义务教育教科书

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

人民教育出版社
·北京·

微信公众号：电子课本大全

主　　编：彭前程
副 主 编：杜　敏

编写人员：付荣兴　孙　新　张大昌　杜　敏　谷雅慧　张　颖　苏福河
　　苗元秀　金新喜　秦晓文　黄恕伯　彭　征　彭前程
责任编辑：孙　新　金新喜
美术编辑：王　艾

封面设计：吕旻　李宏庆
版式设计：王艾
插　　图：文鲁工作室（封面）
　　王凌波　王仿溪　张良　张傲冰
图片提供：朱京　CFP　gettyimages等

义务教育教科书　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

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
重　　印　×××出版社
发　　行　×××新华书店
印　　刷　×××印刷厂
版　　次　2012年10月第1版
印　　次　　年　月第　次印刷
开　　本　787毫米×1092毫米　1/16
印　　张　6
字　　数　96千字
印　　数　×××册
书　　号　ISBN 978-7-107-25323-2
定　　价　×××元
定价批号　××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×××联系调换。电话：×××

微信公众号：电子课本大全

目录



第七章　力　1

第1节　力　2
第2节　弹力　6
第3节　重力　9



第八章　运动和力　15

第1节　牛顿第一定律　16
第2节　二力平衡　20
第3节　摩擦力　23



第九章　压强　28

第1节　压强　29
第2节　液体的压强　33
第3节　大气压强　39
第4节　流体压强与流速的关系　44

微信公众号：电子课本大全



第十章　浮力　48

第1节　浮力　49
第2节　阿基米德原理　53
第3节　物体的浮沉条件及应用　57



第十一章　功和机械能　61

第1节　功　62
第2节　功率　65
第3节　动能和势能　67
第4节　机械能及其转化　71



第十二章　简单机械　75

第1节　杠杆　76
第2节　滑轮　81
第3节　机械效率　85

微信公众号：电子课本大全



第七章　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，让我们一起走进力学的世界，揭开它神秘的面纱。

微信公众号：电子课本大全

第1节　力



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。

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；磁铁吸引铁钉时，磁铁对铁钉施力。

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。

微信公众号：电子课本大全

力的作用效果

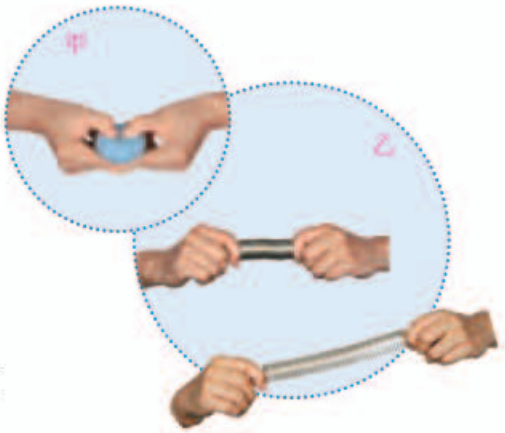


图7.1-1　物体的形状发生怎样的变化？

用力捏橡皮泥（图7.1-1甲），松开手后，观察橡皮泥的形状有什么变化；用力压或拉弹簧（图7.1-1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。

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. 一个小铁球静止在水平桌面上，当一个磁体靠近它时，会出现什么现象？

2. 让小铁球从斜面上滚下，沿着它的运动方向放一个磁体（图7.1-2甲），观察小铁球运动速度的变化情况。



图7.1-2　小铁球受到磁体的作用

3. 再次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7.1-2乙），观察小铁球运动的变化情况。

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。

微信公众号：电子课本大全

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7.1-3，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。

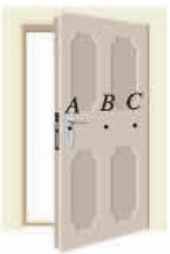


图7.1-3　力作用的位置不同，其作用效果一样吗？

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？物理学中通常用一条带箭头的线段表示力。如图7.1-4，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。在同一图中，力越大，线段应该越长。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。

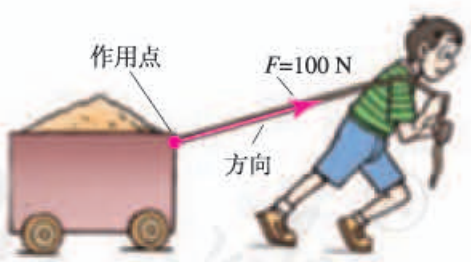


图7.1-4　用100 N的力拉车

力的作用是相互的

我们提水桶时，会感到手也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。

微信公众号：电子课本大全

想想做做

1. 如图7.1-5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7.1-5乙），观察发生的现象。



甲 磁体之间的相互作用



乙 用手推墙

图7.1-5 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. 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。

2. 用线将吊灯悬挂在天花板上，线对灯的拉力 $F=4\ \mathrm{N}$。请在图7.1-6中画出拉力 F 的示意图。

3. 一位同学沿水平方向用75 N的力推箱子，请在图7.1-7中画出这个力的示意图。

4. 如图7.1-8，人坐在小船上，用力推另一艘小船，能够把另一艘小船推开而自己坐的小船不动吗？为什么？



图7.1-6 吊灯



图7.1-7 人推箱子



图7.1-8 人推船

微信公众号：电子课本大全

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，橡皮筋会恢复原来的长度。撑竿跳高运动员将竿压弯（图7.2-1），松手后，撑竿也会恢复原状。



图7.2-1　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。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）。放在桌面上的水杯受到桌面对它的支持力，支持力是弹力；桌面受到水杯的压力，压力也是弹力。

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。

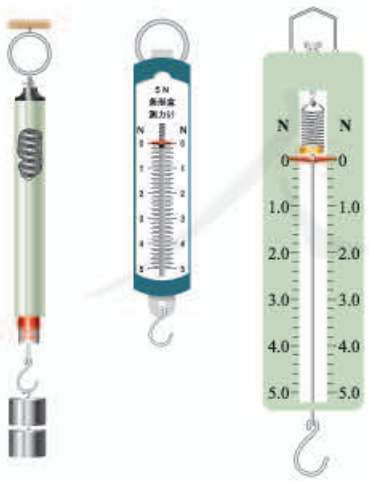


图7.2-2　弹簧测力计

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。在物理实验室中常用的几种弹簧测力计如图7.2-2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

微信公众号：电子课本大全

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=_____。

5. 总结使用弹簧测力计时应该注意的几点操作要求。

除了图7.2-2所示的几种弹簧测力计，人们还制造了其他形式的测力计（图7.2-3）。



甲 握力计　乙 弹簧秤　丙 托盘秤

图7.2-3 各种测力计

科学世界

材料的力学性能

材料的力学性能，是指材料受力时的变形行为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，受力时一般要发生形变，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。

微信公众号：电子课本大全

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，人们逐渐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. 在“橡皮泥上留下漂亮的指印”“跳板被跳水运动员压弯（图7.2-4）”两个现象中，发生的是不是弹性形变？说说你的理由。

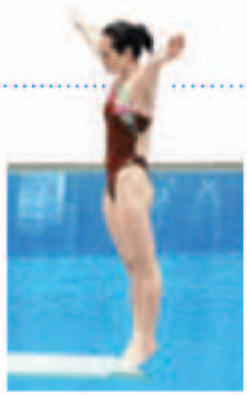


图7.2-4

2. 小强用弹簧拉力器锻炼身体，刚拉开时没感到太费力，可是两手拉开的距离越大，就感到越费力。这是什么原因？

3. 试分析一个旧弹簧测力计不能准确测量的原因。

4. 请读出图7.2-5中两个弹簧测力计的示数。圆筒测力计每个小格表示0.1 N。

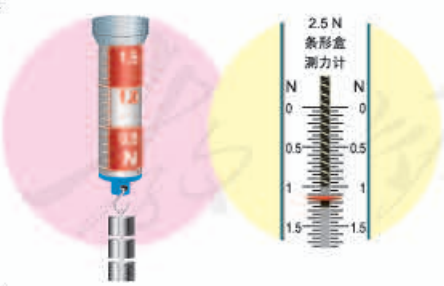


图7.2-5 弹簧测力计

5. 如图7.2-6，将椭圆形厚玻璃瓶装满水，把细玻璃管通过带孔的橡皮塞插入瓶中。沿着不同的方向用力捏厚玻璃瓶，观察细管中水面高度的变化。请你从力使物体产生形变的角度解释所看到的现象。



图7.2-6 椭圆形玻璃瓶

微信公众号：电子课本大全

第3节　重力

水总是由高处向低处流；向空中撒开的鱼网，要飘落到水里；向空中抛出的石块，最终也会落向地面……





图7.3-1　下落的物体

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。你能举出几个例子来证明重力的存在吗？

如果没有重力，我们的生活会是什么样子？

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

微信公众号：电子课本大全

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。如图7.3-2，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。



图7.3-2　测量钩码所受的重力

1. 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。

质量m/kg						
重力G/N						

2. 在图7.3-3中，以质量为横坐标、重力为纵坐标描点并连接这些点。观察后思考：物体所受的重力跟它的质量之间有什么关系？

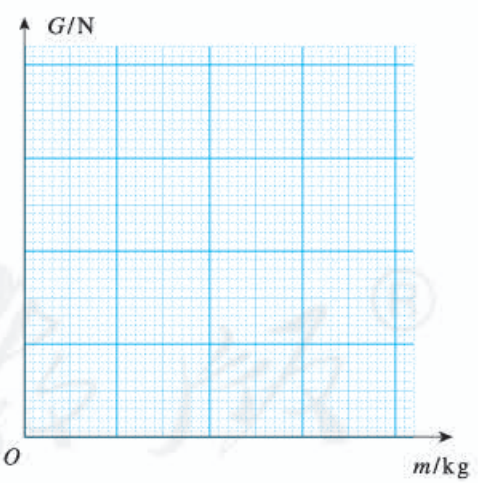


图7.3-3　重力跟质量关系的图象

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表示重力与质量的比值，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

$$G=mg$$

微信公众号：电子课本大全

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，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，木块受到的重力

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

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

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

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，这个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的方向（图7.3-4），以此来检查所砌的墙壁是否竖直。



图7.3-4 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7.3-5），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7.3-5 “下”在哪里？

微信公众号：电子课本大全

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7.3-6）。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的中点。

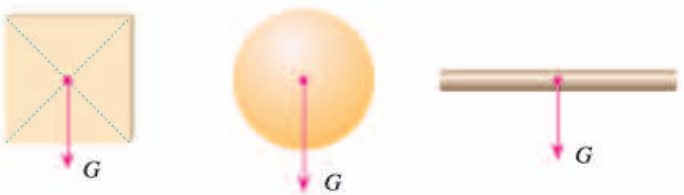


图7.3-6　几种形状规则、质量分布均匀的物体的重心

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7.3-7）。

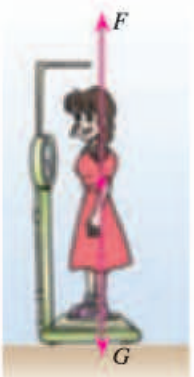


图7.3-7

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7.3-8）。

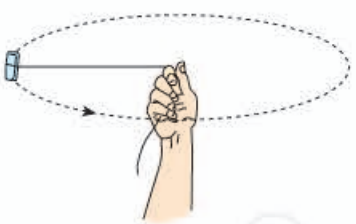


图7.3-8　模拟引力

牛顿认为，地球和月球之间存在互相吸引的力。正是地球吸引月球的力，使月球绕地球转动而不会跑掉，这个力跟地球吸引它附近物体使物体下落的力，是同一种力。在这个基础上，牛顿精心研究了历史上其他科学家的工作成果后提出：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。

微信公众号：电子课本大全

科学世界

飞出地球

人类一直向往插上翅膀，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，几千年来曾经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。

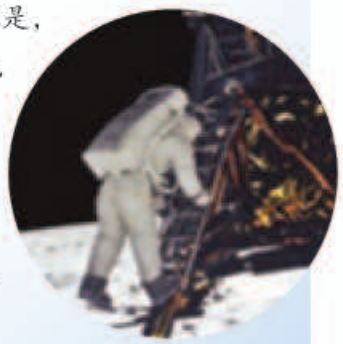


图7.3-9　人类首次登上月球

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7.3-9）；

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，我国迈出了航天深空探测的第一步；



图7.3-10　天宫二号

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；

2016年9月15日，我国天宫二号空间实验室发射成功（图7.3-10），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，你对探索星空有哪些设想？

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 一个南瓜所受的重力是30 N，它的质量是多少千克？

2. 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？

3. 一个桥头立着如图7.3-11所示的限重标志牌。汽车对该桥面的压力超过多少牛时，桥就可能被损坏？



图7.3-11

4. 若用三角尺判断桌面或地面是否水平，还需要哪些物品？怎样操作？请作图说明。

5. 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7.3-12）。


图7.3-12

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的作用。重力跟质量的关系可以用公式 $G = mg$ 表示，重力与质量的比值 $g = 9.8$ N/kg。重力的方向竖直向下，重力的等效作用点叫做重心。

微信公众号：电子课本大全

第八章　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。



微信公众号：电子课本大全

第1节　牛顿第一定律



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。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，就有很多人认为：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。

到底哪个说法正确呢？下面我们通过实验来研究这个问题。



图8.1-1　哪个说法正确？

微信公众号：电子课本大全

演示

阻力对物体运动的影响

如图8.1-2，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。

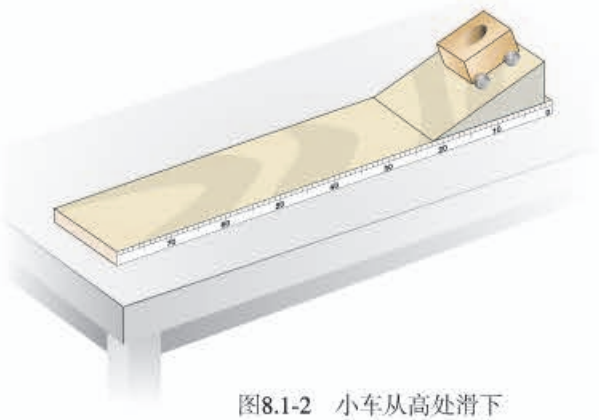


图8.1-2　小车从高处滑下

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？

牛顿第一定律

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）。

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

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一定律。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。

