义务教育教科书

WU LI

物 理

八年级　全一册

北京教育科学研究院　编写

供学习用



北京师范大学出版社
·北京·

微信公众号：电子课本大全

前　言

在学习过程中，我们要积极动脑**想一想**，交流讨论**议一议**，探究动手做**实验**，还要完成**课后实践**。

想一想

这些现象或生动有趣，或出乎意料，仔细想一想，你能从中发现什么？

议一议

遇到难题了？不要着急，和同学交流讨论一下，也许你的问题就会迎刃而解。

提出问题 引发思考　发现问题 交流讨论

教师演示 自主探究　巩固知识 打牢基础

实　验

演示实验精彩纷呈，探究实验动手动脑，你还等什么呢？

课后实践

想要复习今天学到的知识？完成课后实践可以令你事半功倍。

学生实验

这些**学生实验**包括课程标准要求的学生必做实验，可以提高你的探究能力和科学素养，一定要认真完成！

如果有兴趣，可以利用课余时间试着**做一做**，互相帮助**提个醒**，了解一下**相关链接**，打开我们身边的**知识窗**。

知识窗
课后阅读，增长见识

推开知识窗，教室外面的世界同样精彩。

相关链接
链接世界，扩展视野

忙里偷闲，看看相关链接，也许可以发现你感兴趣的内容。

提个醒
锦囊妙计，解决问题

实验总是不成功？解题总是有困难？这些提示应该可以帮到你。

做一做
学以致用，丰富生活

这些小实验、小制作既有用又有趣，快来试着做一做吧！

课外探究

生活中处处有物理，从这些趣味十足的**课外探究**出发，开始你的探索之旅吧！

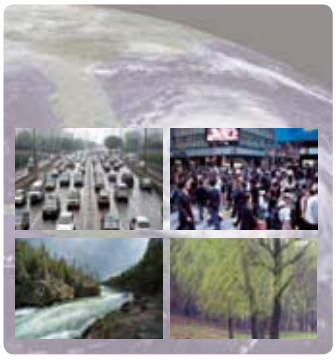
微信公众号：电子课本大全

目 录



走进物理世界 ····· 1

第一章 常见的运动



一、长度和时间的测量 ····· 8
二、机械运动 ····· 16
三、比较运动的快慢 ····· 19
四、学生实验：测量速度 ····· 23
五、声音的产生和传播 ····· 26
六、乐音和噪声 ····· 32
七、超声波及其应用 ····· 38
课外探究 水杯琴 ····· 42

第二章 质量和密度

一、质量及其测量 ····· 45
二、学生实验：测量质量 ····· 49
三、物质的密度及其应用 ····· 52
四、学生实验：测量密度 ····· 56



供学习用

微信公众号：电子课本大全

第三章　运动和力



一、力 ····· 61

二、力的测量 ····· 66

三、重力 ····· 71

四、二力平衡 ····· 74

五、滑动摩擦力 ····· 78

六、运动和力的关系 ····· 85

课外探究　防滑运动鞋 ····· 90

供学习用

第四章　压强与浮力

一、压力　压强 ····· 93

二、探究液体压强 ····· 97

三、连通器 ····· 102

四、大气压强 ····· 108

五、流体的压强与流速 ····· 114

六、浮力 ····· 118

七、物体的浮沉条件 ····· 124



微信公众号：电子课本大全

第五章　简单机械



一、杠杆 …… 131

二、学生实验：探究杠杆 …… 135

三、滑轮 …… 141

课外探究　变速自行车 …… 146

第六章　功和能

一、功 …… 149

二、功率 …… 152

三、功的原理 …… 155

四、机械能 …… 160



供学习用

第七章　热现象



一、温度　温度计 …… 165

二、熔化和凝固 …… 171

三、汽化和液化 …… 176

四、升华和凝华 …… 183

五、物质结构的微观模型 …… 187

微信公众号：电子课本大全

六、内能　能量转化 ····· 191
七、比热容 ····· 196
八、燃料　能源与环保 ····· 199
九、热机 ····· 204

第八章　光现象

一、光的传播 ····· 209
二、学生实验：探究光的反射规律 ····· 213
三、学生实验：探究平面镜成像 ····· 217
四、探究光的折射现象 ····· 223
五、透镜 ····· 229
六、学生实验：探究凸透镜成像 ····· 233
七、生活中的透镜 ····· 237
八、眼睛和眼镜 ····· 242
九、物体的颜色 ····· 246
课外探究　门镜 ····· 249



供学习用

附　录

一、本册书中用到的物理量及其国际单位 ····· 251
二、物理名词汉英对照表 ····· 252

微信公众号：电子课本大全

走进物理世界





“嫦娥”四号探测器由“长征”三号运载火箭送上月球，成为世界首个在月球背面软着陆和巡视探测的航天器；世界最大单口径、最灵敏的射电望远镜“中国天眼”能观测到射电流量极弱的毫秒脉冲星；世界观测能段范围最宽、能量分辨率最优的暗物质粒子探测卫星“悟空”，能在太空中开展高能电子及高能γ射线探测任务；世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”与世界首条量子保密通信干线“京沪干线”进行天地链路，在国际上首次成功实现数百万米的星地双向量子通信……我国科技发展取得的这些举世瞩目的成就，都有物理学研究的贡献。物理学与我们的现代生活息息相关。让我们登上科学的航班，走进丰富多彩的物理世界吧！

微信公众号：电子课本大全

走进奇妙的物理世界

在日常生活中，只要我们留心观察，与物理有关的奇妙现象随处可见。

你玩过溜溜球吗？向下抛出的溜溜球为什么能不停地转动？为什么又能从低处“自动”地爬向高处(图 1)？

装点节日的小彩灯为什么能闪闪发光(图 2)？为什么在干燥的天气里用塑料梳子梳头，头发会越梳越蓬松？为什么人穿着化纤衣物时更容易出现放电现象？为什么电炉丝通电后会发热变红，而与它相连的导线温度却不高？人碰到通电的高压线会发生触电事故，而小鸟站在通电的高压线上为什么可以安然无恙呢？



为什么溜溜球能从低处“自动”地爬向高处？

图 1



小彩灯为什么能闪闪发光？你知道小彩灯之间是怎样连接的吗？

图 2

用水壶在炉火上烧开水时，壶嘴处的“白气”是从哪里来的(图 3)？为什么水被烧开后壶嘴处几乎看不到“白气”，而距离壶嘴稍远一些的地方却有很多“白气”？当关闭炉火后，为什么壶嘴和壶盖附近的“白气”会增多？闷热的夏天，自来水管外侧为什么会有一层水珠？

海市蜃楼的奇特景观是怎样形成的？在观赏鱼缸中的鱼时，为什么有时感觉鱼会变形？为什么有时我们感觉看到鱼的数目比鱼缸中鱼的实际数目多(图 4)？

供学习用

微信公众号：电子课本大全



烧开水时，壶嘴附近的“白气”是从哪里来的？

图 3



为什么有时观看鱼缸中的鱼会变形？这个鱼缸中共有几条鱼？

图 4

这些都是日常生活中常见的物理现象，如果勤于思考，你一定会在这些奇妙的现象中发现很多“为什么”。

什么是物理学

我们要想回答这些问题，就要探索现象背后隐含的规律。从古至今的物理学家们和我们一样，对各种自然现象有着强烈的好奇心和求知欲，他们探索物质的基本结构，研究物质之间的相互作用和运动规律，创立了物理学这门基础自然科学。你一定听说过伽利略、牛顿、麦克斯韦、爱因斯坦这些物理学大师的名字。早在欧洲文艺复兴时期，伽利略就开创了实验与科学思维相结合的研究方法，找到了探索自然奥秘的钥匙，为我们打开了通向物理世界的大门；牛顿在前人研究的基础上，发现了支配万物运动的物理规律；麦克斯韦提出了完整的电磁学理论；爱因斯坦创立了相对论。这些辉煌的物理学成就为我们描绘了自然界的清晰图景，在满足人类好奇心的同时，也改变了我们认识世界的方式，改变着人类社会的物质生活和精神生活。



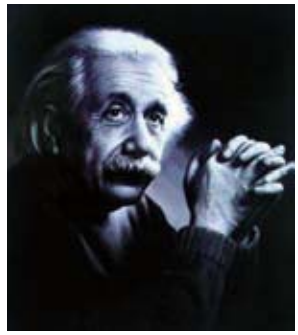
牛顿(1643—1727)

图 5



麦克斯韦(1831—1879)

图 6



爱因斯坦(1879—1955)

图 7

微信公众号：电子课本大全

物理促进了科技和社会的发展

物理学的发展促进了科技的进步，改变了人类的生产和生活方式，推动了社会的发展。18 世纪，人们对热学的研究促进了蒸汽机的广泛使用，使手工业生产走向了大规模机器生产，人类社会进入机械化时代；19 世纪，人们对电磁学的研究促进了电力工业的发展，人类社会进入电气时代；20 世纪，人们对现代物理的研究开创了微电子工业，人类社会进入信息时代。我们生活中随处可见的家用电器，上课使用的投影仪、计算机，游乐场里的娱乐设施，都是利用物理学的原理制成的。



蒸汽汽车　　电力动车组　　移动通信

图 8

科学的不断发展，促进了人类社会物质生活质量的提高。但与此同时，高技术的不正确应用可能也会带来一些社会问题，例如环境污染、能源短缺等。解决这些问题要靠每个公民科学素养的提高，也要靠现代科技的进一步发展。因此，我们要提高自身的科学素养，学好物理，用好物理，为人类社会的和谐、可持续发展而努力。

怎样学好物理

勤于观察　善于思考

物理知识源于生活实践，因此学习物理首先要关注生活，不论是发生在我们身边的日常生活现象，还是发生在广阔宇宙里的天文奇观，只要我们能从物理的角度去看待、去思考，就会发现其中有许多值得研究的问题。如图 9 所示的照片是北京官厅水库清晨的美景。如果我们能仔细观察、认真思考，就能

微信公众号：电子课本大全

提出很多的“为什么”。例如，天空中的晨光为什么是橙红色的？远处的“风车”是做什么用的？船为什么能浮在水面上？人在水中的倒影比较清晰完整，而太阳在水中的倒影为什么是一个光柱？天上的云是怎样形成的？要想学好物理，我们应该养成爱问“为什么”的习惯，不断提出问题、深入思考，敢于发表自己的看法，积极与同学交流讨论。



