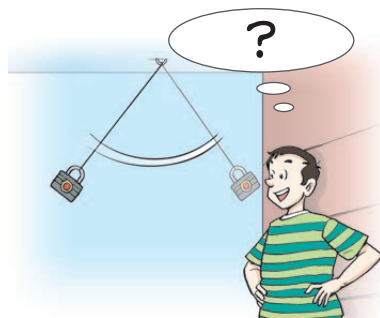


图9.4-3 铁锁摆回

水能和风能的利用

地球上，海水朝夕涨落，江河日夜奔腾；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。我们的祖先很早就开始利用水能和风能了。到19世纪，人类开始利用水能发电（图9.4-4）。

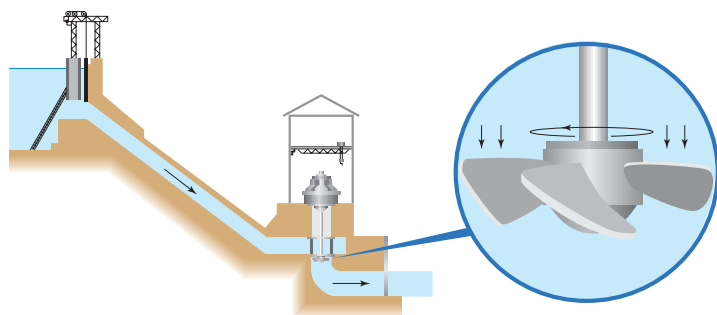


图9.4-4 水电站剖面图

人们修筑拦河坝来提高上游的水位，在坝底安装水轮机，发电机装在水轮机的上面，它们的轴连接在一起，水轮机带动发电机发电。一定量的水，上、下水位差越大，水的重力势能越大，能发出的电就越多。

风能也可以用来发电，风吹动风车（图9.4-5），可以带动发电机发电。单个风力发电机的输出功率较小，在风力资源丰富的地区，可以同时安装几十台到几百台风力发电机，组成“风车田”，联在一起供电。



图9.4-5 风吹动风车转动

动手动脑学物理

1. 一个在空中飞行的篮球的动能大约是 15 J, 它的重力势能大约是 20 J, 它的机械能大约是_____J。
2. 分析章首图的过山车在运动过程中的能量转化情况。过山车下降时速度越来越大, _____能转化成_____能; 上升时速度越来越小, _____能转化成_____能。
3. 怎样向地板抛乒乓球, 才能使它弹跳到高于原来抛出的位置? 说明这种抛法的理由。
4. 2011 年蹦床世锦赛中我国运动员以优异成绩夺得金牌和奖牌总数第一。设想运动员从蹦床上方某点下落, 经蹦床反弹后上升。请你说说这个过程中机械能是如何转化的。



学到了什么

1. 功

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, 就说这个力对物体做了功。力对物体做的功等于力与物体在力的方向上移动的距离的乘积, 即 $W=Fs$ 。

2. 功率

功率表示做功的快慢, 功与做功所用时间之比叫做功率, 即 $P = \frac{W}{t}$ 。功率在数值上等于单位时间内所做的功。

3. 动能和势能

一个物体能够对外做功, 表示这个物体具有能量。

物体由于运动而具有的能叫做动能。物体的质量越大、运动的速度越大, 动能就越大。物体由于受到重力并处在一定高度时所具有的能, 叫做重力势能。物体的质量越大、位置越高, 重力势能就越大。物体由于发生弹性形变而具有的能叫做弹性势能。物体的弹性形变越大, 弹性势能就越大。

