



义务教育教科书

物 理

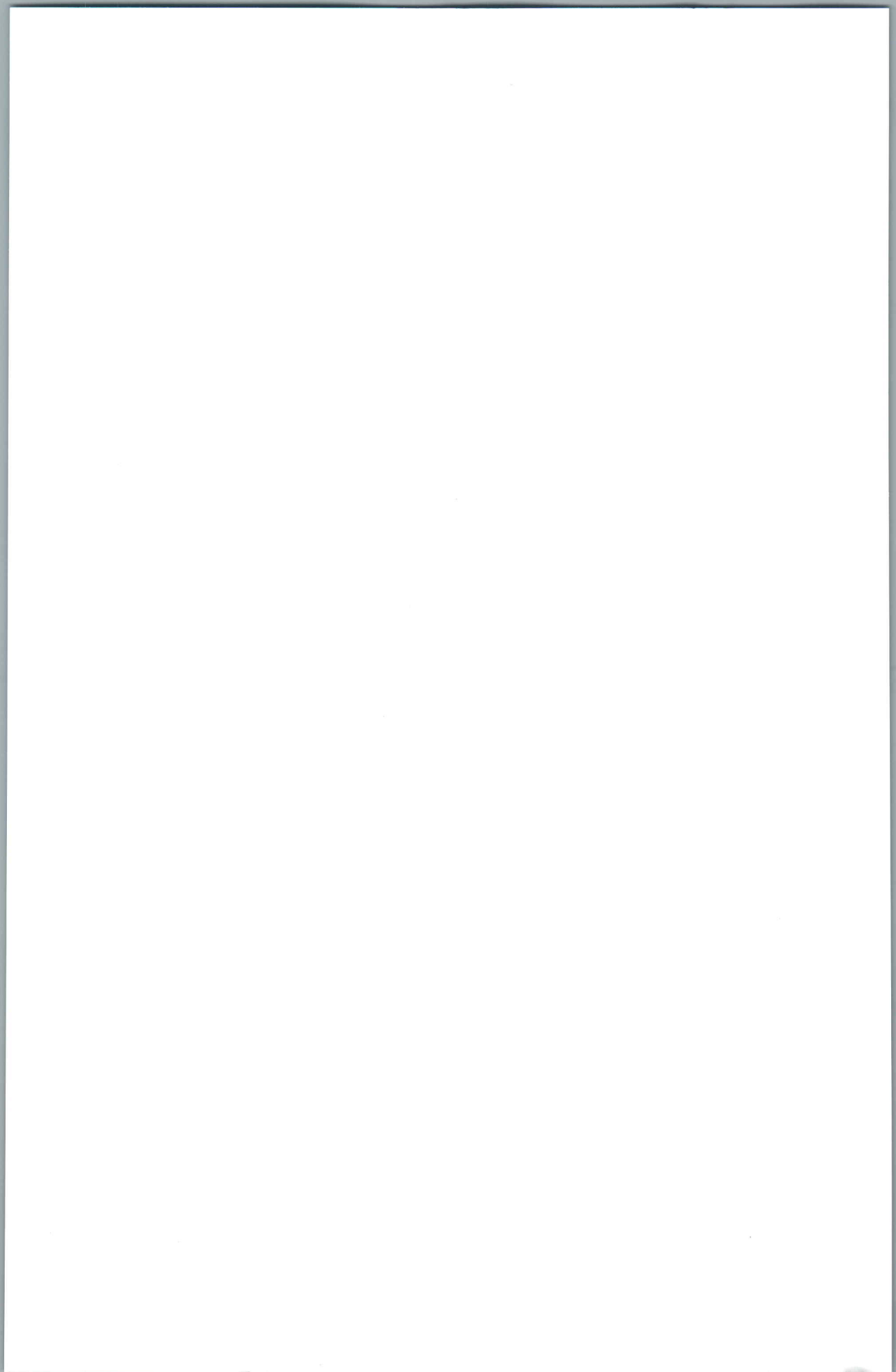
W U

L I

八年级 下册



教育科学出版社

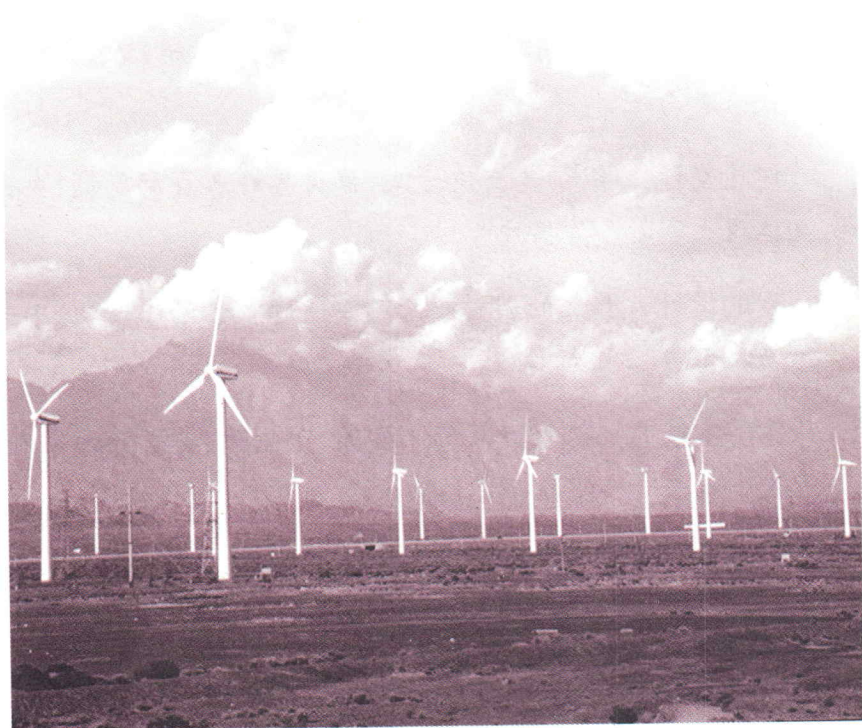


义 务 教 育 教 科 书

物 理

W U L I

八年级 下册



教育科学出版社

· 北 京 ·

致同学们

本书是八年级物理的下册,主要学习力学的内容。这是一个神奇的物理世界,一个令人流连忘返的乐园,在这里,大家将用智慧和双手像科学家那样去探究、去发现。本书的一些栏目将引导大家亲历科学探究的过程,更加深入地理解物理世界。



观察 通过观察自然现象、生活现象、实验演示、多媒体展示等,培养大家的观察能力。



实验探究 动手实验,经历探究,是大家自主获取物理知识的主要学习方式。



动手做 通过动手动脑的过程,促进大家科学素养的全面发展。



活动 这是以应用物理知识解决实际问题为主的实践活动,快来参与吧!



讨论交流 以讨论交流方式,探讨各种各样的问题,要充分体现大家的合作精神。



我的设计 有好的创意吗?可以通过自己的小发明、小设计来展示。



家庭实验室 课外开展的小实验、小制作,与自己的家人、朋友一起来分享实验探究的快乐。



走向社会 关注物理、关注技术、关注社会,关注它们之间的相互关系,因为大家是未来社会的主人。



物理在线 这是一个引导大家进入图书馆、互联网的栏目,可开阔自己的视野。



自我评价 记录自己学习的点滴进步,对自己的学习情况进行分析和总结。

目 录

第七章 力

1

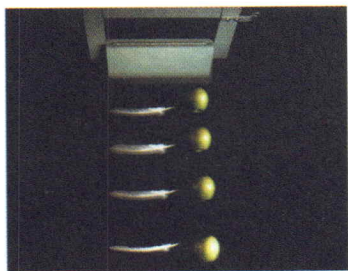


- 1. 力 2
- 2. 力的描述 6
- 3. 弹力 弹簧测力计 10
- 4. 重 力 13
- 5. 摩擦力 18

23

第八章 力与运动

- 1. 牛顿第一定律 惯性 24
- 2. 力的平衡 29
- 3. 力改变物体的运动状态 33



第九章 压强

35



- 1. 压 强 36
- 2. 液体的压强 41
- 3. 连通器 45
- 4. 大气压强 48

第十章 流体的力现象

53



- 1. 在流体中运动 54
- 2. 认识浮力 58
- 3. 科学探究: 浮力的大小 61
- 4. 沉与浮 66

71

第十一章 机械与功

- 1. 杠 杆 72
- 2. 滑 轮 78
- 3. 功 功率 82
- 4. 机械效率 86
- 5. 改变世界的机械 90



第十二章 机械能

97



- 1. 机械能 98
- 2. 机械能的转化 101
- 3. 水能和风能 104

108

109

常用物理量及其单位
中英文索引

科学探究活动目录



■ 观察 ■

生产、生活中的力	2
力的作用效果	4
这些现象有什么共同点	10
平 衡	30
生活中的大气压强	48
鸡蛋的沉浮	66
杠杆平衡	73
他们的效果相同吗	82
做功的不同办法	86



■ 活动 ■

力的相互作用	3
力的作用效果与哪些因素有关	6
体验滑动摩擦力	18
物体的惯性	26
流体压强与流速的关系	55
感受浮力	58
计算机械效率	87



■ 动手做 ■

做一个潜艇	67
做一个热气球	68



■ 实验探究 ■

用弹簧测力计测量力的大小	11
重力与质量的关系	14
滑动摩擦力的大小与什么有关	19
推断物体不受力时的运动	24
二力平衡的条件	31
改变物体的运动状态	33
压力的作用效果	36
液体内部的压强	41
液体内部的压强有多大	42
连通器中的液体有什么特点	45
估测大气压强的值	49
鸟翼的升力	54
测量浮力	59
影响浮力大小的因素	62
浮力大小与排开液体的关系	63
杠杆的平衡条件	74
使用动滑轮	79
测量滑轮组的机械效率	88
摆球动能和势能的转化	101



■ 讨论交流 ■

“开门”体验力的三要素	7
免费旅游的办法可行吗	26

冰面救人·····	39	气球滚钉板·····	39
谁受的压强大·····	43	“裂球”实验·····	44
船闸是怎样工作的·····	47	用水做的“托里拆利实验”·····	52
大气压强与天气·····	51	浮力产生的原因·····	60
沉在水底的铁球有没有受到浮力 ·····	60	探究阿基米德原理·····	65
死海之谜·····	64	自制密度计·····	70
打捞中山舰·····	69	研究指甲剪·····	76
研究杆秤·····	76	研究自行车的构造·····	95
使用定滑轮·····	78	观察带发条的玩具·····	103
滑轮的组合·····	80		
从杠杆到轮轴·····	90		
螺旋——特殊的斜面·····	92		
狩猎与机械能的利用·····	100		
过山车的能量转化·····	102		
自动打蛋机·····	106		

走向社会

调查滑轮的应用·····	81
调查机械的功率·····	85
巧妙的自动机构·····	95

我的设计

冷热水混合淋浴器·····	56
设计一个升降装置·····	81

家庭实验室

观察力的作用效果·····	5
探究相互作用力的关系·····	12
不倒的小丑·····	16
自行车运动过程中的摩擦·····	21
惯性游戏·····	27
确定形状不规则物体的重心·····	32

物理在线

牛 顿·····	9
失 重·····	17
安全带·····	28
关于“桥”的调查与研究·····	32
考察海洋·····	44
三峡船闸与液压技术·····	47
风 洞·····	57
集装箱吊车·····	89
三峡水电站·····	106

第七章 力

- ◆ 力
- ◆ 力的描述
- ◆ 弹力 弹簧测力计
- ◆ 重 力
- ◆ 摩擦力

力是什么？

人们在近 2000 年的寻觅中，才真正认识了力。

力作为科学概念的出现，开拓了人类社会的一个新时代，是奠定科学大厦的一块重要基石。





1. 力

图 7-1-1 力

物理学中的许多概念来自于生产、生活。人们对力的认识也是从日常生活中开始的。

什么是力？它又是如何作用的呢？

◆ 认识力

我们可以通过活动来感受力，可以通过仪器来测量力，可以通过实验来探究力的作用产生的效果和影响。



■ 观察 ■ 生产、生活中的力

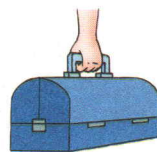
请认真观察图 7-1-2 所示的各种现象，谈谈你对力的认识。



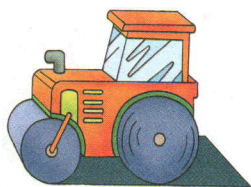
(a) 人推车



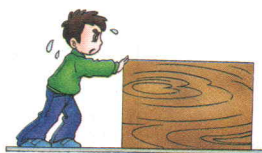
(b) 拖拉机拉拖车



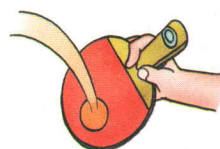
(c) 手提箱子



(d) 压路机压路面



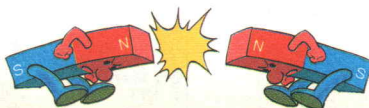
(e) 摩擦阻碍了木箱移动



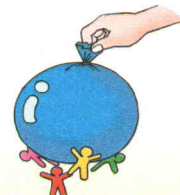
(f) 球与球拍的碰撞



(g) 地球吸引苹果



(h) 同名磁极相排斥 (异名磁极相吸引)



(i) 毛衣摩擦过的气球能吸引纸屑

图 7-1-2

我们日常所见的推拉、提压、摩擦、碰撞、吸引和排斥等现象,都属于力的作用。一个物体受到了力,一定有别的物体对它施力。所以,力(force)是一个物体对另一个物体的一种作用。

◆ 力的作用是相互的

力既然是指一个物体对另一个物体的一种作用,它就不能脱离物体而独立存在。只要有力发生,就一定会涉及两个物体:一个是施力物体,另一个是受力物体。

■ 活动 ■ 力的相互作用

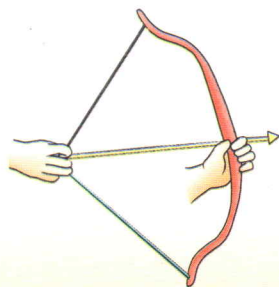
请通过下面的活动,体会施力和受力的感觉。和同学讨论,力的作用有什么特点。



甲推乙,乙也推甲



手按球,球推手



手拉弓,弓也拉手

图 7-1-3

两物体之间发生力的作用时,每一个物体既是受力物体,同时也是施力物体。它们之间力的作用是相互的,力是成对出现的。

观察图 7-1-2,并与同学进行讨论,指出每一幅图中的受力物体和施力物体。



图 7-1-4 手对工具施力,工具也会对手产生力的作用,如果不戴手套保护,手就可能会受伤



◆ 力的作用效果

力作用到物体上会产生什么效果呢？



■ 观察 ■ 力的作用效果

进行以下活动，观察力作用到物体上会产生什么效果。

1. 用力拉弹簧，用力弯薄钢片，观察弹簧和钢片的变化。



用力拉弹簧



用力弯钢片

图 7-1-5

2. 观察图 7-1-6，分析足球受到哪些力的作用，产生了什么样的作用效果。

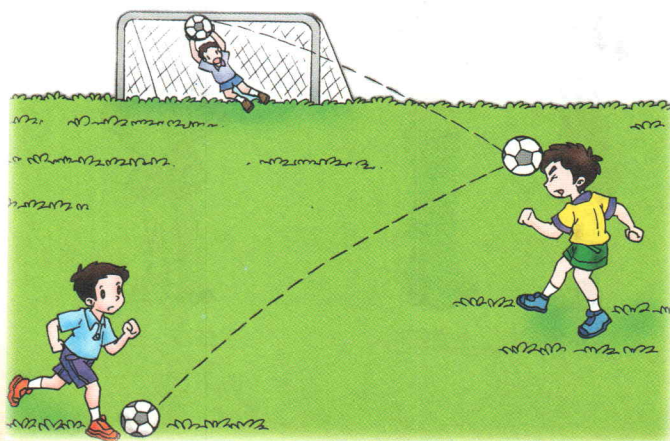


图 7-1-6 踢、顶、接的动作改变了球的运动状态

力可以使物体伸长、缩短、弯曲、扭转。力也可以使物体由动到静，由静到动；由快到慢，由慢到快；运动方向发生改变。

总之，力可以改变物体的运动状态，力还可以改变物体的形状。

发展空间

家庭实验室

观察力的作用效果

如图 7-1-7 所示,玻璃瓶中灌满红色的水,将细玻璃管穿过橡皮塞上的孔,插入瓶中。用手用力握玻璃瓶,观察细玻璃管中水柱高度的变化。这个变化说明了什么?

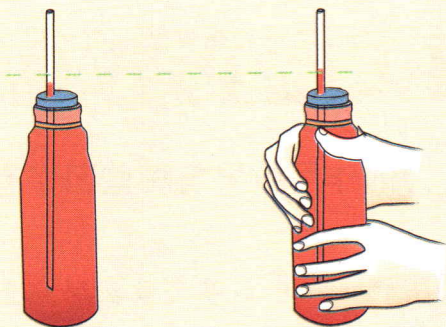


图 7-1-7



自我评价

- 1.怎样判断一个物体是否受力的作用呢?
- 2.用你熟悉的例子,说明物体与物体之间有力的作用。
- 3.用球拍击打球时,是_____与_____之间发生了相互作用。若以球为研究对象,施力物体是_____,受力物体是_____。
- 4.如图7-1-8所示,右边小船上的人用力撑开左边那一只小船,两只船各向什么方向移动?为什么?



图 7-1-8

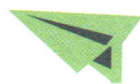


2. 力的描述

图 7-2-1 甲骨文中的“力”字像把一根削成尖状の木棒插入土中,翻起泥土。这是中国古代对力的描述

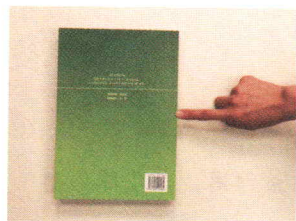
足球比赛中,运动员作用在足球上的力的大小、方向、位置稍有不同,就会使足球的运动大不相同。由此,你是否会想到这样一个问题:力作用于物体所产生的不同效果,与力的哪些因素有关呢?

◆ 力的三要素

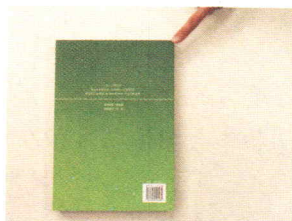


■ 活动 ■ 力的作用效果与哪些因素有关

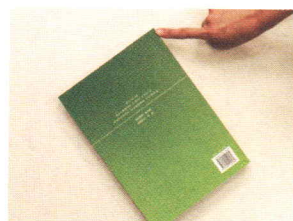
请做一个简单的实验:把一本厚书放在课桌上,按照图7-2-2操作,并观察书的运动情况。



(a) 分别用很小的力和较大的力沿同一方向推书的中间部位



(b) 用大小相等的力沿不同方向推书的同一部位



(c) 用大小、方向都相同的力推书的不同部位

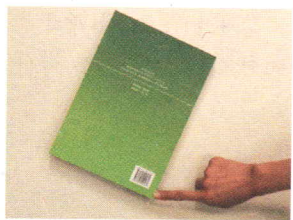
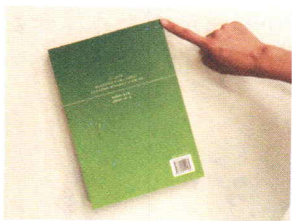
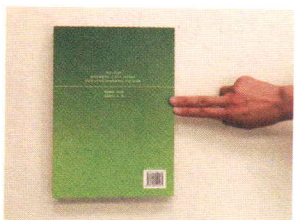
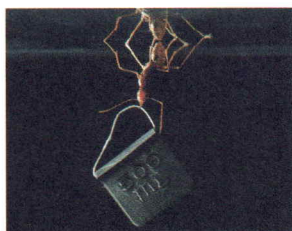


图 7-2-2

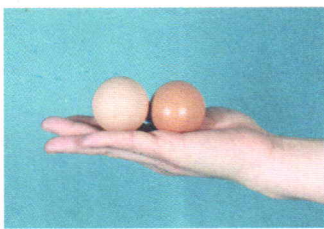
实验表明:力的作用效果不但与力的大小、方向有关,而且还与力的作用位置,即作用点有关。我们把力的大小、方向和作用点叫做**力的三要素**。

力一般用字母 F 表示。在国际单位制中,力的单位是**牛顿**,简称牛,用符号 N 表示。这是为了纪念英国科学家牛顿(Isaac Newton, 1643—1727) 而命名的。

1 N 的力是多大呢? 两个鸡蛋静止放在手上时,对手的压力约为 1 N。一个中学生站在地面上,对地面的压力约为 500 N。



(a) 蚂蚁的拉力约 0.005 N



(b) 托两个鸡蛋用的力约 1 N



(c) 大型拖车的拉力约 4×10^4 N



(d) “长征”系列火箭的推动力约 6×10^5 N

图 7-2-3 一些力的大小



讨论交流 “开门” 体验力的三要素

生活中许多现象能使我们体验到力为什么有这三个要素。开门的时候(图7-2-4), 用不同大小的力在图中的A点沿箭头方向施力, 其效果不同。再用同样大小的力依次在A、B、C点沿箭头方向施力, 其效果也不相同。试用力的三要素解释这个现象。