图 9　北京官厅水库的清晨

供学习用

勇于实验　乐于探究

学习物理，要多动手、多做实验，在实验中你会发现很多值得进一步研究的新问题。在实验过程中，要注意观察实验现象，记录出现相应现象的实验条件。要不断思考、发现问题、提出问题，并根据自己已有的知识和经验，进行猜想与假设。为了验证自己的猜想，设计实验并制订研究计划，进行实验探究，收集证据，然后分析论证，最终得出结论。在实验过程中，既要独立思考，又要积极地与他人交流合作。

【做一做】

如图 10 所示，把一枚五分的硬币放在距桌子边缘较近的地方，然后用嘴沿着与桌面平行的方向用力吹气。你会看到硬币可以“跳”起来。把一个杯子的杯口朝向吹气的方向，在离硬币不远的地方就可以用杯子接住它。你可以试着做一做。



图 10

微信公众号：电子课本大全

联系实际　联系社会

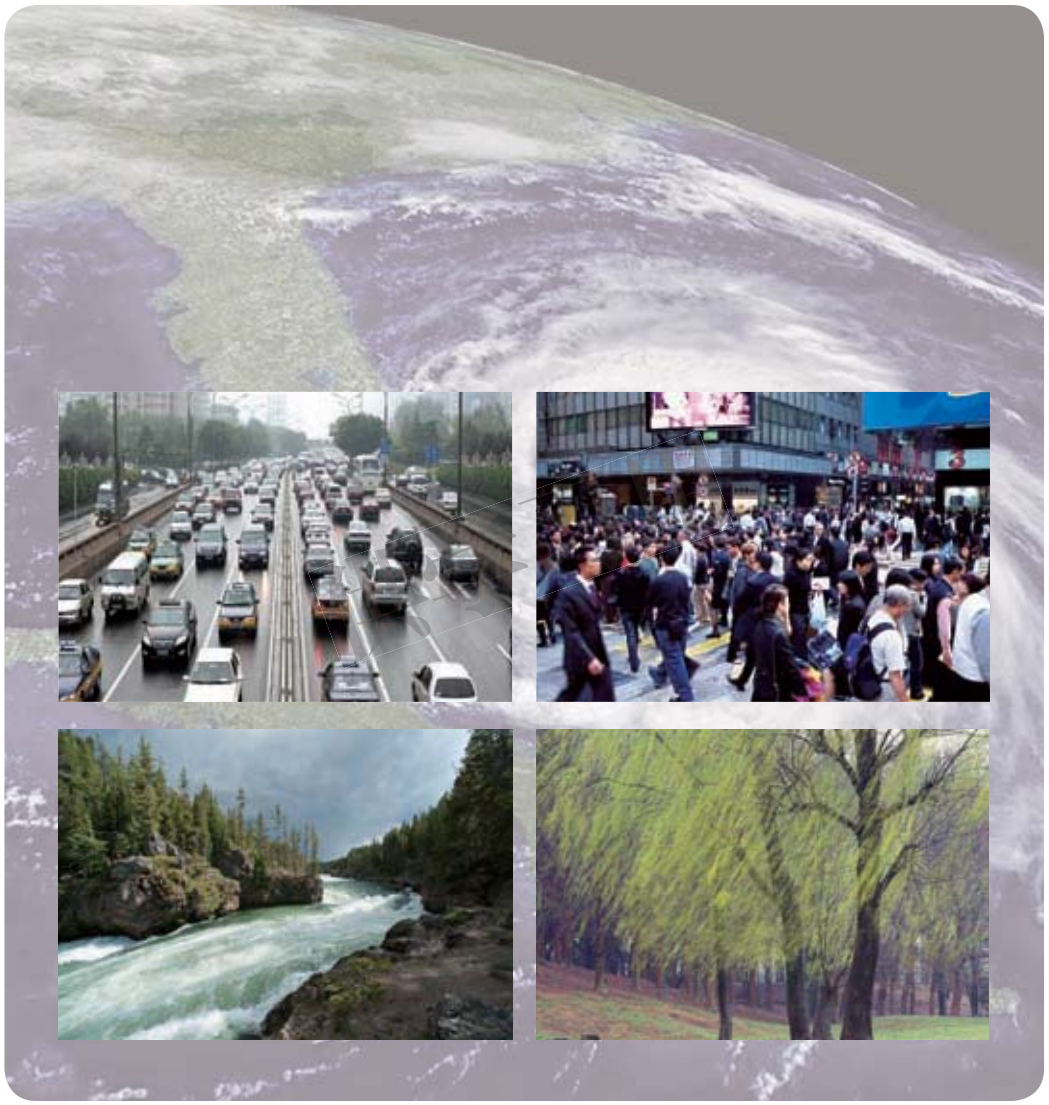
物理知识是从实际中来的，也还要应用到实际中去。学习物理要关注科学、技术与社会的关系，运用所学到的知识和技能来说明、解释一些物理现象，解决生产、生活中一些简单的问题。我们的一些小发明、小创造中，也许就孕育着一项重大的科学发现或科技发明。让我们一起学好物理，随时准备用我们掌握的物理知识造福于人类。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

第一章 DIYIZHANG

常见的运动



在茫茫宇宙中，大到星球，小到肉眼看不见的微粒都在永不停息地运动。在我们的身边，川流不息的车辆，南来北往的行人，流动的河水，摇曳的树木……它们都在运动。这些运动有没有共同的特点？我们怎样来研究它们？

微信公众号：电子课本大全

一、长度和时间的测量

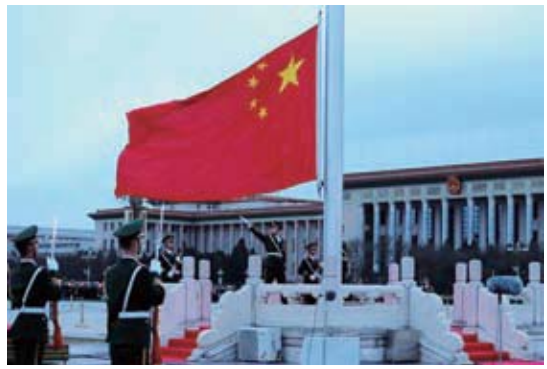


图 1-1

清晨，鲜艳的五星红旗伴随着初升的太阳在天安门广场冉冉升起(图 1-1)。国旗在运动过程中，其高度随时间在不断变化。描述物体的运动，要用到**长度(length)**和**时间(time)**这两个量。

日常生活中，我们也经常要用到长度和时间这两个量。如天安门广场的旗杆高约 33 米，每次升国旗的持续时间是 2 分 7 秒。长度和时间是两个基本的物理量，长度和时间的测量是物理学中最基本的测量。

供学习用

想一想

如图 1-2 所示，同学们在测量跑道的长度和 60 米跑所用的时间时，为什么会有不同的测量结果？

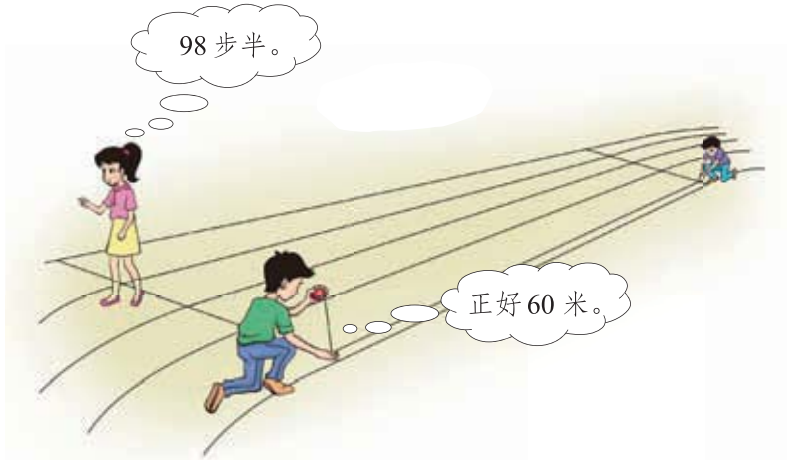


图 1-2 甲　测量跑道的长度

微信公众号：电子课本大全



图 1-2 乙　测量 60 米跑所用的时间

上述实例中，同学们在测量长度和时间时，分别采用了不同的测量工具和测量标准，测得的结果自然不同。由此可见，为了便于比较和交流，必须采用统一的测量标准、恰当的测量工具和正确的测量方法。

长度的测量

在国际单位制中，长度的单位是米(m)，此外，还有千米(km)、分米(dm)、厘米(cm)、毫米(mm)、微米(μm)、纳米(nm)等，它们和米之间的换算关系是

$1\ \mathrm{km} = 10^3\ \mathrm{m}$，　$1\ \mathrm{m} = 10\ \mathrm{dm}$，

$1\ \mathrm{m} = 10^2\ \mathrm{cm}$，　$1\ \mathrm{m} = 10^3\ \mathrm{mm}$，

$1\ \mathrm{m} = 10^6\ \mu\mathrm{m}$，　$1\ \mathrm{m} = 10^9\ \mathrm{nm}$。

生活中，人们还常用寸、尺、丈、里、海里等作为长度单位。

相关链接

国际单位制

国际计量大会决定将米(m)、千克(kg)、秒(s)等 7 个单位作为基本单位，并将这一实用计量单位制命名为“国际单位制”，简称“SI”。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

米是怎样规定的

1983 年第 17 届国际计量大会正式通过如下定义：1 m 是光在 $\frac{1}{299\ 792\ 458}$ s 的时间内在真空中行程的长度。

光　　年

光年是天文学家用来测量天体间距离的单位，1 光年等于光在真空中行走一年的长度。

古代人们经常用人身上的“尺”来测量长度。如张开手掌，大拇指尖与中指尖之间的最大距离为“一拃(zhǎ)”；伸平双臂，左手中指尖到右手中指尖之间的距离为“一庹(tuǒ)”；行走时，两脚脚尖之间的距离为“一步”等。这些“尺”只能用来估测长度，却不能精确测量。