微信公众号：电子课本大全

惯性

从牛顿第一定律可以知道，如果物体不受力的作用，原来静止的物体将一直保持静止状态；原来运动的物体将保持其速度一直运动下去。一切物体都有保持原来运动状态不变的性质，我们把这种性质叫做**惯性**（inertia）。

想想议议



图8.1-3　小球的惯性

1. 如图 8.1-3，拨动簧片，把小球与支座之间的金属片弹出时，小球并没有随金属片飞出。你能说说发生这一现象的原因吗？

2. 行驶中的汽车突然刹车时，乘客身体会前倾；汽车突然开动时，乘客身体会向后仰。

想想看，身体向前倾、向后仰的原因是什么？

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。汽车突然刹车时，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，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。

生活中，人们常常利用物体的惯性。例如，跳远运动员快速助跑后，飞身一跃，利用自身的惯性，在空中继续前进，以提高成绩；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 8.1-4），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。



图8.1-4　利用惯性紧固锤头

惯性有时也给人们带来危害，需要防范。例如，交通工具必须配备刹车系统，以免造成危险。

微信公众号：电子课本大全

科学世界

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前排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8.1-5），使人不致撞到车身。



图8.1-5　安全带和安全气囊

动手动脑学物理

1. 同学们在一起讨论运动和力的关系。小明认为，一切物体只有受力才能保持匀速直线运动，不受力总是静止的；小华认为，一切物体只有受力才能保持静止，不受力总是做匀速直线运动。他们的说法对吗？为什么？

2. 如图 8.1-6，用力击打一摞棋子中间的一个，该棋子飞出而上面的棋子落下。你能解释这是为什么吗？

3. 分析下列现象是怎样利用惯性的。

（1）通过拍打窗帘清除它上面的浮灰。

（2）标枪运动员为取得好成绩，掷标枪前需要助跑。



图8.1-6　用钢尺击打棋子

4. 在一列匀速直线行驶的列车内，一位同学相对于车厢竖直向上跳起，他是否会落在车厢内原来的起跳点？说出你的理由。

微信公众号：电子课本大全

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。



图8.2-1　它们为什么会保持静止或匀速直线运动状态？

如图8.2-1，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。

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。

实验

探究二力平衡的条件

如图8.2-2，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。观察小车在什么条件下会保持运动状态不变？

1. 使两托盘里的砝码质量不相等；
2. 使两托盘里的砝码质量相等；
3. 保持两托盘里的砝码质量相等，

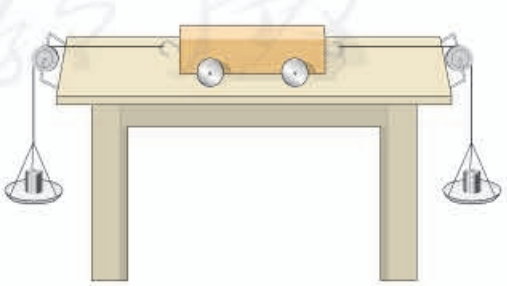


图8.2-2　研究二力平衡条件的一种方法

微信公众号：电子课本大全

把小车在水平桌面上扭转一个角度后释放；

……

请把实验条件和现象记录在下面的表格中。

小车在水平方向所受二力的情况			小车运动状态是否改变
大小	方向	是否在一条直线上	
不相等			
相等			
相等			
……			

与其他同学交流讨论实验结果，总结二力平衡需要的条件。

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，就曾利用二力平衡条件。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8.2-1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。



图8.2-3　跳伞表演

在图8.2-3中，跳伞运动员在空中匀速直线

微信公众号：电子课本大全

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？

动手动脑学物理

1. 在图8.2-4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？

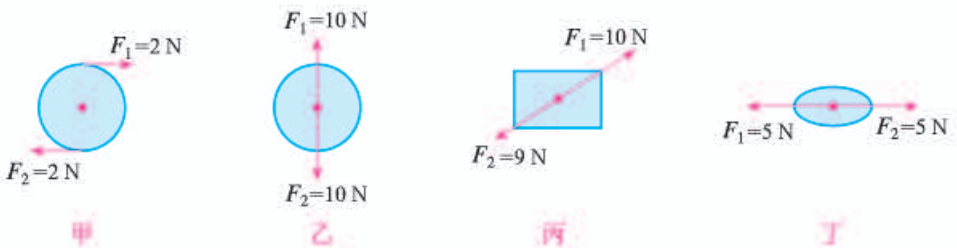


图8.2-4

2. 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，试画出小车所受阻力的大小和方向。

3. 质量40 kg的小船静止在水面上，它除了受到重力之外，还受到另一个力的作用，这个力的大小等于多少？方向如何？试着画出小船受力的示意图。

4. 在水平公路上匀速行驶的太阳能汽车受到几对平衡力的作用（图8.2-5）？为什么说它们是互相平衡的？请在图8.2-6上画出汽车受力的示意图。

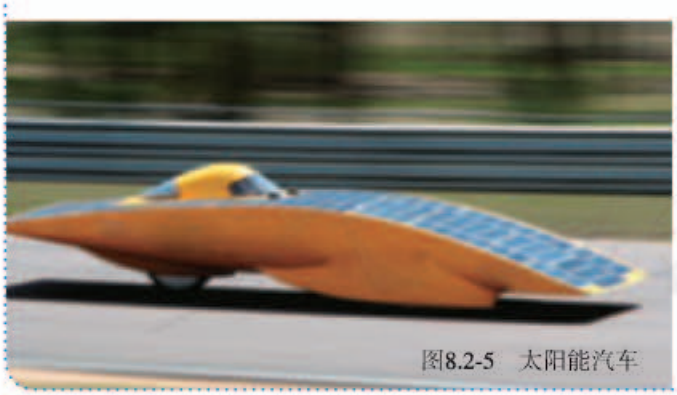


图8.2-5　太阳能汽车



图8.2-6

微信公众号：电子课本大全

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。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8.3-1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。

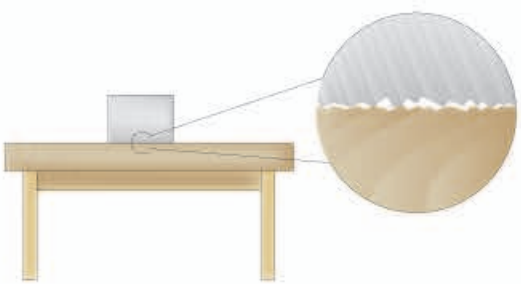


图8.3-1　接触面凸凹不平示意图

实验

测量滑动摩擦力

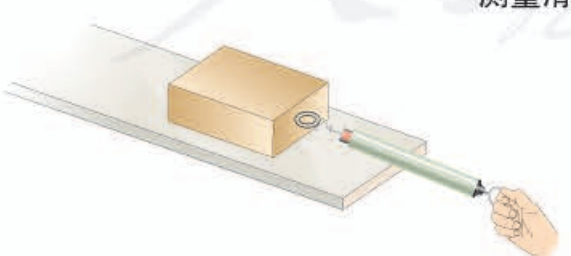


图8.3-2　水平匀速拉动木块

如图8.3-2，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，

微信公众号：电子课本大全

我们读出弹簧测力计所示的拉力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 $F=$ _____。

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。

实验

研究影响滑动摩擦力大小的因素

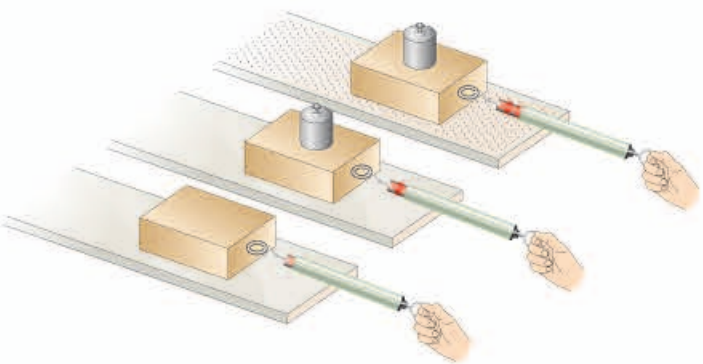


图8.3-3　研究影响滑动摩擦力大小的因素

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。看起来，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

……

可以通过图8.3-3所示的实验验证你的猜想。

1. 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。

2. 改变放在木块上的砝码，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。

3. 换用材料相同但表面粗糙的长木板，保持木块上的砝码不变，测出此种情况下的滑动摩擦力。

……

自己设计表格，记录测量数据。

通过这个实验，你得出了什么结论？

微信公众号：电子课本大全

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粗糙程度有关，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间的摩擦（图8.3-4）。



图8.3-4

摩擦在很多情况下又是有害的。例如，机器工作时，运动的部件间要产生摩擦。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。

想想议议

图8.3-5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8.3-5　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。要让自行车更快地停下来，可以用力捏闸（图8.3-5甲），体操运动员上器械前，会在手上涂防滑粉（图8.3-5乙），这些都是通过增大压力或改变接触面的粗糙程度来增大摩擦的例子。在冰壶运动中（图8.3-5丙），运动员是通过改变接触面的粗糙程度来减小摩擦的。

微信公众号：电子课本大全

科学世界

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8.3-6）。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，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8.3-6　滚动轴承

使两个互相接触的表面隔开，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，使它们互不接触，这样就减小了摩擦（图8.3-7）。气垫船利用压缩空气使船体与水面脱离接触（图8.3-8），可以大大减小摩擦。

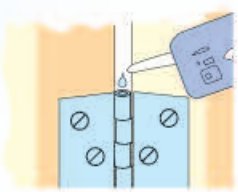


图8.3-7　合页



图8.3-8　气垫船

动手动脑学物理

1. 有些北方城市常常在下大雪后将煤渣撒在结冰的路面上，你知道这是为什么吗？

2. 在自行车中有的设计是为了增大摩擦，有的是为了减小摩擦。请各举两例说明是通过什么方法来增大或减小摩擦的。

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，有的同学提出滑动摩擦力的大小与接触面积有关。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10 s，我们身边的情境将会发生哪些变化？描述两个可能出现的场景。

微信公众号：电子课本大全

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粗糙程度有关。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®

微信公众号：电子课本大全

第九章　压强

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。2012年，我国自主研制的蛟龙号载人潜水器潜入了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？



微信公众号：电子课本大全

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，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?

想想议议

小小的蚊子能轻而易举地用口器把皮肤刺破（图9.1-1），重重的骆驼却不会陷入沙中（图9.1-2），这是为什么?



图9.1-1　蚊子尖尖的口器可以插入皮肤吸吮血液



图9.1-2　骆驼具有宽大的脚掌

微信公众号：电子课本大全

压强

从上述事例可以看到，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。

实验

探究影响压力作用效果的因素

如图9.1-3，甲图把小桌放在海绵上；乙图在桌面上放一个砝码；丙图把小桌翻过来，桌面朝下，并在其上放一个砝码。注意观察三次实验时海绵被压下的深浅，这显示了压力作用的效果。

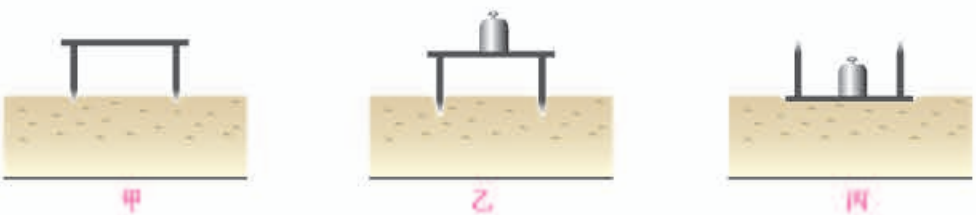


图9.1-3　压力作用的效果

考虑海绵所受小桌对它的压力和受力面积两个因素，甲图和乙图相比，哪个因素相同、哪个因素不同？乙图和丙图相比，哪个因素相同、哪个因素不同？压力作用的效果各有什么区别？

想一想，从上面的实验中你能得到什么结论？

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。要比较压力作用的效果，就应取相同的受力面积。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。

微信公众号：电子课本大全

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　水平桌面上放一本书，书所受的重力为3 N，与桌面的接触面积为$5\times10^{-2}\ \mathrm{m}^2$，计算书对桌面的压强。

解　书对桌面的压力等于它所受的重力，即

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

桌面的受力面积

$$S=5\times10^{-2}\ \mathrm{m}^2$$

所以压强

$$p=\frac{F}{S}=\frac{3\ \mathrm{N}}{5\times10^{-2}\ \mathrm{m}^2}=60\ \mathrm{Pa}$$

书对桌面的压强为60 Pa。

怎样减小或增大压强

在田间耕作时，为了不使拖拉机陷进土里，要设法减小它对地面的压强。而切菜、把图钉按进墙里，就要增大刀刃对菜、图钉尖对墙的压强。

想想议议

图9.1-4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9.1-4　通过什么方法增大或减小压强？

微信公众号：电子课本大全

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。



图9.1-5　多轴平板货车

任何物体所能承受的压强都有一定的限度，超过这个限度，物体就会被损坏。例如，货车超载，就很容易把公路的路面压坏。交通管理部门规定，货车每一车轴的平均承载质量不得超过10 t（图9.1-5），这是通过限定每一车轴平均承载的压力来控制货车对路面压强的大小的。

动手动脑学物理

1. 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9.1-6）。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。