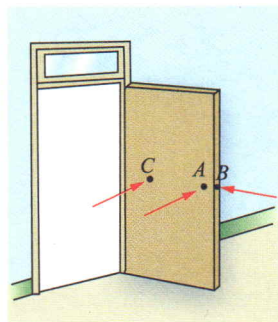


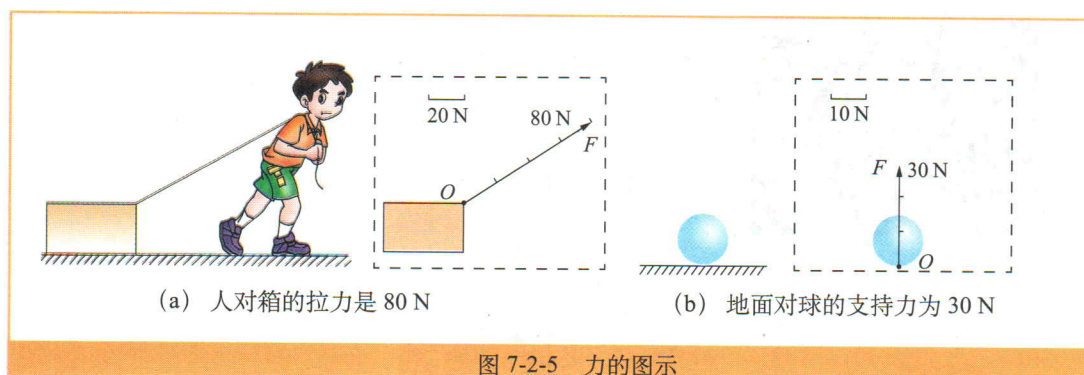
图 7-2-4

力的示意图

力的三个要素可以用图示的方法描述。

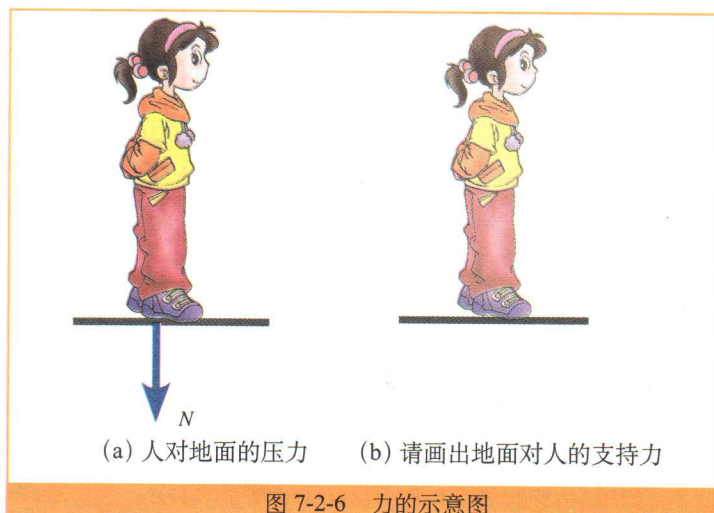


如图 7-2-5 (a) 所示,小明用绳子以 80 N 的力拉木箱,你可以用图示的方法来表示这个力。规定一个合适的长度,比如取 5 mm 的线段表示 20 N 的力;以 O 为起点,沿绳子拉力的方向,连续画 4 个 5 mm 长的线段即 20 mm ,来表示大小为 80 N 的力;最后在线段的末端画上箭头表示力的方向。



在上述示例中,我们用一条带箭头的线段来表示力——线段的长度表示力的大小,箭头的方向表示力的方向,线段的起点(也可用终点)表示力的作用点。这种表示力的方法叫做力的图示。

在一般情况下分析物体受力时,常常只要在作用点画一个长度适当、沿力的方向带箭头的线段来表示力。这样的图叫做力的示意图。



发展空间



自我评价

1. 力的作用效果与哪些因素有关？请举例加以说明。
2. 如图 7-2-7 所示，用 12 N 的力沿水平方向拉一根弹簧。用力的示意图把手拉弹簧的力表示出来，并指出这个力的施力物体和受力物体。弹簧是否也拉着手？如果这个力存在，指出施力物体和受力物体。
3. 用力的示意图表示出竖直向上提木箱的 100 N 的力。
4. 在斜面上有一小木块，用 10 N 的力沿斜面向上拉木块，请用力的示意图把这个力表示出来。

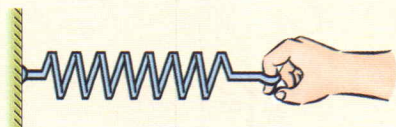


图 7-2-7



物理在线

牛 顿

牛顿是英国物理学家和数学家。1643 年，牛顿出生于一个农户家庭，14 岁时他曾辍学在家务农。1661 年，牛顿考入著名的剑桥大学。

牛顿在 1687 年出版的不朽著作《自然哲学的数学原理》中，用数学方法阐明了宇宙中最基本的法则——万有引力定律和三大运动定律。这四条定律构成了一个统一的体系。

牛顿的理论可对卫星、彗星、落体等物体运动的规律进行定量的描述，可以分析海洋潮汐、大气流动等现象的原因，也可以对我们身边各种物体的运动作出解释，使人们对大自然的了解获得了前所未有的扩展，实现了科学发展进程中的第一次大综合，是“人类智慧史上最伟大的一个成就”。

关于牛顿的更多故事和理论，请查阅图书馆资料或查询互联网进行了解。



牛顿

3. 弹力 弹簧测力计

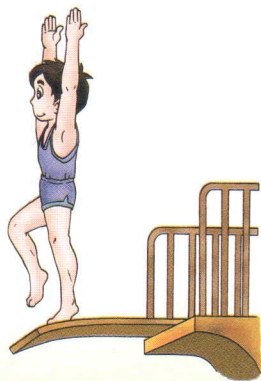
图 7-3-1 球与球拍的相互作用

◆ 弹力

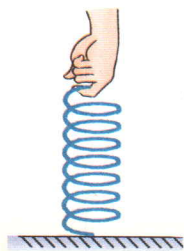


■ 观察 ■ 这些现象有什么共同点

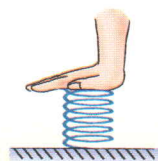
图 7-3-2 中的跳板和弹簧，有什么共同点？



(a) 变弯的跳板能把运动员弹起来



(b) 拉长的弹簧对手有向下的拉力



(c) 压缩的弹簧对手有向上的推力

图 7-3-2

当跳水运动员向下压跳板时，跳板受压变弯，发生形变。跳板给运动员施加一个向上的力，把运动员弹起来。用手拉（或压）一个弹簧，弹簧受力而发生形变，就会对手施加一个拉（或推）的力。

在生活中我们还可看到橡皮筋、皮球、轮胎等物体，它们在受力发生形变时，要恢复原状，就会对跟它接触的物体施加力，这种力就叫做**弹力**（elastic force）。

◆ 实验：用弹簧测力计测量力

力有大小，有时我们需要对力的大小进行测量，测量力的大小的工具叫做**测力计**。弹簧测力计是物理实验中常用的测量力的大小的仪器。在一定范围

内,弹簧受到的拉力越大,它的伸长越长,弹簧测力计就是根据弹簧的这个特性制成的。下面是弹簧测力计的使用说明书,请对照实物,认真阅读,熟悉测力计的主要结构和使用方法。

弹簧测力计使用说明书

用途: 测量力的大小。

结构: 如图7-3-3所示。

性能: 量程5 N

分度值0.2 N

使用方法:

使用弹簧测力计测力前,应先将测力计在受力方向上调零,使指针对准零刻度线。

测量时,让测力计弹簧伸长方向与受力方向一致,指针最后所指刻度就是所测力的大小。

注意事项:

使用弹簧测力计时,首先要看清它的量程,也就是它的测量范围。一旦超过了允许测量的最大力,就可能会损坏测力计。

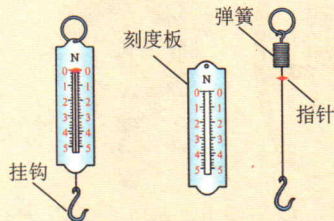


图 7-3-3 弹簧测力计及其构造

实验探究 用弹簧测力计测量力的大小

取一只弹簧测力计,一个木块,按下列步骤进行实验。

1. 观察弹簧测力计的量程、分度值,并在水平方向上调零。
2. 用手拉挂钩,使指针指到0.1 N、0.5 N,感受一下0.1 N、0.5 N的力有多大。

3. 如图7-3-4所示,在水平桌面上,用弹簧测力计拉着木块匀速前进,读出拉力的大小。

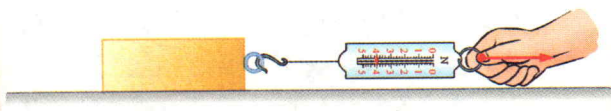


图 7-3-4 在水平桌面上,用弹簧测力计拉着木块匀速前进



实验室中的弹簧测力计形式较多,有条形盒测力计、平板测力计、圆筒测力计等(图 7-3-5)。

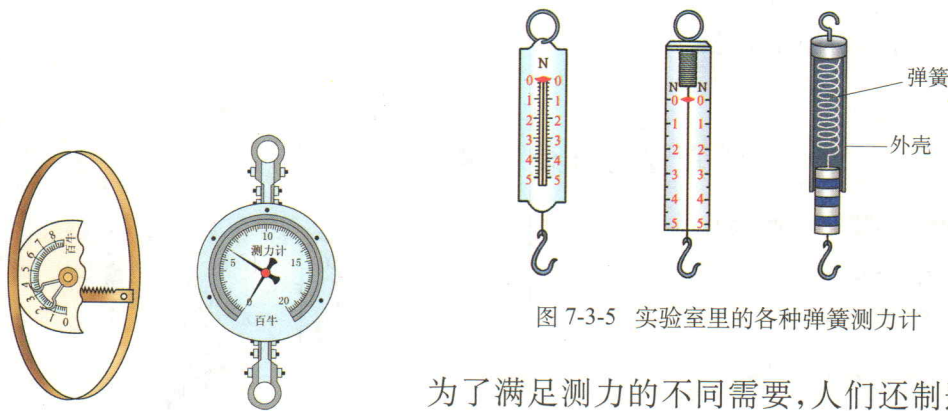


图 7-3-5 实验室里的各种弹簧测力计

图 7-3-6 握力计和拉力计

为了满足测力的不同需要,人们还制造了其他形式的测力计,如握力计和拉力计等(图 7-3-6)。

发展空间

家庭实验室

探究相互作用力的关系

如图 7-3-7 所示,取 A 、 B 两个弹簧测力计,平放在水平桌面上,让它们互相钩挂在一起。然后用两只手分别向左、右两边拉,或固定 B ,用手向左拉 A 。同时观察两个弹簧测力计所显示的拉力大小。 A 测力计显示的是 B 对 A 的作用力; B 测力计显示的是 A 对 B 的作用力。通过实验得出的相互作用力的关系是什么?

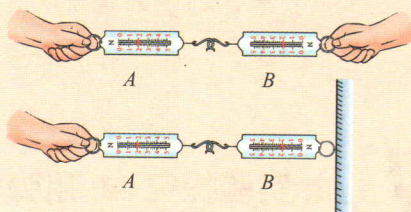


图 7-3-7 两测力计水平互拉

自我评价

1. 如图 7-3-8 (a) 所示,这个弹簧测力计的量为_____N,分度值为_____N,图中的示数为_____N。
2. 如图 7-3-8 (b) 所示,用手拉测力计的挂钩,感受 1 N、2 N、5 N 的力有多大。
3. 试用弹簧测力计,测测一根头发能承受的最大拉力是多少。

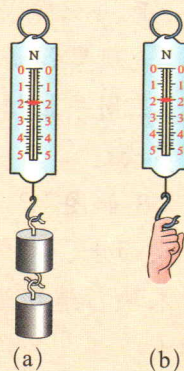
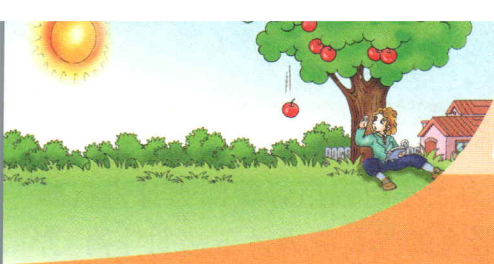


图 7-3-8



4. 重力

图 7-4-1 牛顿与苹果的传说

这是一个美丽的传说。三百多年前的一天,牛顿正坐在苹果树下深思,一个熟透的苹果掉在地上。

“为什么苹果总是竖直地落向地面?为什么苹果不会斜着落下或飞向天空……”

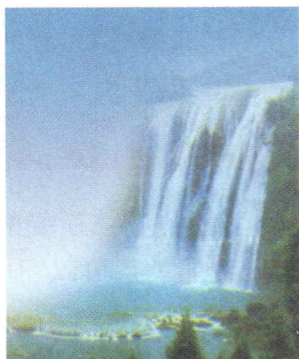
◆ 什么是重力

熟透了的苹果为什么会落向地面?抛出去的石子为什么也向地面降落?大多数人都没考虑过这个问题,牛顿分析了这些现象,发现地球对它周围的物体有引力,因此能把它们“拉”向地面。地面附近的物体由于地球吸引而受到的力叫做**重力**(gravity)。重力用符号 G 表示。

地面附近的一切物体都受到重力。



(a) 刚跳上去,又很快落回地面



(b) 水总是由高处往低处流



(c) 球飞得很高,但总会落回地面

图 7-4-2 地面附近的一切物体都受到重力

◆ 重力的大小

我们提起不同的物体,会有轻重不同的感觉,这表明不同物体受到的重力是有大有小的。如何来测量重力的大小呢?



物体所受的重力大小可以用弹簧测力计进行测量。把物体悬挂在竖直的弹簧测力计下端的挂钩上,当测力计和物体都静止时,弹簧测力计的示数就等于物体所受重力的大小。

在同一地点,质量相等的不同物体,无论它们的材料、体积和形状等有什么不同,它们所受的重力总是相等的。质量不等的物体,所受的重力是不等的。

物体所受的重力与质量有什么关系呢?



实验探究 重力与质量的关系

用弹簧测力计分别测出1个或多个钩码所受的重力,并把数据填入下表中,分析重力与质量之间的关系。

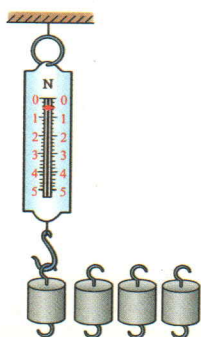


图 7-4-3

材料

- ◆ 弹簧测力计
- ◆ 50 g 钩码 4 个

钩码数/个	质量 m/kg	重力 G/N	G 与 m 之比/ (N/kg)
1	0.05		
2	0.10		
3	0.15		
4	0.20		

实验表明:物体所受的重力跟它的质量成正比,重力与质量的关系可以写成如下公式

$$G = mg$$

式中 G 表示重力,单位为牛顿(N), m 表示质量,单位为千克(kg), g 等于 9.8 牛/千克(9.8 N/kg)。

【例题】提在手中的一条鱼,质量是 700 g,鱼受到的重力是多大?

解: 已知鱼的质量 $m = 700 \text{ g} = 0.7 \text{ kg}$, $g = 9.8 \text{ N/kg}$, 则鱼受到的重力

$$G = mg = 0.7 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 6.86 \text{ N}$$

◆ 重力的方向

用一根线把物体悬挂起来,物体静止时,重力方向跟线的方向一致。可以看到,重力的方向总是竖直向下的(图 7-4-4)。

悬挂重物的细线叫做重垂线,可以用来确定竖直方向。图 7-4-5 是重垂线在生活、生产中的几个巧妙应用,想想看,你还能设计什么样的应用。



图 7-4-4 重力的方向

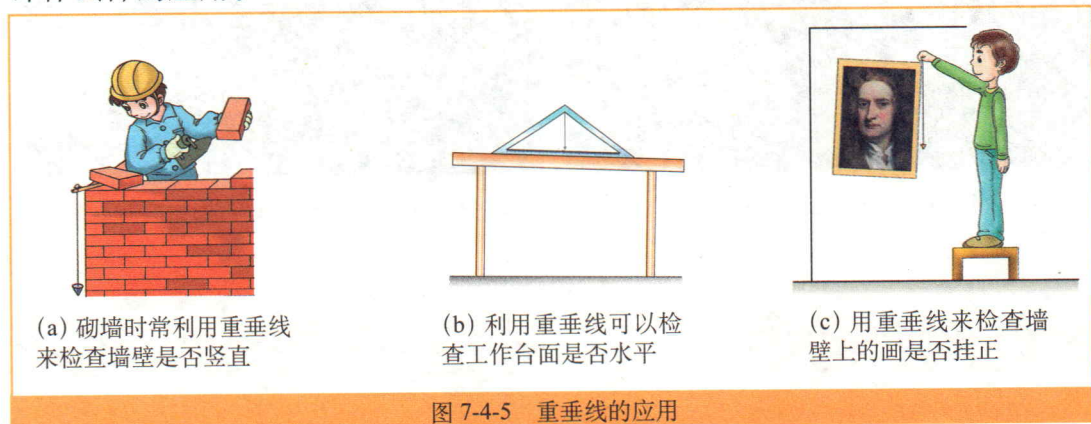


图 7-4-5 重垂线的应用

◆ 重力的作用点——重心

一个物体的各部分都要受到重力的作用。对于整个物体,从效果上看,可以认为物体各部分受到的重力作用集中于一点,这一点叫做物体的**重心**(center of gravity)。

质地均匀、外形规则的物体的重心,在它的几何中心,例如粗细均匀的棒的重心在它的中点;球的重心在球心;方形薄板的重心在两条对角线的交点。

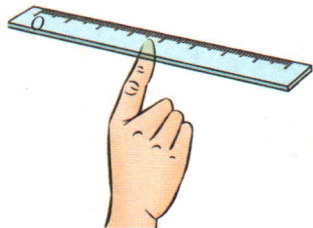


图 7-4-6 均匀尺子的重心在尺子的中心 O 处



图 7-4-7 均匀球的重心在圆心



重心位置在工程上有相当重要的意义。例如起重机在工作时,重心位置不合适,就容易翻倒;高速旋转的轮子,若重心不在转轴上,就会引起剧烈的振动。增大物体的支撑面,降低它的重心,有助于提高物体的稳定程度。



图 7-4-8 赛车车身很低,轮子相距尽量远,在快速行驶时不易翻倒



图 7-4-9 冲浪者弓着腰,叉开腿,更有助于在惊涛骇浪中保持平稳

发展空间

家庭实验室

不倒的小丑

如图 7-4-10 所示,用硬纸片剪一个小丑,在它的鼻子上剪一个小缺口,在它的两只手背上用橡皮泥固定两个金属螺帽。让绳子支撑着小丑的鼻子缺口,轻轻拨动小丑的脚,它来回摆动,但不会掉下来,想一想,这是为什么。



图 7-4-10



自我评价

1. 小明的质量是 40 kg,他的体重是多少?小聪的体重为 441 N,她的质量是多少?
2. 小明家中的冰箱好像放置得不水平,你能利用家中的日常生活用品帮他设计一个方案进行检测吗?

3. 在桥头上往往可以看到如图 7-4-11 那样的限重标志牌,想想看,为什么要有这种限制? 这座桥允许通过的最重的车是多少牛?

4. 如图 7-4-12 所示,沿着倾斜的木板往卡车上推油桶。油桶的质量是 100 kg,用力的示意图把油桶在木板上时所受的重力表示出来。



图 7-4-11 限重标志牌

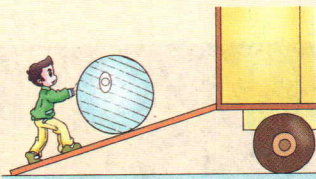


图 7-4-12

5. 如果没有重力,会产生什么现象? 以“没有重力的世界”为题,写一篇小短文。



物理在线

失 重

我们生活在地球上,一举一动都受到重力的影响,人们也早已习以为常了。一旦失去了重力,我们的生活会变成什么样子呢? 这是一个很有趣的问题。

宇宙飞船和航天飞机上的宇航员,也还是受到重力的,只不过由于他们围绕地球高速飞行,就好像不受重力似的(其中的道理要到高中时才能学到)。这种状态通常叫做**失重**。

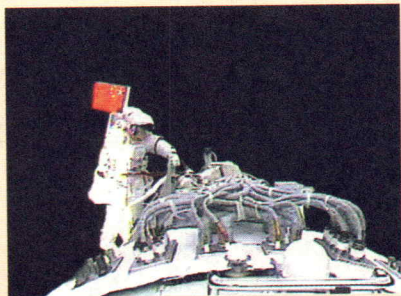


图 7-4-13 宇航员在太空处于失重状态

有了宇宙飞船和航天飞机,宇航员体验到了人在失去重力的情况下的生活。在失重状态下,人可以飘浮在空中,要举起笨重的物体,也不用费很大的力气,真是“轻而易举”。宇航员要睡觉,躺着站着都行,没有不同的感觉。实际上,宇航员是钻进固定在舱壁上的睡袋里睡觉的,就像虫茧挂在树枝上那样。在失重状态下,杯里的水倒不进嘴里,食物和水都装在像牙膏那样的管里往嘴里挤。

希望将来有同学能成为宇航员,飞到太空中去,从事新奇的科学研究,也体验一下失重状态下的生活。更多的关于失重的内容,请查阅图书馆资料或查询互联网进行了解。



图 7-5-1 在雪地中滑行

5. 摩擦力

◆ 滑动摩擦力



图 7-5-2 在水平冰面上,如果不再用力地蹬冰面,滑冰运动员就会慢慢停下来



图 7-5-3 从滑梯上滑下的小朋友,在水平面上滑行一段距离后会停下来

滑冰运动员和从滑梯上滑到平面上的小朋友为什么会停下来呢?

一个物体在另一个物体表面上发生相对滑动时,在两个物体接触面之间会产生阻碍物体相对运动的力,这个力叫做**滑动摩擦力**(sliding friction force)。

◆ 实验: 测量滑动摩擦力



■ 活动 ■ 体验滑动摩擦力

如图7-5-4所示,用手压课本并抽出直尺。当手压课本的力大小不同时,抽出直尺需要的力一样大吗?

换用不同大小、不同材料的直尺,再试一试,有什么变化?