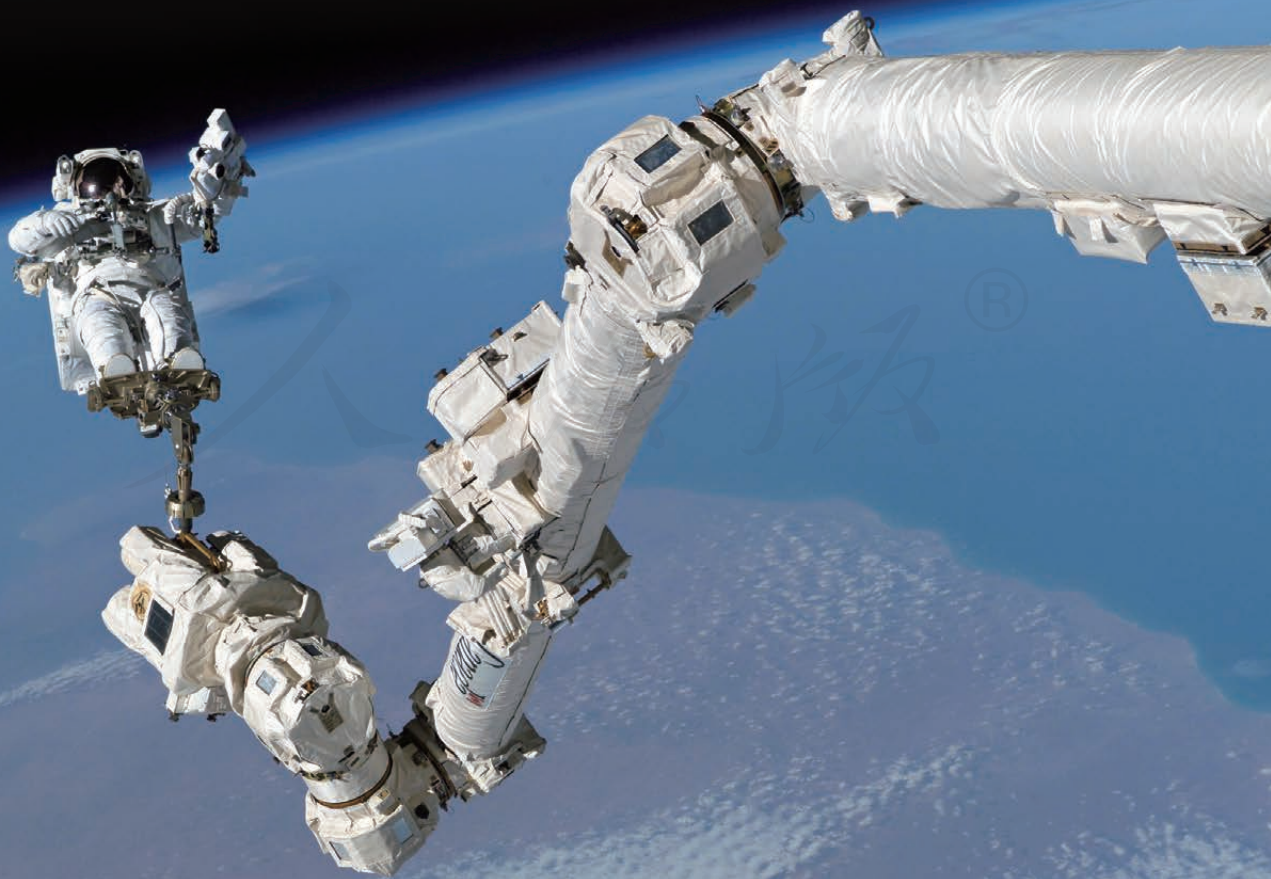
4. 机械能及其转化

动能、重力势能和弹性势能统称为机械能。动能和势能可以相互转化。如果只有动能和势能相互转化, 机械能是守恒的。

第十章 简单机械

我们的周围有各种各样的机械：提升重物的起重机，计时的钟表，甚至小小的瓶起子……现在，机械更进入了太空。2005年7月30日，美国宇航员史蒂夫·罗宾逊就在机械臂的辅助下，对“发现号”航天飞机的隔热层进行了维修。

各种各样的机械展现了人类的智慧。有的机械简单，有的机械复杂。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。本章我们就从最简单的机械入手，了解它们是如何为人类服务的！



第1节 杠杆



图 10.1-1

人类很早以前就使用杠杆了。壮丽辉煌的咸阳宫曾巍然矗立于八百里秦川。司马迁在《史记》中有关于这座宫殿的描述。图 10.1-1 描述了我们的祖先在建造宫殿时，利用木棒搬动巨大木料的情景。你能讲出其中的道理吗？