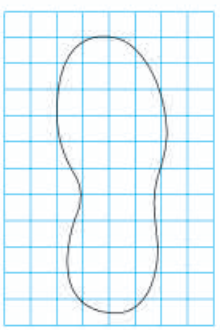


图9.1-6　测量鞋底面积

根据得到的数据，计算你对地面的压强。

如果图中每个小格的边长是2 cm，某同学的质量为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？

2. 解释下列现象。

锯、剪刀、斧头等，用过一段时间就要磨一磨，为什么？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？

3. 骆驼的体重比马大不了一倍，而它的脚掌面积是马蹄的三倍。这为它在沙漠行走提供了什么有利条件？

4. 一个图钉帽的面积是0.8 cm^2，图钉尖的面积是5×10^{-4} cm^2，手指对钉帽的压力是20 N，手对图钉帽的压强和图钉尖对墙的压强各是多大？

微信公众号：电子课本大全

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。杯中的水对杯底也有压强吗？

想想做做

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？

液体压强的特点

如图9.2-1，液体能从容器侧壁的孔中喷出，说明液体对侧面有压强；喷泉中的水柱能向上喷出，说明液体内部向上也有压强。由于液体具有流动性，液体内向各个方向都有压强。



图9.2-1　液体从容器侧壁的孔中喷出

液体内部压强的大小有什么特点呢？

图9.2-2是测量液体内部压强的仪器。它的探头是由空金属盒蒙上橡皮膜构成的。如果液体内部存在压强，放在液体里的薄膜就会发生形变，U形管左右两侧液面就会产生高度差，高度差的大小反映了薄膜所受压强的大小。

微信公众号：电子课本大全

演示

研究液体内部的压强

1. 如图9.2-2，把探头放进盛水的容器中，看看液体内部是否存在压强。保持探头在水中的深度不变，改变探头的方向，看看液体内部同一深度各方向的压强是否相等。

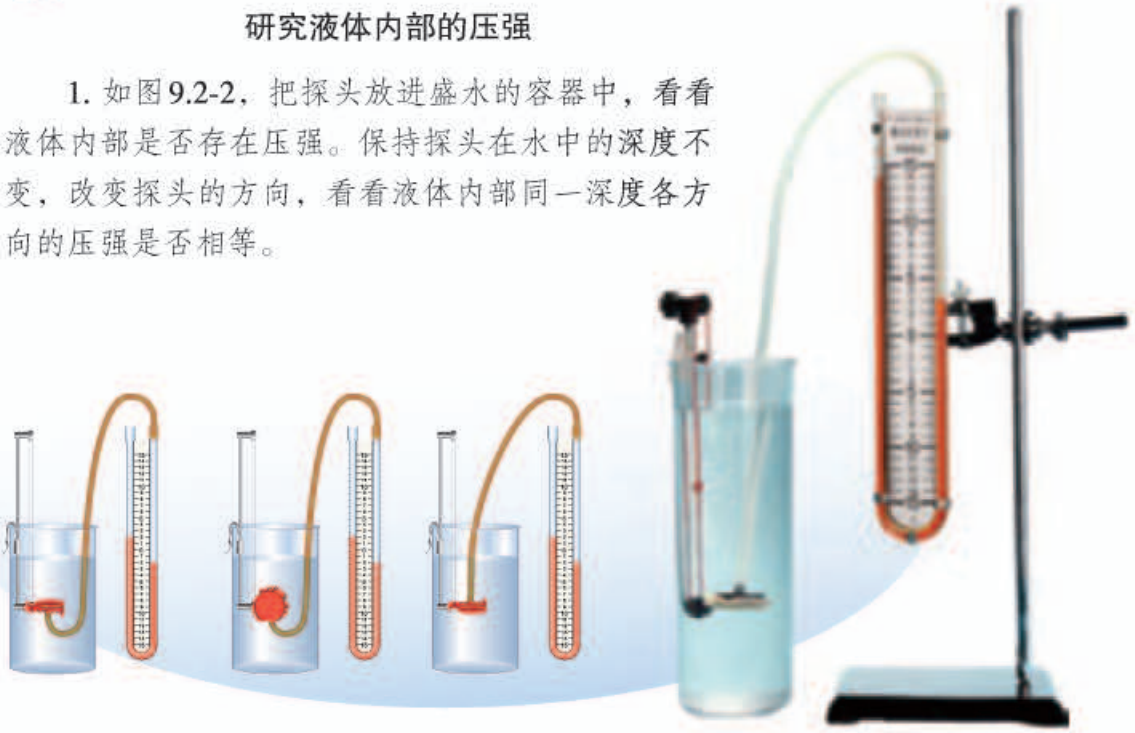


图9.2-2　同一深度液体向各个方向的压强是否相等？

2. 增大探头在水中的深度，看看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），看看在深度相同时，液体内部的压强是否与液体的密度有关。

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，向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。

液体压强的大小

我们研究容器中液体内部的压强跟液体的深度、液体的密度之间的定量关系。

要想得到液面下某处的压强，可以设想这里有一个水平放置的“平面”。

微信公众号：电子课本大全

这个平面以上的液柱对平面的压力等于液柱所受的重力，所以计算出液柱所受的重力是解决问题的关键。在图9.2-3中，设液柱的高度为 h，平面的面积为 S。

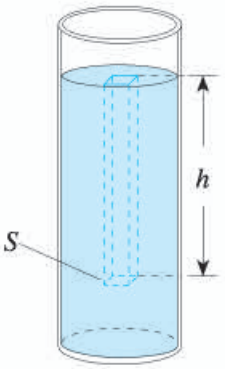


图9.2-3

这个平面上方的液柱对平面的压力

$$F = G = mg = \rho Vg = \rho Shg$$

平面受到的压强

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

因此，液面下深度为 h 处液体的压强为

$$p = \rho gh$$

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中采集海参、珍珠贝；背着氧气瓶的潜水员在浅海中可以长时间地停留；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。如果要潜入更深的海底，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。潜艇就是一种潜水器，它的下潜深度是一个非常重要的指标。1988年，我国第一代核潜艇在总设计师黄旭华的指挥下，下潜到300 m深。2016年8月，我国自主研制的“海斗”号无人潜水器最大潜深达10 767 m（图9.2-4），创造了当时我国无人潜水器的最大下潜及作业深度纪录。


图9.2-4 “海斗”号无人潜水器

例题 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，海水对你脚背压力的大小相当于1 500个人所受的重力！”海水压力真有这么大吗？请通过估算加以说明。

解 因为是估算，海水的密度可以取 $\rho = 1 \times 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$，$g$ 取 10 N/kg。

脚背宽度取8~10 cm，脚背长度取12~15 cm，则脚背面积为96~150 $\mathrm{cm^2}$，近似取 $S = 130\ \mathrm{cm^2} = 1.3 \times 10^{-2}\ \mathrm{m^2}$。

7 km深处海水的压强为

$$p = \rho gh = 1 \times 10^3\ \mathrm{kg/m^3} \times 10\ \mathrm{N/kg} \times 7 \times 10^3\ \mathrm{m} = 7 \times 10^7\ \mathrm{Pa}$$

微信公众号：电子课本大全

脚背受的压力为

$$F = pS = 7 \times 10^7\ \text{N/m}^2 \times 1.3 \times 10^{-2}\ \text{m}^2 = 9 \times 10^5\ \text{N}$$

一个成年人的质量约为60 kg，所受的重力

$$G = mg = 60\ \text{kg} \times 10\ \text{N/kg} = 6 \times 10^2\ \text{N}$$

假设脚背所受压力的大小相当于n个成年人所受的重力，则

$$n = \frac{9 \times 10^5\ \text{N}}{6 \times 10^2\ \text{N}} = 1\,500$$

估算结果表明，在深7 km的海底，水对脚背的压力确实相当于1 500个人所受的重力。

利用公式$p = \rho gh$计算的时候，密度ρ的单位一定要用kg/m^3，液体深度h的单位要用m，计算出的压强p的单位才是Pa。

连通器

上端开口、下端连通的容器叫做**连通器**，如图9.2-5。连通器里装的是相同的液体，当液体不流动时，连通器各部分中的液面高度总是相同的。



图9.2-5　连通器

想想议议

图9.2-6是生活中常见的连通器，它们各有什么功能？想想看，它们是怎样利用连通器的特点来实现自己的功能的？

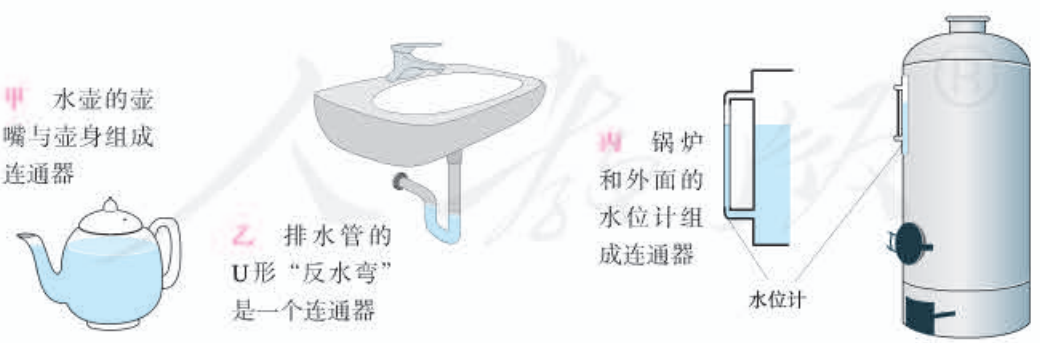


图9.2-6　生活中常见的连通器

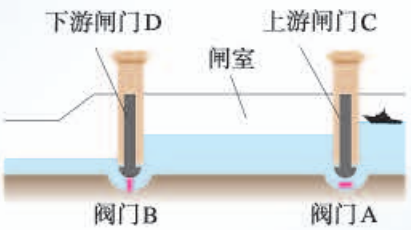
微信公众号：电子课本大全

科学世界

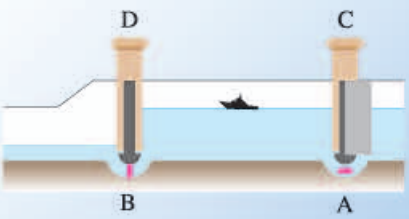
三峡船闸——世界上最大的人造连通器

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。巨大的落差有利于生产可观的电力，但也带来了航运方面的问题：下游的船只驶往上游，怎样把这些船只举高一百多米？上游的船只驶往下游，又怎样让船只徐徐降落一百多米？解决这个问题的途径就是修建船闸。

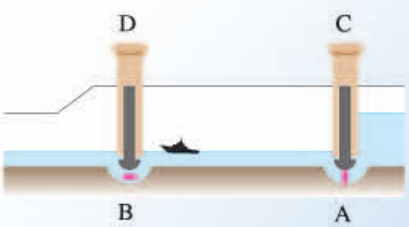
船闸由闸室和上、下游闸门以及上、下游阀门组成。图9.2-7描述了一艘轮船由上游通过船闸驶往下游的情况。



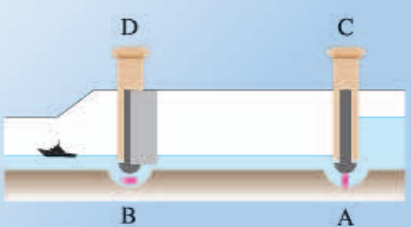
甲　关闭下游阀门B，打开上游阀门A，闸室和上游水道构成了一个连通器。



乙　闸室水面上升到和上游水面相平后，打开上游闸门C，船驶入闸室。



丙　关闭上游闸门C和阀门A，打开下游阀门B，闸室和下游水道构成了一个连通器。



丁　闸室水面下降到跟下游水面相平后，打开下游闸门D，船驶向下游。

图9.2-7　船闸工作示意图

三峡船闸总长1 621 m，是世界上最大的船闸。船只在船闸中要经过5个闸室使船体逐次升高（或降低）。每个闸室水位变化超过20 m，因而三峡船闸的闸门非常高大，其首级人字闸门每扇门高近40 m，宽近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，设想有10万人每人都用1 000 N的力来顶着门，也抵挡不住水的压力，可见水对闸门的压力之大。为此，三峡船闸的闸门足足有3 m厚，无愧是“天下第一门”。

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 一个空的塑料药瓶，瓶口扎上橡皮膜，竖直地浸入水中，一次瓶口朝上，一次瓶口朝下，这两次药瓶在水里的位置相同（图9.2-8）。为什么每次橡皮膜都向内凹？哪一次凹进得更多？为什么？

2. 图9.2-9的两个容器中盛有同种相同质量的液体，哪个容器底受到的压强大？

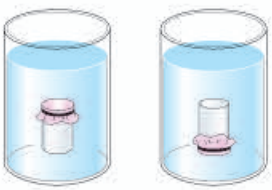


图9.2-8

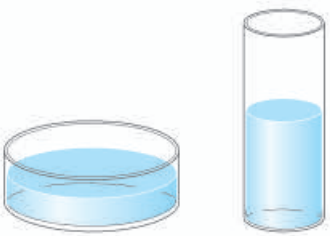


图9.2-9

3. 如图9.2-10，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。它可以用来做“探究液体压强是否跟深度、液体密度有关”的实验。

（1）若要检验“在同种液体中液体压强跟深度有关”这一结论，应该怎样实验？说出实验步骤和应该看到的现象。

（2）若要检验“在深度相同时液体压强跟密度有关”这一结论时，应该怎样实验？说出实验步骤和应该看到的现象。

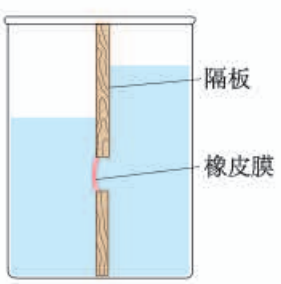


图9.2-10

4. 工程师为什么要把拦河坝设计成下宽上窄的形状？三峡水电站的水库大坝高185 m，当水库水深为125 m时，坝底受到的水的压强是多大？

5. 某卫生间的地漏结构如图9.2-11所示，请你分析地漏存水杯的作用。

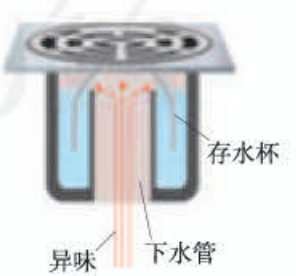


图9.2-11

微信公众号：电子课本大全

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？

大气压强的存在

你能举出几个实例或者做几个简单的实验，来证实或否定大气压强的存在吗？

下面我们一起来做几个实验。

图9.3-1甲中，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，内外压强相等，吸盘便不能贴在光滑的墙面上。