对影响滑动摩擦力大小的因素,提出你的猜想。

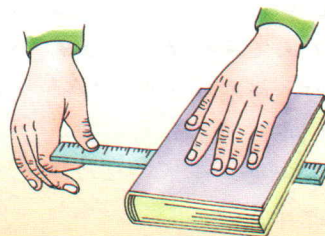


图 7-5-4



实验探究 滑动摩擦力的大小与什么有关

在水平放置的长木板的两个表面上分别做如下实验。

1. 使一个长方体木块的不同侧面与长木板表面相接触，如图7-5-5所示。缓缓地匀速拉动木块，保持弹簧测力计的示数稳定，观察并记录弹簧测力计的示数。

2. 在木块上再叠放另一个木块，重复上述操作，观察并记录弹簧测力计的示数。

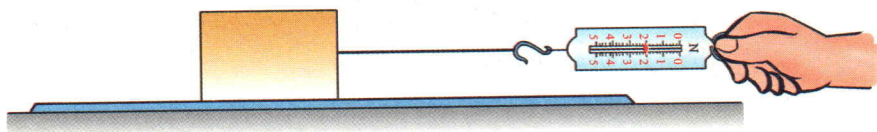


图 7-5-5 你很快就会学到，拉动木块匀速滑动，弹簧测力计的示数就等于滑动摩擦力的大小

在下列表格中记录测量数据：

长木板不同表面	木块不同侧面	弹簧测力计示数 /N	
		一个木块	两个木块重叠
光滑表面	小		
	大		
粗糙表面	小		
	大		

根据实验数据与同学交流讨论，看看是否与你的猜想一致。

实验表明，滑动摩擦力的大小跟接触面的面积无关，而与作用于接触面的压力有关，接触面受到的压力越大，滑动摩擦力就越大；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。

实践发现，影响滑动摩擦力大小的因素很复杂，这里得到的是一个近似的结论。

◆ 静摩擦和滚动摩擦

除了滑动摩擦外，还有另外两种摩擦现象。

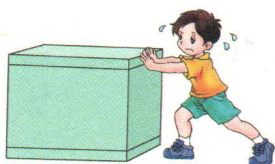


图 7-5-6 木箱与地面之间有静摩擦



图 7-5-7 瓶与手之间有静摩擦

如图 7-5-6 所示,当用力推一个较重的木箱时,木箱没有动,之所以没有动是因为它受到了地面摩擦的作用,这种摩擦叫做**静摩擦**(static friction)。手握住瓶子,瓶子掉不下来,也是受到了静摩擦的作用,如图 7-5-7 所示。

当一个物体在另一个物体上滚动时,物体所受到的摩擦叫做**滚动摩擦**(rolling friction)。在一般情况下,滚动摩擦比滑动摩擦小得多。所以,在搬动笨重物体时,在物体下垫上滚木,移动起来要省力得多;在机器转轴上常常以滚动轴承代替滑动轴承,从而减小摩擦。

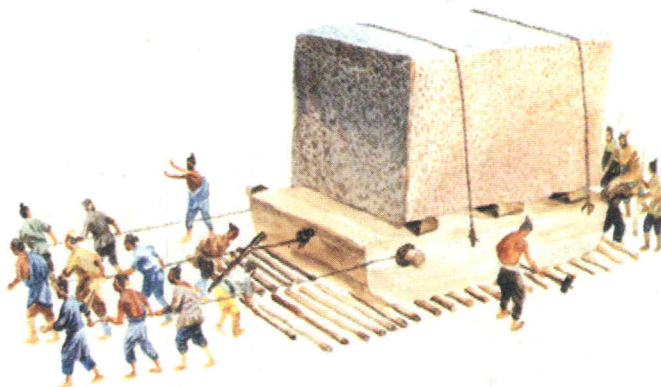


图 7-5-8 古人利用圆木滚动来搬运巨石

◆ 摩擦的利和弊

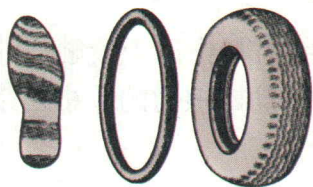


图 7-5-9 在鞋底、轮胎上做上凹凸不平的花纹,以增大摩擦

摩擦是自然界和人们生活中十分普遍的现象。人走路要利用鞋底与地面间的摩擦,这个摩擦是有益的。为了增大摩擦,鞋底上有凹凸不平的花纹,使接触面粗糙些。要使汽车车轮与地面之间不打滑,也要利用轮胎与地面间的摩擦,在轮胎上做凹凸不平的花纹(图 7-5-9)。

在另外一些情况下,摩擦是有害的,需要减小。除了用滚动代替滑动减小摩擦外,还可使摩擦面分离来减小摩擦,如加润滑油可以在两摩擦面之间形

成油膜,使接触面分离。在图 7-5-10、图 7-5-11 中,磁悬浮列车与气垫船也都是根据这个道理来减小阻力的。



图 7-5-10 磁力把磁悬浮列车从轨道上微微托起,使接触面分离,减小摩擦



图 7-5-11 气垫船的船底与水面之间有一层空气,使船在航行中阻力减小

发展空间

家庭实验室

自行车运动过程中的摩擦

自行车是人类的一项伟大发明。一百多年来,经过技术人员的不断改进,现代的自行车骑起来已十分轻便。请仔细观察、研究自行车(图 7-5-12),看看车上哪些部位需要增大摩擦,哪些部位需要减小摩擦,都是用什么方法来增大或减小摩擦的。



图 7-5-12 自行车



自我评价

1. 在拔河比赛中,运动员常穿上比较新的鞋,并且不希望地上有沙子,这是为什么?为什么拔河比赛时必须换边(交换场地)?
2. 骑自行车的人要停下来,就要刹车。刹车时捏闸用力越大,自行车就停得越急。想想看,这是什么道理。如果你没骑过自行车,可以找来一辆,先支起来让车轮转动,再用大小不同的力捏闸刹车,观察实际发生的现象。
3. 想一想,如果没有摩擦,世界将会怎样?以“没有摩擦的世界”为题,写一篇小短文。



知识要点

1. 力是一个物体对另一个物体的一种作用,力不能脱离物体而独立存在,力的作用是相互的。

2. 力的单位是牛顿,简称牛,用符号 N 表示。力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。力可以用力的示意图表示。

3. 测量力的大小的仪器是测力计,实验室中常用的测力计是弹簧测力计。

4. 地球上物体受到的重力是由于地球对物体的吸引而产生的,重力的方向总是竖直向下。一个物体的各部分都要受到重力的作用。对于整个物体,从效果上看,可以认为物体各部分受到的重力作用集中于一点,这一点叫做物体的重心。

5. 一个物体所受重力的大小与它的质量成正比,即 $G = mg$, 其中 $g = 9.8 \text{ N/kg}$ 。

6. 一个物体在另一个物体表面上发生相对滑动时,在接触面之间产生的阻碍物体相对运动的力叫做滑动摩擦力。接触面越粗糙,作用在接触面上的压力越大,滑动摩擦力就越大。

第八章 力与运动

2000 多年前,古希腊哲学家亚里士多德说:“运动是靠力来维持的”;“在地球上重物比轻物落得快”。

直到 300 多年前,意大利科学家伽利略用理想斜面实验证明运动可以不靠外力维持,改变了人类对物体运动的认识。

牛顿正是从伽利略的工作开始,找到了力与运动变化的关系,奠定了牛顿力学的基础。

- ◆ 牛顿第一定律 惯性
- ◆ 力的平衡
- ◆ 力改变物体的运动状态



1. 牛顿第一定律 惯性

图 8-1-1 如果冰面足够光滑，
冰壶会永远运动下去吗

正像侦探破案一样，科学家探索自然界的秘密，不仅需要观察和实验，更需要理性的推理。对运动问题的认识，就是一个典范。

◆ 牛顿第一定律

力能使静止的物体运动，使运动物体的速度加快、减慢或改变运动的方向。现在来考虑这样一个问题：如果物体不受力，将会怎样呢？

Y ■ 实验探究 ■ 推断物体不受力时的运动

如图8-1-2所示进行实验，由此进一步推断物体不受力时的运动情况。

1. 让小车从斜面顶端滑下，滑到铺有毛巾的水平面上，观察小车前进的距离。
2. 让小车从斜面顶端滑下，滑到水平纸板上，观察小车前进的距离有何变化。
3. 让小车从斜面顶端滑下，滑到水平玻璃板上，观察小车前进的距离有何变化。
4. 假如水平面非常光滑，小车运动的情况将会怎样？

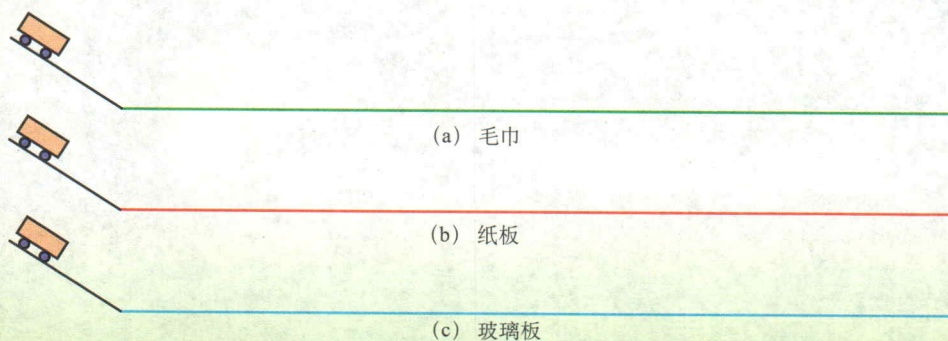
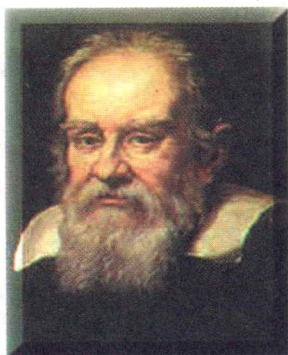


图 8-1-2

从实验中可以看到，在同样条件下，水平面对小车的阻力越小，小车前进得越远。

300 多年前,意大利科学家伽利略对类似的实验进行了分析,认识到运动物体受到的阻力越小,它的速度减小得就越慢,它运动的时间就越长。他还进一步通过推理得出,在理想情况下,如果水平面绝对光滑,物体受到的阻力为零,它的速度将不会减小,这时物体将以恒定不变的速度永远运动下去。



伽利略
(Galileo Galilei, 1564—1642)



图 8-1-3 画家笔下的伽利略实验

牛顿在前人研究成果的基础上,总结出如下规律。

一切物体在不受外力作用时,总保持匀速直线运动状态或静止状态。
这就是著名的牛顿第一定律 (Newton first law)。

牛顿第一定律所描述的是一种理想情况,因为在自然界中不受任何外力的物体是不存在的。但是很多情形下物体所受的多个外力的效果互相抵消了,此时的状态等效于不受力。因此,牛顿第一定律有着广泛的应用,是力学基本定律之一。

◆ 惯性

乘车时,你一定有这样的感受:汽车紧急刹车,身体会突然向前倾倒(图 8-1-4)。要认识这个现象,就需要引入一个新的概念——**惯性** (inertia)。

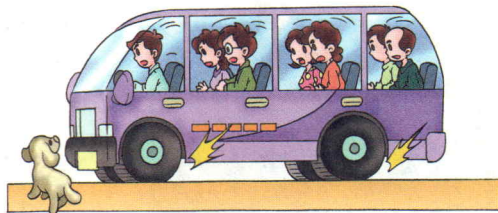


图 8-1-4 汽车紧急刹车,乘客的身体向前倾倒



■ 活动 ■ 物体的惯性

材料

- ◆ 橡皮、钢笔帽
- ◆ 纸条、铅笔
- ◆ 书本等

1. 取一块橡皮竖直放在书上，如图8-1-5所示。当书突然运动或突然停止运动时，观察橡皮的运动状态。

2. 如图8-1-6所示，将一个小物体，如钢笔帽，放在纸条上靠近边沿的位置，用铅笔猛击纸条，观察小物体的运动情况。

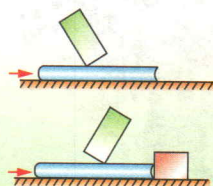


图 8-1-5

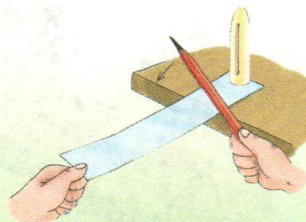


图 8-1-6

我们可以发现，在图8-1-5中，当书突然停止运动时，橡皮要保持原来的运动状态，会向前倾倒。这说明物体具有保持原来运动状态的性质。图8-1-6中的小物体仍留在原地，保持原来的静止状态。

可见，物体有保持自身原有的静止状态或匀速直线运动状态的性质。我们把物体的这种性质叫做惯性。事实上，这也是牛顿第一定律所描述的内容，因此牛顿第一定律也称**惯性定律** (law of inertia)。



■ 讨论交流 ■ 免费旅游的办法可行吗

我找到免费旅游的办法了！



图 8-1-7

某同学想出了一个免费周游世界的办法，由于地球自转速度很快，如北京随地球自转的速度大约是360 m/s，那么当你跳起来落回地面时，地面已经转过了一段很大的距离，自己就不会落在原地。所以你只要不停地跳跃，就能周游地球。这个同学的想法可行吗？下课后请试试。

进一步的实验和研究表明,一切物体不管它是否受力,也不管它是否运动和怎样运动,都具有惯性,惯性是一切物体固有的属性。



(a) 纸飞机离开手以后,还会继续飞行,这是为什么



(b) 星际探测器,一经脱离地球引力范围,为什么不需要用发动机就可保持飞行



(c) 把锤柄在固定的物体上撞几下,锤头就牢牢地套在锤柄上了



(d) 跳远时利用助跑,使自己跳得更远

图 8-1-8 常见的惯性现象

发展空间

△△ 家庭实验室

惯性游戏

把卡片放在瓶口上面,再把扣子放在瓶口上面的卡片上。用手指使劲弹一下卡片,卡片飞了出去,但扣子却落入了瓶中。试一试,想想这里面有什么道理。

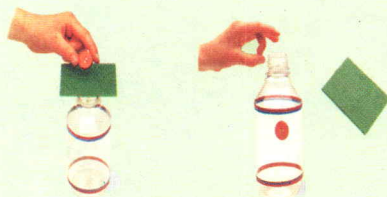


图 8-1-9 惯性游戏



自我评价

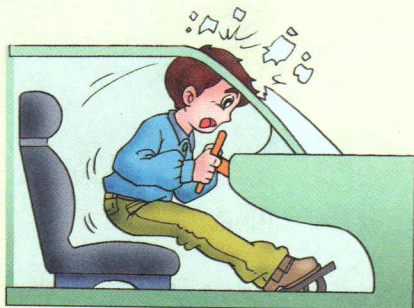
1. 设想你坐在沿直线平稳行驶且速度不变的火车上,在车内向上抛一块石子,这块石子会落到车厢后部吗? 车内放几只蝴蝶或小鸟,它们会因列车前进,而飞撞在列车车厢的后壁上吗? 请利用惯性知识进行解释。
2. 子弹离开枪口后已失去了向前的推力,但它仍能继续向前飞行,为什么?



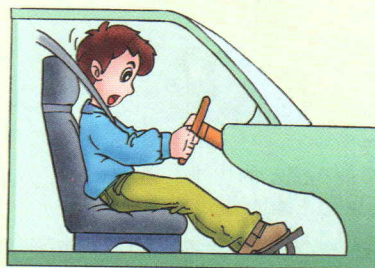
物理在线

安全带

为了预防或减小高速行驶的汽车紧急刹车时以及车辆发生碰撞时车内人员由于惯性而受到的伤害,《中华人民共和国道路交通安全法》要求:机动车行驶时,驾驶人、乘坐人员应当按规定使用安全带。请通过互联网、图书馆或请教司机师傅,了解驾车和乘车的有关安全规定。

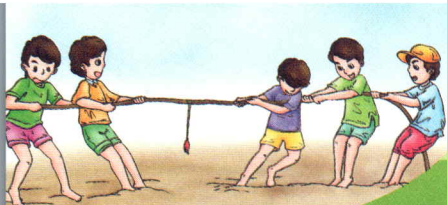


(a) 不系安全带,易受伤



(b) 安全带具有保护作用

图 8-1-10



2. 力的平衡

图 8-2-1 势均力敌

◆ 合力

在日常生活中,我们常见到以下的情况:两个小孩才能提起的一桶水,一个大人就能提起;一台拖拉机能把汽车从泥泞中拉出来,但用人推,要很多人共同努力才行。

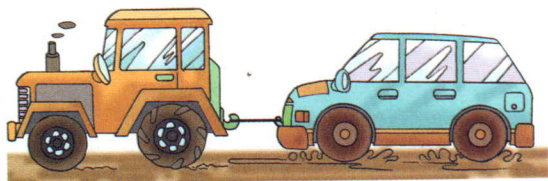


(a) 两个小孩用力提起一桶水



(b) 一个大人用力提起同一桶水

图 8-2-2



(a) 拖拉机把汽车从泥泞中拉出来



(b) 多个人用力,把汽车从泥泞中推出来

图 8-2-3

可见,一个力作用在物体上产生的效果可以与两个力或几个力同时作用在这个物体上产生的效果相同。

如果一个力对物体的作用效果与几个力同时对物体作用的效果相同,那么这个力就叫做那几个力的**合力**(resultant force)。进行受力分析时,我们可以用合力取代那几个力。

在同一直线上的两个力如果方向相同,合力的大小等于这两个力的大小之和;如果方向相反,合力的大小等于这两个力的大小之差。

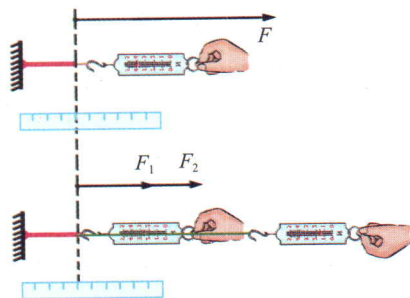


图 8-2-4 用实验可验证在同一直线上两个力的合力等于这两个力之和或差



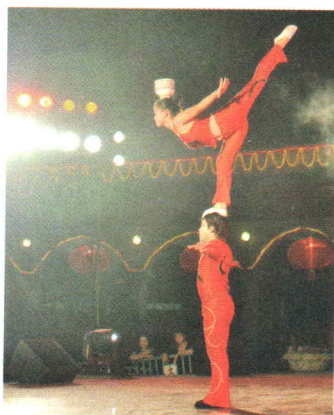
◆ 力的平衡

牛顿第一定律告诉我们,物体在不受外力的时候将保持静止状态或匀速直线运动状态。这时物体所处的状态叫做**平衡状态**。

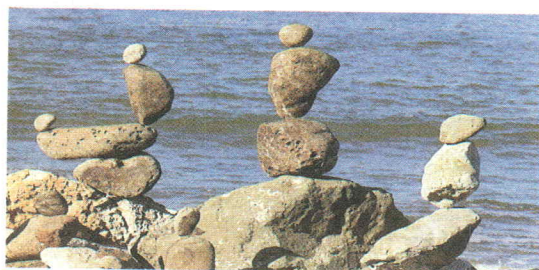
能不能反过来说,凡是保持静止状态或匀速直线运动状态的物体,都没有受到外力呢?



■ 观察 ■ 平衡



(a) 保持平衡的杂技演员



(b) 叠放在一起的石头



(c) 在平直公路上做匀速直线运动的汽车



(d) 跳伞运动员和降落伞在空中匀速直线下降

图 8-2-5 分析各物体的受力情况

杂技演员和石头各受几个力而处于静止状态? 汽车和跳伞运动员各受几个力而处于匀速直线运动状态?

可见,物体在受到几个力作用时,也可能保持静止状态或匀速直线运动状态。这是因为物体所受的这几个力的作用效果相互抵消了,这时我们就说这几个力**平衡**(equilibrium),并把这几个力称为一组平衡力。

◆ 二力平衡的条件

物体在多个力的作用下可以处于平衡状态,其中二力平衡的情况最简单。但在两个力的作用下,物体并不是总能保持平衡状态的。那么,施加于物体的两个力,要满足什么条件才能使物体保持平衡状态呢?

实验探究 二力平衡的条件

按图8-2-6组装实验装置。通过实验,分析小车在水平方向上所受的两个拉力的关系。

1. 增减两端钩码的数目,观察小车在什么条件下保持静止,在什么条件下不能保持静止?

2. 保持两端钩码数相等,观察拉力 F_1 和 F_2 是不是在一条直线上。把小车扭转一个角度,使拉力 F_1 和 F_2 不在一条直线上,观察小车的情况。

整理你的实验结果,和同学们讨论交流,看看二力平衡需要什么条件。

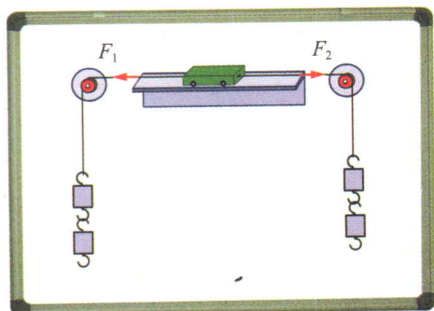


图 8-2-6

进一步的实验表明,二力平衡的条件是:同时作用在一个物体上的两个力,大小相等,方向相反,并且在同一直线上。

静置于水平地面的箱子、竖直悬挂在天花板下的电灯……二力平衡的现象随处可见,图8-2-7是杂技表演中的几组平衡力。相信你能找到更多的二力平衡的例子。

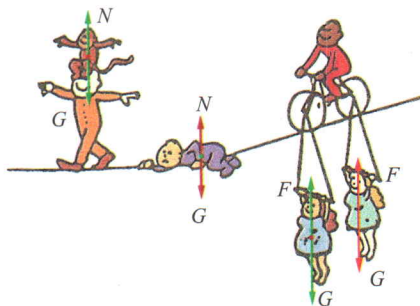


图 8-2-7



发展空间

家庭实验室

确定形状不规则物体的重心

如图 8-2-8 所示,在薄板上的某一点 A 用线把它悬挂起来。当薄板静止时,用铅笔沿悬线在板上画出竖直线 AB;再通过另一点 C 用线把薄板悬挂起来,当它静止时沿悬线画出另一条竖直线 CD。AB、CD 两条直线的交点 O 就是薄板的重心。

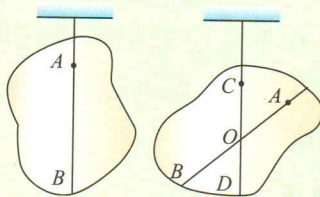


图 8-2-8



自我评价

1. 图 8-2-9 中,当 F_1 等于 F_2 时,哪几对力属于二力平衡?

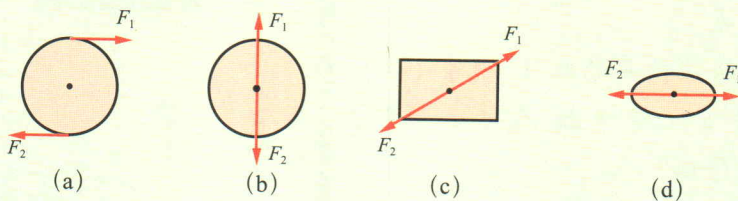


图 8-2-9

2. 质量为 0.4 kg 的电灯悬挂在电线上静止不动,电线对灯的拉力是多大? 方向如何?



物理在线

关于“桥”的调查与研究

桥梁是科学和智慧的结晶,中国是桥梁的故乡,在公元前 11 世纪就发明了浮桥和栈桥。春秋时期的霸桥,巧夺天工的卢沟桥,鬼斧神工的赵州桥,都是我国古代文明的象征。近年建成的跨度 602 m 的杨浦大桥,有“空中马路”之称的广州高架桥,堪称“中国立交桥博物馆”的北京的近百座立交桥,千姿百态,雄伟壮观,它们都是我国现代桥梁的代表。

桥梁有哪些形状和结构? 包含了怎样的物理道理? 你有哪些设想?

可以实地调查附近各种各样的桥,也可以利用互联网、图书馆查询关于桥的资料,并用硬纸片来模拟、研究桥的结构与受力,写一篇关于桥的小论文。



3. 力改变物体的运动状态

图 8-3-1 发射

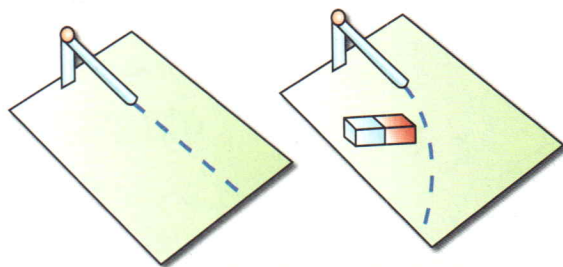
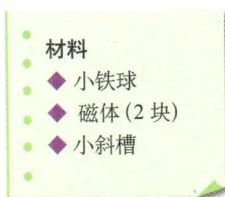
牛顿第一定律告诉我们,物体在不受外力的时候要保持静止或匀速直线运动状态。如果物体受到的几个力合力为零,物体同样处于平衡状态。若物体受到一个力或一组非平衡力的作用,它的运动状态将怎样呢?