杠杆

当你用瓶起子开瓶、用剪刀剪纸（图 10.1-2）、用天平称量时，你就在使用杠杆了。杠杆是最简单的机械之一。

在使用过程中，这些杠杆有什么共同特点吗？到底什么是杠杆呢？



甲 瓶起子



乙 剪刀

图 10.1-2

如图 10.1-3，一根硬棒，在力的作用下，它能绕着固定点 O 转动，这根硬棒就是杠杆（lever）。

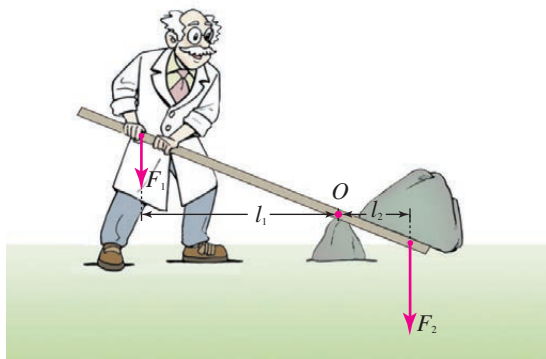


图 10.1-3 杠杆

每个杠杆都有支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂。

支点：杠杆可以绕其转动的点 O

动力：使杠杆转动的力 F_1

阻力：阻碍杠杆转动的力 F_2

动力臂：从支点 O 到动力 F_1 作用线的距离 l_1

阻力臂：从支点 O 到阻力 F_2 作用线的距离 l_2

当杠杆在动力和阻力作用下静止时，我们就说杠杆平衡了。

我们在分析杠杆时，首先要找到它的支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂。

杠杆的平衡条件

在杠杆的使用中，杠杆的平衡状态是一种非常重要的状态。杠杆在满足什么条件时才会平衡？



实验

探究杠杆的平衡条件

如图 10.1-4 甲，调节杠杆两端的螺母，使杠杆在不挂钩码时，保持水平并静止，达到平衡状态。

1. 给杠杆两侧挂上相同的钩码，在什么情况下，杠杆平衡？

2. 给杠杆两侧挂上不同数量的钩码，移动钩码的位置，使杠杆重新在水平位置平衡(图 10.1-4 乙)。这时，杠杆两侧受到的作用力，等于两侧钩码各自所受的重力。

操作中会发现，只有右侧 2 个钩码离支点近些，而左侧 1 个钩码离支点远些，杠杆才能平衡。

3. 设右侧钩码对杠杆施的力为动力 F_1 ，左侧钩码对杠杆施的力为阻力 F_2 ；测出杠杆平衡时的动力臂 l_1 和阻力臂 l_2 ；把 F_1 、 F_2 、 l_1 、 l_2 的数值填入表格中。

改变动力 F_1 和动力臂 l_1 的大小，相应调节阻力 F_2 和阻力臂 l_2 ，再做几次实验，将数据记录在下面的表格中。

4. 分析表中的数据，结合实验操作的体会，分别计算实验中动力与动力臂的乘积、阻力与阻力臂的乘积，看一看它们之间有什么关系？

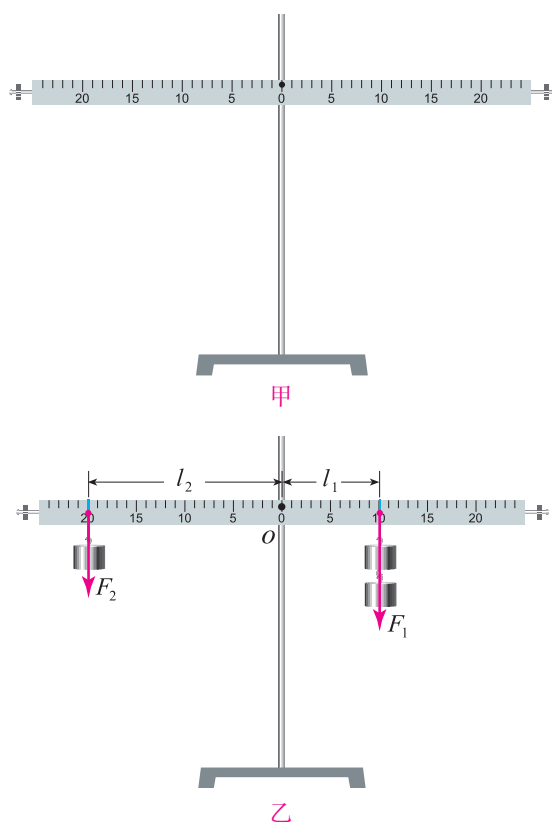


图 10.1-4 探究杠杆的平衡条件

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				
...				

实验结果表明，杠杆的平衡条件是

$$\text{动力} \times \text{动力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$$

或写为

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

这个平衡条件就是阿基米德发现的杠杆原理。

例题 据《杭州日报》报道,2001年6月22日,在杭州动物园内,一位物理老师利用杠杆原理,仅用小小的弹簧测力计就测出了一头大象的质量(图10.1-5甲)。测量时利用了一根长度为12 m的槽钢作为杠杆。

如图10.1-5乙,设吊钩固定于槽钢的中点 O 。当槽钢水平静止时,弹簧测力计示数 F_1 为200 N。测得支点 O 到 F_1 的作用线的距离 l_1 为6 m,支点 O 到大象对杠杆的拉力 F_2 的作用线的距离 l_2 为4 cm。请估算大象和铁笼的总质量。 g 取10 N/kg。