现代人们测量长度通常用到的工具有直尺、卷尺、游标卡尺和螺旋测微器(又叫千分尺)等(图 1-3)。

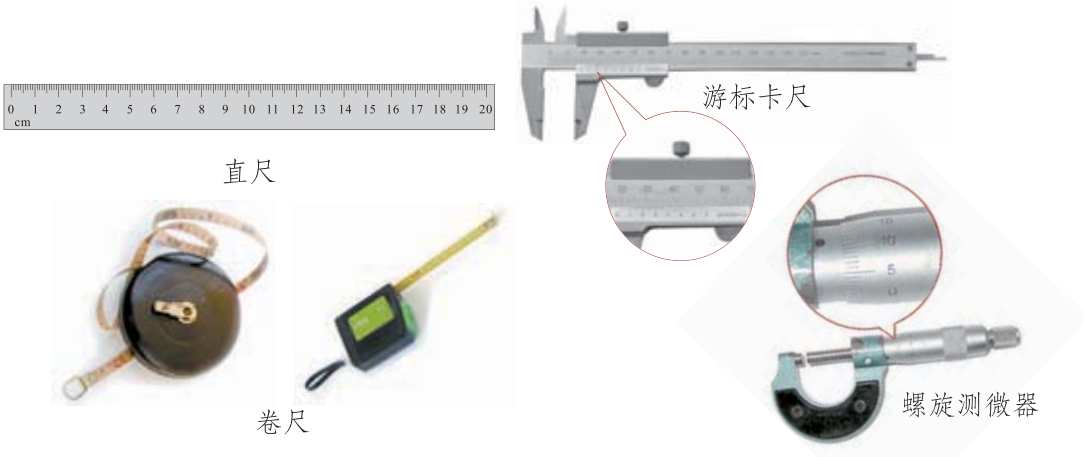


图 1-3　测量长度的工具

测量长度的基本工具是刻度尺。刻度尺能测量的最大范围叫作量程。量程是 1 m 的刻度尺叫作米尺。刻度尺上相邻最近的两条刻度线之间的长度，叫

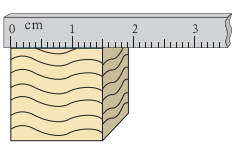
微信公众号：电子课本大全

作分度值。分度值是毫米的刻度尺叫毫米刻度尺，它的读数可以准确到 1 mm。测量长度时要根据需要选用量程和分度值适当的尺。

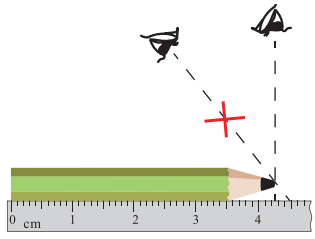
要准确测量长度，不仅要选择恰当的测量工具，还必须掌握正确的测量方法。

议一议

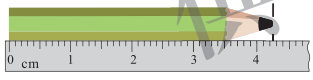
观察图 1-4，说一说如何正确使用刻度尺测量长度。



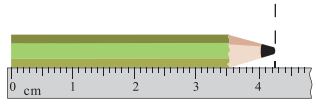
零刻度线对准被测物的一端，并紧靠被测量的物体。



读数时，视线正对被测物末端所对的刻度线。



读数时，读出准确值和估计值。从图上看，数值 4.2 是准确值，0.05 是估计值。



记录的数值必须注明单位，测量的结果是 4.25 cm。

图 1-4　正确使用刻度尺测量长度

测量值与被测物体的真实值总会有差异，这种差异叫作误差。引起误差的原因有很多，如测量工具不够准确、测量方法不够完善、人为因素等。误差和错误不同，误差是不可避免的，但可以想办法减小。为了减小某些不确定因素造成的误差，可以采用多次测量求平均值的方法。

测量结果一般都用有效数字表示。如测量图 1-4 中铅笔的长度时，测量值是 4.25 cm，由于尺子的分度值是 1 mm，上面数据中的 4 和 2 是从尺子上准确地读出来的，而 5 只能通过目测估计得出。这样由准确数字和一位估计数字组成的数字，叫作有效数字。多次测量求平均值时，也采用有效数字记录测量结果。

优学习用

微信公众号：电子课本大全

相关链接

科学记数法

在科学研究中常遇到一些很大或很小的数据，为了方便地表示这些数据，人们常采用科学记数法。在科学记数法中，把 1 000 记作 10^3，也就是说 $1\,000=10^3$；把 0.001 记作 10^{-3}，也就是说 $0.001=10^{-3}$。例如，太阳的半径约为 700 000 000 m，用科学记数法则可写为 7×10^8 m；人头发的直径约为 0.000 07 m，用科学记数法则可写为 7×10^{-5} m。

利用科学记数法记录的数据进行计算，两数相乘时，除了要将前面的数字相乘外，数字后面的“10”的指数还要相加，如 $(2\times10^3)\times(4\times10^5)=8\times10^8$，$(2\times10^3)\times(4\times10^{-7})=8\times10^{-4}$；两数相除时，除了要将前面的数字相除外，数字后面的“10”的指数还要相减，如 $(9\times10^6)\div(3\times10^2)=3\times10^4$，$(2\times10^4)\div(2\times10^{-7})=1\times10^{11}$。

供学习用

学生实验：用刻度尺测量长度

取一把刻度尺进行观察，这把刻度尺的量程为_____ cm，分度值为_____ cm。

用刻度尺测量物理课本、铅笔盒或身边其他小物体的长、宽、高(厚)，至少重复测量三次，将测量结果记录在表 1-1 中。

表 1-1　用刻度尺测量长度

cm

被测物体	长				宽				高(厚)			
	1	2	…	平均值	1	2	…	平均值	1	2	…	平均值
物理课本												
铅笔盒												

用刻度尺分别测量出你的一拃、一度、一步的长度，记住这些数据，我们就有了随身携带的测量工具。在日常生活中，我们随时可以用自己身上的“尺”来估测长度。

微信公众号：电子课本大全

时间的测量

在国际单位制中，时间的单位是秒(s)。此外，时间的单位还有时(h)、分(min)、毫秒(ms)、微秒(μs)等。它们的换算关系是

$$1\ \text{h} = 60\ \text{min} = 3.6\times10^{3}\ \text{s},$$

$$1\ \text{s} = 10^{3}\ \text{ms},$$

$$1\ \text{ms} = 10^{3}\ \mu\text{s}。$$

生活中我们还常用日、月、年作为计时单位。我国元代著名的天文学家郭守敬(1231—1316)，根据天文观测数据制定了《授时历》。其中设定一年为365.242 5 日，与地球绕太阳一周的实际运行时间相比只差 26 s，比欧洲的著名历法《格里历》要早 300 年。

相关链接

秒是怎样规定的

秒最初是以平均太阳日的$\frac{1}{86\ 400}$来定义的。1967 年第 13 届国际计量大会决定采用原子时，即铯-133 原子基态的两个超精细能级间跃迁相对应的辐射的 9 192 631 770 个周期的持续时间作为 1 s。使用这种计时方法，可以使计时精度更高。

中华民族是聪明智慧的民族，我国古代劳动人民很早就会利用自然界中有规律的运动来计时，如圭表、沙漏、浑天仪等(图 1-5)。



圭表



沙漏



浑天仪

图 1-5　古代计时工具

供学习用

微信公众号：电子课本大全

生活中我们用时钟计时，物理实验室中一般用停表来计时(图 1-6)。随着现代科技的发展，计时工具越来越精确。机械停表可以精确到 0.1 s，运动会上的电子测时系统可以精确到 0.001 s，科学实验中使用的计时仪器还可以精确到 1 μs，甚至更小。



图 1-6　停表(秒表)

学生实验：用表测量时间

取一块停表或其他计时工具(如手表、手机、计算机等)进行观察。记录你所用的这个计时工具的分度值为_____s。

用停表或其他计时工具测量自己和同桌同学脉搏跳动 30 次、50 次、100 次所用的时间，至少重复测量三次，将测量结果记录在表 1-2 中。

供学习用

表 1-2　用表测量时间

s

姓　名	脉搏跳动 30 次				脉搏跳动 50 次				脉搏跳动 100 次			
	1	2	…	平均值	1	2	…	平均值	1	2	…	平均值

课后实践

1.完成下列单位换算。

(1) 1.5 km＝_____m。　　(2) 18 cm＝_____m。

(3) 80 μm＝_____m。　　(4) 1.2 h＝_____min＝_____s。

2.有的直尺零刻度线在端部，有的直尺零刻度线不在端部。请你试着用硬纸板制作这两种直尺，并说出各有什么好处。

微信公众号：电子课本大全

3.选择自己家中的楼梯或房前小院，上下几次楼梯，或围着小院跑几圈。用钟表、手机或手表记录所用的时间。

4.找一个包装箱或包装盒，用直尺测量它的长、宽、高，至少重复测量三次，求出平均值，将数据记录在表 1-3 中。

表 1-3　数据记录表

被测物名称	长				宽				高			
	1	2	…	平均值	1	2	…	平均值	1	2	…	平均值

5.怎样测量乒乓球的直径和地图上海岸线的长度？将你的测量思路和测量结果与同学交流一下。

知识窗

供学习用

田径场上时间的测量

现代运动会上，已用电子测时系统替代了长期使用的停表。

测量赛跑运动员的成绩时，在跑道终点线的一侧固定电子测时系统。系统发射一束激光，这束激光与跑道终点线平行，且位于终点线的正上方(图 1-7)。发令枪响，系统开始计时。运动员跑到终点时，身体遮挡激光束，由电子测时系统显示出运动员所用时间。我国运动员刘翔在雅典奥运会上的成绩就是这样测量出来的。



图 1-7　田径赛跑

微信公众号：电子课本大全

二、机械运动

事实证明，宇宙间的万物都在永不停息地运动。但在现实生活中，我们常说某个物体是运动的，某个物体是静止不动的，这是怎么回事？

想一想

一位乘客坐在快速行驶的列车里，看到车外的树木风驰电掣般向后运动，远处的村庄和田野也在缓缓后退(图 1-8)。是列车在运动，还是车外的树木、村庄和田野在运动？

怎样判断物体是运动的还是静止的？



图 1-8　飞驰的列车

供学习用

在图 1-8 中，我们以行驶的列车作为参照，乘客坐在列车上，他相对于列车的位置没有变化，乘客是静止的；车外的树木、村庄和田野相对于列车的位置发生了变化，树木、村庄和田野是运动的。