乙　什么力使悬空塑料管里的水不会流出来？



甲　什么力把塑料吸盘压在光滑的墙上？

图9.3-1乙中，如果把悬空倒置的塑料管的上端跟大气相通，上、下大气压强相等，水就不能留在管中。

图9.3-1丙中，如果把杯口密封起来，使空气不能进入杯内，我们便无法不断地吸到饮料。



丙　什么力使饮料上升到嘴里？

这些实验证明，大气压强确实是存在的。大气压强简称为**大气压**（atmosphere）或气压。

图9.3-1　这些现象是大气压强引起的吗？

微信公众号：电子课本大全

大气压的测量

如图9.3-2，在铁桶内放少量的水，用火加热，沸腾之后把桶口堵住，然后浇上冷水。在大气压作用下，铁桶被压扁了。

大气压究竟有多大？如图9.3-1乙，大气压可以把纸片上的液柱托住。根据大气压所能托起液柱的最大高度，我们就能精确地测出大气压的数值。



图9.3-2　大气压把铁桶压扁了

演示（录像）

大气压的测量

如图9.3-3，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760 mm。把玻璃管倾斜，竖直高度差不发生变化。

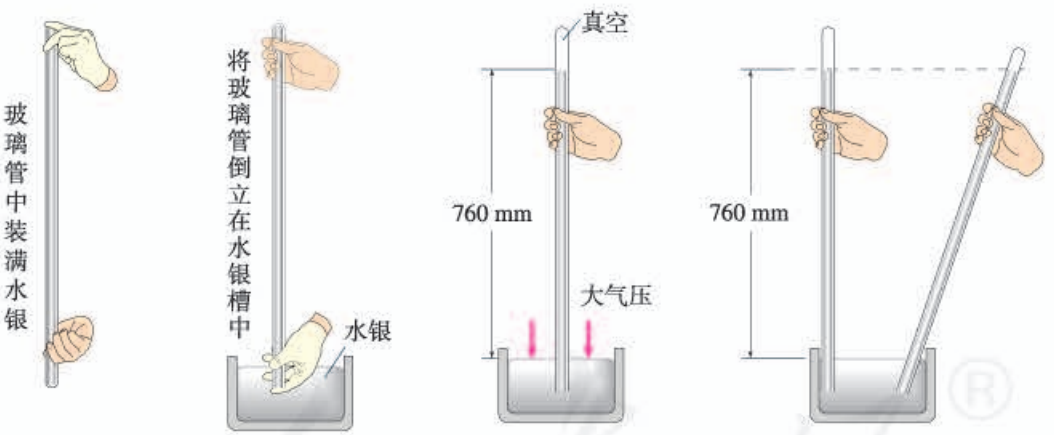


图9.3-3　托里拆利实验

实验中玻璃管内水银面的上方是真空，管外水银面的上方是空气，因此，是大气压支持管内这段水银柱不会落下，大气压的数值等于这段水银柱产生的压强。这个实验最早是由意大利科学家托里拆利做的，他测得管内外水银面的高度差为760 mm，通常把这样大小的大气压叫做标准大气压p_0。

$$p_0=\rho gh=1.36\times10^4\ \text{kg/m}^3\times9.8\ \text{N/kg}\times0.76\ \text{m}=1.013\times10^5\ \text{Pa}$$

在粗略计算中，标准大气压可以取为1×10^5 Pa。

微信公众号：电子课本大全

测量大气压的仪器叫做**气压计**（barometer）。在图9.3-3的实验中，如果玻璃管旁立一个刻度尺，读出水银柱的高度就知道当时的大气压了。这就是一个简单的水银气压计。水银气压计比较准确，但携带不便，用得比较多的气压计是金属盒气压计，又叫做无液气压计（图9.3-4甲），它的主要部分是一个波纹状真空金属盒。气压变化时，金属盒厚度会发生变化，传动装置将这种变化转变为指针的偏转，指示出气压的大小。氧气瓶和灭火器上的气压计，也是一种无液气压计（图9.3-4乙）。

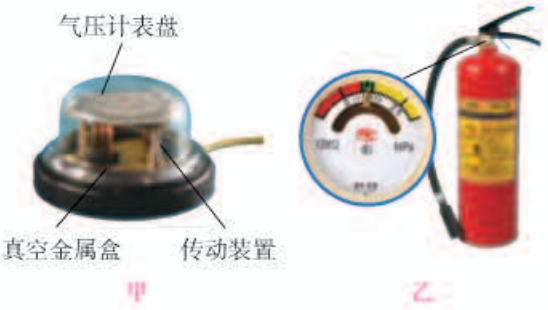


图9.3-4　无液气压计

想想做做

观察大气压随高度的变化

取一个瓶子，装入适量带色的水，再取一根两端开口的细玻璃管，在它上面画上刻度，使玻璃管穿过橡皮塞插入水中。从管子上端吹入少量气体，使瓶内气体压强大于大气压，水沿玻璃管上升到瓶口以上(图9.3-5)。

请你拿着它从楼下到楼上(或从山下到山上)，观察玻璃管内水柱高度的变化情况，并给出解释。

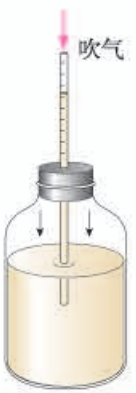


图9.3-5　自制气压计

实验结果表明，随着高度的增加，玻璃管中水柱的高度会逐渐升高，这表明瓶外的大气压在逐渐减小。在海拔3 000 m以内，大约每升高10 m，大气压减小100 Pa。

珠穆朗玛峰上的大气压约是海平面的30%左右，空气稀薄、少氧，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9.3-6），我国


图9.3-6　2008年北京奥运会实现火炬在珠穆朗玛峰的传递

微信公众号：电子课本大全



图9.3-7　高原边防哨所战士用压力锅煮面条

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。

水的沸点在标准大气压下是100 °C，随着大气压的减小，水的沸点也会降低。在我国的青藏高原，大部分地区水的沸点仅为84~87 °C。有的哨所海拔五千多米，水的沸点不足70 °C，这样的温度，连面条也煮不熟。战士们在日常生活中必须使用压力锅做饭（图9.3-7）。

科学世界

活塞式抽水机

抽水机也叫水泵。图9.3-8是活塞式抽水机工作原理的示意图。其中，活塞跟筒壁紧密接触但是可以上下滑动，A、B是只能向上开启的阀门。使用时，若提起活塞，阀门A受到大气压的作用而关闭，活塞的下面空气稀薄，气压小于外界的大气压。于是，低处的水受到大气压的作用推开阀门B进入圆筒（图9.3-8甲）；当压下活塞时，阀门B被水压下而关闭，水被阻不能向下流动，于是冲开阀门A进入圆筒的上部（图9.3-8乙）；再提起活塞时，活塞上面的水迫使阀门A关闭，水从侧管流出。与此同时，井里的水又在大气压的作用下推开阀门B而进入圆筒（图9.3-8丙）。这样，活塞不停地上下移动，水就从管口连续不断地流出。

想想看，这样的抽水机提升水的最大高度是多少？

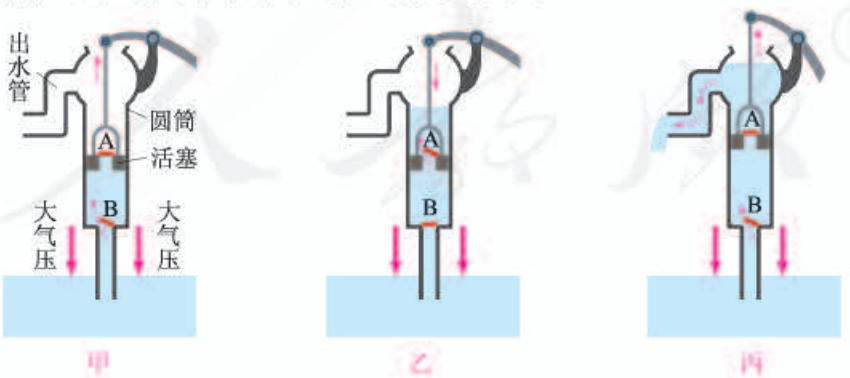


图9.3-8　活塞式抽水机工作示意图

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 人的血压的正常值（收缩压和舒张压）大约是多少帕？自己查找资料进行估算。



图9.3-9

2. 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9.3-9为同学们利用直径26 cm的压力锅代替空心铜半球模拟马德堡半球实验的情形。他们将压力锅拉开需要多大力？实际用力大小与计算的结果是否相同？请说出你的理由。

3. 小明为家中的盆景设计了一个自动供水装置。如图9.3-10，用一个塑料瓶装满水倒放在盆景盘中，瓶口刚刚被水浸没。当盘中的水位下降到使瓶口露出水面时，空气进入瓶中，瓶中就会有水流出，使盘中的水位升高，瓶口又被浸没，瓶中的水不再流出。这样盆景盘中的水位可以保持一定的高度。请问：是什么原因使得水不会全部流掉而能保留在塑料瓶中？

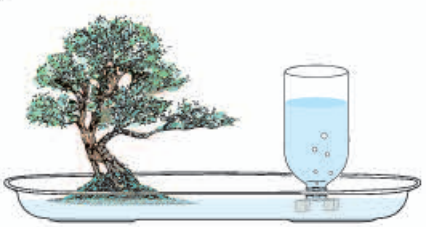


图9.3-10

4. 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？

5. 小强利用图9.3-5所示的自制气压计研究大气压与高度的关系。他将气压计从1楼带到5楼的过程中，观察到管内水柱的高度发生了变化，如下表所示。根据表中的数据，可以大致得到怎样的结论？

楼层	1	2	3	4	5
管内与瓶内水面的高度差/cm	5	5.3	5.7	6	6.3

微信公众号：电子课本大全

第4节　流体压强与流速的关系

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会怎样？

想想做做

如图9.4-1，在离桌边20~30 cm的地方放一枚铝质硬币，在硬币前10 cm左右放置一个高度约2 cm的木块，在硬币后放置一本与硬币厚度相当的笔记本。在硬币上方沿着与桌面平行的方向用力吹一口气，硬币就可能跳过木块。

是什么力使得硬币向上“跳”起来了？



图9.4-1　口吹硬币跳越木块

流体压强与流速的关系

实验中的硬币，上面只有空气与它接触。吹气时硬币向上“跳”，说明它上面空气向下的压力比较小，下面空气向上的压力比较大。硬币上下两面的面积相同，因此一定是下面空气向上的压强比较大。由于吹气，硬币上面空气的流速变大了。由此我们猜想：是不是气体的压强跟气体的流速有关系？

实验

手握如图9.4-2所示的两张纸，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。

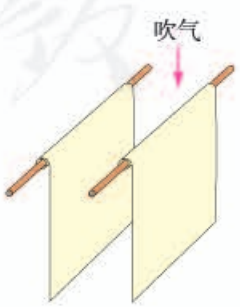


图9.4-2　这两张纸怎样运动？

微信公众号：电子课本大全

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。**

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？

想想做做

把纸按图9.4-3甲的尺寸剪下，折成图9.4-3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沿水平方向吹气，可以看到“机翼”在气流的作用下向上翘起。这是什么原因？

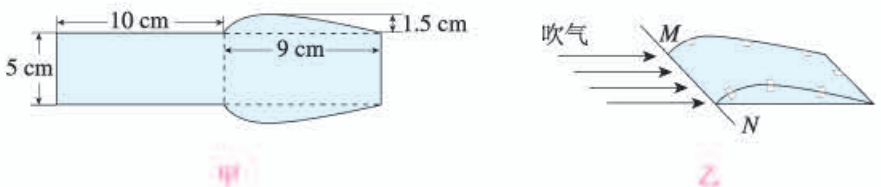


图9.4-3　机翼模型的实验

借助图9.4-4，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。

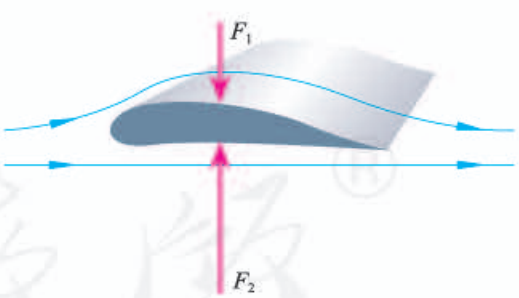


图9.4-4　飞机升力产生的示意图

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。

微信公众号：电子课本大全

扩展性实验

如图9.4-5，三节直径不同的塑料管连接在一起，然后与抽气机相通。当抽气机抽气时，在同一时间内，通过三个管子的气体总量是相同的，所以细管内气体的流速一定比粗管内气体的流速大。将三个气体压强传感器分别放入管内，将传感器与计算机相连，从计算机上就可以读出三个位置气体的压强值。看看是不是气体流速大的地方压强小。