解 人通过弹簧测力计对杠杆的拉力为动力 $F_1 = 200$ N,动力臂 $l_1 = 6$ m;大象和铁笼对杠杆的拉力为阻力 F_2 ,它等于大象和铁笼所受的重力 G ,阻力臂 $l_2 = 4$ cm = 0.04 m。

根据杠杆的平衡条件 $F_1 l_1 = F_2 l_2$,有

$$F_2 = \frac{F_1 l_1}{l_2} = \frac{200 \text{ N} \times 6 \text{ m}}{0.04 \text{ m}} = 3 \times 10^4 \text{ N}$$

大象和铁笼的总质量

$$m = \frac{G}{g} = \frac{F_2}{g} = \frac{3 \times 10^4 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 3 \times 10^3 \text{ kg} = 3 \text{ t}$$

大象和铁笼的总质量是3 t。

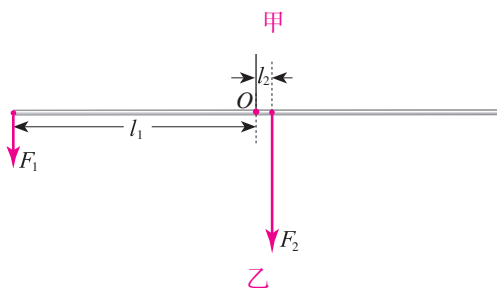


图10.1-5 现代版曹冲称象

生活中的杠杆

我们身边有很多杠杆。例如，小朋友玩的跷跷板、撬重物的撬棒、划船用的船桨（图 10.1-6）……仔细观察这些杠杆，看看它们各自的动力臂和阻力臂有什么关系。



图10.1-6 赛艇的桨是杠杆

等臂杠杆 天平的动力臂与阻力臂相等，是一种等臂杠杆。

省力杠杆 利用图 10.1-3 中的撬棒，只要用很小的力，就能撬动很重的石头。这类杠杆是省力杠杆，它的动力臂比阻力臂长。这类杠杆虽然省力，但是动力作用点移动的距离却比阻力作用点移动的距离大，省了力，却费了距离。

费力杠杆 注意观察图 10.1-6 中赛艇的船桨，它也是一种杠杆。人坐在船上观察，划船时船桨的轴是不动的，所以，轴的位置是支点。手加在桨上的动力比水对桨的阻力大，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。这类杠杆的特点是，杠杆的动力臂比阻力臂短，动力比阻力大，所以把它叫做费力杠杆。这类杠杆动力作用点移动的距离比阻力作用点移动的距离小，虽然费力，却省了距离。

合理使用杠杆，会给人们带来不同方面的便利（图 10.1-7）。



图10.1-7 剪树枝

1. 在物理学中，将一根在_____的作用下可绕_____转动的硬棒称作杠杆。

2. 如图 10.1-8，各式各样的剪刀都是一对对的杠杆。要剪开铁皮应该用_____。剪纸时应该用_____。要修剪树枝应该用_____。（选填对应的标号）

3. 画出图 10.1-9 中杠杆的动力臂和阻力臂。

4. 搬运砖头的独轮车，车体和砖头所受的总重力 $G = 1\,000\text{ N}$ 。将独轮车看成一个杠杆，支点在车轮的位置，独轮车的有关尺寸如图 10.1-10 所示。推车时，人手向上的力 F 应是多少？