在图 1-9 中，我们也可以感受到类似的情况。以上升的观光电梯作为参照，站在电梯中的人相对于电梯的位置没有变化，人是静止的；地面和楼房相对于电梯的位置发生了变化，地面和楼房是运动的。



图 1-9　观光电梯

微信公众号：电子课本大全

在以上实例中，如果以地面为参照，列车上的乘客和电梯里的人都是运动的。可见，要判断一个物体是运动的还是静止的，必须先选定一个物体作参照，这个物体叫作**参照物**(reference object)。相对于参照物，物体的位置变化了，我们就说它是运动的；物体的位置没有变化，我们就说它是静止的。

一个物体相对于另一个物体的位置随时间的变动，叫作**机械运动**(mechanical motion)，通常简称为**运动** (motion)。

相关链接

当两个运动得很快的物体向同一方向运动时，会出现好像“运动变慢”，甚至“不运动”的现象。例如，飞机每小时可以飞行几千千米，但当加油机与受油机运动的快慢相同时，可以在空中完成加油任务(图 1-10 甲)，从而提高受油机的续航能力，就像汽车在加油站加油一样。“神舟”九号和“天宫”一号在太空中每秒能飞行 7 km。在实现空中手动对接的过程中，刘旺操作平移控制手柄和姿态控制手柄，控制“神舟”九号向“天宫”一号缓慢靠近。经过捕获、缓冲校正、拉回和锁紧四个阶段，两个航天器紧紧连接成组合体(图 1-10 乙)。就像在地面上缓慢移动两张书桌，将它们靠在一起一样。

供学习用



甲



乙

图 1-10

判断一个物体的运动情况，与我们所选的参照物有关。选择不同的参照物，对同一物体运动情况的描述就有可能不同。所以，运动和静止是相对的。我们可以根据研究问题的需要选择适当的参照物。我们通常所说的运动和静止，是以地面作为参照物的。

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.写出表 1-4 中描述物体运动状态的参照物。

表 1-4　不同物体的运动状态

物体的运动	参照物
滔滔江水向东流	
太阳东升西落	
月亮穿过云层	
火箭拔地而起	
航天员在“天宫”一号舱内行走	

2.一位乘客登上从北京开往上海的列车后，就静卧在列车车厢内，等他睡醒之后，他发现自己乘坐的列车已经到达上海。在他睡着的时候，他是静止的还是运动的？说明你的理由。

3.图 1-11 甲是特技跳伞运动员在空中所展现的造型，图 1-11 乙是滑水队员正在进行多人滑水表演。试分别以陆地或其中一个运动员为参照物，描述他们的运动状态。

供学习用



甲　特技跳伞



乙　多人滑水表演

图 1-11

微信公众号：电子课本大全

三、比较运动的快慢

为了研究物体的运动情况，需要比较它们运动的快慢。

想一想

如图 1-12 所示，飞机、汽车、动物等都在运动，谁快？谁慢？你是怎么比较的呢？



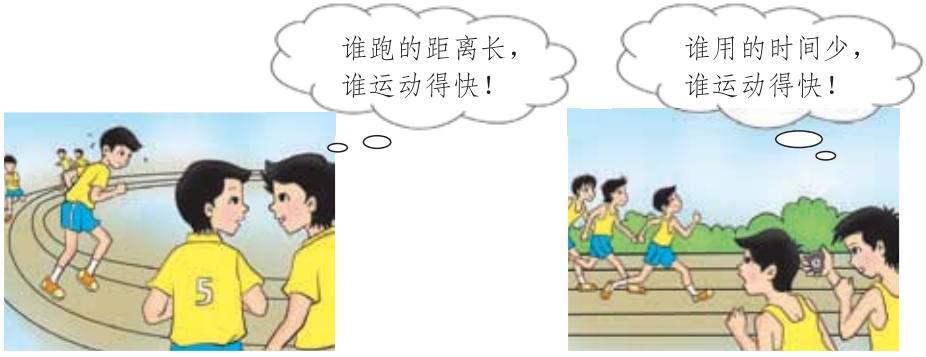
图 1-12　物体的运动

大家都知道，在一般情况下，飞机比飞鸟运动得快，飞鸟比汽车运动得快。飞机在一瞬间可以飞越几座大山，飞鸟用的时间要比飞机长，而汽车和动物要翻过几座大山，用的时间就更长了。可见，比较物体运动的快慢，要涉及路程(path)和时间两个物理量。

议一议

图 1-13 甲中，裁判员是按时间相同，比较路程的长短判定运动的快慢；图 1-13 乙中，裁判员是按路程相同，比较时间的多少判定运动的快慢。这两种判定运动快慢的方法都可行吗？物理学中常用的是哪一种方法呢？

微信公众号：电子课本大全



甲　运动员 12 min 跑　　乙　运动员 100 m 赛跑

图 1-13

在物理学中，我们用速度来描述物体运动的快慢，**物体通过的路程与通过这段路程所用时间的比叫作速度**(velocity)。通常用字母 v 表示速度，s 表示路程，t 表示时间，速度的公式是

$$v = \frac{s}{t}。$$

供学习用

在国际单位制中，长度的单位是米(m)，时间的单位是秒(s)，因此速度的单位就是米/秒(m/s)，读作“米每秒”。如飞机在 1 s 内飞行 300 m，它的速度就是 300 m/s，读作“三百米每秒”。

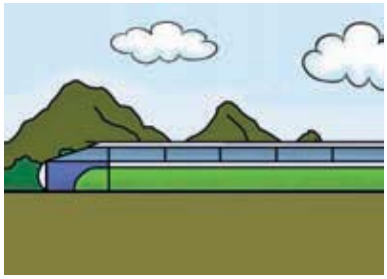
一般来说，物体在通过某段路程的过程中，运动的快慢并不是一成不变的，在这种情况下，上面定义的速度实际上是**平均速度**(average velocity)。它表示的是物体在某一段路程内(或某一段时间内)运动的平均快慢程度，通常用 $\overline{v}$ 表示，因此有

$$\overline{v} = \frac{s}{t}。$$

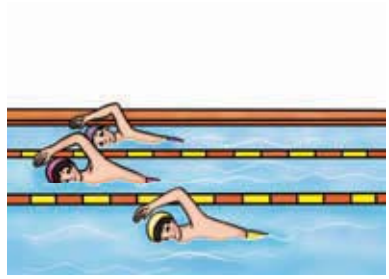
想一想

观察图 1-14 所示的情景，想一想，物体运动的路线都是直线吗？它们的运动速度始终不变吗？

微信公众号：电子课本大全



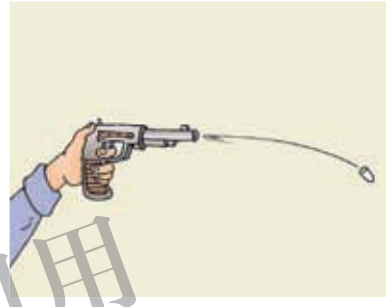
列车有时在平直的轨道上匀速前进。



运动员游泳的路线是直线，但速度的大小在改变。



上坡下坡，走的不是直线，速度也在不断改变。



玩具枪的子弹在枪膛里走的是直线，射出枪口后就走曲线了，子弹的速度在不断改变。

供学习用

图 1-14

根据运动路线的不同，我们可以将运动分为直线运动和曲线运动两种。经过的路线是直线的运动叫作**直线运动**，经过的路线是曲线的运动叫作**曲线运动**。

如果物体在某一段时间内，沿直线运动了一段路程，且速度始终不变，这个物体做的就是**匀速直线运动**。若一辆汽车在一段平直的公路上始终以不变的速度行驶，它做的就是匀速直线运动。速度变化的直线运动叫作**变速直线运动**。

例题 京津城际高速铁路是我国首条采用世界最先进的无砟轨道技术铺设的高速铁路客运专线，列车采用我国自主研制、具有完全自主知识产权、达到世界先进水平的“复兴号”动车组列车。北京南站至天津站全程 120 km，列车从启动到高速行驶用时 10 min，中途高速行驶用时 10 min，快到终点站时从开始减速到停车也用时 10 min。求列车从北京南站行驶到天津站的平均速度。

分析 根据题目的描述，我们知道列车行驶过程中的速度是有变化的，列车全程行驶的路程 $s=120\ \text{km}=120\ 000\ \text{m}$，全程所用时间 $t=10\ \text{min}+10\ \text{min}+10\ \text{min}=30\ \text{min}=1\ 800\ \text{s}$。因此可以求出列车从北京南站行驶到天津站的平均速度。

微信公众号：电子课本大全

解 根据平均速度的计算公式

$$\overline{v}=\frac{s}{t}=\frac{120\,000\,\text{m}}{1\,800\,\text{s}}=66.7\,\text{m/s}。$$

答 列车从北京南站行驶到天津站的平均速度是 66.7 m/s。

课后实践

1.一般来说，汽车行驶的速度比自行车行驶的速度大，自行车行驶的速度比人行走的速度大。你是如何判断汽车、自行车和人运动的快慢的？请发表你的看法。

2.张辉同学步行上学，他家到学校的距离是 3 200 m，通常要用 40 min。张辉步行的平均速度是多少？

3.小明每天上学都要乘坐北京地铁 1 号线，从建国门站上车，到复兴门站下车。各个地铁站之间的距离、行驶时间、停留时间如表 1-5 所示。试计算地铁 1 号线列车从建国门站到复兴门站全程的平均速度。

供学习用

表 1-5 地铁 1 号线运行情况表

站 次	距 离	行驶时间	停留时间
建国门			
↓	1 500 m	2 min 6 s	
东 单			23 s
↓	550 m	1 min 22 s	
王府井			19 s
↓	860 m	1 min 44 s	
天安门东			21 s
↓	840 m	1 min 42 s	
天安门西			18 s
↓	1 200 m	1 min 59 s	
西 单			22 s
↓	1 700 m	2 min 30 s	
复兴门			