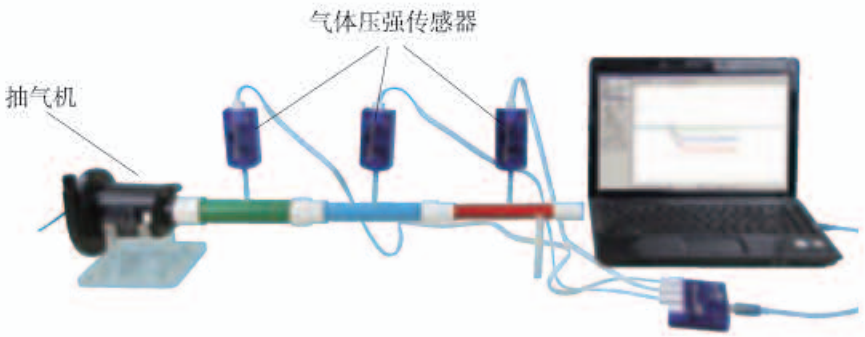


图9.4-5　用传感器研究气体流速与压强的关系

动手动脑学物理

1. 如图9.4-6，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。

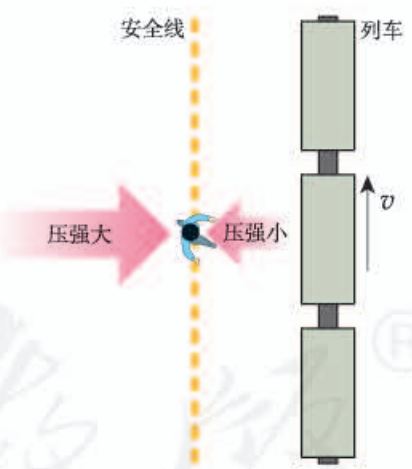


图9.4-6

2. 风沿着窗外的墙面吹过时，窗口悬挂的窗帘会飘向窗外；居室前后两面的窗户都打开时，“过堂风”会把居室侧面摆放的衣柜门吹开。请解释以上现象的原因。

3. 据说1912年秋天，当时世界上最大的轮船之一——奥林匹克号在海上全速前进，另一艘比它小得多的霍克号军舰，沿着与它的航线几乎平行的方向疾驶，两船最初相距100 m左右，随后相互靠近。一件令人吃惊的事发生了：霍克号突然偏离了自己的

微信公众号：电子课本大全

航道，向奥林匹克号直冲过来。最后，两船剧烈相撞，霍克号把奥林匹克号撞出了一个大洞。请你用所学的物理知识解释这一事故发生的原因。

4. 如图9.4-7，把长20 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管中吹气，可以看到A管中的水面上升，这是什么原因？

如果用力吹气，A管中的水将从管口流出，想一想，这个现象有什么实用价值？

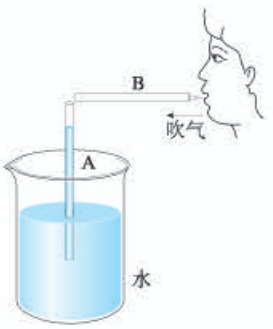


图9.4-7

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力。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 $p = \rho gh$。当连通器里的同种液体不流动时，连通器各部分中的液面高度总是相同的。

3. 大气压

大气压是大气产生的压强，标准大气压等于760 mm高水银柱产生的压强，其大小为1.013×10^5 Pa。大气压可用水银气压计或无液气压计来测量。大气压随高度的升高而降低。

4. 流体压强与流速的关系

气体和液体都是流体，流体中流速越大的位置，压强越小。

微信公众号：电子课本大全

第十章　浮力

水天一色。在一望无际的海洋上，威武、壮观的中国第一艘航空母舰“辽宁舰”破浪前行……

辽宁舰于2012年9月25日正式交付海军使用，它满载排水量67 500 t，舰长304 m，舰宽70.5 m，面积相当于两个足球场的大小。

一个小铁块放入水中会下沉，而这又大又重的航空母舰不仅不会下沉，还能承载非常重的物体，这究竟是为什么？用钢铁来造船，如何计算自重、载重和形状间的关系呢？

学完了这一章，以上这些问题你就都会清楚了。



微信公众号：电子课本大全

第1节　浮力

海洋中巨大的冰山能在水上漂浮，游船、鸭子能在水面游弋。是什么力量把它们托起来的？

浮力

冰山、游船、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（如木块、乒乓球）受到浮力，这好理解；浸没[①]在水中的物体（如铁块）也受到浮力吗？图10.1-1中，掉入水里的苹果会受到浮力吗？



图10.1-1

① “浸没”指物体完全处在液面下方。

微信公众号：电子课本大全

演示

测量铝块浸没水中所受的浮力

1. 如图10.1-2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10.1-2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？

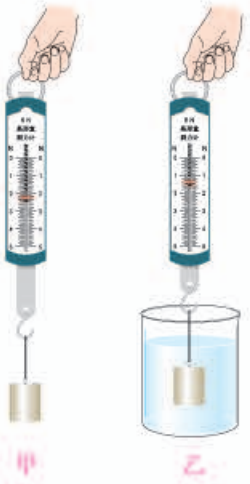


图10.1-2　测量铝块所受的浮力

从以上实验可以看到，铝块浸入水中时，弹簧测力计的示数变小了，这说明浸入水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。由此可见，浸没在液体中的物体也受到浮力的作用。

为什么浸在液体中的物体会受到浮力？

这是因为液体内部存在压强，而且深度不同，其压强不同。如图10.1-3，我们研究浸没在液体中的长方体，分析它受力的情况。长方体两个相对的侧面所受液体的压力相互平衡，对物体水平方向的受力没有影响。长方体上、下表面所处的深度分别记为h_1、h_2，$h_2 > h_1$，因此，液体对长方体下表面的压强要大于液体对上表面的压强。考虑到长方体上、下表面的受力面积是相同的，所以，液体对长方体向上的压力F_2大于液体对它向下的压力F_1。浸没在液体中的物体，其上、下表面受到液体对它的压力不同，这就是浮力产生的原因。

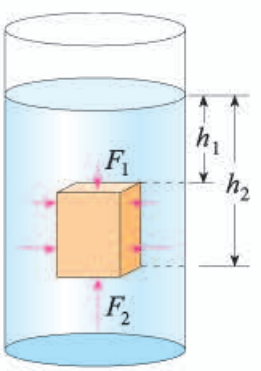


图10.1-3　水对长方体上、下表面的压力不同

决定浮力大小的因素

浮力产生的原因我们知道了，那么浮力的大小跟哪些因素有关？

微信公众号：电子课本大全

实验

探究浮力的大小跟哪些因素有关



图10.1-4　人能漂浮在死海上

日常的生活经验能使我们对影响浮力大小的因素产生很多猜想……

例如，木头在水中是漂浮的，但是铁块在水中会下沉。那么，是不是浮力的大小跟浸在液体中的固体的密度有关？

又如，人在水中会下沉，但是在死海中却能漂浮于水面（图10.1-4）。那么，是不是浮力的大小跟液体的密度有关？

再如，人在水中越往深处走就越觉得所受的浮力大。那么，是不是浮力的大小跟人浸入水中的深度有关？或者跟人浸在水中的体积有关？等等。

上面所说的固体的密度、液体的密度、固体浸入液体中的体积和固体浸入液体的深度这几个量是实验中的“变量”，在检验浮力与其中某一个量的关系时，必须使其他量保持不变，或者确认浮力跟这些量无关。

对于多因素（多变量）的问题，常常可以采用控制变量的办法，把多因素的问题变成多个单因素的问题，分别加以研究，最后再综合解决。

1. 浮力的大小是否跟物体浸没的深度有关？

研究浮力与深度的关系时，要保证浸入液体中物体的体积不变，而物体浸没后深度变化时，体积并不改变。

如图10.1-5，把弹簧测力计下悬挂的物体浸没在一种液体中，并分别停在液体内不同的深度，观察弹簧测力计的示数是否不同，由此确定浮力的大小是否跟浸没的深度有关。

2. 浮力的大小是否跟物体浸在液体中的体积有关？

如图10.1-6，把一个柱状固体竖

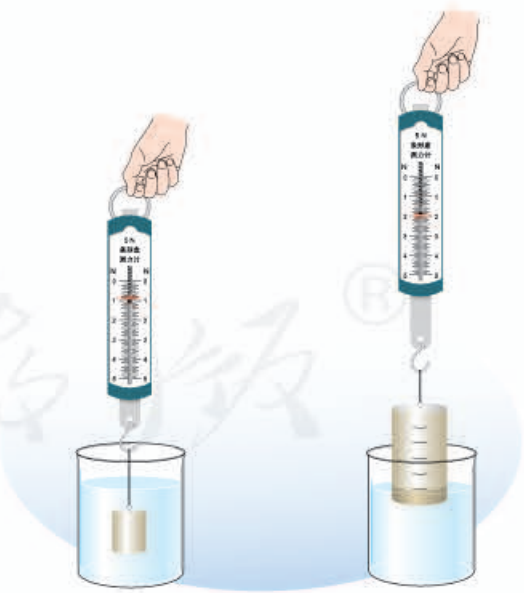


图10.1-5　浮力的大小是否跟物体浸没的深度有关？

图10.1-6　浮力的大小是否跟物体浸在液体中的体积有关？

微信公众号：电子课本大全

直悬挂在弹簧测力计下，当物体浸在液体中的体积逐渐增大时，弹簧测力计的示数是否变化？若有变化，它是增大的还是减小的？这说明什么问题？

3. 浮力的大小是否跟液体的密度有关？

准备好不同密度的液体（如清水和盐水等），把这些液体按密度大小的顺序排列。再把悬挂在测力计下的同一物体先后浸没在这些液体中，看看浮力的大小是否跟液体的密度有关。若有关，有怎样的定性关系？

4. ……还可以检验其他猜想。

实验结果表明，物体在液体中所受浮力的大小，跟它浸在液体中的体积有关、跟液体的密度有关。物体浸在液体中的体积越大、液体的密度越大，浮力就越大。

动手动脑学物理

1. 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。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。

2. 用什么实验可以证明，沉入水中的物体受到浮力的作用？

3. 弹簧测力计下悬挂一个重物，在空气中称量时的示数如图10.1-7甲所示，把重物浸在水中时的示数如图10.1-7乙所示。重物浸在水中时所受的浮力是多大？

4. 一个竖直悬挂在水中的圆柱体，上表面受到水的压力为5 N，底部受到水的压力为13 N。你认为这个物体受到水的浮力为多大？

5. 有人猜想："浸没在液体中的固体所受的浮力可能跟固体的形状有关"。请你为检验这个猜想设计一个实验。说出实验所需的器材和实验步骤。

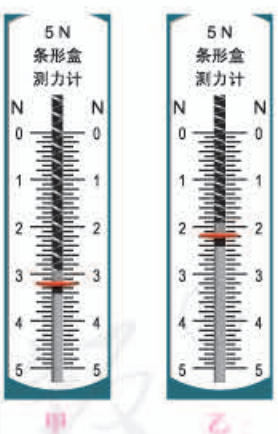


图10.1-7　重物所受的浮力有多大？

微信公众号：电子课本大全

第2节　阿基米德原理

阿基米德的灵感

据说两千多年以前，古希腊学者阿基米德为了鉴定王冠是否是用纯金制成的，要测量王冠的体积，冥思苦想了很久都没有结果。一天，当他跨进盛满水的浴缸洗澡时，看见浴缸里的水向外溢，突然想到：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。我们知道，物体浸在液体中的体积越大、液体的密度越大，它受到的浮力就越大。现在我们用“物体排开液体的体积”取代“浸在液体中物体的体积”来陈述这个结论，就是：物体排开液体的体积越大、液体的密度越大，它所受的浮力就越大。

想想做做

通过图10.2-1的操作，体验“物体排开液体的体积越大，它所受的浮力就越大”这个结论。

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。

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10.2-1

由于物体的体积与密度的乘积等于物体的质量，物体的体积越大、密度越大，其质量就越大。因此，在图10.2-1中，如果排开的液体体积越大、液体的密度越大，溢出在盘中液体的质量也就越大。由此我们推想，浮力的大小跟排开液体的质量密切相关，而液体的重力大小跟它的质量成正比，因此，可以进一步推想，浮力的大小跟排开液体所受的重力也密切相关。

微信公众号：电子课本大全

浮力的大小

物体所受浮力的大小跟它排开液体所受的重力有什么定量关系？下面我们通过实验来研究。

实 验

探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系

我们首先设计实验方案。

浸在液体中的物体都会受到浮力的作用，所受浮力的大小可以用弹簧测力计测出：先测出物体所受的重力，再读出物体浸在液体中时测力计的示数，两者之差就是浮力的大小。

物体排开液体所受的重力可以用溢水杯和测力计测出：溢水杯中盛满液体，再把物体浸在液体中，让溢出的液体流入一个小桶中，桶中的液体就是被物体排开的液体，用测力计测出排开液体所受的重力。