图 10.1-8

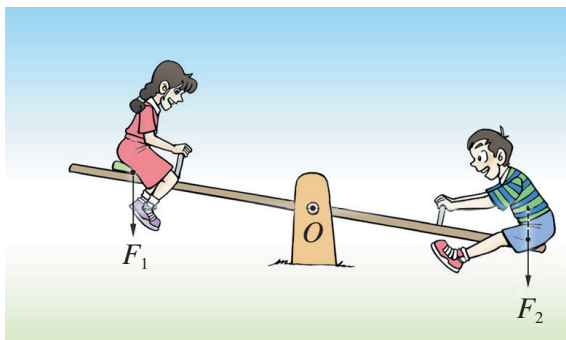


图 10.1-9

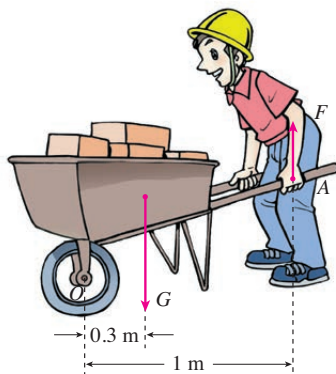


图 10.1-10

人教版®

第2节 滑轮

除了杠杆之外，滑轮（pulley）也是一种简单机械，它在日常生活中的应用也很广泛。图 10.2-1 就是一种滑轮。使用滑轮能给我们带来哪些好处呢？



图 10.2-1 滑轮



想想议议

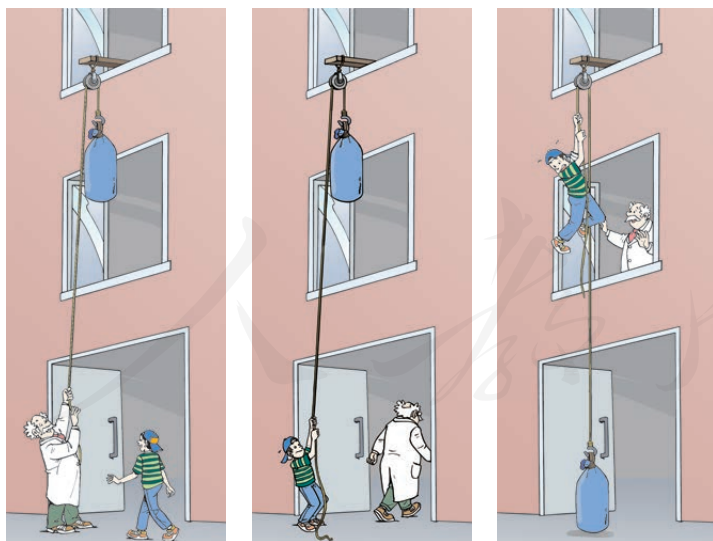


图10.2-2

如图 10.2-2，大人利用滑轮将重物吊到二楼，孩子想帮忙拉住重物，结果却把自己吊了上去。这是为什么呢？

定滑轮和动滑轮

如图 10.2-3，高高的旗杆矗立在操场上。旗手缓缓向下拉绳子，旗子就会徐徐上升。这是因为旗杆顶部有一个滑轮，它的轴固定不动（图甲），这种滑轮叫做定滑轮。电动起重机吊钩上有一种滑轮，它的轴可以随被吊物体一起运动，当电动机转动并收起绳子时，滑轮和物体就被提起（图乙），这种滑轮叫做动滑轮。

请你说出一些生活或工作中使用定滑轮和动滑轮的实例。下面让我们通过实验来研究定滑轮和动滑轮的特点。



演示

研究定滑轮和动滑轮的作用

如图 10.2-4，用不同的方式悬挂相同的物体进行实验。

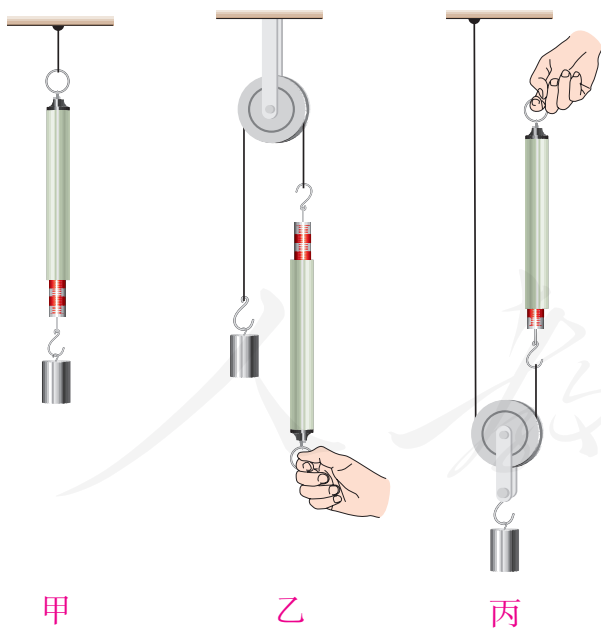
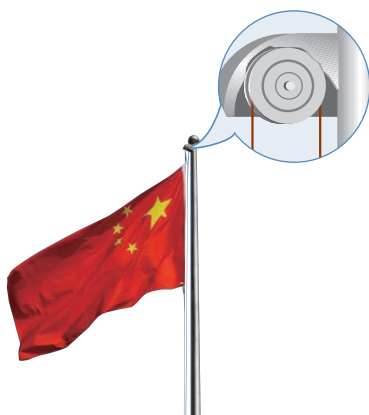
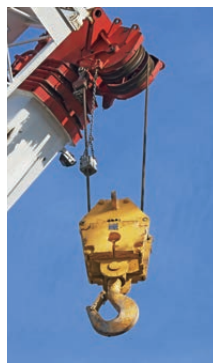