4.我国运动员刘翔在 2004 年的雅典奥运会上以 12.91 s 的成绩平了 110 m 栏的世界纪录。他在这次比赛中的平均速度是多少？

微信公众号：电子课本大全

四、学生实验：测量速度

物体运动的速度是可以测量的。下面我们用学过的测量长度和时间的方法，测量身边一些常见物体的运动速度。

实验目的

1.测量小车运动的速度。

2.测量跑步和骑自行车的速度。

实验器材

长木板、斜面、小车、直尺、卷尺、停表和自行车。

供学习用

实验原理

根据速度的概念和计算公式 $v=\frac{s}{t}$，测量出人或物体运动的路程和所用的时间，就可以计算出人或物体运动的速度。

实验步骤与内容

1.测量小车运动的速度。

如图 1-15 所示，将小车置于斜面上的一定高度处，让其自由向下运动，小车将在平面上运动一段距离 s。用直尺测量出 s 的长度，用停表测量出小车通过这段距离所用的时间 t，然后计算出小车在这段时间内运动的速度。将小车置于斜面上同一高度处，多次重复上述步骤，测出每次小车的运动速度，再计算小车运动速度的平均值。

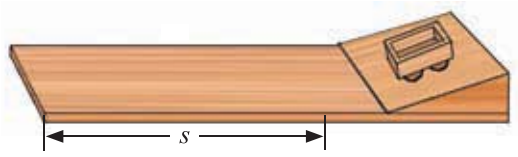


图 1-15　测量小车运动的速度

如果小车在平面上运动得太快，不利于测量，可改变斜面的坡度，也可以将布铺在平面上，减小小车的运动速度。

微信公众号：电子课本大全

2.测量跑步和骑自行车的速度。

在操场的跑道上，分别进行跑步和骑自行车运动。测量出跑步和骑自行车运动的路程，同时测量出各自所用的时间，然后计算出跑步和骑自行车运动的速度。

实验记录

将实验结果填写在表 1-6 中。

表 1-6　物体运动的速度

运动形式	运动路程 s/m	所用时间 t/s	运动速度 v/(m/s)
小车的运动			
跑　步			
骑自行车			

相关链接

表 1-7　一些物体的运动速度

 蜗牛爬行的速度为 0.001 m/s～0.005 m/s	 人骑自行车的速度为 3 m/s～5 m/s	 野兔奔跑的速度可达 18 m/s
 旗鱼游动的速度可达 30 m/s	 电力动车组列车运行的速度可超过 80 m/s	 手枪子弹出膛时的速度可超过 300 m/s

供学习用

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.一辆汽车在平直的公路上行驶。从 15:00 到 15:30，它行驶了 36 km；从 15:30 到 16:10，它行驶了 40 km。这辆汽车在两段时间内的平均速度各是多少？全程的平均速度是多少？

2.每位同学测量自己的脉搏，记录 1 min 内心脏跳动的次数。再测量自己正常走路时一步的长度。以上述两次测量获得的数据为基础，就可以大致测出自己走路的平均速度。以小组为单位，试一试。

3.找一份列车时刻表，查一查从北京到上海有几次列车，每次列车何时出发、何时到终点站、共用多长时间，算一算列车全程的平均速度是多少，这个平均速度和途中任意两个车站之间的平均速度一样吗？

4.图 1-16 为常见的汽车速度表。读一读表盘示数，了解一些安全行车的速度限制。

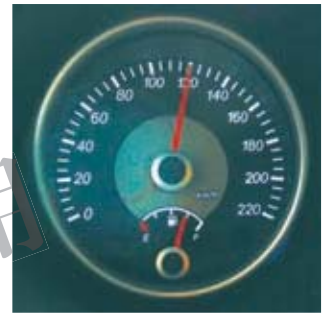


图 1-16　汽车速度表

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

五、声音的产生和传播

自然界里处处有声音，声音使我们的生活变得多姿多彩。澎湃的瀑布声是大自然奏响的壮丽音乐；悠扬的琴声令人如醉如痴；隆隆的飞机声告诉我们有朋自远方来；刺耳的电钻声使人心烦意乱……这些声音都是怎样产生的呢？

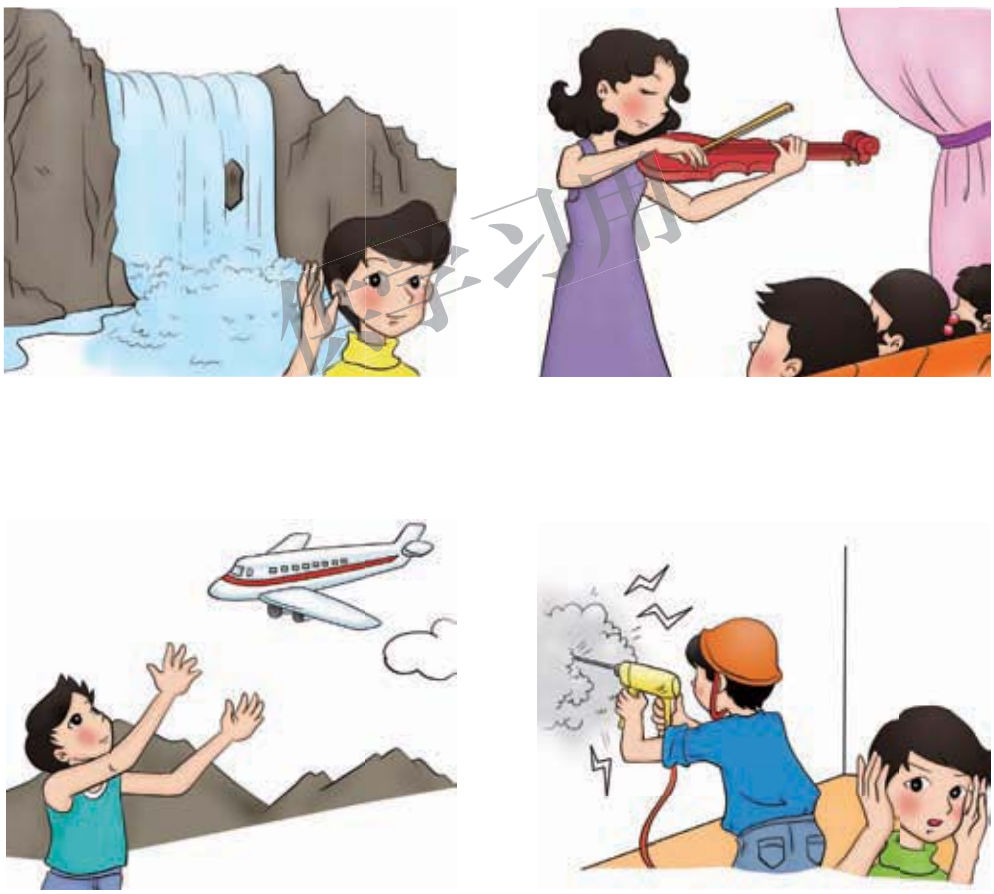


图 1-17　声音的世界

微信公众号：电子课本大全

实 验

如图 1-18 所示，用手触摸发声的音叉和喉头，你一定能感受到发声的音叉在振动，说话时喉头在振动；敲击鼓面，鼓面上的纸屑跳动，说明鼓面在振动；拨动琴弦，琴弦上的纸片跳动，说明琴弦在振动。



甲 用手触摸发声的音叉



乙 说话时用手触摸喉头



丙 敲响表面撒有纸屑的鼓



丁 拨动贴有纸片的琴弦

图 1-18 各种发声的物体

供学习用

大量事实和实验告诉我们，一切发声的物体都在做往复运动，这种运动叫作振动。声音是由物体的振动产生的。正在发声的物体叫作**声源**(sound source)。音乐会上正在演奏的钢琴、小提琴，节日里制造喜庆气氛的锣鼓都是声源。

振动的物体发出的声音是怎样传播的呢？

微信公众号：电子课本大全

实 验

在图 1-19 中的玻璃罩里放一个正在响的闹钟，在未抽气时大家可以听见闹钟的铃声。用抽气机逐渐抽去罩内的空气，铃声会有什么变化？说明了什么问题？



图 1-19 探究声音的传播

当罩内空气逐渐减少时，闹钟铃声逐渐变小；罩内空气十分稀薄时，几乎就听不到闹钟的铃声了。实验表明，闹钟铃声需要通过空气才能传播出去，真空不能传声。

想一想

除了像空气这样的气体能传播声音，固体和液体能传播声音吗？观察图 1-20 所示的情景，你能得出什么结论？



图 1-20

有经验的工人师傅检查机器时，常把金属棒的一端抵在机器上，另一端靠近耳朵，就可以听出机器各部分的零件是否正常工作；正在水中游泳的人也可以听到岸上的人的喊声。这些现象表明，不仅空气能传播声音，水、钢铁等其他物质也能传播声音。传播声音的物质叫作声音的**介质**(medium)。声音是靠介质传播的。

声音在介质中以波动的形式传播，叫作**声波**(sound wave)。声音在介质中传播的速度叫声速。声音在空气中的传播速度约为 340 m/s。一般情况下，声音在气体中的传播速度小于在液体、固体中的传播速度。表 1-8 是常温常压下声音在一些介质中的传播速度。

学习用

微信公众号：电子课本大全

表 1-8 常温常压下声音在一些介质中的传播速度

m/s

介 质	传播速度	介 质	传播速度
空 气	340	花岗岩	3 800
水	1 500	钢 铁	5 200
松 木	3 320	玻 璃	5 000～6 000

如果声音在传播过程中遇到障碍物，一部分声音会被反射回来，形成回声。一些松软多孔的物质还能吸收声音。声音在传播过程中的这些特性被广泛应用于生产、生活和科研实践中。例如，在音乐厅内采用适当的可吸音的装饰材料，可使人在欣赏音乐时获得更好的音响效果。