进行实验操作。

1. 如图 10.2-2 甲，用测力计测出某物体所受的重力。

2. 如图 10.2-2 乙，把被测物体浸没在盛满水的溢水杯中，读出这时测力计的示数。同时，用小桶收集物体排开的水。

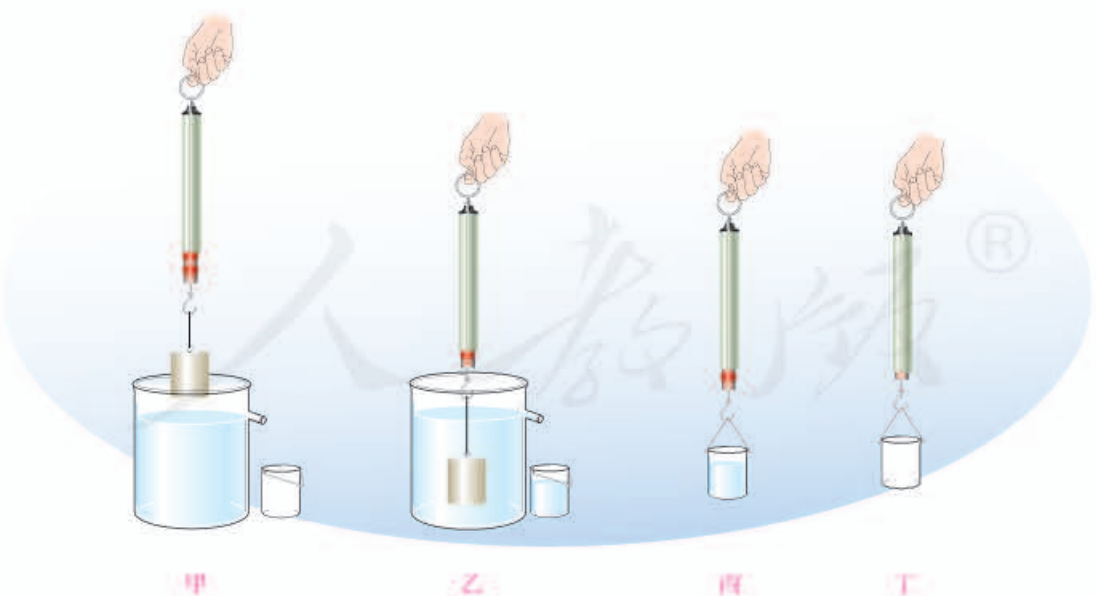


图10.2-2　探究浮力的大小跟排开液体所受重力的关系

微信公众号：电子课本大全

3. 如图10.2-2丙，测出小桶和物体排开的水所受的总重力。

4. 如图10.2-2丁，测出小桶所受的重力。

把测量的实验数据记录在下面的表格中。

次数	物体所受的重力/N	物体在水中时测力计的读数/N	浮力/N	小桶和排开水所受的总重力/N	小桶所受的重力/N	排开水所受的重力/N
1						
2						
3						
…						

根据实验数据，看看该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。

大量的实验结果表明，**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**。这就是著名的**阿基米德原理**。用公式表示就是

$$F_{浮}=G_{排}$$

阿基米德原理不仅适用于液体，也适用于气体。

例题 有一个重7 N的铁球，当它浸没在水中时受到多大的浮力？ g取10 N/kg。

解 根据阿基米德原理，铁球受到的浮力等于它排开的水所受的重力，即$F_{浮}=G_{排}$。由于铁球浸没在水中，它排开的水的体积等于铁球的体积，而铁球的体积可以由体积、质量、密度的关系式$V=\frac{m}{\rho}$求出。

由铁球所受的重力$G_{铁}=7\ \mathrm{N}$可以求得铁球的质量

$$m_{铁}=\frac{G_{铁}}{g}=\frac{7\ \mathrm{N}}{10\ \mathrm{N/kg}}=0.7\ \mathrm{kg}$$

铁球的体积

$$V_{铁}=\frac{m_{铁}}{\rho_{铁}}=\frac{0.7\ \mathrm{kg}}{7.9\times10^{3}\ \mathrm{kg/m^{3}}}=8.9\times10^{-5}\ \mathrm{m^{3}}$$

微信公众号：电子课本大全

铁球排开水的体积等于铁球的体积

$$V_{排}=V_{铁}=8.9\times10^{-5}\ \mathrm{m}^3$$

铁球排开的水所受的重力

$$G_{排}=m_{水}g=\rho_{水}V_{排}g=1\times10^{3}\ \mathrm{kg/m}^3\times8.9\times10^{-5}\ \mathrm{m}^3\times10\ \mathrm{N/kg}=0.89\ \mathrm{N}$$

根据阿基米德原理，铁球受到的浮力与它排开的水所受的重力相等，即

$$F_{浮}=G_{排}=0.89\ \mathrm{N}$$

同学们可以仿照以上方法自己计算重7 N的铝球受到的浮力。在计算之前请大家想一想，同样重的铝球，它的体积比铁球大些还是小些？铁球、铝球都浸没在水中时谁受到的浮力更大些？

动手动脑学物理

1. 北京“水立方”中游泳池的水深设计比一般标准游泳池深了0.5 m。有人说，水的深度越深，其产生的浮力就越大，因此，各国运动员在“水立方”的比赛成绩普遍提高就不足为奇了。

你认为他的说法正确吗？为什么？

2. 请比较以下浮力的大小。（1）同样重的两个铜块甲和乙，甲浸没在水中，乙浸没在煤油中，哪个受到的浮力大？（2）同样重的铝块和铜块，都浸没在煤油中，哪个受到的浮力大？（3）同样重的铝块和铜块，铜块浸没在煤油中，铝块浸没在水中，哪个受到的浮力大？

3. 一个在节日放飞的气球，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 °C，气压是1×10^{5} Pa，空气的密度是1.29 $\mathrm{kg/m}^3$。

4. 在弹簧测力计下悬挂一个金属零件，示数是7.5 N。当把零件浸没在密度为$0.8\times10^{3}\ \mathrm{kg/m}^3$的油中时，测力计的示数是6.6 N，金属零件的体积有多大？

5. 某同学用阿基米德原理测量一种未知液体的密度：他把一个铁块用细绳悬挂在弹簧测力计的挂钩上，铁块在空气中时弹簧测力计的示数是4.74 N，把铁块浸没在该液体中时弹簧测力计的示数是4.11 N，该液体的密度是多少？铁的密度为$7.9\times10^{3}\ \mathrm{kg/m}^3$。

微信公众号：电子课本大全

第3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？

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。你能画出图10.3-1中物体所处三种状况下的受力示意图吗？

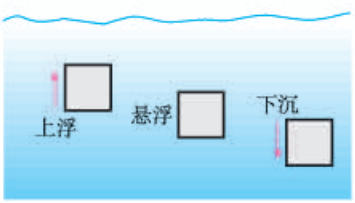


图10.3-1　物体的浮沉

通过分析可知，物体的浮沉条件如下：

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。

由于浸没在液体中的物体，其排开液体的体积跟物体自身的体积相等，因此物体的浮沉情况也可以用物体的密度跟液体密度的大小来描述。

浸没在液体中的物体，如果它的密度小于液体的密度，物体上浮；如果它的密度等于液体的密度，物体可以悬浮在液体内；如果它的密度大于液体的密度，物体下沉。人们正是根据这个原理，在用盐水选种时，把漂浮的种子清除掉，保留下沉的饱满种子。

想想做做

盐水浮鸡蛋

如图10.3-2，将新鲜的鸡蛋分别浸入盛有水和浓盐水的容器中，观察鸡蛋在容器中的位置。



图10.3-2

微信公众号：电子课本大全

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10.3-3），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木船（图10.3-4）。



图10.3-3　小船



图10.3-4　郑和下西洋600周年纪念邮票

轮船　轮船是用钢铁制造的，钢铁的密度远大于水，怎样用沉重而坚硬的钢铁制成可以承载那么多货物的船呢？

想想做做

橡皮泥的密度比水大，它在水中会下沉。根据阿基米德原理，怎样把橡皮泥做成一条小船，使它能漂浮在水面，并能承载重物（图10.3-5）？



图10.3-5　能承载重物的橡皮泥船

把橡皮泥捏成瓢状放在水面，虽然它所受的重力没有改变，但是排开的水较多，因而受到较大的浮力，所以能漂浮在水面上。轮船就是根据这个道理制造的。

轮船的大小通常用排水量来表示。排水量就是轮船装满货物时排开水的质量。例如一艘轮船的排水量是1×10^4 t，表示此船满载时，货物质量和船身质量之和为1×10^4 t。

微信公众号：电子课本大全

潜水艇　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10.3-6），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总要开动推进器加快上浮和下潜的速度。

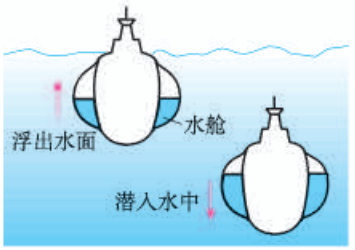


图10.3-6　潜水艇截面示意图

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10.3-7）。


图10.3-7　热气球

想想做做

做一个塑料袋热气球

取一个稍大的薄塑料袋，袋口用很细的铜丝框成一个圆口，开口朝下，用电吹风向袋内吹热空气。放手后，塑料袋热气球便冉冉上升。


图10.3-8　飞艇

为了能定向航行而不随风飘荡，人们还制成了飞艇（图10.3-8）：在大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。近年来由于能源危机，且可以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。

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

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

2. 测量液体密度的仪器叫做密度计。将其插入被测液体中，待静止后直接读取液面处的刻度值（图 10.3-9 甲）。图 10.3-9 乙和图 10.3-9 丙是自制的简易密度计，它是在木棒的一端缠绕一些铜丝做成的。将其放入盛有不同液体的两个烧杯中，它会竖直立在液体中，由观察到的现象可以判断哪杯液体的密度大。说出你的理由。

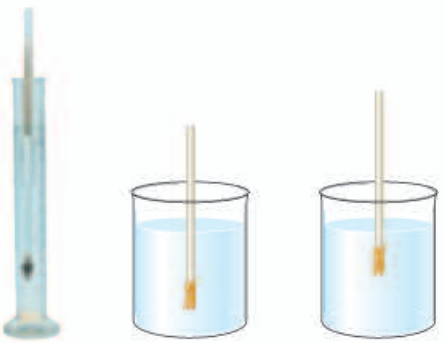


图10.3-9

3. 某一木块的体积为 200 cm^3，密度为 0.8×10^3 kg/m^3。把它浸没在水中后放手，为什么木块不能悬浮在水中？木块最终漂浮在水面上静止时，浸在水中的体积有多大？

4. 体积为 120 cm^3 的一块固体，重 1.8 N，放在密度为 1.1×10^3 kg/m^3 的盐水中为什么会下沉？当固体浸没在盐水中静止时，容器底部对它的支持力有多大？

5. 一个飞艇充入气体后的质量是 1.5 t，体积为 1 500 m^3。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/m^3。

学到了什么

1. 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。

2. 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。

气球和飞艇在空气中也遵循相同的浮沉条件。

微信公众号：电子课本大全

第十一章　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，从轨道的最高端飞驶而下！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？

微信公众号：电子课本大全

第1节　功



用叉车搬运货物时，叉车把货物从地面提升到一定高度。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。我们看到了叉车工作的成效。

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11.1-1），力F作用的成效体现在货物被举高了。对于这种情况，物理学中就说叉车托起货物的力做了**功**（work）。

通常而言，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。

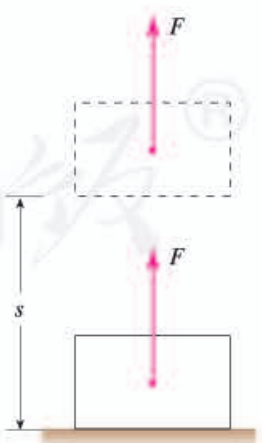


图11.1-1　货物在力F的方向移动距离s

微信公众号：电子课本大全

想想议议

图11.1-2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11.1-2　力做功的实例

图11.1-3是力没有做功的两个实例。想一想，力为什么没有做功？



甲　提着滑板在水平路面上前行



乙　搬而未起

图11.1-3　力不做功的实例

在图11.1-2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11.1-2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11.1-3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11.1-3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**。

微信公众号：电子课本大全

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 质量为50 kg的雪橇上装载了350 kg的原木，一匹马拉着雪橇沿着平直的路面匀速前行，将原木运到了3 000 m外的货场。如果雪橇行进中受到的摩擦力是800 N，求马的水平拉力做的功。

解 雪橇在平直路面上做匀速直线运动，马的水平拉力F与摩擦力$F_{摩}$大小相等，即

$$F = F_{摩} = 800\ \text{N}$$

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

$$W = Fs = 800\ \text{N} \times 3\ 000\ \text{m} = 2.4 \times 10^6\ \text{J}$$

马的水平拉力做的功是2.4×10^6 J。

动手动脑学物理

1. 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。

2. 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，马的水平拉力是多大？

3. 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11.1-4），挺举成绩是176 kg。估算一下，他在挺举过程中对杠铃大约做了多少功？

4. 小华的家住在5楼。一天，他把装有30个鸡蛋的塑料袋从1楼提到家里，提鸡蛋的力大约做了多少功？



图11.1-4 举重

微信公众号：电子课本大全

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，如果用起重机搬运，几分钟就可以完成。看来做功有快慢之分。怎样表示做功的快慢？



图11.2-1

想想议议

不同的物体做相同的功，所用的时间可能不同，时间短的做功快。

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，做功比较快。

如图11.2-1，一个老人和一个小孩一起爬相同的楼梯，做功相同吗？做功的快慢相同吗？

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，做功的快慢不相同，大人比小孩做功快。

就像用速度表示运动的快慢一样，在物理学中，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表示做这些功所用的时间，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

微信公众号：电子课本大全

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。工程技术上还常用**千瓦**（kW）作为功率的单位。

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

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11.2-2　起重机提升大石头

例题　大石头质量为6 t，起重机在15 s内将大石头沿竖直方向匀速提升1 m（图11.2-2），起重机提升大石头的功率是多少？ g取10 N/kg。

解　因为匀速提升，起重机提升大石头的拉力与大石头所受的重力相等，即

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

大石头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

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

起重机提升大石头的功率是4×10^3 W。

动手动脑学物理

1. 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？

2. 某建筑工地上一台升降机的厢体连同货物的质量为1.2 t，在10 s内从楼的2层上升到5层。如果每层楼高3 m，升降机电动机的功率至少是多大？

3. 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？

4. 一辆重型卡车匀速行驶时发动机的功率为202 kW，速度为80 km/h。汽车行驶2 h，发动机做的功是多少？卡车的牵引力是多大？

微信公众号：电子课本大全

第3节　动能和势能

湍急的流水能推动水车（图11.3-1），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11.3-1　运动的水具有动能

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。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？