实验探究 ■ 改变物体的运动状态

如图8-3-2所示,利用小铁球、磁体,在光滑桌面上进行实验。怎样操作,才能使小铁球的运动发生如下的变化?

- (1) 由静到动;
- (2) 由快到慢;
- (3) 由慢到快;
- (4) 改变运动方向。

实验过程中,你观察到什么现象?通过这个实验,小结一下在什么情况下物体的运动状态发生变化,发生怎样的变化。

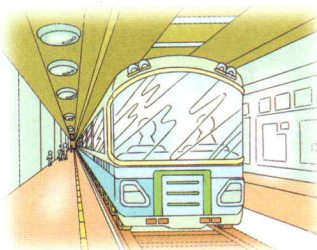


(a) 小球在重力的作用下沿斜槽从静止开始滑下 (b) 小球在磁力的作用下运动

图 8-3-2

◆ 力改变物体运动的快慢

物体由静止变为运动,或由运动变为静止,或者运动快慢发生改变,这些现象都是物体运动状态的变化。参照图 8-3-3 的事例,看看是哪些力改变了我们周围物体运动的速度大小。



(a) 由于阻力的作用,关闭发动机后的火车越来越慢,最后停下来



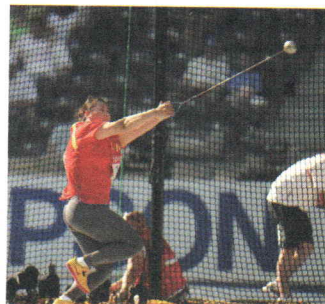
(b) 弦对箭的作用力使箭飞速射出

图 8-3-3

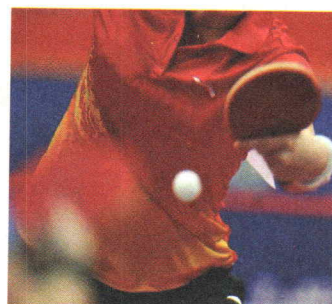


◆ 力改变物体运动的方向

力的作用不仅可以改变物体的速度大小,图8-3-4中的情形说明,力的作用也可以改变物体运动的方向。



(a) 用力拉住链球,链球沿圆周运动,运动方向不断变化



(b) 用球拍准确地改变乒乓球的方向

图 8-3-4

我们周围的一切物体,只要受到的力不平衡,它的运动状态就会改变。

知识要点

1. 一切物体在不受外力作用时,总保持匀速直线运动状态或静止状态,这就是牛顿第一定律。
2. 一切物体都有保持自身原有的静止状态或匀速直线运动状态的性质,物体的这种性质叫做惯性。
3. 如果一个力的作用产生的效果与几个力同时作用产生的效果相同,那么这个力就叫做那几个力的合力。
4. 静止或匀速直线运动状态,称为平衡状态。同时作用在一个物体上的两个力,若大小相等,方向相反,作用在同一直线上,则物体处于平衡状态,这种情况叫做二力平衡。这两个力称为一对平衡力。
5. 力的作用可以使物体的运动状态(静动、快慢、方向)发生变化。

第九章 压 强

从儿时的喷水枪到手中的钢笔
从重型坦克到滑雪板
从三峡大坝到万吨水压机
都联系着一个重要的概念——压强

- ◆ 压 强
- ◆ 液体的压强
- ◆ 连通器
- ◆ 大气压强





1. 压强

图 9-1-1 对生活在林海雪原的人来说,滑雪板是很重要的。你看,小聪多么希望能像当地的小朋友一样有一副滑雪板啊

在厚厚的积雪中行走,会陷到雪里。但是,如果穿上一副滑雪板,尽管总重力变大了,反而不会陷下去。为什么穿上滑雪板后结果不同呢?你有什么猜想?

认识压强

小聪陷到雪中,是因为她受到的重力大,她对雪地的压力大于雪所能承受的压力。

穿滑雪板的小朋友能在雪上行走,可能是滑雪板把压力分散到更大的面积上,减弱了压力的作用……

猜想得对不对,要通过实验来检验!



实验探究 压力的作用效果

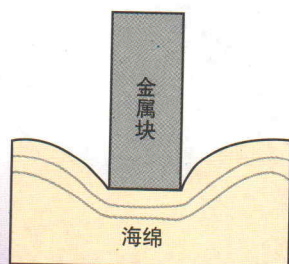


图 9-1-2

压力的作用效果与哪些因素有关?你有什么猜想?

海绵块的形变可以显示压力的作用效果。如图9-1-2所示,把一长方体金属块分别竖直、水平放置在海绵块上,观察海绵块的形变;换一同样大小的木块分别竖直、水平放置在海绵块上,观察海绵块的形变。

实验表明,压力的作用效果不仅跟压力的大小有关系,还跟受力面积的大小有关系。

既然压力的作用效果与压力的大小和受力面积都有关系,所以比较压力的效果,就要取相同的面积上受到的压力来进行比较。物理学中,把压力与受力面积的比叫做**压强** (pressure)。

计算压强的公式是

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

p 表示压强
 F 表示压力(单位: N)
 S 表示受力面积(单位: m^2)

利用上式计算出的压强,数值上等于物体在单位面积上受到的压力。在国际单位制中,压强的单位是**帕斯卡**,简称帕,符号是 Pa。这一名称是为了纪念法国科学家帕斯卡(B.Pascal, 1623—1662)。

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

帕斯卡是一个很小的单位,一颗西瓜籽平放在手上,对手的压强约 20 Pa。成年人站立时对地面的压强约 $1.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ 。常用的压强单位还有百帕(hPa)、千帕(kPa)、兆帕(MPa)。

【例题】某同学利用体重计测得自己的质量是 50 kg,他通过图 9-1-4 所示的方法测出每只脚与地面的接触面积是 175 cm^2 。这个同学站立在水平地面上时,对地面的压强是多大?

解: 地面受到的压力

$$F = G = mg = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N}$$

地面的受力面积

$$S = 2 \times 175 \text{ cm}^2 = 0.035 \text{ m}^2$$

所以人对地面的压强

$$p = \frac{F}{S} = \frac{490 \text{ N}}{0.035 \text{ m}^2} = 1.4 \times 10^4 \text{ Pa}$$

猜一猜,你对地面的压强是多大? 利用体重计和方格纸,实际测测看。

感受压强

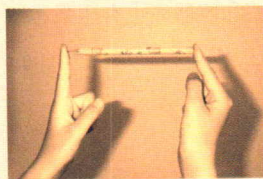


图 9-1-3 取一支一端平整、一端削尖了的铅笔，按上图试一试，两个手指的感觉有什么不同

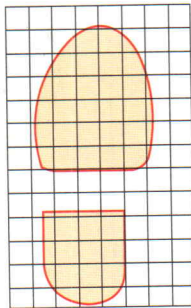
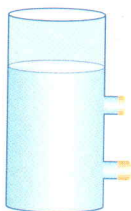


图 9-1-4 在方格纸上描下鞋底接触地面部分的轮廓,数一下图形里包含的方格数(对于不满一格的,凡大于半格的都算一格,小于半格的都忽略不计),再乘以每一方格的面积,就可以得到鞋底接触地面部分的面积



◆ 流体的压强



(a) 容器中的水受重力作用,会相互挤压,对容器也产生挤压。所以,不仅水的内部存在压强,对容器壁和容器底也有压强



(b) 气球内的气体分子之间相互碰撞,使气体内部存在压强。此外,气体分子对气球壁的碰撞也使气体对气球壁产生压强

图 9-1-5

不论是固体、液体还是气体,不管是由于重力作用还是其他力的作用,或是发生碰撞,只要有相互挤压,就会有压力和压强。

液体和气体有很强的流动性,统称为**流体**(fluid)。流体不仅对与之接触的物体施加压强,在流体的内部也存在压强(图 9-1-5)。

◆ 控制压强的大小

任何物体能够承受的压强都有一定的限度,超过这个限度,物体会被压坏。生活和生产中,有时需要增大压强,有时需要减小压强。你能利用压强公式分析下面图 9-1-6 中的实例吗?



(a) “森林医生”啄木鸟有尖锐的喙



(b) 躺在吊床上,你会感到很舒服



(c) 剪刀有锋利的刃



(d) 沙漠中的越野汽车装有非常宽大的轮子

图 9-1-6



讨论交流 ■ 冰面救人

你必须立刻思考，因为这个问题很紧急！
一个儿童在冰面上玩耍时，不慎落入水中，在没有任何工具的情况下，应怎样避免压破冰层，靠近并救出儿童？



图 9-1-7

压强是一个非常有用的概念。有许多现象，仅仅考虑力的大小是不够的，还需要考虑受力面积才有意义。有很宽的履带的拖拉机不容易陷进松软的土地里；铁路的钢轨下放着一根根轨枕；刺猬身上有许多刺，可以保护自己……这些例子中都包含有压强的知识。

发展空间

家庭实验室

气球滚钉板

用气球、钉子板、木板做一个实验：如图 9-1-8 所示，把气球放在钉子板上，再把木板放在气球上，用铁锤砸木板，气球会爆裂吗？这个实验能帮你认识杂技中滚钉板的惊险表演。



图 9-1-8



自我评价

1. 如图 9-1-9 所示,有两组同样的砖,A 组一块,B 组两块。每块砖的长:宽:高为 4:2:1。要使这两组砖对地面的压强相等,可以怎样放? 要使 A 组砖对地面的压强比 B 组砖对地面的压强大,应该怎样放? 你能各想出几种放法?

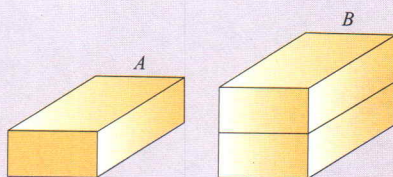


图 9-1-9

2. 图 9-1-10 为目前世界上常见的主战坦克,它们的质量一般在 30 t 到 60 t 之间,履带着地面积在 4 m^2 以上。求一辆质量是 40 t、履带着地面积为 5 m^2 的坦克对地面的压强。(取 $g = 10\text{ N/kg}$)

3. 如图 9-1-11 所示的订书机是常用的办公工具,它应用了许多压强的知识。找一个订书机,仔细观察它的结构,分析它是怎样应用压强工作的。

4. 一辆汽车陷在泥泞的路上,利用学过的知识,想一想,采用什么办法可以使汽车从泥泞中开出来?



图 9-1-10



图 9-1-11

2. 液体的压强

图 9-2-1 “Trieste”号深海潜水器

从古至今,人类一直想探索深海底下的奥秘。直到 1960 年,科学家才驾驶“Trieste”号潜水器到达了 10916 m 深的马里亚纳海沟。这种深海潜水器用 12 cm 厚的特种钢板加工而成。为什么潜水器要有这种特制的钢“铠甲”呢?

◆ 液体压强的特点

潜水器受到的压强是由液体的重力产生的,水的重力向下,所以潜水器只受到水向下的压强。

潜水器潜得越深,它上面的水越多,可能液体压强越大。



■ 实验探究 ■ 液体内部的压强

微小压强计 (图 9-2-2) 是研究液体压强的仪器。将微小压强计的探头放入水中,模拟潜水器,可以研究液体内部不同位置的压强情况。

对于液体的压强,你有哪些猜想?请利用微小压强计,对压强的方向、压强与深度的关系等进行实验探究,如图 9-2-3 所示。

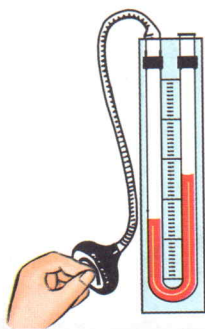


图 9-2-2 当探头上的橡皮膜受到压强时,U形管两边的液面出现高度差;压强越大,液面的高度差也越大

材料

- ◆ 微小压强计
- ◆ 水杯
- ◆ 水

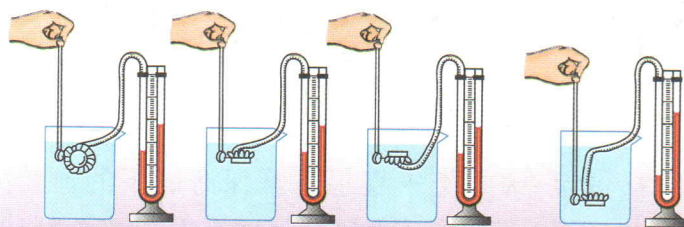


图 9-2-3 探究液体内部压强的规律

实验表明,在液体内部向各个方向都有压强,在同一深度,向各个方向的压强大小 _____; 液体内部的压强随深度的增加而 _____。

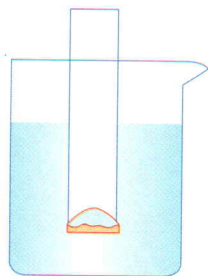


图 9-2-4

◆ 液体压强的大小

对微小压强计来说,探头上的橡皮膜的凹凸情况反映了液体压强的大小。据此,我们将一端带橡皮膜的玻璃管竖直插入水中(图 9-2-4),来定量研究液体压强的大小。



■ 实验探究 ■ 液体内部的压强有多大

给膜施加一个向下的力,使膜恢复水平,由二力平衡条件可知,施加的力与液体对膜向上的压力大小相等。只要测出施加的力就知道了向上压力的大小。

可以在管内加水来施加这个力,这样通过计算水所受的重力就能知道施加了多大的力。

也可以在管内加沙子来施加这个力……

这样计算压力很巧妙,物理学中有许多量是通过这种间接测量得到的!



如图9-2-5所示,在玻璃管中注入水,观察橡皮膜的变化。当橡皮膜没有凹凸时,观察玻璃管内水的高度,你会发现什么?

设水的密度是 ρ ，玻璃管的内截面积是 S ，橡皮膜距水面的深度是 h 。橡皮膜没有凹凸时，杯中的水对橡皮膜向上的压力与玻璃管内水柱对橡皮膜向下的压力 $F_{\text{水柱}}$ 平衡

$$pS = F_{\text{水柱}}$$

而 $F_{\text{水柱}} = \underline{\hspace{2cm}}$

由此可知，在深度为 h 处水产生的压强

$$p = \frac{F_{\text{水柱}}}{S} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$= \underline{\hspace{2cm}}$$

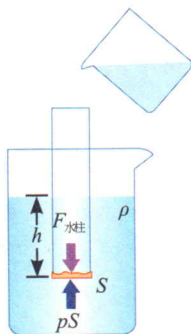


图 9-2-5 橡皮膜处于二力平衡状态

材料

- ◆ 玻璃管
- ◆ 橡皮膜
- ◆ 烧杯
- ◆ 水

历史上，帕斯卡在 1648 年就验证了液体产生的压强与深度成正比的结论。后来，科学家进一步研究得出液体内部深度为 h 处的压强

$$p = \rho gh$$

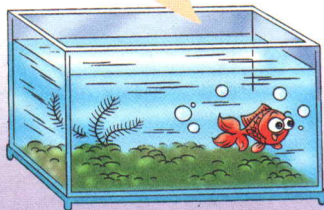
ρ : 液体的密度
 $g = 9.8 \text{ N/kg}$



讨论交流 ■ 谁受的压强大

不同鱼缸里的两条鱼，趴在水底争论不休。它们谁说的对呢？

压强是由水的重力产生的，我这儿的水比你那里的水多得多，所以我在水底受的压强比你大！



我上面的水比你深，所以我在水底受的压强比你大！

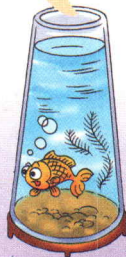


图 9-2-6



发展空间

家庭实验室

“裂球”实验

帕斯卡曾用一个装满水的密闭木桶,在桶盖上插了一根细长的管子,向细管子里灌水,结果只加了几杯水,就产生了很大的压强,竟把木桶压裂了(图 9-2-7)。

请你和同学一起用细胶管和气球来模拟帕斯卡的裂桶实验,看用多少水能把气球胀裂,并估算气球能承受的最大压强。



自我评价

1. 对于水中的鱼,如果水的压强仅仅是向下,而不是作用于所有的方向,将发生什么现象?
2. 在水杯中加半杯水,然后将一根吸管分别插入水中不同的深度,用嘴吹气,使水下冒气泡,你会感觉有什么差别?
3. 葛洲坝水电站拦河大坝的上游水深 50 m。潜水员潜入水中检查坝底情况。当潜入水下 40 m 深处时,水对潜水员的压强是多大?

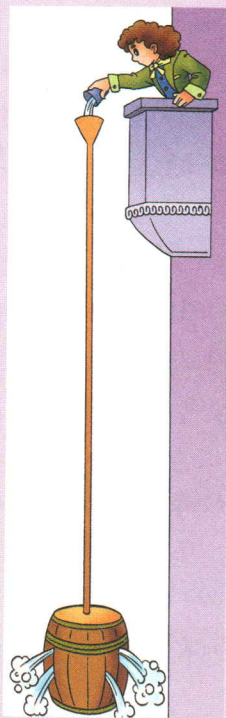


图 9-2-7 帕斯卡只加几杯水,就把木桶压裂了



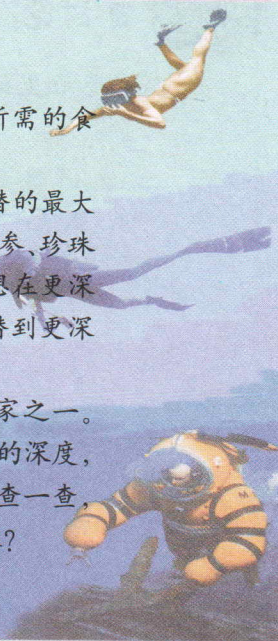
物理在线

考察海洋

海洋是个极具开发潜力的资源宝库,不仅可以提供人类所需的食物,海洋底部还蕴藏着丰富的矿藏、石油、天然气等资源。

要研究海洋,开发利用海洋,就需要潜到海洋的深处。深潜的最大困难是海水的巨大压强,屏住呼吸的潜水者能在浅海中采集海参、珍珠贝,背着氧气瓶的潜水员能在较深的海中观察鱼类的生活,要想在更深的水中工作,就要穿潜水服,以防胸腔被海水压坏。为了下潜到更深的海底考察,科学家们还制造了各种耐压的深潜设备。

我国是世界上少数几个掌握大深度载人深潜技术的国家之一。2011 年 7 月,我国研制的“蛟龙号”载人潜水器下潜至 5188 m 的深度,开展了海底地形地貌测量和取样作业。请到图书馆或互联网上查一查,有哪些潜水的工具? 不同的潜水工具能下潜的最大深度有多深?





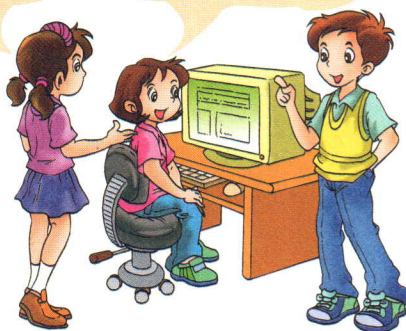
3. 连通器

图 9-3-1 雄伟的三峡大坝

三峡大坝横断江底,高 185 m,长 2309.5 m,激流飞瀑从 100 多米高处落下,甚为壮观。巨大的落差使大坝成为世界上最大的水力发电站,但也带来了航运方面的问题……

下游的船只驶向上游,怎样把这些船举高 100 多米呢?

我通过互联网知道,为了保持航运畅通,要利用连通器的原理,在拦河大坝旁修建船闸……



什么是连通器呢?

◆ 连通器

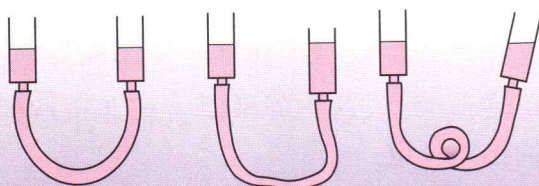
连通器 (communicating vessel) 是上端开口、下部相连通的容器。这样的容器中的液体有什么特点呢?



■ 实验探究 ■ 连通器中的液体有什么特点

如图 9-3-2 所示,把两个注射器筒用胶管连接,拔去活塞,做成一个连通器,在连通器中加入水,观察两个筒里水面的高度。

保持一个筒不动,使另一个筒升高、下降或倾斜,待水面静止时观察两筒中的水面高度。



材料

- ◆ 注射器 2 支
- ◆ 胶管
- ◆ 水

图 9-3-2



实验表明,连通器里的同一种液体不流动时,各容器中的液面

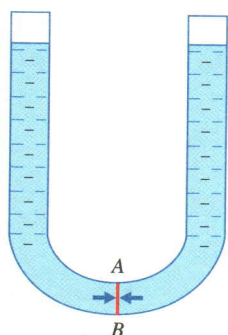
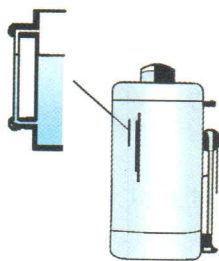


图 9-3-3 设想连通器底部有一个小液片 AB ,要使 AB 不动, AB 左右两侧受到的压强必须大小相等;而只有两边液柱高度相等,它们对液片 AB 的压强才能相等

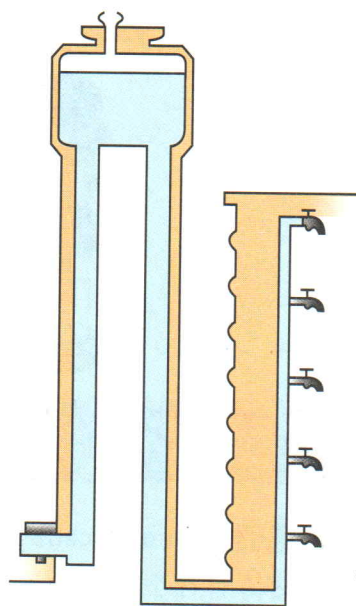
图 9-3-4 中的几种装置,是我们生活中常见的连通器的应用,你能说出它们的道理吗?