议一议

如图 1-21 所示，两名航天员在国际空间站外进行太空行走，他们能否像在地面上那样直接面对面交谈呢？如果能，说说理由；如果不能，请你想个办法让他们能够互相交流。



图 1-21

仅学习用

课后实践

1.下列说法正确的是（ ）。

A.一切发声物体都在振动

B.固体、液体、气体都能传播声音

C.航天员们在月球上也可以直接面对面相互交谈

D.音叉停止振动，仍有声音发出

2.下列关于声现象的说法正确的是（ ）。

A.悦耳动听的歌声是由歌唱家的声带振动发出的

B.声音传播需要介质，真空不能传声

C.声音在固体中的传播速度大于在空气中的传播速度

D.声音在各种介质中的传播速度是一样的

微信公众号：电子课本大全

3.如图 1-22 甲所示，敲响的音叉接触水面时能在水中形成波纹，说明声音是由于物体的_____产生的；如图 1-22 乙所示，鱼儿能听见拍手声，说明_____可以传声。



甲　　乙

图 1-22

4.人听到两个声音的间隔小于 0.1 s 时，便不能将两个声音区分开，这种现象称为“声觉暂留”。通常情况下，人要想听到自己发出的声音遇到障碍物被反射回来的回声，障碍物和人之间的最小距离是多少？

供学习用

知识窗

我国四大回音建筑

声音在介质中传播，当遇到障碍物后就会被反射回来。如果声音从传播出去到被反射回来所用的时间大于 0.1 s，那么人们就能听到回声。我国古代的建筑师们利用声音传播的这一特点，为我们留下了许多堪称奇观的声学建筑。北京天坛的回音壁、三音石和圜丘，河南省三门峡市宝轮寺的舍利塔(又称蛤蟆塔)，山西省永济市普救寺的莺莺塔，重庆市潼南县大佛寺的石琴并称为我国四大回音建筑。

北京天坛的回音壁是围绕在皇穹宇外的一道圆形围墙，墙壁表面致密而光滑，非常有利于声音反射。当一个人对着回音壁讲话时，声音会在回音壁上多次反射，传到站在回音壁另一侧附近的人的耳朵中。

微信公众号：电子课本大全

河南省三门峡市宝轮寺的舍利塔始建于唐朝。舍利塔塔内中空，塔檐上具有特殊的复杂结构。当游人离塔 10 m 左右时，或叩击石头，或拍打手掌，塔内就会传出类似蛤蟆“咕哇、咕哇”的叫声。叩石击掌越快、越响，蛤蟆的叫声就越逼真、越响亮，所以人们将其称为“蛤蟆塔”。



北京天坛回音壁



河南宝轮寺舍利塔



山西普救寺莺莺塔



重庆大佛寺石琴

图 1-23　我国四大回音建筑

山西省永济市普救寺莺莺塔的声学结构、声学特征与河南省宝轮寺的舍利塔相似。

大佛寺石琴位于重庆市潼南县大佛寺大佛阁右侧的一条上山石道中，从主洞口的第 4 级石阶起，直到第 19 级石阶，凡步履所及，都会发出悠扬婉转、音色颇似古琴的声音。其中以两侧岩壁最高处的七级石阶发声最响，古人称其为“七步弹琴”，并题有“石蹬琴声”四个大字。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

六、乐音和噪声

乐音及其三要素

想一想

弹奏不同的琴键，能够发出高低不同的声音。人的说话声、歌声，自然界一切发声物体发出的声音，都会有高有低。

声音的高低是由什么决定的呢？

供学习用

在图 1-24 中，纸片接触转速一定、齿数不同的齿轮，齿轮的齿数多，纸片振动得快，声音就尖细；齿数少，纸片振动得慢，声音就低沉。振动物体在一定时间内振动的次数与所用时间的比叫作频率。频率的单位是赫兹，简称赫，用符号 Hz 表示。1 Hz 表示物体在 1 s 内振动 1 次。

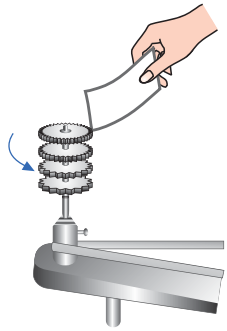


图 1-24　齿数越多，声音越尖细

我们把声音的高低叫作**音调(pitch)**。音调是由发声物体振动的频率决定的。频率高，音调就高，听起来尖细；频率低，音调就低，听起来低沉。

对于胡琴、吉他等弦乐器，当弦的粗细、长短和绷紧程度不同时，振动的频率就不同，因此可以发出不同音调的声音。我们可以用示波器来进行研究，如图 1-25 所示，用话筒接收音叉发出



图 1-25　用示波器显示声音的频率

微信公众号：电子课本大全

的声音，送到示波器中，示波器就可以将声音的频率显示出来。当使用不同的音叉发声时，示波器显示的波形就有所不同。声音的音调越高，示波器显示的波形就越密。

想一想

如图 1-26 所示，将直尺的一端紧压在桌面边缘，使其一部分伸出桌面。用手拨动直尺的端部，观察直尺的振动情况，并仔细听声音的强弱如何变化。声音的强弱与什么因素有关？

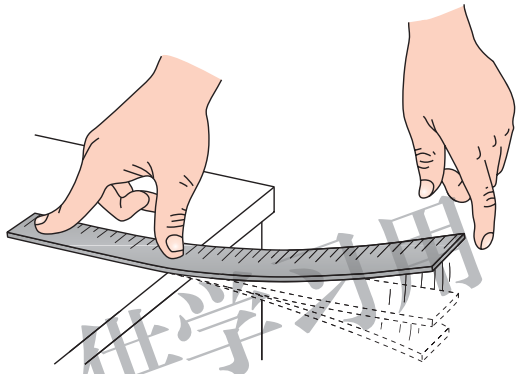


图 1-26 振动幅度越大，声音越强

供学习用

物理学上把声音的强弱称为**响度**(loudness)。响度与发声物体振动的幅度有关。振动物体离开平衡位置的最大距离叫作振幅。发声物体的振幅越大，响度越大。当用力敲鼓时，鼓面的振幅大，因此响度就大。

用不同的力度分别重拨和轻拨六弦琴的同一根琴弦，能听到强弱不同的声音，同时我们还可以看到琴弦振动的幅度不同。通过示波器可以更加直观、清晰地看到强弱不同的声音振幅之间的差别(图 1-27)。

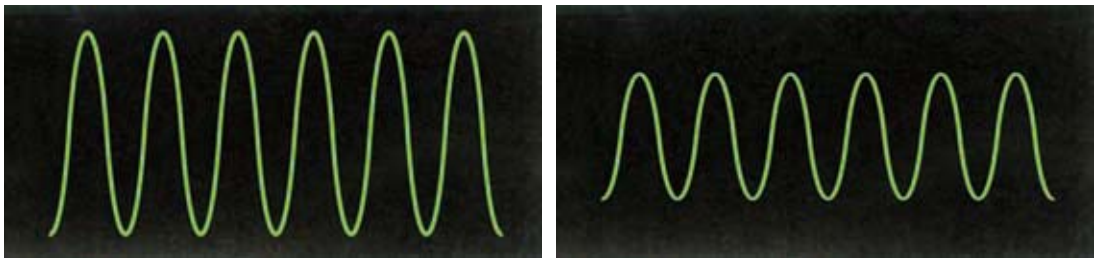


图 1-27 响度不同，振幅不同

微信公众号：电子课本大全

想一想

用二胡和小提琴分别演奏同一首乐曲，我们很容易就能分辨出是用哪种乐器演奏的。这是为什么？

用二胡和小提琴演奏同一首乐曲，尽管音调和响度可能一样，我们仍然能把这两种不同乐器发出的声音区分开。这是因为它们的**音色**(musical quality)不同。音色也叫音质或音品，是由发声物体的材料、形状等因素决定的。

用不同乐器演奏同一首乐曲时，我们可以通过示波器观察到它们的波形是不同的(图 1-28)。

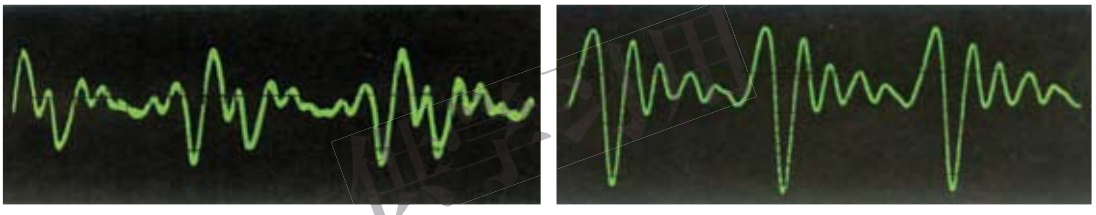


图 1-28　不同音色的波形不同

乐音(musical sound)的音调、响度、音色，称为乐音的三要素。

噪声及防治

从环境保护的角度来看，凡是会妨碍我们正常学习、工作和休息的声音，都是**噪声**(noise)。从物理角度来看，噪声一般是指发声物体做无规则振动时发出的声音。图 1-29 就是通过示波器显示的噪声波形图。



图 1-29　噪声的波形图

微信公众号：电子课本大全

想一想

图 1-30 是生活中一些常见的噪声，在你周围还有哪些噪声的来源？你知道噪声的危害和控制噪声的方法吗？



图 1-30 常见的噪声

供学习用

噪声会对人造成生理损伤，长期在噪声环境中工作，会引起听力损失或噪声性耳聋，甚至会导致神经衰弱、血压升高。噪声会造成不良的心理影响，分散注意力，降低学习和工作的效率。噪声已成为影响人们正常生活的一大公害。

声音的响度可以用声级来表示。声级的单位是分贝，符号是 dB。我们把人刚刚能听到的声音声级规定为 0 dB，15 dB～40 dB 是比较理想的生活环境，超过 70 dB，人就会心烦意乱，神经紧张，学习和工作效率下降。为了监控生活环境中噪声的情况，在一些居民小区或路口，安装了噪声检测和显示仪器(图 1-31)。表 1-9 是一些声音的声级。



图 1-31

微信公众号：电子课本大全

表 1-9　一些声音的声级

dB

声　音	声　级	声　音	声　级
火箭、导弹发射	150	大声说话	70
喷气式飞机起飞	140	一般说话	60
螺旋桨飞机起飞	130	图书馆、阅览室	40
电锯工作	110	理想的睡眠环境	30
嘈杂的马路	90	轻声耳语	20