实验

探究物体的动能跟哪些因素有关

如图11.3-2，钢球从高为h的斜槽上滚下，在水平面上运动。运动的钢球

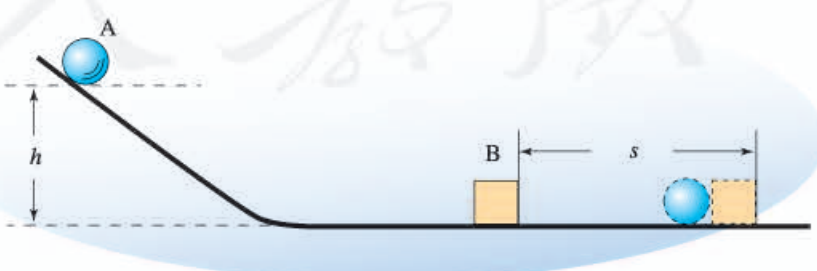


图11.3-2

微信公众号：电子课本大全

A碰上木块B后，能将B撞出一段距离s。在同样的水平面上，B被撞得越远，A对B做的功就越多，A的动能越大。

1．让同一钢球A分别从不同的高度由静止开始滚下，钢球运动到水平面时的快慢一样吗？哪次木块B被撞得远？

实验表明，钢球从高处滚下，高度h越高，钢球运动到水平面时速度越_____，木块B被撞得越远。所以，质量相同时，钢球的速度越大，动能越_____。

2．改变钢球的质量，让不同的钢球从同一高度由静止开始滚下。哪个钢球把木块B撞得远？

实验表明，速度相同时，质量越_____的钢球将木块B撞得越远。所以，钢球的速度相同时，质量越大，动能越_____。

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。

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11.3-3）。

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？

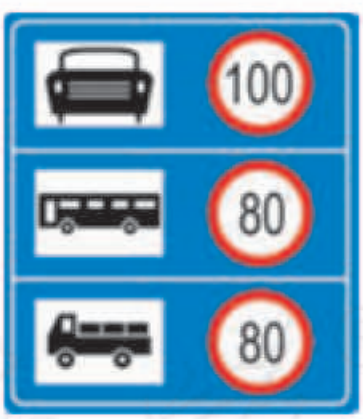


图11.3-3　交通标志牌

车型不同，车的载重量就不同，也就是说，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。

微信公众号：电子课本大全

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11.3-4），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11.3-4　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11.3-5）；拉弯的弓能将箭射出，具有能量（图11.3-6）；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。

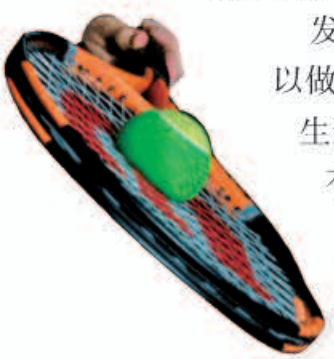


图11.3-5　发生形变的网球拍具有弹性势能



图11.3-6　拉弯的弓具有弹性势能

重力势能和弹性势能是常见的两种**势能**（potential energy）。

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 请你从能量的角度解释，为什么骑自行车时速度不能太快？

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11.3-7的剪报。用物理知识解释：为什么此时的馒头能把人砸伤？

新民晚报 1990年6月10日

195次列车上飞出一只馒头

一铁路职工“中弹”昏倒

望旅客不要往窗外乱扔杂物

本报讯 5月29日晚6时，从沈阳开往上海的195次旅客列车经过上海铁路分局管辖的沪宁线103 K区段时，突然从列车左翼车窗飞出一只馒头，不偏不倚正好打在当班的上海铁路分局苏州工务段职工×××的鼻梁上，当场将其击昏。

图11.3-7 馒头也能伤人

4. 物体的质量和它的速度都能影响物体的动能。请你研究本节小资料“一些物体的动能”提供的数据，质量与速度相比，哪个因素对物体的动能影响更大？

5. 拦河大坝使上游的水位升高（图11.3-8），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？



图11.3-8 拦河大坝

微信公众号：电子课本大全

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了它的动能；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11.4-1），在与蹦床面将要接触时，具有一定的动能，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。

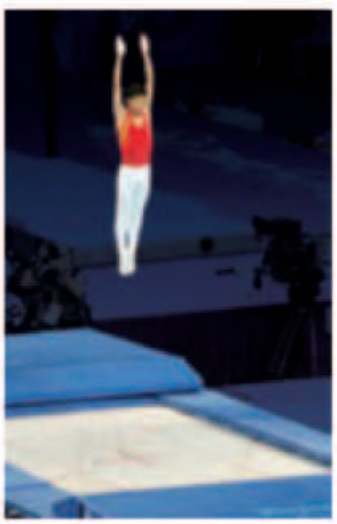


图11.4-1　蹦床运动

想想做做

1. 观察滚摆的运动（图11.4-2甲），讨论滚摆在运动过程中动能和势能是如何转化的。

2. 如图11.4-2乙，分析小球在摆动过程中动能和势能的相互转化。



甲　滚摆



乙　小球从A点摆动到C点

图11.4-2　动能和势能的转化

微信公众号：电子课本大全

在图11.4-2甲中，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。

在图11.4-2乙中，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。

大量研究结果表明，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。

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11.4-3）。

想想看，铁锁摆回时会打到你的鼻子吗？



图11.4-3　铁锁摆回时会打到鼻子吗？

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。让水流冲击水轮转动，用来汲水、磨粉；船靠风力鼓起帆来推动它们航行。到19世纪，人类开始利用水能发电（图11.4-4）。

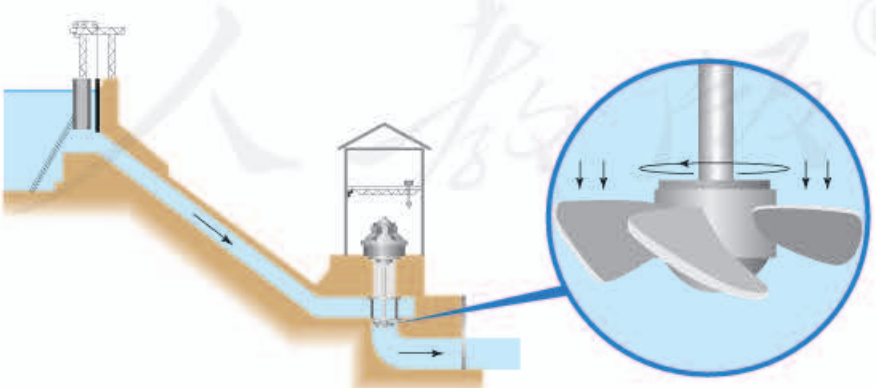


图11.4-4　水电站剖面图

微信公众号：电子课本大全

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11.4-5），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 11.4-5　风吹动风车转动

科学世界

人造地球卫星的机械能转化

人造地球卫星在大气层外环绕地球运行。它的速度很快，有的一天内可以绕地球飞行几圈到十几圈。人造地球卫星广泛用于全球通信、军事侦察、气象观测、资源普查、环境监测、大地测量等方面。

许多人造地球卫星沿椭圆轨道绕地球运行。离地球最近的一点叫近地点，最远的一点叫远地点（图11.4-6）。卫星在大气层外运行，不受空气阻力，只有动能和势能的转化，因此机械能守恒。卫星在远地点时势能最大，当它从远地点向近地点运动时势能减小、动能增大，速度也就增大。当卫星从近地点向远地点运动时，它的势能增大、动能减小，速度也就减小。

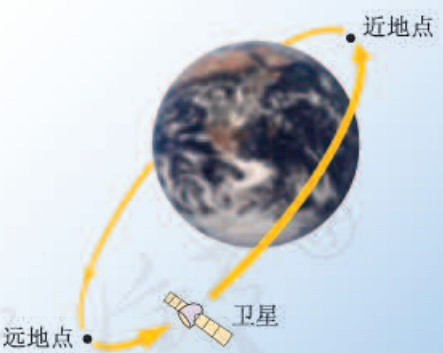


图 11.4-6　人造地球卫星的轨道示意图

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 分析章首图的过山车在运动过程中的能量转化情况。

2. 怎样向地板抛乒乓球，才能使它弹跳到高于原来抛球的位置？说明这种抛法的理由。

3. 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。设想有一个重物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。

4. 在一个罐子的盖和底各开两个小洞。将小铁块用细绳绑在橡皮筋的中部穿入罐中，橡皮筋两端穿过小洞用竹签固定(图11.4-7)。做好后将它从不太陡的斜面滚下。观察有什么出人意料的现象。怎样解释看到的现象？



图11.4-7

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。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，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。

微信公众号：电子课本大全

第十二章　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！



微信公众号：电子课本大全

第1节　杠杆



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。上图就是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

当你用筷子夹菜、用剪刀剪纸、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。

如图12.1-1，一根硬棒，在力的作用下能绕着固定点O转动，这根硬棒就是**杠杆**（lever）。

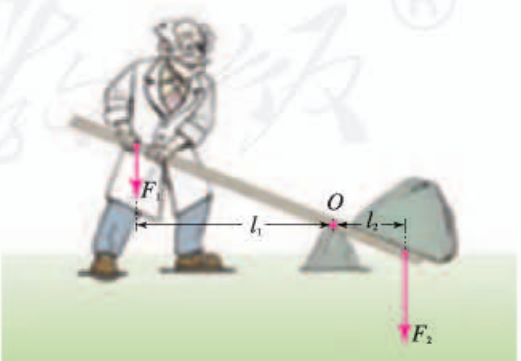


图12.1-1　杠杆

微信公众号：电子课本大全

在了解杠杆的作用之前，我们先熟悉几个名词。

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。

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 12.1-2，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。这时杠杆两侧受到的作用力等于各自钩码所受的重力。

2．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。

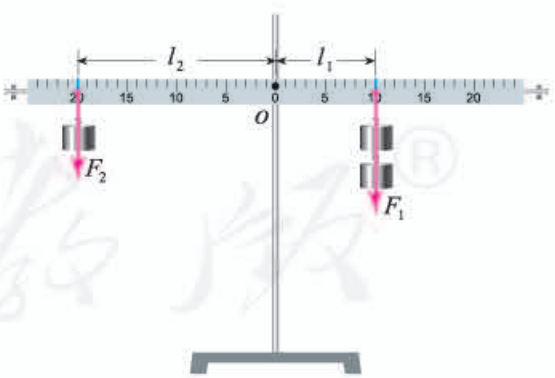


图12.1-2　探究杠杆的平衡条件

微信公众号：电子课本大全

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				
…				

分析表中的数据，找出它们之间的关系。

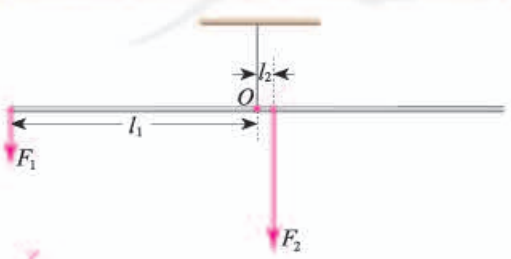
实验结果表明，杠杆的平衡条件是

动力 × 动力臂 = 阻力 × 阻力臂

或写为

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$


甲



乙

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12.1-3甲）。测量时利用了一根长度为12 m的槽钢作为杠杆。如图12.1-3乙，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 l_1 为6 m，l_2 为4 cm。若不计铁笼的质量，请估算大象的质量。g 取10 N/kg。

图12.1-3 现代版曹冲称象

微信公众号：电子课本大全

解 人通过弹簧测力计对杠杆的拉力为动力$F_1 = 200\ \mathrm{N}$，动力臂$l_1 = 6\ \mathrm{m}$；不计铁笼的质量，则大象对杠杆的拉力为阻力F_2，它等于大象所受的重力G，阻力臂$l_2 = 4\ \mathrm{cm} = 0.04\ \mathrm{m}$。

根据杠杆的平衡条件$F_1 l_1 = F_2 l_2$，有

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

大象的质量

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

大象的质量是3 t。

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、拔钉子用的羊角锤、划船用的船桨……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。

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12.1-1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12.1-4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。



图12.1-4 赛艇的桨是杠杆

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 各式各样的剪刀都是一对对的杠杆。在图 12.1-5 中，哪些是省力杠杆，哪些是费力杠杆？要剪断铁片，应该使用哪种剪刀？剪纸时应该使用哪种剪刀？修剪树枝时应使用哪种剪刀？为什么？



图12.1-5

2. 在图 12.1-6 中分别画出钳子、自行车手闸这两个杠杆（图中深色部分）工作时的支点、动力和动力臂、阻力和阻力臂。

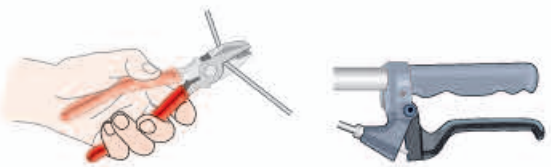


图12.1-6



图12.1-7

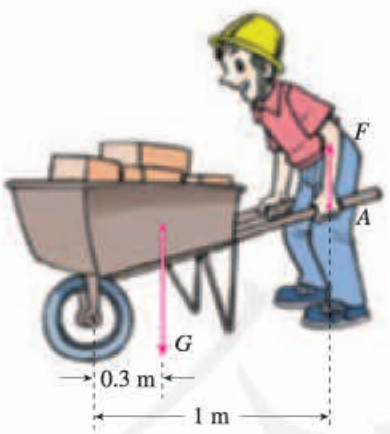


图12.1-8

3. 图 12.1-7 为指甲剪的示意图，它有几个杠杆？分别是省力杠杆，还是费力杠杆？

4. 搬运砖头的独轮车，车箱和砖头所受的总重力 $G = 1\ 000\ \mathrm{N}$，独轮车的有关尺寸如图 12.1-8 所示。推车时，人手向上的力 F 应为多大？

微信公众号：电子课本大全

第2节　滑轮

杠杆是一种常用的简单机械。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。使用滑轮能给我们带来哪些好处呢？