(a) 茶壶的壶嘴与壶体组成连通器



(b) 锅炉与外面的水位计组成连通器



(c) 水塔与自来水管组成连通器

图 9-3-4 生活中的连通器



郭守敬

(1231—1316, 天文学家、数学家和水利工程专家)

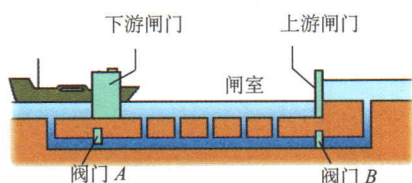
◆ 船闸

船闸是我国古代劳动人民智慧的结晶。1293 年,郭守敬在通惠河上建立了二十四座船闸,使运粮船可逆流而上,这一创举对古代北京城的发展有重要的推动作用。

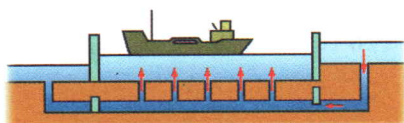


讨论交流 ■ 船闸是怎样工作的

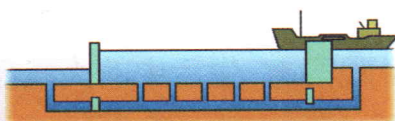
三峡船闸是世界上最大的人造连通器。结合图9-3-5，利用连通器的工作原理，你能解释轮船是怎样从下游驶向上游的吗？



阀门 A 打开, B 关闭。水从 _____ 流向 _____。闸室水面与下游相平时, 下游闸门打开, 船驶入闸室。



关闭阀门 A 和下游闸门, 打开阀门 B, 水从 _____ 流向 _____。



闸室中水面与上游相平时, 打开上游闸门, 船驶往上游。



图 9-3-5 船经过船闸从下游驶往上游的过程

发展空间



物理在线

三峡船闸与液压技术

三峡船闸的“人”字闸门宽 20.2 m, 高 38.5 m, 重 $8.67 \times 10^5 \text{ kg}$, 是目前世界上最大的巨型闸门。船闸运行过程中, 闸门要在 36 m 深的水中转动, 需要克服 $2.7 \times 10^6 \text{ N}$ 的阻力。这扇巨型闸门的开合, 是利用液压技术实现的。

有关液压技术的知识, 请通过查阅图书馆资料或查询互联网进行了解。



图 9-3-6 雄伟的三峡船闸

4. 大气压强

图 9-4-1 秋高气爽

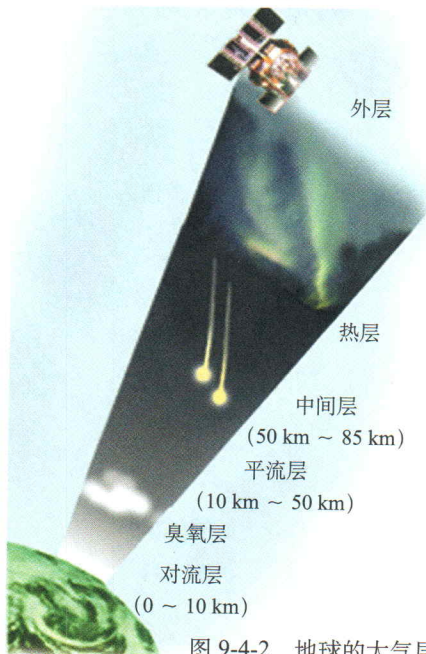


图 9-4-2 地球的大气层

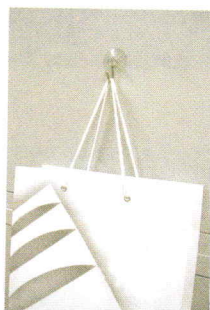
◆ 大气压强

我们的地球被几百千米厚的大气层包围。其中，大部分气体分布在距离地球表面几十千米高的范围内。我们生活在大气“海洋”的底层。

大气对浸在它里面的物体也有压强，叫做大气压强，简称**大气压** (atmosphere)。生活中有许多例子能使你感受到大气压强的存在。



■ 观察 ■ 生活中的大气压强



(a) 什么力量把塑料挂钩压在墙上



(b) 在刚盛过热水的密闭空塑料瓶上，浇上冷水，塑料瓶怎么会被压扁



(c) 为什么墨水会被吸进钢笔



(d) 用开水把杯子烫热，立即扣在气球上，杯子为什么会牢牢地吸在气球上

图 9-4-3 大气压强引起的现象

想想看，生活中还有哪些能说明大气压强存在的事例。

为了证明大气压强的存在，1654 年，德国马德堡市市长格里克 (Otto von Guericke, 1602—1686) 把两个直径约 55.9 cm 的空心铜半球扣在一起，抽出球内的空气，然后分别在两个半球上各拴了 8 匹马向两边拉，结果还是很难拉开。但如果不抽去空气，两个半球轻轻一拉就开。



图 9-4-4 马德堡半球实验

◆ 大气压强有多大

是什么力量把两个半球压得这么紧呢？

是空气。

大气的压力有这么大吗？



■ 实验探究 ■ 估测大气压强的值

用两个塑料挂钩的吸盘可以模拟马德堡半球实验。用测力计测出拉开吸盘时大气对吸盘的压强，再测出吸盘的面积，可以估算出大气压强的值。

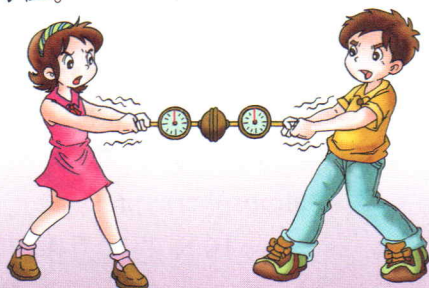


图 9-4-5 模拟马德堡半球实验

材料

- ◆ 刻度尺
- ◆ 两个带吸盘的挂钩
- ◆ 量程为 100 N 的测力计



托里拆利 (E. Torricelli, 1608—1647)

1644 年,意大利科学家托里拆利用图 9-4-6 所示的装置,精确地测出了大气压强的值。

托里拆利实验

如图9-4-6所示,在长约1 m、一端封闭的玻璃管里灌满水银,将管口堵住,然后倒插在水银槽中。放开堵管口的手指时,管内水银面下降一些就不再下降,这时管内外水银面的高度差约760 mm。

把管子倾斜,或换更长一些管子,或换其他形状的管子,管内外水银面的高度差仍为760 mm。

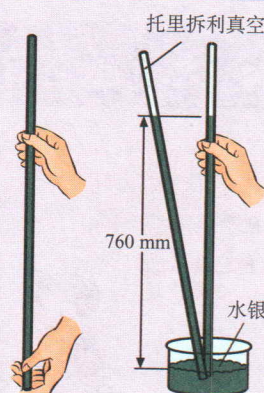


图 9-4-6 托里拆利实验

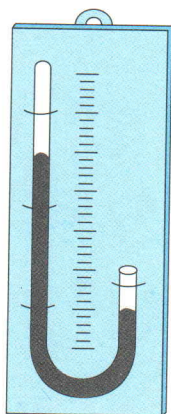


图 9-4-7 用一端封闭、一端敞口的 U 形玻璃管做托里拆利实验,如果在玻璃管旁立一个刻度尺,就可以通过左右两管的高度差得知大气压强相当于多少毫米水银柱的压强

玻璃管内水银面上方是真空,而管外水银面上受到大气压强,正是大气压强支持着玻璃管内 760 mm 高的水银柱。也就是说,大气压强跟 760 mm 高水银柱产生的压强相等。

根据液体内部压强公式,可以算出 760 mm 高水银柱产生的压强

$$\begin{aligned} p &= \rho_{\text{水银}} gh \\ &= 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ N/kg} \times 0.76 \text{ m} \\ &= 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} \end{aligned}$$

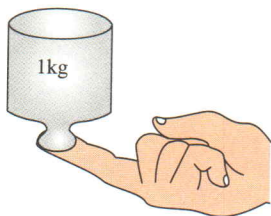


图 9-4-8 感受大气压强的大小

这样大小的大气压强规定为**标准大气压**(standard atmospheric pressure)。这相当于有 10 N 的压力作用在 1 cm² 的面积上(图 9-4-8),比大象躺倒时对地面的压强还大。

大气压强与空气的疏密有关系。1648 年,帕斯卡发现,离地面越高的地方,里的大气压强越小。图 9-4-9 表示出了大气压强随高度变化的情况。

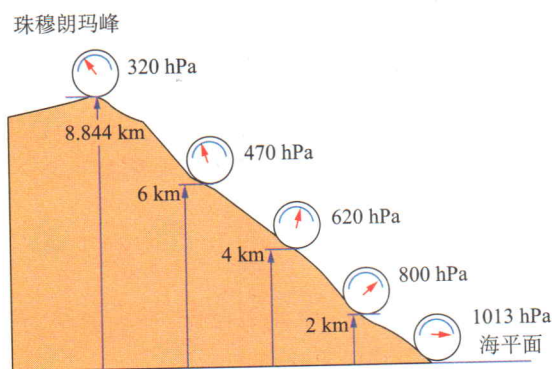


图 9-4-9 大气压强随高度的变化情况

讨论交流 ■ 大气压强与天气

由于太阳的照射、地形的差异等因素,地球表面的大气压强不是均匀分布的。大气压强的地区差异引起空气的流动,形成风。饱含水蒸气的热空气上升,在高空形成云,由此产生一系列的天气现象。所以大气压强是天气预报的重要气象要素之一。

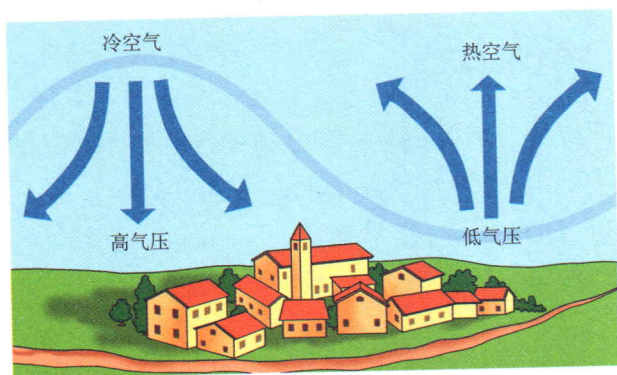


图 9-4-10 冷空气下沉,形成高压区;热空气上升,形成低压区

当大气压强降低时,常伴有多云天气,想一想其中的道理,和同学们交流你的想法。

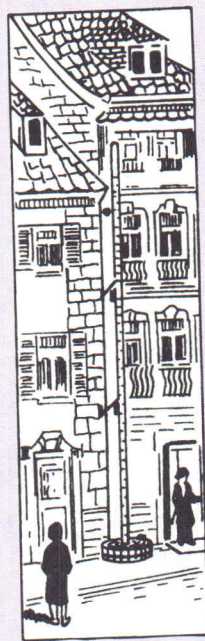


图 9-4-11 仿照托里拆利实验,格里克做了一个三层楼高的水气压计。通过长期的观测,他发现水柱高度的变化与天气有关。1660 年他根据一次气压的突然下降,预报了一次大的暴风雨



发展空间

家庭实验室

用水做的“托里拆利实验”

找一根 12 m 长的透明软管,管中灌满水,将一端封闭,另一端放在盛水的水桶中,将封闭端用细绳吊起,看看大气压强能支持的管内水柱有多高。



自我评价

1. 如图 9-4-12 所示,用吸管从瓶子中吸饮料时,是什么力使饮料上升到嘴里?如果把饮料瓶密封起来,你还能不断地吸到饮料吗?

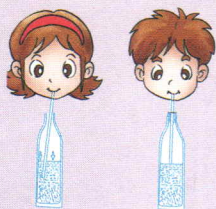


图 9-4-12

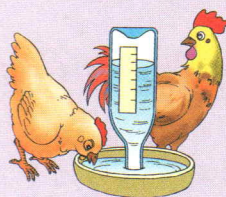


图 9-4-13

2. 图 9-4-13 是小明发明的给鸡自动喂水的装置,你知道它的原理吗?
3. 房顶面积是 45 m^2 ,大气作用在房顶上的压力有多大?这么大的压力为什么没有把房顶压塌?

知识要点

1. 压力与受力面积的比叫做压强。在国际单位制中,压强的单位是帕(Pa)。常用的压强单位还有百帕(hPa)、千帕(kPa)、兆帕(MPa)。
2. 在液体内部各个方向上都有压强,在液体的同一深度,液体向各个方向的压强大小相等;液体内部的压强随深度的增加而增大。液体内部深度为 h 处的压强 $p = \rho gh$ 。
3. 连通器是上端开口、下部相连通的容器。连通器里的同一种液体不流动时,各开口处的液面相平。
4. 大气对浸在它里面的物体也有压强,叫做大气压强。1 个标准大气压为 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$,跟 760 mm 的水银柱产生的压强相等。

第十章 流体的力现象

气体和液体统称为流体。通过对流体中力现象的研究，我们能够凭借大气使巨型客机凌空飞行，能够制造出在水中自由沉浮的潜艇……

- ◆ 在流体中运动
- ◆ 认识浮力
- ◆ 科学探究：浮力的大小
- ◆ 沉与浮



图 10-1-1 奥托·李林达尔设计了滑翔机

◆ 鸟儿是怎样翱翔的

千百年来，人类就幻想着像鸟儿一样在天空飞翔。1891 年，奥托·李林达尔 (Otto Lilienthal, 1848—1896) 模仿仙鹤的翅膀形状，设计和制造了实用的滑翔机 (图 10-1-1)，实现了飞行的梦想。今天，飞机已成为我们生活中的重要交通工具。

Y ■ 实验探究 ■ 鸟翼的升力

鸟类的翅膀形状各异，飞行方式也各不相同，但它们有一个共同的特点：鸟翼横截面的边线是弯曲的，如图 10-1-2 所示。



图 10-1-2 各种鸟的翅膀

如图 10-1-3 所示，用硬纸做一个鸟翼模型，在其中间插一根吸管，穿过吸管将模型套在一根竖直的铁丝上，使它可以自由地上下移动。用吹风机对着模型吹风，观察气流对鸟翼模型有什么作用。

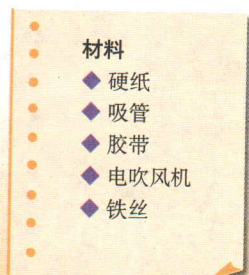


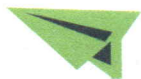
图 10-1-3 鸟翼模型研究

阐述你的观点，和同学进行交流。

水平的气流,能使鸟翼获得向上的升力(ascensional force)。升力是怎样产生的呢?

◆ 伯努利的发现

早在 1738 年,伯努利就发现流体压强与流速有关,这不仅解开了鸟在天空中翱翔的奥秘,也成为人类打开空中旅行大门的钥匙。



■ 活动 ■ 流体压强与流速的关系

取一张纸条,从纸条上方沿纸条吹气,如图 10-1-4 所示,纸条是怎样运动的?这个现象说明了什么道理?



图 10-1-4

科学家通过大量实验发现,对于流动的液体和气体,在流速大的地方压强_____,流速小的地方压强_____。

鸟在空中翱翔,空气沿着鸟翼流过,由于鸟翼的上凸下凹的特殊造型,使通过鸟翼上方(凸面)的空气流速比鸟翼下方(凹面)的空气流速大一些,于是鸟翼上方的空气压强小于下方的空气压强,这个压强差就使鸟翼获得了升力;当升力跟鸟所受的重力相平衡时,鸟便能翱翔在蓝天了。



伯努利

(Daniel Bernoulli, 1700—1782)

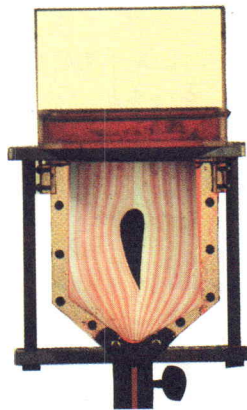


图 10-1-5 在流体力学实验室,可以用带颜色的水模拟鸟翼周围气流的分布情况



图 10-1-6 飞机和鸟类有相似的外形，飞机的成功研制是仿生的一个典型例子

飞机的机翼就是根据这个原理设计的。

在海洋中，许多动物是靠水翼在水中自由滑翔、升降的，如企鹅、海豚等。图 10-1-7 是科学家成功设计出的“深水飞机”，它能在海中像飞机一样上升或下沉。



图 10-1-7 海洋研究者们借助深水飞机去探索神秘的海洋

发展空间



我的设计

冷热水混合淋浴器

压强与流速的关系在日常生活中也有许多应用，图 10-1-8 是某同学制作的淋浴器，请你分析它的原理，也设计一个淋浴器。

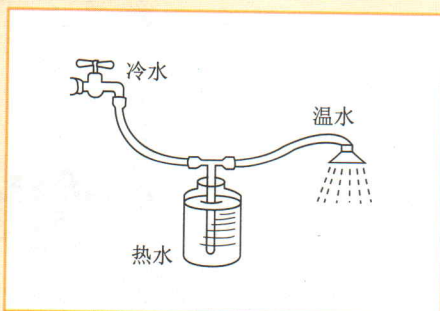


图 10-1-8 某同学制作的冷热水混合淋浴器

我的设计：

自我评价

1. 简单解释飞机的升力是怎样产生的。

2. 取一根长吸管,从中间切开一个口,如图 10-1-9 所示折成直角,一端插在水中,向水平管中吹气,将观察到什么现象?在生活、生产中,哪些装置的原理和它是一样的?

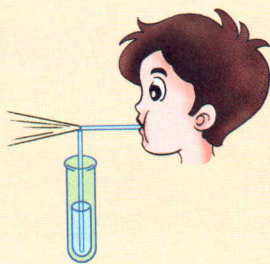


图 10-1-9

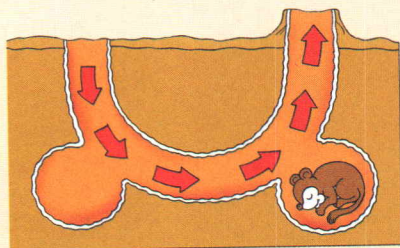


图 10-1-10

3. 草原犬鼠是大草原常见的小动物,它挖的洞有多个洞口,一些洞口比较平整,一些洞口由圆锥形土堆围成,如图 10-1-10 所示。这样的结构能改善洞内的通风情况,为什么?

4. 请通过互联网查询人类探索飞行的历程,并写一篇小论文。

物理在线

风 洞

决定一架飞机或其他飞行器的飞行性能,如速度、高度等,除飞机所受重力、发动机推力等要素外,还有一个重要的因素是作用于飞机的空气动力。空气动力主要取决于飞机的外形。确定飞机空气动力性能的实验设备主要是风洞。

风洞,是指在一个管道内,用动力设备驱动一股速度可控的气流,用以对飞机、火箭、飞船及车辆的各种模型或实物进行空气动力学实验的装置,它也是用于对桥梁、建筑物进行抗风试验的一种关键设备。

中国已建成具有世界水平的跨声速风洞,这表明我国已进入世界航空航天大国的行列。请通过互联网或到图书馆了解有关风洞的常识。



图 10-1-11 风洞



2. 认识浮力

图 10-2-1 孔明灯

一盏，两盏，三盏……

中秋月夜，一盏盏孔明灯从湖面的小船上缓缓升起，在夜空中闪烁着温暖的光芒。每一盏灯里，都写满了梦想与祝福。

孔明灯为什么能升到空中？小船为什么能浮在水面？

◆ 什么是浮力

一切浸入液体或气体中的物体，都受到液体或气体对它向上的力，叫做**浮力** (buoyancy force)。

■ 活动 ■ 感受浮力

1. 将木块、乒乓球按入水中，有什么感觉？
2. 把铁球、石块从水中托出，有什么感觉？
3. 用线把木块系好，拉入水中，观察线的方向。

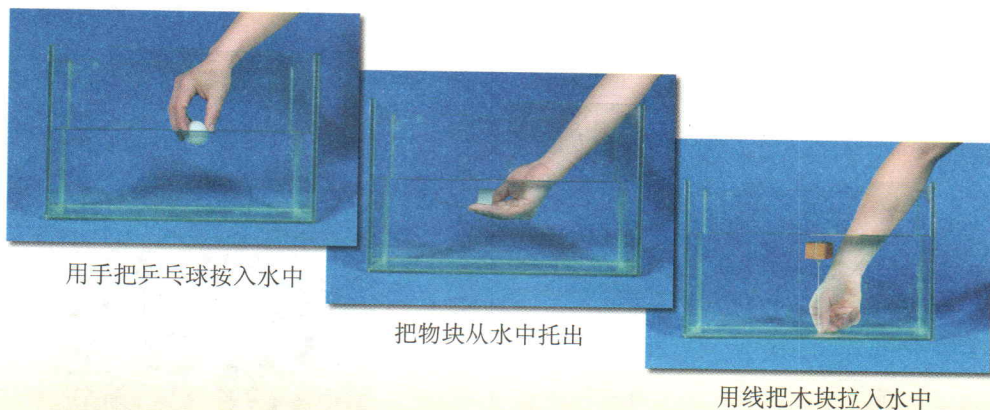


图 10-2-2 感受浮力

通过以上活动，你感受到浮力的存在了吗？对浮力的方向有什么猜测？

◆ 浮力产生的原因

如图 10-2-3 所示,液体对浸入其中的物体的四周都有压强。但由于液体内部的压强随深度的增加而增大,因此物体受到的向上的压力要比其受到的向下的压力大。这些压力总的效果,就出现了一个作用于这个物体的向上的力(图 10-2-4),即浮力。

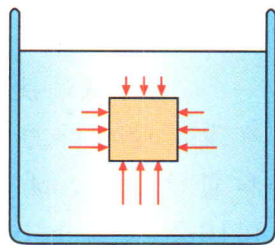


图 10-2-3 物体四周,都受到液体的压强

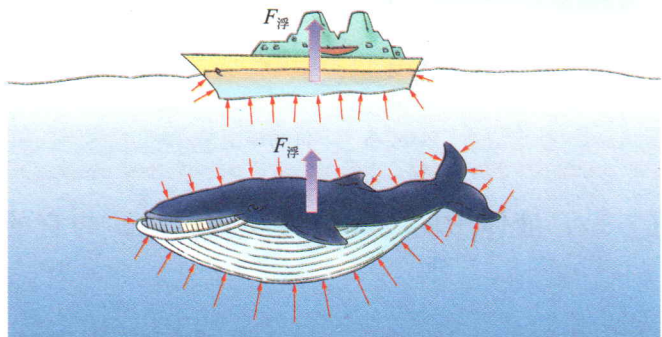


图 10-2-4 船和鲸鱼受到的浮力

◆ 测量浮力

在前面的活动中,我们用手可以感受浮力。而要得出浮力的确切数值,需要借助仪器。



■ 实验探究 ■ 测量浮力

在弹簧测力计的挂钩上竖直悬挂一个重物,读出测力计的示数 F_1 ;把重物浸入水中,再读出测力计的示数 F_2 ,示数怎样变化?这个变化说明了什么?