噪声污染环境，对人体有害，但又不可避免。在现代化城市里，应该在保证工作正常需要的前提下，用最经济有效的方法把噪声降低到允许的范围内。对噪声的控制要从以下三个环节入手。

1.在源头处减弱噪声，如给机器加减震装置，给汽车加消声器。

2.在噪声传播路径上隔声、吸声、消声，如在公路、铁路旁和住宅区设置噪声隔离墙(图 1-32 甲)或植树。

3.避免射击、爆破等高分贝噪声直接传入人耳，如在这些场合戴上耳罩(图 1-32 乙)。

供学习用



甲



乙

图 1-32

表 1-10　我国政府制定的城市环境噪声标准

dB

适用范围	声　级	
	白　天	夜　间
特殊居民区	50	40
居民文教区	55	45
商业中心区	60	50
工业集中区	65	55
交通干线两侧	70	60

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.如图 1-33 所示，把橡皮筋绷在直尺上，用两支铅笔将橡皮筋垫起。分别改变橡皮筋的绷紧程度、铅笔之间的距离、拨动橡皮筋的幅度，听一听拨动橡皮筋产生的声音的音调、响度有什么变化。

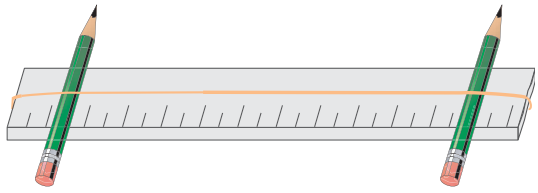


图 1-33　声音的音调和响度

2.朋友打来电话时，凭声音就能知道对方是谁，这是为什么？

3.调节收音机的音量旋钮是在调节声音的_____。能够辨别不同类型的乐器声，主要是由于它们的_____不同。

4.调查学校(或社区)附近的噪声污染情况及采取的防护措施，并提出进一步减少噪声污染的建议。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

七、超声波及其应用

想一想

夜间出来觅食的蝙蝠不是用眼睛“看到”前方的食物或障碍物，而是用声波来判断前方的情况，并由此来改变飞行线路的。人类能听到蝙蝠发出的声波吗？



图 1-34　蝙蝠觅食

供学习用

物体振动发出的声音的频率范围是很宽的。其中，能引起人的听觉的声音频率在 20 Hz～20 000 Hz 范围内。频率高于 20 000 Hz 的声波叫**超声波**(supersonic wave)；频率低于 20 Hz 的声波叫**次声波**(infrasonic wave)。

人的耳朵听不到超声波，也听不到次声波。人的发声系统也发不出超声波和次声波。但在自然界中，有一些动物对声音的敏感程度大大超过人类。如我们熟知的狗，既能听到超声波，也能听到次声波。

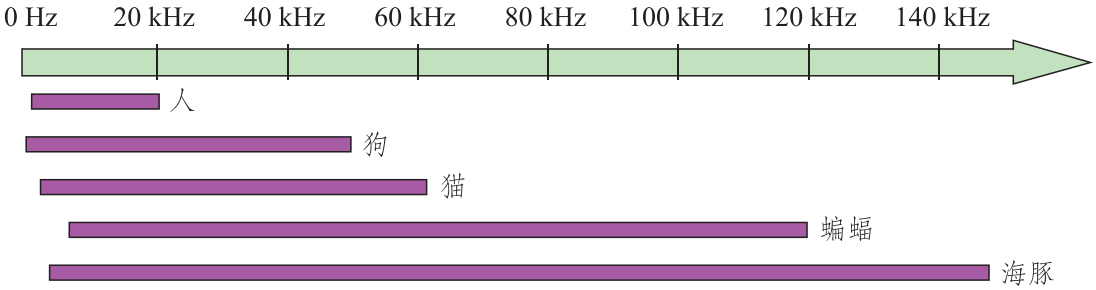


图 1-35　人和一些动物的听力范围

超声波和次声波都具有传播性能好的特点。超声波由于频率高，还具有能量大，易透射、折射和反射，对人体危害性小等优点。

微信公众号：电子课本大全

随着科技和社会的发展，超声波已被广泛应用于各个领域。

在工业上，可利用超声波对金属构件进行检测。通常，均匀材料中存在的缺陷将造成材料的不连续，这种不连续往往会导致一些物理特性的不一致。超声波在两种物理特性不同的介质的界面处会发生反射，通过接收反射回来的能量和相关物理特性的信号可以检测金属的内部情况(图 1-36)。



图 1-36　超声波检测

供学习用

在农业上，对种子、作物进行超声处理，消毒杀菌，有利于种子的发芽和作物的生长。当超声波射到浸泡在水中的种子上时，会对种子产生一种类似摩擦的作用，大大提高种子皮的透水性和透气性，种子就能提前发芽。同时，超声波能促使种子内储存的淀粉、脂肪和蛋白质更好地溶解于水，变成易被种胚吸收的养料，使幼苗茁壮成长。超声波还能杀死潜伏在种子上的某些病菌和虫卵。此外，超声波雾化技术已被广泛应用于温室无土栽培中，可以增加温室内的湿度，提高作物的产量(图 1-37)。



图 1-37　利用超声波雾化技术进行温室无土栽培

微信公众号：电子课本大全

在医学上，超声波(B 型超声)检查已成为临床医学中不可缺少的诊断方法(图 1-38)。医生把能发射超声波的探头放在患者体表的适当位置，让超声波在人体内传播。当某脏器发生病变时，反射回来的信号与正常情况不同。医生就可据此诊断该脏器是否发生了病变，并可分析病变的性质，从而确定治疗方案。另外，超声波碎石已经广泛应用于临床治疗当中。

在工程与海洋开发方面，超声波探测已成为海洋开发的重要手段(图 1-39)。超声波在水中能按一定方向沿直线传播几十千米，甚至几百千米。当遇到障碍物时就会有一部分超声波被反射回来。人们根据回声信号就可以确定目标的距离和方位。声呐就是利用超声波对水下目标进行探测、定位，并与水下目标通信的电子设备。



图 1-38　超声波医学检查



图 1-39　海洋探测

供学习用

议一议

图 1-40 是超声波在日常生活中的应用，你还能举出哪些超声波应用的实例？



超声波清洗器



超声波加湿器

图 1-40　生活中的超声波应用

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.在图 1-39 所示的海洋探测中，利用超声波测量海洋的深度，从发出信号到接收信号共需 3.6 s。请计算测量处海洋的深度。(超声波在海水中传播的速度按 1 500 m/s 计算)

2.我国研制的“蛟龙”号载人潜水器(图 1-41)，在太平洋马里亚纳海沟的下潜深度已突破 7 000 m。如果在潜水器正上方的海面利用超声波探测此时潜水器的位置，从发出信号到接收信号至少需要多长时间？



图 1-41 “蛟龙”号载人潜水器

3.查询 B 型超声检查的相关知识，与同学进行交流。

微信公众号：电子课本大全

课外探究

水 杯 琴

向水杯中倒入不等量的水，用筷子敲击水杯时就能发出音调高低不同的声音。如果能知道水量和音调的关系，你就可以制作一组美妙的“水杯琴”。

一、问题

音调与水杯中水量的多少有什么关系？

二、设计

用同样大小的力敲击水量不同的杯子，仔细听发出声音的音调变化情况，并将实验结果记录下来。

三、材料和工具

6～8 个规格相同的空玻璃杯、筷子、刻度尺、水。

四、步骤

1.将准备好的空玻璃杯放在水平桌面上，排成一排。

2.分别向杯中倒入不等量的水，使杯中水面的高度依次增加，用刻度尺测量水面距杯底的高度。

3.用筷子以同样大小的力依次敲击玻璃杯侧壁的相同位置(距杯口约 1 cm、且在水面以上的部位)，仔细听发出声音的音调变化情况，并将其记录下来。



供学习用

微信公众号：电子课本大全

五、分析讨论

1.为什么每次敲击要用同样大小的力，且要敲击杯子的同一位置？

2.你听到的声音音调是如何变化的？水量越多，声音的音调是越高还是越低？

3.“水杯琴”的音调还可能与哪些因素有关？

六、进一步探索

1.“水杯琴”的音调与液体的性质、种类有没有关系？如果换用温度不同的水进行实验，实验结果有变化吗？换用浓度不同的盐水或糖水，实验结果又会有什么不同？

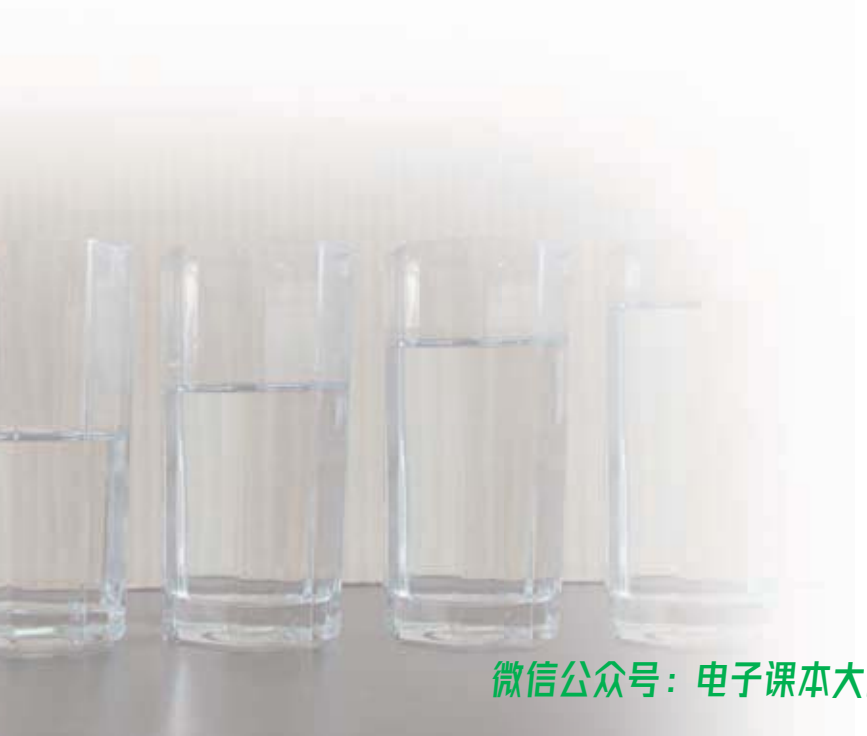
2.敲击玻璃杯的不同位置，声音的音调是否相同？敲击水面之上的部位和水面之下的部位，声音的音调有什么差异呢？