想想议议

如图12.2-1，大人利用滑轮将重物吊到二楼，孩子想帮忙，却把自己吊了上去。

想想看，为什么会出现这样的笑话？你能解释其中的道理吗？

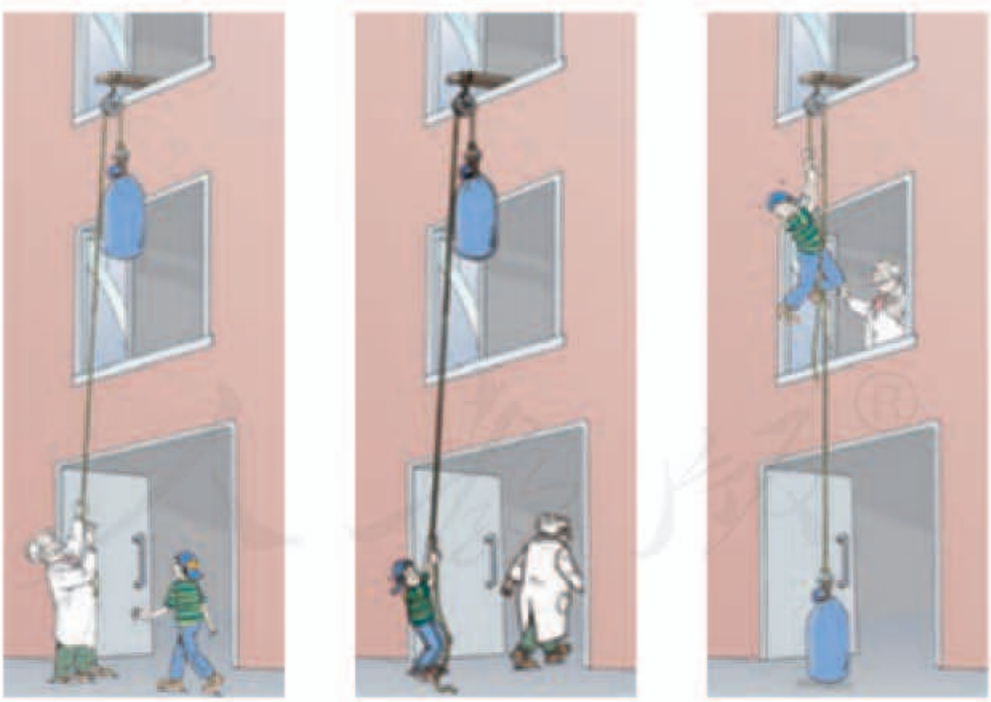
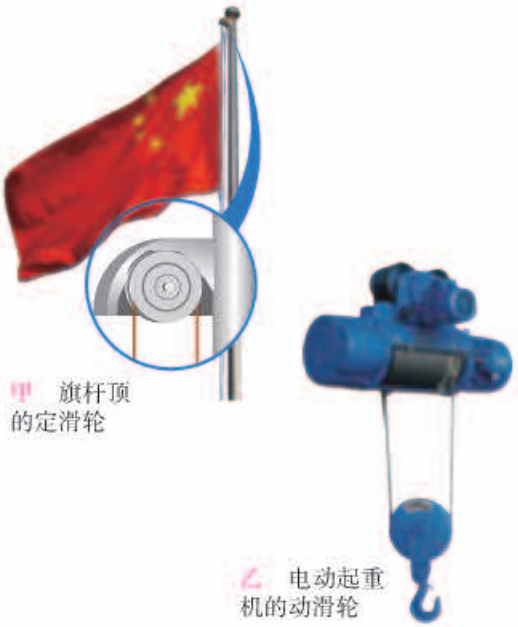


图12.2-1　有什么科学道理？

微信公众号：电子课本大全



甲　旗杆顶的定滑轮

乙　电动起重机的动滑轮

图12.2-2　定滑轮和动滑轮的应用

定滑轮和动滑轮

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（图12.2-2甲），它的轴固定不动，这种滑轮叫做**定滑轮**。

电动起重机吊钩上有一种滑轮（图12.2-2乙），它的轴可以随被吊物体一起运动，当电动机转动并收绳子时，物体和滑轮就被提起，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。

实验

研究定滑轮和动滑轮的特点

通过滑轮拉起重物，研究下面几个问题。

1. 使用定滑轮、动滑轮是否省力（或更费力）?

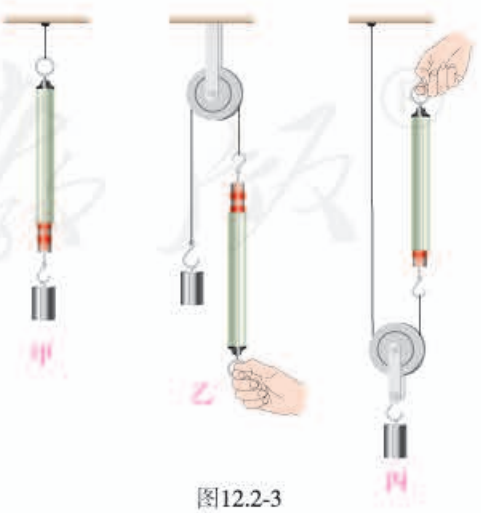
2. 使用定滑轮、动滑轮是否省了距离（或需要移动更大的距离）?

3. 什么情况下使用定滑轮，什么情况下使用动滑轮?

研究时可以参考图12.2-3，分别安装定滑轮（图12.2-3乙）和动滑轮（图12.2-3丙）进行实验。

自己设计表格，用来记录实验时弹簧测力计拉力的大小和方向，以及测力计和钩码移动的距离。

分析实验数据，得出你的结论。



甲　乙　丙

图12.2-3

微信公众号：电子课本大全

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，而且费距离。

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12.2-4是一个动滑轮和一个定滑轮组成的滑轮组。图12.2-4甲中的重物由三段绳子通过动滑轮吊着，每段绳子都要承担物重。用这个滑轮组提起重物，如果忽略动滑轮的自重、绳重及摩擦，只要用物重 $\frac{1}{3}$ 的力就可以提起重物。

用滑轮组提起重物时，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。

想一想，如果用图12.2-4乙的方式提起重物，需要用多大的力？

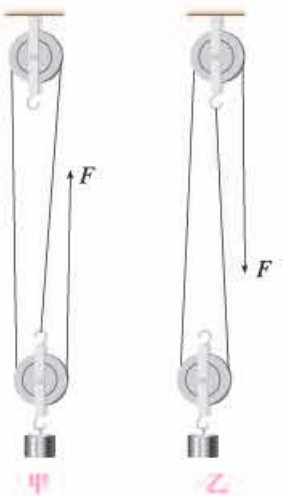


图12.2-4　定滑轮和动滑轮可以组成滑轮组

科学世界

轮轴和斜面

轻轻转动门把手，就可以把门锁打开；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12.2-5是一些轮轴的实例，请你指出它们的“轮”和“轴”。


图12.2-5　各种轮轴

微信公众号：电子课本大全

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12.2-6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。

斜面也是一种简单机械，在生活和生产中随处可见。请各举出一个生活或生产中用斜面、轮轴做功的例子。



图12.2-6　盘山公路

动手动脑学物理

1. 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，又要用多大的力（不计摩擦及滑轮自重）？

2. 仔细观察自行车，看看它上面有几种简单机械，分别说明它们各起到了什么作用。

3. 解释图12.2-1的科学漫画。一个人要拉起比他体重大的重物，用定滑轮行吗？应该怎么办？

4. 利用如图12.2-7甲所示的滑轮组提起一个重为2 000 N的物体，不计摩擦及滑轮自重，绳子的拉力F等于多少？如果要用这个滑轮组达到更加省力的效果，绳子应该怎样绕？请在图12.2-7乙中画出绳子的绕法，并计算此时拉力的大小。



图12.2-7

微信公众号：电子课本大全

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

使用动滑轮是否省功

1. 如图12.3-1甲，用弹簧测力计将钩码缓慢地提升一定的高度，计算拉力所做的功。

2. 如图12.3-1乙，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，再次计算拉力所做的功。

这两次拉力所做的功一样吗？为什么？

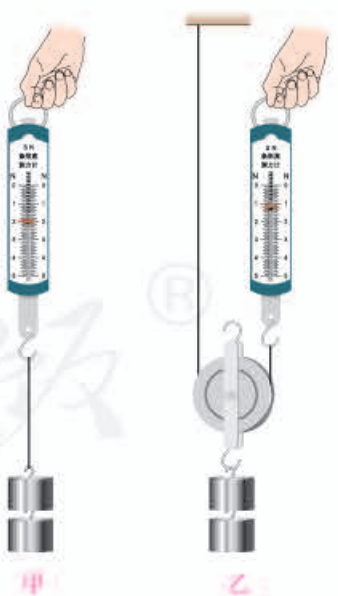


图12.3-1

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。这说明，尽管使用动滑轮会省力，但由于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$W_{有}$表示。若用滑轮组提升钩码，我们还不得不

微信公众号：电子课本大全

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$W_{额}$表示。有用功与额外功之和是总共做的功，叫做**总功**，用$W_{总}$表示。总功、有用功和额外功之间的关系为

$$W_{总}=W_{有}+W_{额}$$

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，将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

$$\eta=\frac{W_{有}}{W_{总}}$$

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

$$F=G=mg=0.5\times10^3\ \text{kg}\times10\ \text{N/kg}=5\times10^3\ \text{N}$$

起重机提升重物所做的功是有用功

$$W_{有}=Fh=5\times10^3\ \text{N}\times3\ \text{m}=1.5\times10^4\ \text{J}$$

起重机的电动机所做的功是总功

$$W_{总}=3.4\times10^4\ \text{J}$$

因此，起重机的机械效率

$$\eta=\frac{W_{有}}{W_{总}}=\frac{1.5\times10^4\ \text{J}}{3.4\times10^4\ \text{J}}=0.44=44\%$$

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%。

下面我们通过实验测量滑轮组的机械效率。实验之前应该考虑：需要测量哪几个量？怎样计算有用功？怎样计算总功？

微信公众号：电子课本大全

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 12.3-2 安装滑轮组，分别记下钩码和绳端的位置。

3. 缓慢拉动弹簧测力计，使钩码升高，读出拉力 F 的值，用刻度尺测出钩码上升的高度 h 和绳端移动的距离 s，将这三个量填入表格。

4. 算出有用功 $W_{有}$、总功 $W_{总}$、机械效率 η 并填入表格。

改变钩码的数量，重复上面的实验。

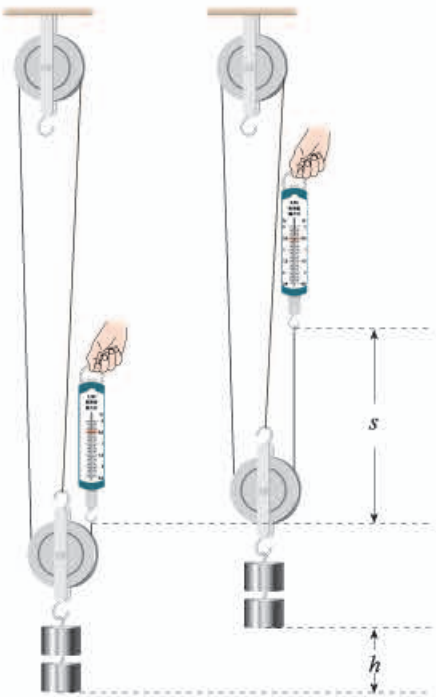


图12.3-2

次数	钩码所受的重力 G/N	提升高度 h/m	有用功 $W_{有}$/J	拉力 F/N	绳端移动的距离 s/m	总功 $W_{总}$/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。

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。

微信公众号：电子课本大全

动手动脑学物理

1. 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。

2. 一台起重机将重3 600 N的货物提高4 m，起重机做的有用功是多少？如果额外功是9 600 J，总功是多少？机械效率是多少？起重机所做的额外功是由哪些因素引起的？

3. 在斜面上将一个重4.5 N的物体匀速拉到高处（图12.3-3），沿斜面向上的拉力为1.8 N，斜面长1.2 m、高0.3 m。把重物直接提升h所做的功作为有用功，求这个斜面的机械效率。

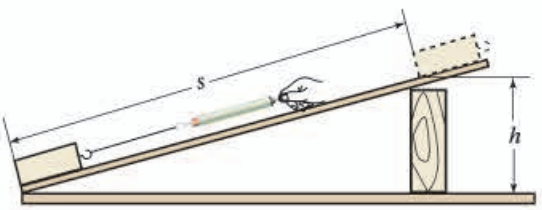


图12.3-3

4. 用一个动滑轮在5 s内将一重为200 N的物体匀速向上提起3 m，拉力为150 N。这个动滑轮的机械效率是多少？拉力的功率有多大？

学到了什么

1. 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$F_1l_1=F_2l_2$。

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，而且费距离；使用滑轮组可以既省力又改变力的方向。

用滑轮组吊起重物时，动滑轮上有几段绳子承担物重，绳端所用的拉力就是物重的几分之一。

3. 机械效率

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

$$\eta=\frac{W_{有}}{W_{总}}$$

微信公众号：电子课本大全

索引

（名词后面的数字是该名词中、英文第一次出现的页码）

D
大气压 39
动能 67

F
浮力 49

G
杠杆 76
功 62
功率 65
惯性 18

H
滑轮 81

J
机械能 71
焦耳 64

L
力 2

M
摩擦力 23

N
能量 67
牛顿 2
牛顿第一定律 17

P
帕斯卡 31
平衡 20

Q
气压计 41

S
势能 69

T
弹力 6

W
瓦特 66
万有引力 12

Y
压强 30

Z
重力 9
重心 12

微信公众号：电子课本大全

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《义务教育物理课程标准》（2011年版）编写的，经国家基础教育课程教材专家工作委员会2012年审查通过。

本册教科书集中反映了基础教育教科书研究与实验的成果，凝聚了参与课改实验的教育专家、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

2012年5月

微信公众号：电子课本大全

人教版®

微信公众号：电子课本大全

人教版®

微信公众号：电子课本大全