物体受到的浮力沿什么方向?浮力的大小与 F_1 和 F_2 有什么关系?写出计算公式。

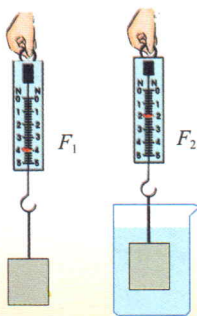


图 10-2-5 测量浮力

材料

- ◆ 重物
- ◆ 弹簧测力计
- ◆ 盛有水的烧杯



讨论交流 ■ 沉在水底的铁球有没有受到浮力

沉在水底的铁球有没有受到浮力？和同学讨论，看看图10-2-6中哪条小鱼说的对。

铁球将沉到水底，没有受到浮力。

铁球沉到水底时，底部也有水，有水的压力，应该也受到浮力。

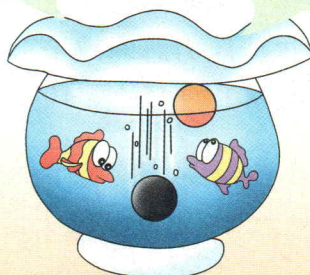


图 10-2-6 小鱼的辩论

只要存在上下表面的压力差，液体中的物体就会受到浮力，与它的沉浮无关。

发展空间

家庭实验室

浮力产生的原因

如图 10-2-7 所示，将玻璃筒两端蒙上橡皮膜，当玻璃筒水平浸入水中时，观察左、右两个橡皮膜的凹陷程度；当玻璃筒在水中竖直放置时，观察上、下两个橡皮膜的凹陷程度。橡皮膜的凹陷程度体现着橡皮膜的受力情况，据此，可分析浮力产生的原因。

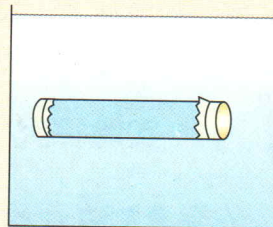


图 10-2-7



自我评价

1. 小芸说：“在液体中上浮的物体受浮力，下沉的物体不受浮力。”这种说法对吗？
2. 潜艇在水中受到浮力，这个浮力是_____对_____的作用，浮力的方向是_____。
3. 物体 A 浸入水中前后，弹簧测力计的示数如图 10-2-8 所示。求水对物体 A 的浮力。

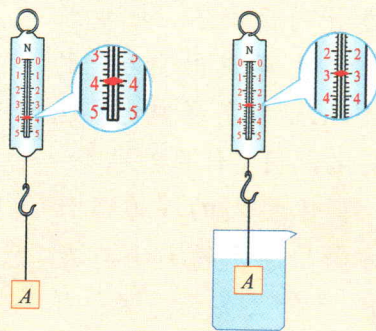


图 10-2-8



3. 科学探究： 浮力的大小

图 10-3-1 船只的“排水量”意味着什么

这是一个流传久远的传说：古希腊有一位伟大的科学家，叫阿基米德（Archimedes），他在洗澡时发现，身体越往水下浸，从盆中溢出的水越多，感到身体越轻。通过进一步研究，阿基米德发现了浮力的规律。



图 10-3-2 阿基米德的传说

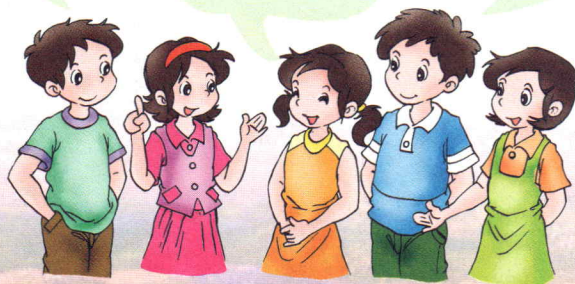
◆ 浮力大小与什么因素有关

浮力大小与什么有关系呢？你有什么猜想？说明你提出猜想的依据。

船运载货物的多少与船的大小有关，我猜想浮力可能与物体的体积有关。

木头能漂在水面上，铁块会沉入水底，所以我猜想浮力和物体的密度有关。

浮力是在液体中产生的，不同深处，液体压强不同，浮力也可能不同……



液体对物体产生浮力，浮力的大小可能与液体的密度有关。



实验探究 影响浮力大小的因素

- 材料
- ◆ 体积相同的铁块和铝块
- ◆ 体积较大的铁块
- ◆ 弹簧测力计
- ◆ 一杯水
- ◆ 一杯浓盐水
- ◆ 细绳

根据上面的猜想，用下面的器材，设计实验。
将铁块、铝块、大铁块分别浸没在清水和浓盐水中，测量其所受的浮力，填入以下表格中。
比较各种情况中浮力的测量值，验证你的猜想。

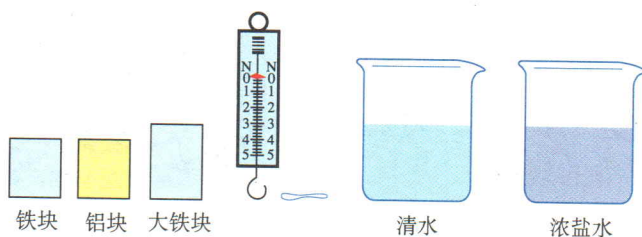


图 10-3-3

	铁块	铝块	大铁块
清水			
浓盐水			

上面的实验表明，物体所受浮力的大小与物体浸在液体中的体积_____关系，与液体的密度_____关系。

◆ 阿基米德原理

物体浸在液体中的体积，就是物体排开液体的体积。

质量等于密度乘体积。

可见，上面的结论也可表述为：物体所受浮力的大小与它排开的液体质量有关。





实验探究 浮力大小与排开液体的关系

浮力大小与它排开液体的多少有关，可以设计以下实验来探究。

如图10-3-4所示，先在空气中测量出石块所受重力的大小，再把石块浸没在水中，读取弹簧测力计示数，计算出石块受到的浮力。

然后，测量出被石块从小桶排到另一小桶中的水的质量。你有什么发现？

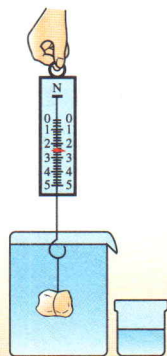


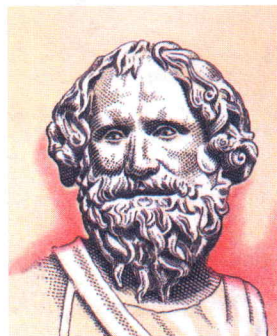
图 10-3-4 验证阿基米德原理

浸在液体中的物体受到竖直向上的浮力，浮力的大小等于它排开的液体所受到的重力。用公式表示就是

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$$

这就是两千多年前阿基米德发现的**阿基米德原理** (Archimedes principle)。

无论物体是漂浮、悬浮还是沉在水中，它所受的浮力都等于其排开的水所受到的重力（图10-3-5）。



阿基米德
(前 286—前 212)

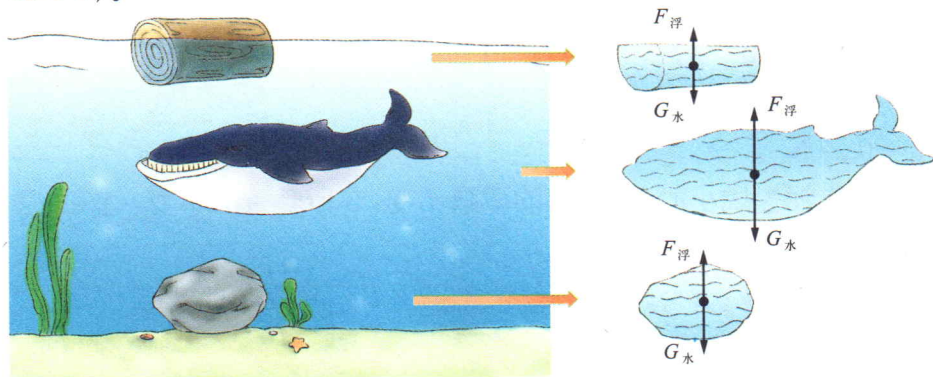


图 10-3-5 物体在水中受到的浮力等于它排开的水所受到的重力

物体在气体中也受到浮力。氢气球脱手后会上升，就是因为受到空气对它的浮力。阿基米德原理也适用于气体。



讨论交流 ■ 死海之谜

在死海中，海水的密度高达 $1.18 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。人们可以很轻松地海面仰卧，甚至还可以看书呢！

你知道其中的原因吗？提出你的解释，和同学交流。



图 10-3-6 死海中的惬意



图 10-3-7 用橡皮泥捏成的小船浮在水面上

【例题】边长为 3 cm，密度为 $2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 的一个立方体橡皮泥块，浸没在水中，受到的浮力是多少？如果把这块橡皮泥捏成一只小船（图 10-3-7），浮在水面，小船所受浮力是多少？（取 $g = 10 \text{ N/kg}$ ）

根据阿基米德原理，橡皮泥块受到的浮力等于它所排开的水所受的重力。如果把橡皮泥捏成小船，因其处于二力平衡状态，所以浮力等于橡皮泥所受的重力。

解：如果橡皮泥块浸没在水中，它排开水的体积

$$V_{\text{排}} = V_{\text{橡}} = 0.03 \text{ m} \times 0.03 \text{ m} \times 0.03 \text{ m} = 2.7 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

排开水的质量

$$m_{\text{排}} = \rho_{\text{水}} V_{\text{排}} = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 2.7 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 2.7 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

排开的水受到的重力

$$G_{\text{排}} = m_{\text{排}} g = 2.7 \times 10^{-2} \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg} = 0.27 \text{ N}$$

根据阿基米德原理，可以得到

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}} = 0.27 \text{ N}$$

如果把这块橡皮泥捏成小船，橡皮泥的质量不变，其所受重力不变。橡皮泥在水中漂浮时处于二力平衡状态，有

$$\begin{aligned} F_{\text{浮}} &= G_{\text{橡}} = m_{\text{橡}} g = \rho_{\text{橡}} V_{\text{橡}} g = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 2.7 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \times 10 \text{ N/kg} \\ &= 0.54 \text{ N} \end{aligned}$$

橡皮泥小船比橡皮泥立方体能排开更多的水，这说明采用“空心”的办法能增大可供利用的浮力，据此人们用密度大于水的钢铁制造了轮船。

发展空间

家庭实验室

探究阿基米德原理

【实验探究】如图 10-3-8 所示,用弹簧测力计吊起一只装满水的小塑料袋(袋内不留空气),观察弹簧测力计示数。然后把这袋水逐渐浸入水中,弹簧测力计示数怎样变化?这袋水完全浸入水中时受到的浮力是多少?你从这个实验中得到了什么启示?

【理性探究】把薄塑料袋中的水看做是从整杯水中隔出的一块水。这块水静止,根据二力平衡条件(图 10-3-9),袋中水受到的浮力等于袋中水受到的重力。

如果把袋中的水换成相同体积、相同形状的固体,根据图 10-3-8 的实验结论,水对这块固体的作用和对袋中水的作用是一样的,这个作用就是浮力,等于袋中水所受的重力,即等于固体排开的水所受到的重力。

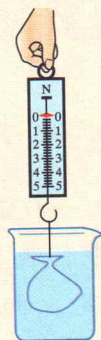


图 10-3-8

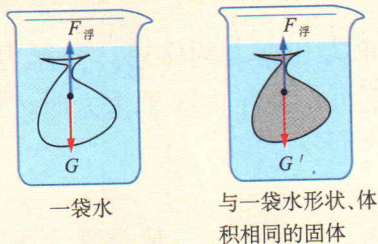


图 10-3-9

自我评价

1. 许多轮船都有排水量的标记。“青岛号”导弹驱逐舰满载时的排水量是 4800 t,表示它浮在海面上排开的海水质量是 4800 t。想一想,此时舰船所受的浮力是多少?当舰船从海洋驶入长江时,吃水深度怎样变化?

2. 1783 年,法国物理学家查理做成的世界上第一个可载人氢气球,体积是 620 m^3 。这个气球在地面附近受到的浮力有多大?它上升的过程中(气球体积不变),浮力将怎样变化?为什么?(设地面附近气温是 0°C ,大气压强为标准大气压)



图 10-4-1 冰山

4. 沉与浮

◆ 物体的沉浮条件

浸在水中的物体，有的上浮，有的下沉。这是为什么呢？



■ 观察 ■ 鸡蛋的沉浮

取一枚新鲜鸡蛋，放在清水中，观察它在水中沉浮的情况。向水中慢慢加些盐，并轻轻搅拌，观察到鸡蛋怎样运动？如果再加些清水，又会发生什么现象？



图 10-4-2 鸡蛋沉浮实验

水中的鸡蛋同时受到重力和浮力的作用。当浮力大于重力时，鸡蛋上浮；当浮力小于重力时，鸡蛋下沉；当浮力等于重力时，鸡蛋悬浮在水中。

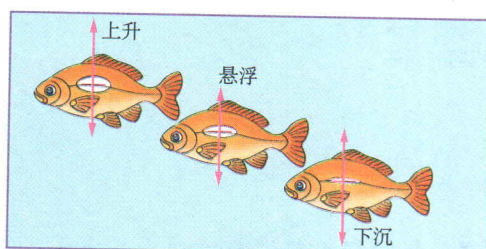


图 10-4-3 某些鱼类的鳔的大小变化能使鱼在水中沉浮

对于浸没在液体中的物体：

$F_{\text{浮}} > G$ 时，物体上升

$F_{\text{浮}} = G$ 时，物体悬浮

$F_{\text{浮}} < G$ 时，物体下沉



抹香鲸靠加热或冷却脑油来控制沉浮

鹦鹉螺具有螺旋形的外壳，壳内有很大的充气囊



对海洋生物来说，浮力非常重要。浩瀚的海洋中，许多生物用不同的方式控制沉与浮，这是一个精彩的世界！



乌贼的骨中有许多小的充气分隔室

图 10-4-4

◆◆ 控制沉与浮

中国古代很早就将浮力应用于生产、生活中。从独木舟到郑和出使西洋所用的大型“宝船”船队，从孔明灯到浮船打捞技术，从盐水选种到密度计，都体现出中华民族的智慧。

潜艇

中国人最早发明了有空腔（水密舱）的船。从鱼儿潜水得到启示，凡尔纳设计出有“鳔”的潜艇，它的“鳔”是用钢铁做成的水舱。不过，与鱼不同的是，潜艇是通过人工的方法排水、吸水，来改变潜艇自身所受的重力，从而达到上浮和下沉的目的（图 10-4-5）。

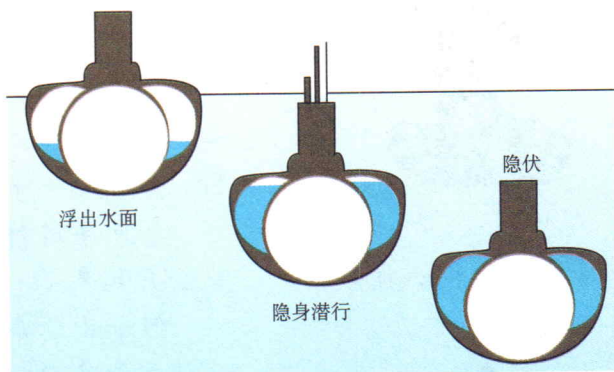


图 10-4-5 打开舱门充水，潜艇下沉；将压缩空气压入水舱，排出海水，潜艇上浮



动手做 做一个潜艇

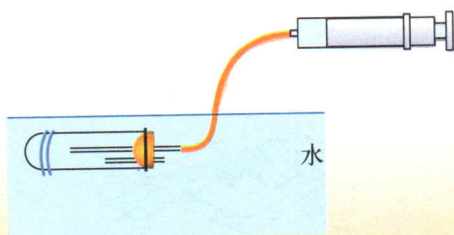


图 10-4-6 自制潜艇模型

按图 10-4-6 自制一个潜艇模型（为保持试管稳定，试管上可绕些铁丝）。把模型浸在水中，从管中抽气，模型将怎样运动？向试管中打气，模型又会怎样？

潜艇最早用于军事侦察和袭击，现在也用于深海考察，为开发海洋、获得新资源提供信息。

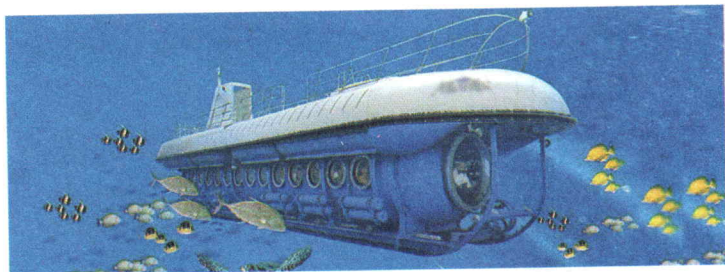


图 10-4-7 观光潜艇能让游客欣赏到神秘的海底景观



热气球

在体育、娱乐活动中，经常看到天空中漂浮着色彩绚丽的热气球。你知道它的构造和原理吗？



动手做 做一个热气球

取一个大的轻纸袋，用细铁丝编一个简单的小筐，再用几条胶带把小筐挂在纸袋下面，筐里面放一团用酒精浸湿的棉花。把热气球拿到室外，点燃酒精棉，热气球就能慢慢升起来。

和同学进行讨论、交流，解释热气球为什么会升起来。

假如由你来设计一个带吊篮的热气球，为了使它能降回地面，你打算采用什么办法？

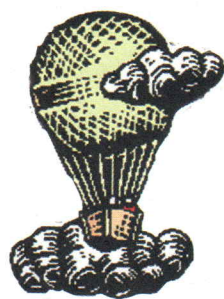


图 10-4-8 这是凡尔纳在小说《气球上的五星期》中描绘的热气球



当心火灾

材料

- ◆ 轻纸袋
- ◆ 铁丝、胶带
- ◆ 酒精、棉花
- ◆ 火柴

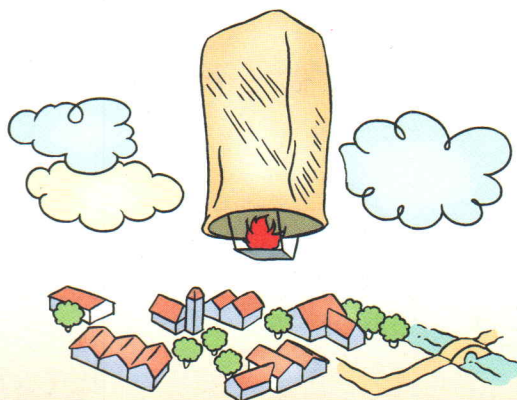


图 10-4-9 做一个热气球



图 10-4-10 热气球比赛

热气球通过加热空气或某些密度比空气小的气体（如氦气）以获得较大的浮力升到空中，其自带的加热器可以调节气囊中气体的温度，从而达到控制气球升降的目的。

热气球的操控是需要技巧的，全世界现在在 20000 多个各种用途的热气球，我国已成功举办了多次国际热气球比赛。

浮船打捞

借浮力起重，是我国古代的一个创造。900 多年前，僧人怀丙让人把两艘很大的木船并排拴在一起，船上装满了泥沙。将铁索一端拴在船上，另一端系在铁牛上。然后把船上的泥沙卸到河里，打捞沉落江中的万斤大铁牛（图 10-4-11）。这一打捞方法一直沿用至今。

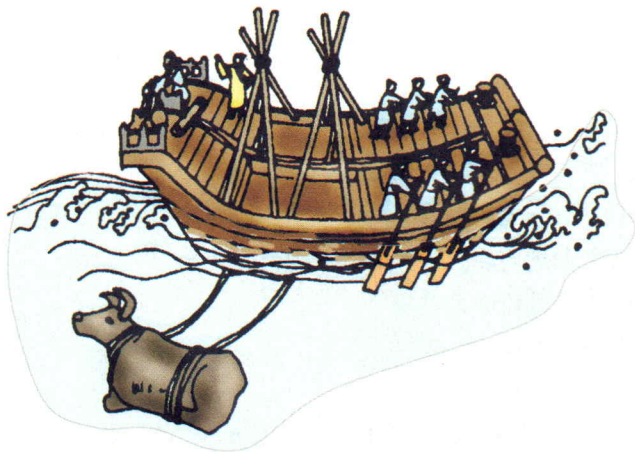


图 10-4-11 我国古代曾用浮船打捞沉落江中的万斤大铁牛



讨论交流 ■ 打捞中山舰

中山舰是“浓缩了中国现代史”的一代名舰，其排水量 780 t，长 62.48 m，宽 8.99 m，1938 年在长江被日军击中，沉入 19 m 深的江底。

假如由你们来组织打捞中山舰，请设计一个打捞方案。



图 10-4-12 沉在水底的中山舰



发展空间

△△ 家庭实验室

自制密度计

你可以用圆珠笔芯自制一个密度计:如图 10-4-13 所示,找一根用完了的圆珠笔芯,金属笔头向下,放入水中,笔芯静止时,在笔杆上标出水面的位置,作为水的密度标记。然后放在盐水中,你有什么发现?你知道它的原理吗?