图10.2-4



甲 旗杆顶的定滑轮



乙 电动起重机的动滑轮

图10.2-3 定滑轮和动滑轮的应用

1. 用弹簧测力计拉住钩码（图甲），弹簧测力计的示数等于钩码所受重力，弹簧测力计拉力的方向竖直向上。

2. 用弹簧测力计绕过定滑轮拉住钩码（图乙），读出弹簧测力计的示数，并与图甲的示数比较。弹簧测力计拉力的方向如何？

3. 用弹簧测力计绕过动滑轮拉住钩码（图丙），读出弹簧测力计的示数，并与图甲的示数比较。弹簧测力计拉力的方向如何？

实验结果表明，使用定滑轮不省力，但可以改变力的方向；使用动滑轮可以省力，但不改变力的方向。

*滑轮组

如果既需要改变力的方向，又需要省更多的力，单独使用定滑轮或动滑轮都无法满足我们的需要。在实际应用中，人们常常把定滑轮和动滑轮组合在一起，构成滑轮组。

图 10.2-5 是一个动滑轮和一个定滑轮组成的滑轮组，忽略动滑轮的自重及摩擦。图甲中的物体由两段绳子通过动滑轮吊着，每段绳子都要承担物重。所以使用这个滑轮组，只要用物重 $\frac{1}{2}$ 的力就可以提起物体。图乙中的物体由三段绳子通过动滑轮吊着，每段绳子都要承担物重。所以只要用物重 $\frac{1}{3}$ 的力就可以提起物体。

用滑轮组提起物体时，动滑轮上有几段绳子承担物重，提起物体的力就是物重的几分之一。

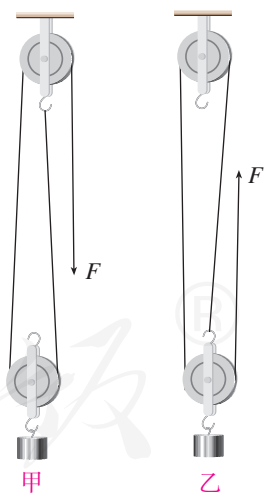


图10.2-5 定滑轮和动滑轮可以组成滑轮组

轮轴和斜面

轻轻转动门把手，就可以把门锁打开。门把手属于又一类简单机械——轮轴。轮轴由具有共同转动轴的大轮和小轮组成。通常把大轮叫轮，小轮叫轴。图 10.2-6 是一些轮轴的实例。

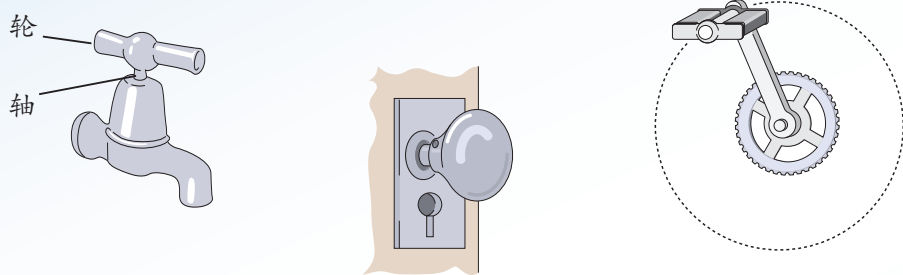


图10.2-6 各种轮轴

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

找一张直角三角形的纸，按照图 10.2-7 那样，可以模拟一个盘山公路的形状。可以想象若将盘山公路取直，就相当于将这张纸展开，汽车是沿它的斜边（斜面）爬到山峰的。汽车沿这个边爬到山峰，比起直通山顶的路，走的路程要长得多（图 10.2-8）。

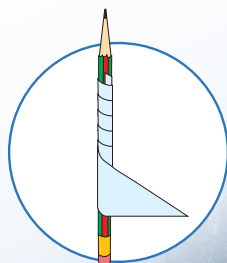


图10.2-7

斜面也是一种简单机械，在生活和生产中随处可见。轮轴和斜面都能省力，但是走的路程会变长。请各举出一个生活或生产中应用轮轴、斜面的例子。

图10.2-8 盘山公路



1. 图 10.2-9 是一种健身装置的示意图。其中 A、B、C 分别是哪种滑轮？
2. 物体重 1 000 N，如果用一个定滑轮提起它，需要用多大的力？如果用一个动滑轮提起它，不计摩擦及滑轮自重，又要用多大的力？
- *3. 利用图 10.2-10 所示的滑轮组提起一个所受重力为 2 000 N 的物体，不计摩擦及滑轮自重，绳子的拉力 F 是多少？
- *4. 如图 10.2-11，要用向下的力提升重物，请画出滑轮组绳子的绕法。