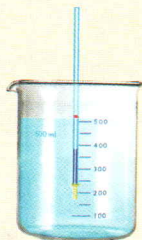


图 10-4-13 简易密度计



自我评价

1. 关于物体受到的浮力,下面说法中正确的是()
 - A. 漂在水面的物体比沉在水底的物体受到的浮力大
 - B. 物体排开水的体积越大受到的浮力越大
 - C. 物体没入水中越深受到的浮力越大
 - D. 物体的密度越大受到的浮力越小
2. 配制适当密度的盐水,可以用来选种:把种子放在盐水中,漂浮的种子是不饱满的,沉底的种子是饱满的。这是为什么呢?试着解释其中的原因。

知识要点

1. 液体和气体都可以流动,统称为流体。
2. 流体在流速大的地方压强小,流速小的地方压强大,这个规律是伯努利率先发现的,它是设计飞机机翼的基本依据。
3. 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到的重力。这个规律叫做阿基米德原理,用公式表示为

$$F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$$

阿基米德原理也适用于气体。

4. 浸没在液体中的物体,当它受到的浮力小于它所受到的重力时,下沉;浮力等于重力时,悬浮;浮力大于重力时,上浮。漂浮在液面上的物体,受到的浮力等于它所受到的重力。

人类用智慧创造了机械，机械以其强大的力量和人力无法比拟的做功效率，改变了世界，造福人类。

第十一章 机械与功

- ◆ 杠 杆
- ◆ 滑 轮
- ◆ 功 功率
- ◆ 机械效率
- ◆ 改变世界的机械





1. 杠杆

图 11-1-1 “给我一个支点，我就可以撬动地球……”

人的力量是有限的，但是人的智慧是无穷的，人类在漫长的历史中创造了各种各样的工具，使工作更省力、更方便，这些工具统称为**机械**（machinery）。机械种类繁多，结构复杂，为了方便研究，人们将机械的各种构件归并为杠杆、滑轮、轮轴、斜面、螺旋等，并把它们称为简单机械。

◆ 杠 杆

杠杆（lever）是最简单的机械。搬不动一个物体，可以找一根棍子去撬一撬，撬棍就是杠杆。

只要在力的作用下能够绕支撑点转动的坚实物体都可以看做杠杆。杠杆绕着转动的支撑点叫做**支点**，使杠杆转动的力叫做**动力**，阻碍杠杆转动的力叫做**阻力**，如图 11-1-2 所示。



图 11-1-2 杠杆示意图

图 11-1-3 所示的工具，都是生活中常见的杠杆。



图 11-1-3 生活中常见的杠杆

复杂的机械是由简单机械组成的。蒸汽机、内燃机、拖拉机、汽车、起重机等许多机器中都包含了各式各样的杠杆。



图 11-1-4 挖掘机利用杠杆来控制翻斗

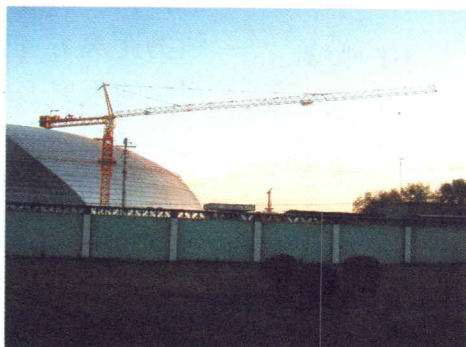


图 11-1-5 塔式起重机的吊臂也是杠杆

◆ 杠杆的平衡条件

当动力和阻力对杠杆的转动效果互相抵消时，杠杆将处于平衡状态，这种状态叫做**杠杆平衡**。



观察 杠杆平衡

图 11-1-6 (a) 是一个平衡的杠杆，移动一边钩码的悬挂点，会产生什么现象？如图 11-1-6 (b) 所示，用带杆的滑轮向左（或向右）推动右边挂钩码的悬线，改变作用力的方向（在后面一节我们将会了解这样做不会改变力的大小），这时又会产生什么现象？为什么会发生这样的现象？

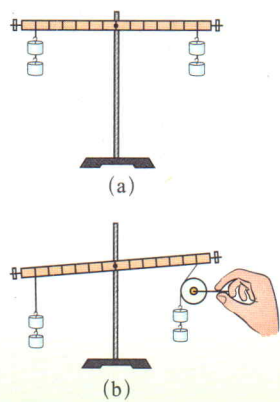


图 11-1-6 改变力的作用方向可以影响杠杆平衡

从上面的实验可以看出，杠杆的平衡不仅与动力和阻力的大小有关，还与力的作用点及力的作用方向有关。

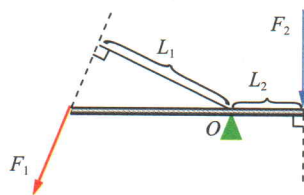


图 11-1-7 杠杆的力臂

为了便于描述,我们引入力臂的概念。如图 11-1-7 所示,通过力的作用点沿力的作用方向的直线叫做力的作用线。从支点到力的作用线的距离叫做**力臂** (arm of force)。从支点 O 到动力 F_1 的作用线的距离 L_1 叫做**动力臂**;从支点 O 到阻力 F_2 的作用线的距离 L_2 叫做**阻力臂**。

力臂是由力的作用点和力的方向共同决定的,它包含了力的两个要素。因此我们讨论力对杠杆的作用效果时,确定了支点之后,只要考虑力的大小和它的力臂就可以了。

从图 11-1-7 中我们可以看到,分析杠杆要从支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂五个方面来着手。

Y ■ 实验探究 ■ 杠杆的平衡条件

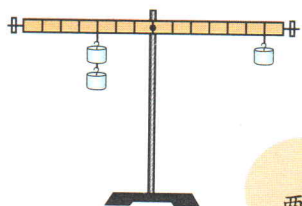


图 11-1-8 探究杠杆平衡条件的装置

杠杆究竟在什么条件下才平衡?你能设计一个实验探究方案吗?

我觉得通过改变装置两边钩码的位置和个数,使杠杆保持平衡,就可以探究杠杆的平衡条件了!

对!那杠杆两端的两个螺丝是起什么作用的?

一定是开始不挂钩码时,用来调节杠杆平衡的吧?



材料

- ◆ 杠杆平衡实验装置
- ◆ 钩码

根据上面的讨论,请你写出实验步骤。

把实验数据填入下面的表中。

实验 次数	动力 F_1/N	动力臂 L_1/m	动力 $\times$ 动力臂 $F_1L_1/\text{N}\cdot\text{m}$	阻力 F_2/N	阻力臂 L_2/m	阻力 $\times$ 阻力臂 $F_2L_2/\text{N}\cdot\text{m}$
1						
2						
3						
4						

每次杠杆平衡时，两边的力是否相等？力臂是否相等？力与力臂的乘积是否相等？分析你的实验数据，你能归纳出杠杆的平衡条件吗？

从实验中我们可以知道，杠杆平衡的条件是

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

或写成

$$F_1L_1 = F_2L_2$$

◆ 杠杆的分类

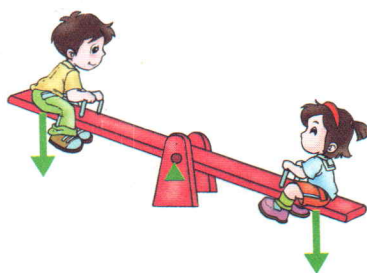
根据支点相对于动力与阻力作用线的位置关系，杠杆可以分为省力杠杆、费力杠杆和等臂杠杆。请你和同学讨论它们的特点。



省力杠杆：动力臂 $>$ 阻力臂，平衡时动力 $<$ 阻力。用较小的动力就可以克服较大的阻力。



费力杠杆：动力臂 $<$ 阻力臂，平衡时动力 $>$ 阻力。动力作用点移动较小的距离就可以使阻力作用点移动较大的距离。



等臂杠杆：动力臂等于阻力臂，平衡时动力 $=$ 阻力，这样的杠杆既不省力也不费力。

图 11-1-9 三种类型的杠杆



讨论交流 ■ 研究杆秤



图 11-1-10 常见的杆秤

如图11-1-10所示的杆秤曾是我国应用最广泛的称重工具，它是一种典型的杠杆。试分析它的工作原理，并比较它和天平的优缺点。

杠杆在我国古代有许多巧妙的应用。大约在3000多年以前就出现了能精确称量的天平，有用来捣谷的舂和用来在井上汲水的桔槔（图11-1-11）。在2000多年前的《墨经》中，对杠杆的原理就有了精辟论述。

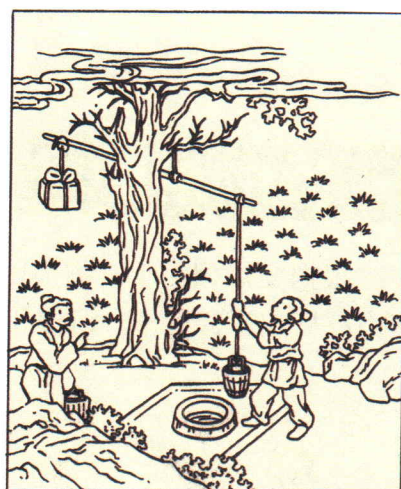


图 11-1-11 古代捣谷的舂和用来在井上汲水的桔槔(摘自《天工开物》)

发展空间

△△家庭实验室

研究指甲剪

仔细观察如图11-1-12所示的指甲剪，可以发现它是由几个杠杆组合起来的，你能画出指甲剪的杠杆结构示意图吗？试试看。

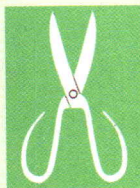


图 11-1-12

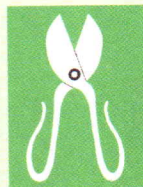


自我评价

1. 比较图 11-1-13 中普通剪刀、铁匠剪刀和理发剪刀的不同,说明各自的特点。



普通剪刀



铁匠剪刀



理发剪刀

图 11-1-13

2. 如图 11-1-14 所示的杠杆处于平衡状态,钩码重 0.5 N ,弹簧测力计的示数应该是多少?

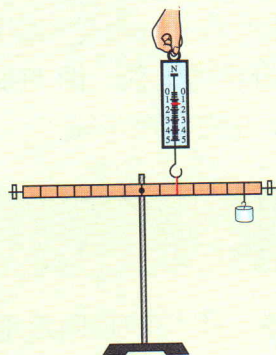


图 11-1-14

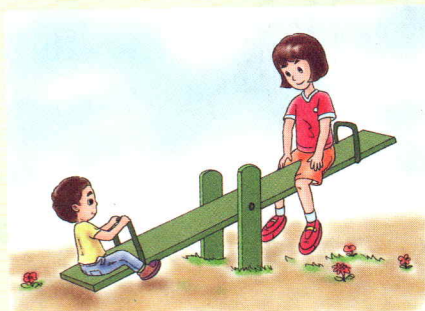


图 11-1-15

3. 如图 11-1-15 所示,跷跷板也是一个杠杆,图中的大孩儿比小孩儿对板的压力大,为什么却被小孩儿跷起来了?大孩儿怎样做才能把跷跷板压下去?

4. 图 11-1-16 是锅炉上的安全阀门示意图。请说明它是怎样控制锅炉内气体的压强的。

5. 用杠杆的知识分析天平的原理和调节过程。

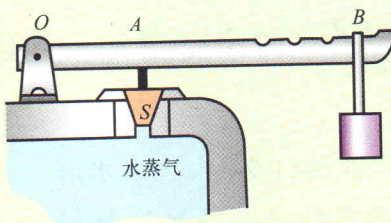


图 11-1-16



2. 滑轮

图 11-2-1 繁忙的码头

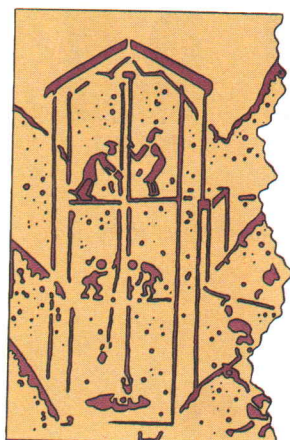


图 11-2-2 汉代砖刻

建筑工地上的大吊车一次就能把几吨重的混凝土或器材吊到高空作业面上，你知道吊车是怎样把它们拉上去的吗？

吊车上的轮子就是滑轮。**滑轮** (pulley) 是一个周边有槽，并可以绕轴转动的轮子。使用时，滑轮的位置固定不变的做法叫**定滑轮** (fixed pulley)；滑轮的位置跟被拉动的物体一起运动的叫做**动滑轮** (movable pulley)。吊车上有许多动滑轮和定滑轮。

我国很早就有使用滑轮的记载，图 11-2-2 说明我国古代矿山早已采用滑轮做起吊机械了。

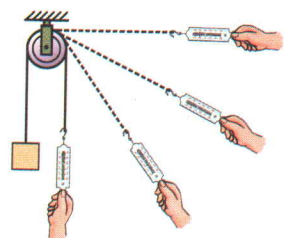


图 11-2-3 定滑轮

◆ 定滑轮

定滑轮在工作的时候，滑轮的轴固定不动，使用定滑轮吊起物体时，只是为了改变动力的作用方向，达到操作方便的目的。图 11-2-3 的实验可以证明定滑轮在改变动力方向时，不会改变拉力的大小。



■ 讨论交流 ■ 使用定滑轮

在图 11-2-4 中，小明用力将铁块提到高处。和同学们一起讨论，你们都在哪些场合见过小明使用的这种滑轮，它能给我们带来哪些方便？



虽说不能省力，但向下拉可比向上提舒服多了！

图 11-2-4 不能省力的定滑轮

◆ 动滑轮

图 11-2-5 是个动滑轮，向上提绳子可以将重物与挂着重物的动滑轮一起提到高处。相比于所提升的重物，动滑轮通常很轻，其所受重力可以忽略。根据力的平衡条件，重物所受重力 G 的大小与来自两段绳子的拉力 F_1 、 F_2 的合力相等。那么动滑轮究竟有什么特点呢？

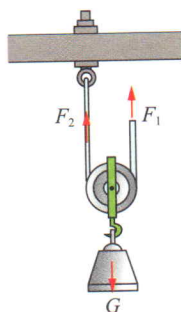


图 11-2-5 动滑轮

■ 实验探究 ■ 使用动滑轮

在动滑轮中绳子两端的拉力是否相等？用动滑轮提重物有什么优越性？我们可以通过以下实验进行探究。

1. 按图 11-2-6 组装实验装置。

2. 在动滑轮下方挂上所受重力为 G 的钩码，读出弹簧测力计示数 F_1 和 F_2 ，看看是否相等？用 F_2 竖直向上匀速拉弹簧测力计，分别测出钩码升高的高度 H_1 和手拉弹簧测力计将动滑轮自由端提起的高度 H_2 。

3. 完善下列表格设计，将测量的物理量填入下表第一行中。改变钩码个数，重复上述实验过程。

被测物理量 次数					GH_1	F_2H_2
1						
2						
3						

通过实验，可以得到以下关系：

$$F_1 \text{ _____ } F_2, \quad G = \text{ _____ }; \quad H_1 \text{ _____ } H_2.$$

相对于定滑轮，用动滑轮提起重物，可以省一半的力，但要多移动一倍的距离。在上面的实验中，你发现 GH_1 和 F_2H_2 基本相等的关系了吗？这是我们后面需要进一步研究的问题。

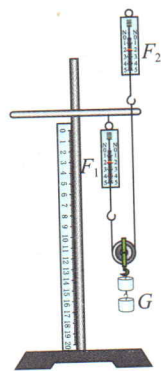


图 11-2-6

- 材料
- ◆ 动滑轮
 - ◆ 钩码若干
 - ◆ 弹簧测力计 2 个
 - ◆ 细绳
 - ◆ 铁架台
 - ◆ 刻度尺



滑轮组

通过探究我们发现，使用定滑轮能改变动力方向，但不能省力；使用动滑轮可以省力，但不能改变动力方向。有什么办法能将二者的优点结合起来呢？



讨论交流 滑轮的组合

图11-2-7分别是两种形式滑轮的组合。和你的同学一起分析，这样的组合各有什么特点。

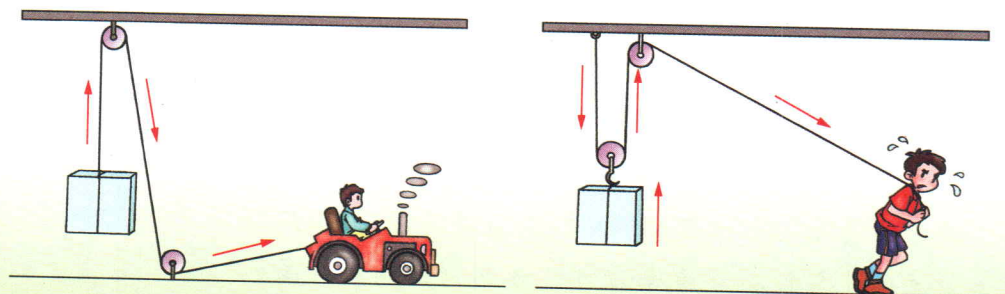


图 11-2-7 滑轮的组合

为了既省力又能改变动力的方向，可以把定滑轮和动滑轮组合成滑轮组 (pulley blocks)。在实际应用中，人们常将多个滑轮装在一起，这样就方便了很多。滑轮组在起重机械中有广泛应用。

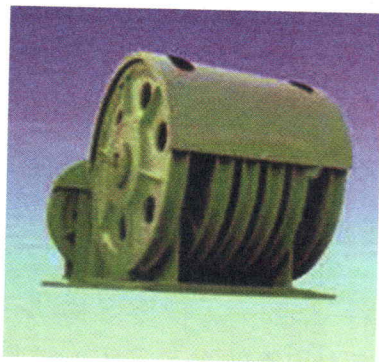


图 11-2-8 实际应用中的滑轮组，它们被广泛应用在吊车等工程机械上

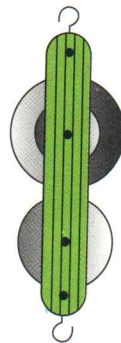


图 11-2-9 实验室中的滑轮组

发展空间

我的设计

设计一个升降装置

将重物从楼下搬到楼上是很辛苦的。有一位同学学习了滑轮的知识后,利用滑轮设计了一个升降装置,在爸爸的帮助下把它安装在家里的阳台上,通过它把物体吊上楼来。如果让你来设计,你能画出示意图吗?试试看。

自我评价

1. 使用动滑轮可以 _____,但不能 _____;使用定滑轮不能 _____,但可以 _____。

2. 如图 11-2-10 所示,一根绳子绕过定滑轮,一端拴在钩码上,手执另一端,分别用力 F_1 、 F_2 、 F_3 匀速拉起钩码,实验表明下列说法哪个是正确的?()

- A. F_1 较大 B. F_2 较大
C. F_3 较大 D. 三个力一样大

3. 某人使用一个动滑轮,用 100 N 的力把一桶水匀速提高 0.5 m,绳端向上移动的距离是多少?

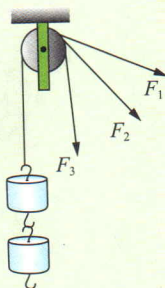


图 11-2-10

走向社会

调查滑轮的应用

1. 调查你生活所及的范围内(包括工厂、工地、车站、码头、仓库等),都有哪些地方在应用滑轮(包括滑轮组)。这些地方用滑轮是出于什么目的,是为了省力还是为了改变用力的方向,用得是否得当,有没有进一步改进的余地?

2. 调查还有哪些地方应该应用滑轮(包括滑轮组)而没有应用。这些地方适合使用什么样的滑轮?你能否提出一个方案?

此外,在你的调查过程中有没有什么意外的发现?比如说,发现课本上没有介绍的滑轮种类,它应用在什么地方?你是否明白它的道理?



3. 功 功率

图 11-3-1 搬运

生活中常常需要把粮食、蔬菜、水果和其他的生活用品从楼下拿到楼上，工厂里常常需要把机器、材料和产品从一个地方运送到另一个地方……这些过程需要推、拉、搬、提等，耗费一定的力气，在物理学中如何来描写这个过程呢？

◆ 做功



■ 观察 ■ 他们的效果相同吗

小明和小聪分别用力移动箱子，发生了什么物理现象？



图 11-3-2 用力推拉箱子

小明推箱子，虽然费了力气，但箱子没有移动；小聪用力将箱子拉走了。

物理学中规定：如果物体受力且沿受力方向移动一定的距离，就说力对物体做了功（work）。

小聪拉动箱子，对箱子做了功；小明用了力，但箱子没移动位置。所以没做功！

箱子还受重力作用，那箱子移动时重力有没有对箱子做功呢？

重力没帮我拉箱子！重力是竖直向下的，箱子水平运动……

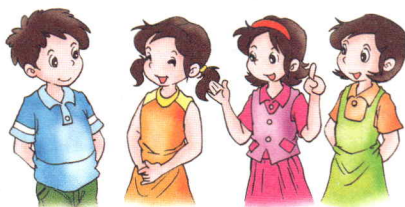
我认为……



功的计算

我觉得功的大小应该与力大小有关。把一个重的物体搬到楼上,就应该比把一轻的物体搬上楼做功多些!

我觉得功还应该与移动物体的距离有关,因为把同一个物体从一楼搬到二楼和搬到三楼做功也不一样!



物理学中规定:功等于力与物体沿力的方向移动距离的乘积。

如果用 F 表示力, s 表示物体沿力的方向移动的距离, W 表示功,则功的计算公式可写成

$$W = Fs$$

在国际单位制中,功的单位是牛顿·米,简称牛·米,符号是 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。为了纪念英国物理学家焦耳(J.P.Joule, 1818—1889),人们给了这个单位一个专门名称——焦耳,简称焦,符号是 J。

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



图 11-3-3 把 1 个鸡蛋举高 2 m, 做的功大约是 1 J

【例题】如图 11-3-4 所示,用 20 N 的水平推力,使重为 100 N 的物体在水平桌面上移动 0.5 m。试求推力和重力对物体做的功。

解:推力 20 N,物体在推力的方向移动距离 0.5 m,则推力做功

$$W = Fs = 20 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} = 10 \text{ J}$$

重力沿竖直方向,而物体在竖直方向上没有发生移动,所以重力做功为零。

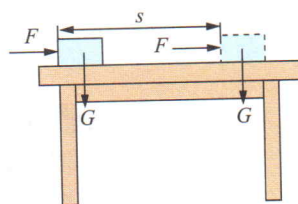


图 11-3-4



◆ 功 率

建筑工地上的吊车，几分钟就可以把一车砖吊到楼上；如果由人工搬运，需要很长时间。可见，吊车比人做功快。物理学上如何描述做功的快慢呢？

我们曾学过用单位时间内通过的距离来表示运动的快慢，同样的道理也可用单位时间内完成的功来表示做功的快慢。

功与完成这些功所用时间之比叫做**功率** (power)。

用 W 表示功， t 表示做功的时间， P 表示功率，则计算功率的公式可写成

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

常用的功率单位
还有千瓦 (kW)、兆瓦 (MW)：

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

$$1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$$

国际单位制中，功率的单位是焦/秒，符号是 J/s。为纪念英国科学家瓦特 (James Watt, 1736—1819)，人们给了这个单位一个专门名称，叫做**瓦特**，简称瓦，符号是 W， $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ 。

功率是机器的主要技术性能之一，选购机器时，要根据实际需要选择功率合适的机器。

◆ 功的原理

功的定义是 $W = Fs$ ，那么在上一节课“使用动滑轮”的实验中计算的 GH_1 也是功吧？

那 F_2H_2 呢？也应该
是功吧？

我们是不是可以
来讨论 GH_1 和 F_2H_2
相等的问题呢？

同学们的思考
很有价值，这里面
隐藏着一个重要的
物理原理……



使用动滑轮能省力，但不能省功。大量的实验和理论研究表明：使用任何机械都不能省功，这个结论叫做**功的原理**。

复杂机械是由简单机械组合而成的，因此功的原理对一切机械都适用。这个结论在历史上曾被誉为“机械的黄金定律”，对机械的使用和研制都具有重要的指导意义。

发展空间



自我评价

1. 力学里做功的两个要素是什么？
2. 小聪搬桌子，用了很大力气也没有搬动，小聪做功了吗？
3. 箱子重 100 N，把它从地面匀速搬到 10 m 高的楼上，做了多少功？
4. 小聪和小明每人把一捆质量相等的书从一楼搬上三楼，小明用了 60 s，小聪只用了 40 s，小明和小聪相比，谁对书做功的功率更大一些？

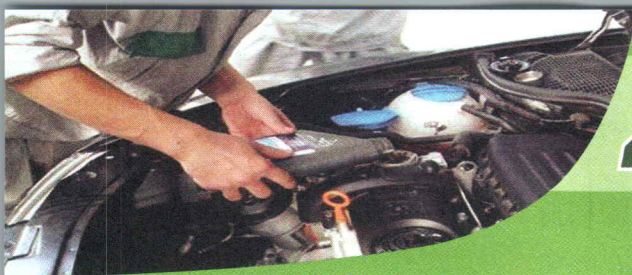


走向社会

调查机械的功率

每台动力机械都有它的额定功率，也就是正常工作时的功率，常标示在机械的铭牌上。下表中列出了几种动力机械，请你至少调查其中的两种，把它的型号和额定功率填入表内。

机械名称	柴油机	拖拉机	摩托车	洗衣机
型号				
额定功率 /kW				



4. 机械效率

图11-4-1 给机械加润滑油

◆ 有用功和额外功



■ 观察 ■ 做功的不同办法

小明和小聪要把重 100 N 的沙子运上三楼。图 11-4-2 中画了三种办法,哪种办法最好,哪种办法最不好,为什么?