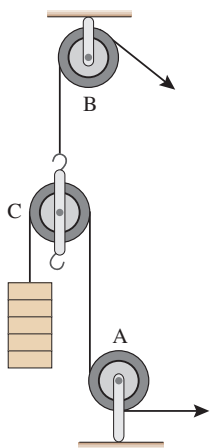


图10.2-9

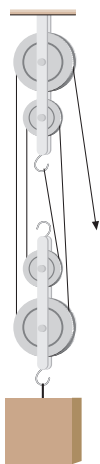


图10.2-10

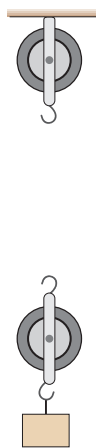


图10.2-11

人教版®

*第3节 机械效率

生活中我们常常会遇到“效率”这个词，例如学习效率、工作效率等。利用机械帮助我们完成某项任务，也会涉及效率问题，我们称为**机械效率**。要研究机械效率，就要先研究使用机械做功的情况。

有用功和额外功

不使用机械直接提升物体做的功，与使用机械提升物体时做的功相同吗？



演示

研究使用动滑轮是否省功

如图 10.3-1，提升相同的钩码，研究是否使用动滑轮拉力所做功的不同。

1. 用弹簧测力计将钩码缓慢地提升一定的高度（图甲）。用刻度尺测出钩码上升的高度 h ，读出弹簧测力计的示数 $F_{\text{甲}}$ ，计算拉力所做的功。

2. 用弹簧测力计并借助一个动滑轮，将同样的钩码缓慢地提升相同的高度（图乙）。用刻度尺测出绳端移动的距离 s ，读出拉力 $F_{\text{乙}}$ 的值，再次计算拉力所做的功。

改变钩码的数量，重复上面的实验。

3. 下表为某同学实验测得的数据。请你分析测量结果，说一说图 10.3-1 中两种方式拉力所做的功是否一样。为什么？

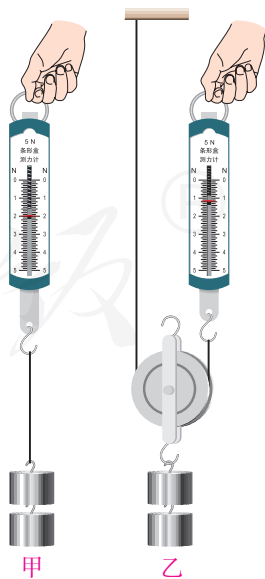


图10.3-1

次数	甲			乙		
	提升高度 h/cm	拉力 $F_{\text{甲}}/\text{N}$	拉力所做的 功 $W_{\text{甲}}/\text{J}$	绳端移动的 距离 s/cm	拉力 $F_{\text{乙}}/\text{N}$	拉力所做的 功 $W_{\text{乙}}/\text{J}$
1	10.0	1.0		20.0	0.7	
2	10.0	2.0		20.0	1.2	
3	10.0	3.0		20.0	1.7	

实验结果表明，虽然在两次实验中钩码被提升了相同的高度，但第二次拉力做的功反而要多一些。尽管使用动滑轮会省力，但由于动滑轮本身所受的重力以及摩擦等因素的影响，我们要多做功。

在上面的实验中，无论是否使用滑轮，钩码都被提升了，这部分功是必须要做的，叫做**有用功**，用 $W_{\text{有}}$ 表示。若用滑轮组提升钩码，我们还不得不克服动滑轮本身所受的重力以及摩擦力等因素的影响而多做一些功，这部分功叫做**额外功**，用 $W_{\text{额}}$ 表示。有用功与额外功之和是总共做的功，叫做**总功**，用 $W_{\text{总}}$ 表示。总功、有用功和额外功之间的关系为

$$W_{\text{总}} = W_{\text{有}} + W_{\text{额}}$$

机械效率

在保证所做有用功一定的情况下，人们总是希望额外功越少越好，即额外功在总功中所占的比例越少越好。物理学中，有用功跟总功的比值叫做**机械效率**。如果用 η 表示机械效率，那么有