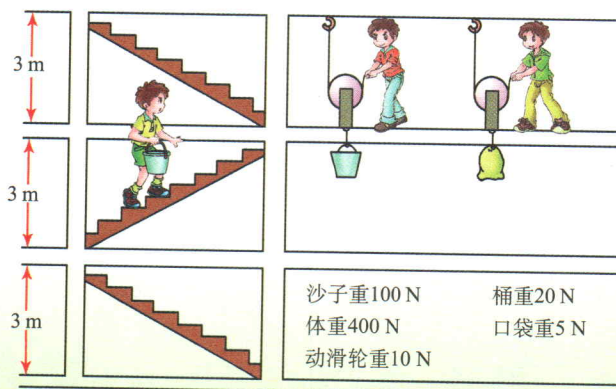


图 11-4-2 如果让你把重 100 N 的沙子运上三楼,你选哪种办法

我们的目的是运沙子上楼,所以把重 100 N 的沙子提高 6 m 所做的功叫做**有用功**,是无论采取哪种办法都必须做的功。

沙子要装在桶或口袋里,桶或口袋要由人或通过动滑轮提到楼上。所以要完成运沙子的有用功,还不得不另外做功,把桶或口袋、人或动滑轮提高 6 m。这部分并非我们需要但又不得不做的功叫做**额外功**。图 11-4-2 中三种办法的额外功各是不同的。我们一定都希望额外功少一些吧?

有用功加上额外功是总共做的功,叫做**总功**。请同学们完成下表的空白部分。

做功方式	有用功	额外功	总功
桶装,手提上楼	$100\text{ N} \times 6\text{ m}$	$(400+20)\text{ N} \times 6\text{ m}$	
桶装,动滑轮吊运	$100\text{ N} \times 6\text{ m}$	$\frac{1}{2} \times (20+10)\text{ N} \times 12\text{ m}$	
袋装,动滑轮吊运	$100\text{ N} \times 6\text{ m}$	$\frac{1}{2} \times (5+10)\text{ N} \times 12\text{ m}$	

机械效率

如果用 $W_{\text{总}}$ 表示总功, $W_{\text{有用}}$ 表示有用功, $W_{\text{额外}}$ 表示额外功, 则它们的关系是

$$W_{\text{总}} = W_{\text{有用}} + W_{\text{额外}}$$

由上式可以看出, 任何机械所做的有用功只是总功中的一部分。物理学中把有用功跟总功的比值叫做**机械效率** (mechanical efficiency)。机械效率越高, 说明有用功所占的比例越大。

机械效率的符号是 η , 常用百分数来表示。

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}} \times 100\%$$

活动 计算机械效率

在图 11-4-2 的三种不同做功方式中, 我们已经计算出有用功、额外功和总功。下面我们来算算三种不同方式的机械效率。

$$\eta_1 = \frac{600 \text{ J}}{W_{\text{总}1}} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\eta_2 = \frac{600 \text{ J}}{W_{\text{总}2}} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\eta_3 = \frac{600 \text{ J}}{W_{\text{总}3}} \times 100\% = \underline{\hspace{2cm}}$$

在上述做功过程中, 我们并没有考虑与摩擦力有关的额外功; 在实际机械中, 这部分额外功往往是不可以忽略的, 对提高机械效率, 更充分地发挥机械设备的作用, 有重要的意义。提高机械效率的主要办法是改进结构或减小摩擦。在使用中按照技术规程经常保养, 定时润滑, 使机械处于良好的运转状态, 对于保持和提高机械效率也有重要作用。通常, 起重机的机械效率是 40% ~ 50%, 抽水机的机械效率是 60% ~ 80%。



实验探究 测量滑轮组的机械效率

- 材料
- ◆ 刻度尺
 - ◆ 弹簧测力计
 - ◆ 钩码
 - ◆ 铁架台
 - ◆ 一个定滑轮和一个动滑轮组成的滑轮组
 - ◆ 两个定滑轮和两个动滑轮组成的滑轮组
 - ◆ 长约2 m的细绳

先后按图 11-4-3 (a)、(b)、(c) 所示三种情况, 将实验器材安装好(注意滑轮组吊线的安装方法)。设计实验步骤, 进行实验, 分别测出有用功和总功, 算出机械效率, 并将结果填入下表。

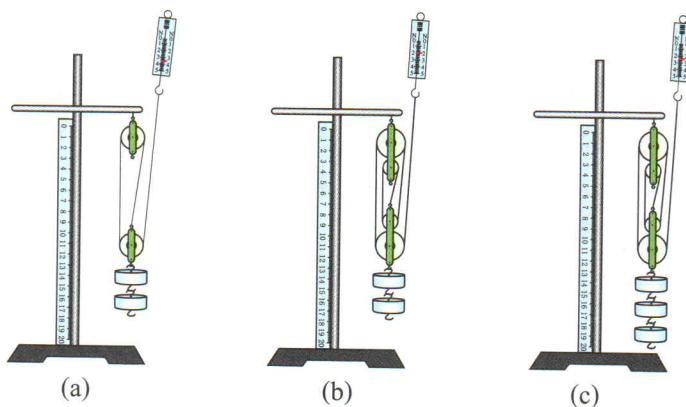


图 11-4-3 测量滑轮组的机械效率

实验记录表

滑轮组	钩码重 / N	钩码上升 高度 / m	有用功 / J	弹簧测力计 示数 / N	绳子自由端移 动距离 / m	总功 / J	机械 效率
(a)							
(b)							
(c)							

分析讨论: (a)、(b) 两个装置, 挂的钩码数量相同时, 机械效率有什么不同? (b)、(c) 为同一装置, 挂的钩码数量不同时, 它的机械效率有什么变化? 出现机械效率高低不同的原因是什么?

发展空间



自我评价

1. 用一个动滑轮把重 100 N 的沙袋从地面提到 9 m 高的脚手架上,所用的力是 60 N ,那么这一过程所做的总功和有用功分别是多少?这个动滑轮的机械效率是多少?
2. 用滑轮组把重 720 N 的货物匀速提高 10 m ,滑轮组做的有用功是多少?若此时滑轮组的机械效率为 60% ,则总功和额外功各是多少?
3. 对第2节“我的设计”中设计的升降装置,请从做功的角度分析:用滑轮提升物体有什么好处。



物理在线

集装箱吊车

集装箱是指具有一定强度和规格,专供运输中周转使用的大型装货容器。目前,集装箱实现了标准化,由此促成了全球范围内的船舶、港口、航线、公路、中转站、桥梁、隧道等相互衔接的物流系统。其中,集装箱在港口的装卸是十分关键的环节。如何搬动这几十吨的庞然大物?这需要“强有力的”集装箱吊车。它种类较多、本领有别,请通过互联网或相关书籍,了解集装箱吊车种类、结构的有关知识。



(a) 常规岸边集装箱吊车



(b) 吊装能力位居亚洲前列、安装在青岛港的卸船机

图11-4-4



5. 改变世界的机械

图11-5-1 流水线上的组装机器人

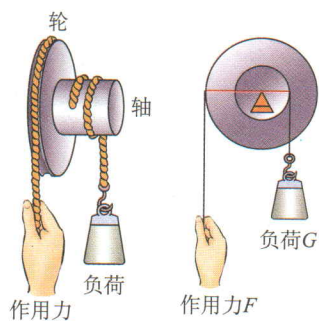


图 11-5-2 轮轴

简单机械的家族

除了前面我们学习过的杠杆和滑轮，简单机械的家族中还有其他一些成员，如轮轴、斜面、螺旋等。

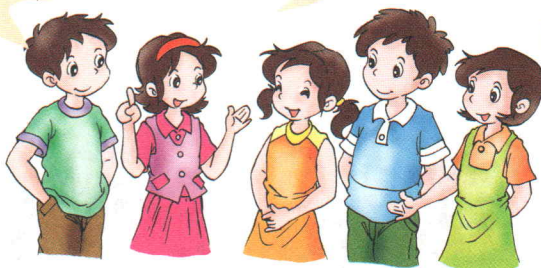
轮轴由两个半径不等的圆柱固定在同一轴线上组成，大的称为轮，小的称为轴，如图 11-5-2 所示。



讨论交流 从杠杆到轮轴

杠杆可以撬动重物，但杠杆只能转动一个有限的角度。如果想使一个重物移动较大的距离，比如从井底下把一桶水提上来，有什么办法呢？

既然杠杆可以转动，那么能否对杠杆加以改造，让它连续地转动起来，变成能连续转动的杠杆呢？



我们的祖先在长期实践过程中，把杠杆改造成可以连续转动的机械。图 11-5-3 表示了杠杆变形成轮轴的过程。与同学讨论后，试着说一说其中的道理。

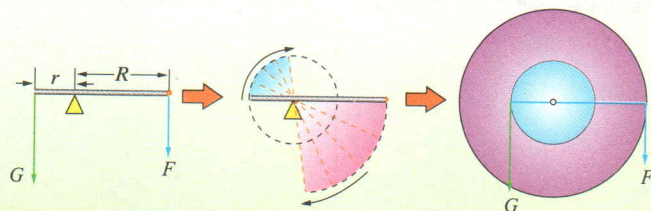
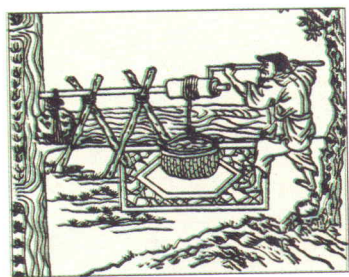


图11-5-3 杠杆变形和轮轴

根据杠杆的平衡条件,可知作用在轮上的力 F 与作用在轴上的力 G 的关系为: $FR = Gr$ 。

轮和轴半径不同,作用在轮和轴上的力也不相同,同一时间内轮和轴转过的角度相同,因此当轮轴转动时分别绕在轮和轴上的绳子运动速度不同。可见轮轴有两个主要功能:一是改变用力大小,二是改变物体的运动速度。

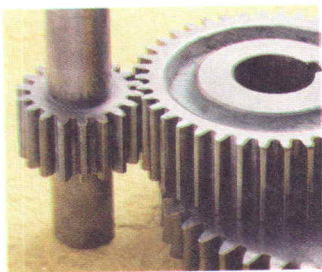
使用轮轴不能省功,只是改变了做功的方式,这是功的原理的必然结果。



(a) 古代的辘轳是一种轮轴



(b) 汽车方向盘是常见的轮轴

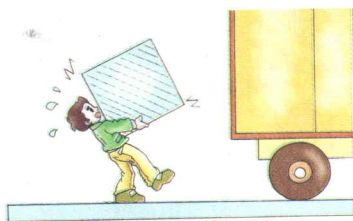


(c) 齿轮是一种特殊轮轴

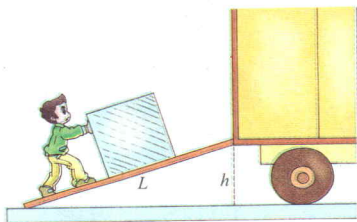
图 11-5-4 轮轴的实际应用

轮轴是科技发展史上很重要的发明,它将直线运动和圆周运动互相联系起来,实现了二者的相互转化,是机械传动的重要装置。没有轮轴就没有汽车、火车……

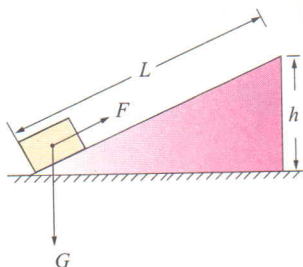
斜面 (inclined plane) 是一个与水平面成一定夹角的倾斜平面。如图 11-5-5 所示,通过斜面将一个箱子推进车厢,通常要比把箱子直接从地面搬到车厢省劲多了。



(a) 徒手搬运



(b) 利用斜面搬运



(c) 斜面的分析

图 11-5-5 利用斜面搬运重物



斜面为什么能省力？如图 11-5-5 (c) 所示，物体所受重力为 G ，斜面长为 L ，高为 h ， F 为沿斜面推（或拉）物体的力。根据功的原理，我们知道使用任何机械都不能省功。如果不计物体与斜面之间的摩擦，用力 F 沿斜面把物体匀速推（或拉）上去所做的功，应该等于直接将物体举高所做的功，即 $Gh = FL$ 。据此可知推力或拉力 F 的计算公式为 $F = Gh/L$ 。

可以看出，如果不计摩擦，斜面长是斜面高的几倍，拉力或推力就是物体所受重力的几分之一。所以说斜面是一种省力机械。



讨论交流 ■ 螺旋——特殊的斜面

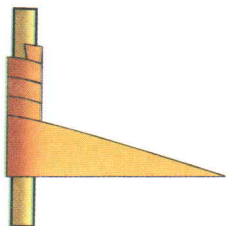


图 11-5-6 把三角形的纸片绕在圆柱上，你可以体会到斜面变形成为螺旋的过程

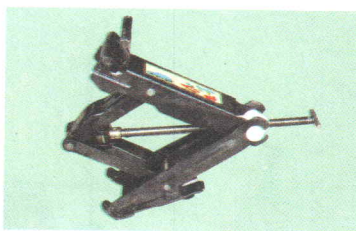
螺旋可以看做是绕在圆柱上的斜面。饮料瓶瓶盖、木螺丝、螺杆、螺母、螺旋式汽车千斤顶等都是应用螺旋的装置。

为什么螺丝钉较容易被旋进木板中？为什么用螺旋千斤顶能轻松地把汽车抬起来？这就可以从“螺旋是特殊的斜面”去理解。

螺旋有一个特点，可以将旋转运动与沿轴向的运动进行互相转化，所以螺旋有许多巧妙应用。



(a) 阿基米德螺旋机



(b) 螺旋式千斤顶



(c) 盘山公路

图 11-5-7 各种形式的螺旋

杠杆、滑轮、轮轴、斜面、螺旋……简单机械家族的成员可以进行变形和彼此合作，由此工程师们创造出了各种复杂机械，以满足我们生产生活中的需要。

◆ 改变世界的机械

火和工具的应用，铺下了人类文明道路的第一块基石。

物理学的发展推动了蒸汽机、内燃机和电力机械的发明与改进，吹响了两次伟大的工业革命的号角，使人类进入机械化、电气化时代。回望 200 多年的现代史，是科学的进步，机械的创新，形成先进生产力，改变了整个世界。

随着钢铁工业和机器制造业的空前发展，人类正制造出各种各样的大型机械。天上飞的，海里游的，陆上行……庞大的机械帮助人类打造出更庞大的工具与建筑物。

同时，机械的微型化、精密化也在改变着我们对细微世界的洞察力与操控力。各种各样的精密仪器，是科学家在天文、物理、化学、生命科学等领域研究的有力武器。日臻精巧的微型机械，也日渐渗入我们的生活。



图11-5-8 庞然大物人造就——这是我国第一艘自行设计建造的超大型油轮“远大湖”号，于2002年下水。其排水量300000 t，船长333.5 m、型宽58 m、型深31 m；续航能力为3万海里；甲板面积相当于三个标准足球场，步行一圈要用十几分钟；总高度71.2 m，相当于层高2.6 m的24层大厦；船舱总容积量相当于80列15节车厢的列车。共用钢材44000 t



图11-5-9 细微之处显身手——这是画家笔下的一种纳米仿生机器人。这种称为“游荡者”的纳米仿生物可以为人体传送药物，进行细胞修复等工作



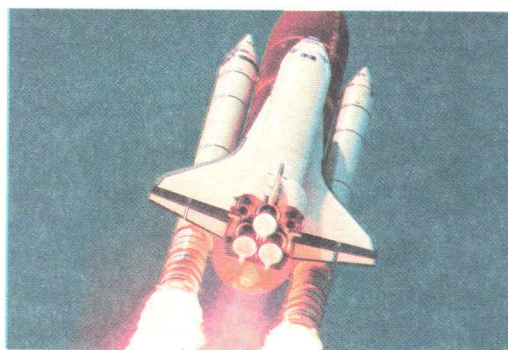
图 11-5-10 力大无穷山河动——三峡截流实验中，是机械巨人把滚滚长江分成两截

当代人类的智慧和力量，相当程度上通过制造各种强大机械得以表现。移山填海，拦河筑坝，到处在按照人的意愿改变着山河湖海，创造了现代化的文明。当然我们在追求方便和利益的同时，也应注意可能出现的环境问题和隐患。

“假舆马者，非利足也，而致千里；假舟楫者，非能水也，而绝江河。”现代机械工业制造出来的车、船、飞机乃至空间飞行器极大地扩大了人类的活动范围——从陆地、海洋、天空直到太空。



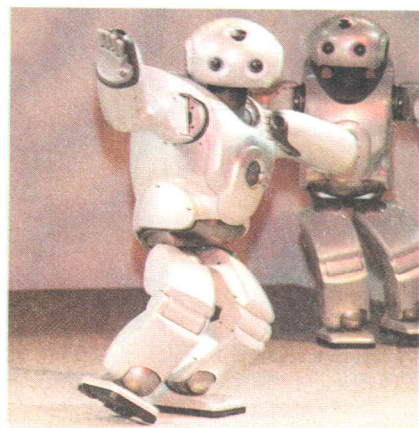
(a) 潜艇冲出海面，如破海蛟龙



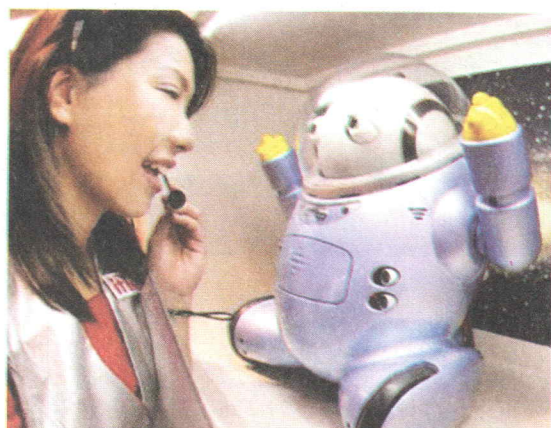
(b) 航天飞机冲向太空

图 11-5-11 瀚海苍穹任遨游

信息时代，人们将智慧赋予机械；大量自动化、智能化的机械进入我们的生活，改变着我们的生活，创造着越来越多的奇迹。



(a) 会打太极拳的类人机器人



(b) 通过传感器，小机器人可以与人进行简单的交流

图 11-5-12 智珠在握夺天工

发展空间

△△ 家庭实验室

研究自行车的构造

找一辆自行车,观察它各部分的构造,并进行下列活动。

(1) 把自行车架起来,使后轮可以自由转动。慢慢转动脚蹬,研究脚蹬的旋转是怎样传到后轮,带动后轮转动的。

(2) 转动车把,观察车把是怎样控制前轮方向的。

(3) 依次捏紧左右两个刹车把手,观察它们是怎样使前闸和后闸刹车的。

(4) 说说自行车的哪些部分是杠杆,哪些部分是轮轴。



图 11-5-13 自行车

走向社会

巧妙的自动机构

图 11-5-14 是一个由简单机械组成的巧妙设计。当一份报纸从右边门上的小窗口投入后,整个装置就会运转起来。根据前面学过的知识,请说明图中的各个部件所起的作用以及最后的结果。

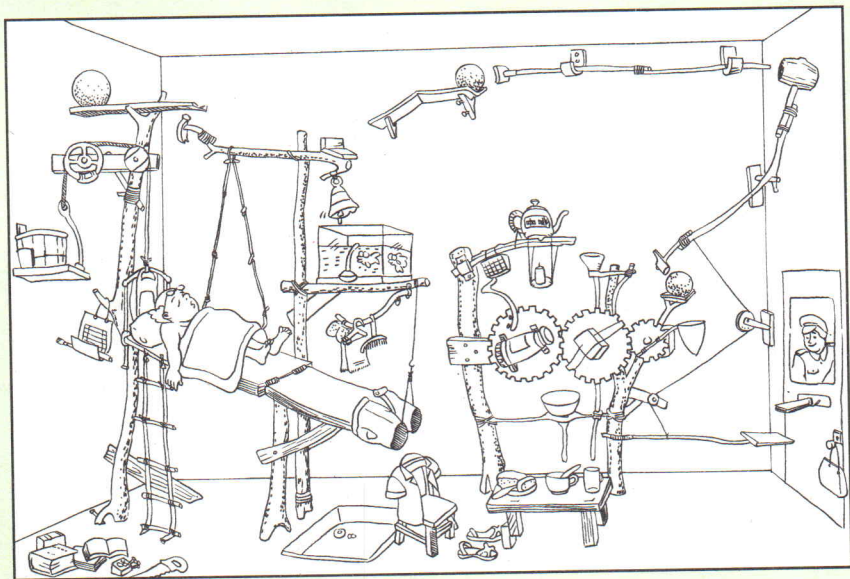


图 11-5-14



知识要点

1. 杠杆是最简单的机械。对它的研究要考虑支点、动力、动力臂、阻力、阻力臂五个方面。杠杆的平衡条件是： $\text{动力} \times \text{动力臂} = \text{阻力} \times \text{阻力臂}$
2. 使用滑轮时，滑轮的位置固定不变的叫做定滑轮，定滑轮可以改变力的方向，但不能改变力的大小。
3. 使用滑轮时，滑轮的位置随被拉动物体一起改变的叫做动滑轮，动滑轮可以改变力的大小。
4. 可以把两个以上的滑轮组合在一起，来完成一件工作，这样的组合叫做滑轮组。
5. 功等于力与物体沿力的方向移动距离的乘积。
6. 功与完成这些功所用时间之比叫做功率。
7. 使用任何机械都不能省功，这个规律叫做功的原理。
8. 有用功与总功的比值叫做机械效率。机械效率越高，有用功在总功中所占的比例越大。