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

使用任何机械都不可避免地要做额外功，有用功总是小于总功，所以机械效率总是小于1的。机

械效率通常用百分数表示。

例题 起重机把质量为0.5 t的重物匀速提升了3 m，而它的电动机所做的功是 3.4×10^4 J，起重机的机械效率是多少？ g 取10 N/kg。

解 起重机匀速提升重物所用的力与物体所受的重力大小相等

$$F = G = mg = 0.5 \times 10^3 \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 5 \times 10^3 \text{ N}$$

起重机提升重物所做的功是有用功

$$W_{\text{有}} = Fh = 5 \times 10^3 \text{ N} \times 3 \text{ m} = 1.5 \times 10^4 \text{ J}$$

起重机的电动机所做的功是总功

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

因此，起重机的机械效率

$$\eta = \frac{W_{\text{有}}}{W_{\text{总}}} = \frac{1.5 \times 10^4 \text{ J}}{3.4 \times 10^4 \text{ J}} = 0.44 = 44\%$$

这台起重机的机械效率为44%。

起重机的机械效率一般为40%~50%，抽水机的机械效率一般为60%~80%。



想想议议

根据上面的实验，当使用动滑轮提升物体时（图10.3-1乙），你能计算每次动滑轮的机械效率吗？想一想，影响动滑轮的机械效率的因素有哪些？

提高机械效率可以充分地发挥机械设备的作用，对节能减排、提高经济效益有重要的意义。提高机械效率的主要办法是改进结构，使它更合理、更轻巧。在使用中，按照技术规程经常保养，使机械处于良好的状态，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. 在物理学中, 将_____跟_____的比值叫做机械效率。
2. 有没有机械效率为 100% 的机械? 为什么? 举例说明, 通过什么途径可以提高机械效率。
3. 一台起重机将装满货物的铁皮箱子提起。起重机做的有用功为 14 400 J, 如果额外功是 9 600 J, 机械效率是_____。起重机所做的额外功是由_____、_____等因素引起的。
4. 某人将装重物的袋子竖直提升了 3 m, 空袋子重 10 N, 袋子与重物总重 110 N。他至少做了多少焦耳的功? 这次利用袋子提重物的效率是多少?



学到了什么

1. 杠杆及杠杆的平衡条件

杠杆平衡时, 其动力 F_1 、动力臂 l_1 和阻力 F_2 、阻力臂 l_2 之间满足关系 $F_1 l_1 = F_2 l_2$ 。

2. 定滑轮、动滑轮、*滑轮组

使用定滑轮不省力, 但可以改变力的方向。

使用动滑轮可以省力, 但不改变力的方向。

*使用滑轮组可以既省力又改变力的方向。

*3. 机械效率

使用机械做功时, 有用功 $W_{\text{有}}$ 跟总功 $W_{\text{总}}$ 的比值叫做机械效率 η , 即

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

后 记

本册教科书是人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心依据教育部《聋校义务教育物理课程标准》(2016年版),并以人民教育出版社出版的《义务教育教科书 物理 八年级 下册》(2012年第1版)为蓝本编写的,经国家基础教育课程教材专家工作委员会2018年审查通过。

本册教科书集中反映了特殊教育教科书研究与实验的成果,凝聚了参与课改实验的特殊教育专家、学科专家、教研人员以及一线教师的集体智慧。我们感谢所有对教科书的编写、出版提供过帮助与支持的同仁和社会各界朋友,以及整体设计艺术指导吕敬人等。本册教科书中“动手动脑学物理”栏目的执笔者还有史学军、张成玉老师,南京市聋人学校、青岛市中心聋校、无锡市特殊教育学校、北京市健翔学校、杭州聋人学校、成都市特殊教育学校、广州市启聪学校的师生给予本册教科书试教工作大力支持,在此一并感谢!

本册教科书出版之前,我们通过多种渠道与教科书选用作品(包括照片、画作)的作者进行了联系,得到了他们的大力支持。对此,我们表示衷心的感谢!但仍有部分作者未能取得联系,恳请入选作品的作者与我们联系,以便支付稿酬。

我们真诚地希望广大特殊教育的教师、学生及家长在使用本册教科书的过程中提出宝贵意见,并将这些意见和建议及时反馈给我们。让我们携起手来,共同完成聋校义务教育教材建设工作!

联系方式

电 话: 010-58758392

电子邮箱: liuhy@pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心

2018年5月



聿校义务教育实验教科书

物 理 八年级 下册

封面说明：如果切断垂吊于空中丝瓜的茎，它为什么就会落向地面呢？



人教版®



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-33101-5



定价：5.50 元