3.改用勺子或叉子敲击玻璃杯，音调又有什么变化？

4.“水杯琴”的音调与杯子的形状有没有关系？换用相同规格的玻璃瓶进行实验，实验结果有什么变化？

5.你能调整杯中的水量，利用它们演奏出一首简单的乐曲吗？

供学习用



微信公众号：电子课本大全

第二章 DIERZHANG
质量和密度



非学习用

宇宙中的太阳、月亮，地球上的高山、大海，以及人类生存需要的生活用品……一切物体都是由物质组成的。质量和密度是物体的重要属性，并且与物体的运动及其变化有关。在研究运动和力的关系之前，先让我们认识物体的质量和物质的密度吧！

微信公众号：电子课本大全

一、质量及其测量

想一想

观察图 2-1，一杯水和一桶水哪个所含的水多？一根铁钉和一座钢铁大桥哪个所含的铁少？

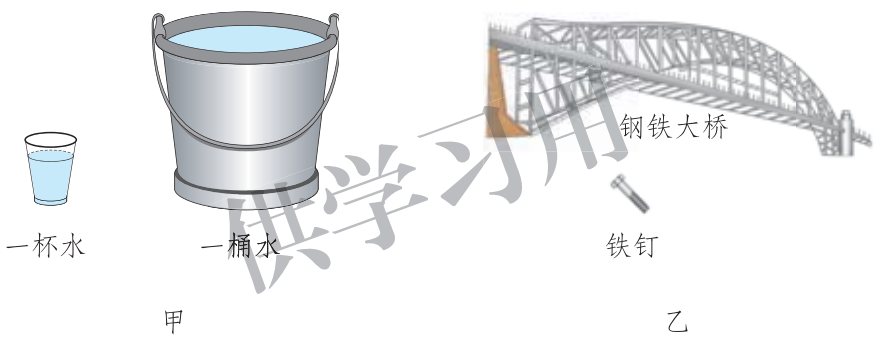


图 2-1　物体所含物质的多少

图 2-1 中，一桶水比一杯水所含的水多，一根铁钉比一座钢铁大桥所含的铁少。我们把某种物体所含物质的多少叫作该物体的**质量**(mass)。在国际单位制中，质量的单位是千克，用符号 kg 表示。除此之外，质量的单位还有吨(t)、克(g)、毫克(mg)、微克(μg)等，它们之间的换算关系是

$$1\ \mathrm{t} = 10^3\ \mathrm{kg},\qquad 1\ \mathrm{kg} = 10^3\ \mathrm{g},$$
$$1\ \mathrm{g} = 10^3\ \mathrm{mg},\qquad 1\ \mathrm{mg} = 10^3\ \mu\mathrm{g}。$$

物体的质量不随形状、状态和位置的改变而改变。把一块铁压成铁片，把一块冰化成水，把一台摄像机带到“天宫”一号上去，它们的质量都不会改变。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

相关链接

千克是怎样规定的

千克最初是用国际千克原器来定义的，国际千克原器是一个用铂铱合金制成的底面直径为 39 mm、高为 39 mm 的圆柱体。2018 年第 26 届国际计量大会决定更新1 kg的定义为“对应普朗克常量为 6.626 070 15 × 10^{-34} J•s 时的质量单位”。新的定义于 2019 年 5 月 20 日起正式生效。

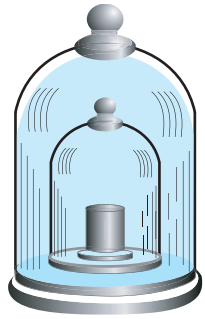


图 2-2　国际千克原器

表 2-1 列出了一些物体质量的近似值。根据哈密瓜和 1 张 A4 打印纸的质量，估计一下你的书包和物理课本的质量。

表 2-1　一些物体质量的近似值

kg

物　体	质　量	物　体	质　量	物　体	质　量	物　体	质　量
太　阳	2.0×10^{30}	犀　牛	2×10^{3}	初中生	35～55	鸡　蛋	0.06
地　球	6.0×10^{24}	绵　羊	50～80	哈密瓜	5	1 张 A4 打印纸	0.004

供学习用

议一议

图 2-3 是常用的测量质量的工具，你还见过哪些测量质量的工具？如何正确使用这些工具测量物体的质量？



托盘天平



台秤

图 2-3　一些测量质量的工具

微信公众号：电子课本大全

托盘天平是实验室常用的测量质量的工具，它的结构和各部件的名称如图 2-4 所示。

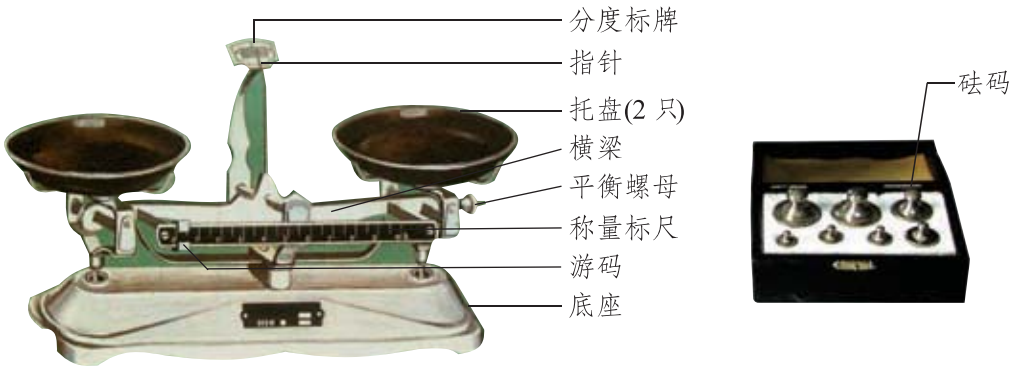


图 2-4　托盘天平

使用前要调节托盘天平，使其处于水平平衡状态。调节的方法是：

1.把托盘天平放置在水平桌面上易于操作的地方。

2.用镊子把游码轻轻拨至标尺左端零刻度线处。

3.调节平衡螺母使横梁水平平衡。横梁水平平衡的标志是指针在中央刻度线两侧摆动幅度基本相同，或者静止在中央刻度线上。

使用托盘天平测量物体质量的方法是：

1.把待测物体轻放在左盘中。

2.估计待测物体质量的大小，用镊子夹取适当的砝码轻放在右盘中。

3.用镊子轻轻拨动游码，待横梁水平平衡时，把砝码质量数和游码在标尺上的读数相加，计算出物体的质量。读数时，应读到称量标尺上分度值的那一位。

提个醒

使用托盘天平的注意事项：

1.被测物体的质量不能超过托盘天平的最大称量值。

2.加减砝码时要使用镊子，砝码要轻拿轻放，不能用手接触砝码，砝码用完后要及时放回盒中。

3.潮湿的物体和化学药品不能直接放到托盘中，应先在托盘中垫上一张称量纸。

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

相关链接

在日常生活中经常见到有人使用一种小弹簧秤“称物体的重量”，同样可以读出物体的质量是多少克或多少千克。弹簧秤是测量物体质量的工具吗？你将在后面的学习中了解其中的原理，你也可以通过互联网或到图书馆去查找有关资料。

课后实践

1.完成下列单位换算。

(1) 15 t＝_____ kg。

(2) 1.2×10^3 g＝_____ kg。

2.把一块铁压成铁片，_____改变，_____不变；把一块冰融化成水，_____改变，_____不变；一个铁锤，无论放在地球上什么地方，质量_____。可见质量不随物体的_____、_____、_____而改变。

3.在下列情况中，物体或人的质量发生改变的是(　　)。

A.一瓶矿泉水冻成冰

B.航天员乘坐“神舟”十号飞向太空

C.将一块铜锭拉制成一卷铜丝

D.将铅笔削短

4.托盘天平是测量物体_____的仪器。使用前，应先把托盘天平放在_____上，把游码放在标尺左端的_____处，调节横梁上的_____，使横梁_____。称量时，左盘放_____，右盘放_____，通过加减砝码和移动_____，直到横梁再次水平平衡。最后计算出物体的质量。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、学生实验：测量质量

实验目的

1.学习托盘天平的调节和使用方法。

2.学习用托盘天平测量固体和液体的质量。

实验器材

托盘天平和砝码、铝块、铁块、小水杯、水。

实验指导

实验前首先要明确实验目的。根据实验目的，制订相应的实验计划，并设计实验数据记录表。

另外，测量液体的质量时需要先测量空容器的质量，再测量容器和液体的总质量，减去空容器的质量后才是所测量的液体的质量。

供学习用

实验步骤与内容

检查实验器材，准备完毕后，按下列步骤进行实验。

1.调节天平，使天平处于水平平衡状态。

2.测量固体的质量。

用天平测量铝块的质量 $m_{铝}$、铁块的质量 $m_{铁}$。至少分别重复测量三次，将数据记录在表格中，计算 $m_{铝}$、$m_{铁}$ 的平均值。

3.测量液体的质量。

在测量水(或其他液体)的质量时，先测小水杯的质量 m_1，然后向小水杯中倒入半杯左右的水，再测水和小水杯的总质量 m_2，m_2-m_1 就是所测量的水的质量 $m_{水}$。在测量 m_1、m_2 时，至少分别重复测量三次，将数据记录在表格中，计算 m_1、m_2 的平均值。

微信公众号：电子课本大全

实验记录

将测量及计算结果填写在表 2-2 中。

表 2-2　用天平测量物体的质量

g

测量次数	铝块的质量 $m_{铝}$	铁块的质量 $m_{铁}$	小水杯的质量 m_1	水和小水杯的总质量 m_2	水的质量 $m_{水}$
1					
2					
3					
…					
平均值					

课后实践

供学习用

1.关于托盘天平的使用，下列说法正确的是（　　）。

A.把已调节好的天平移到另一处使用，不需要重新调节

B.判断天平横梁是否平衡时，一定要等到指针完全静止下来

C.从砝码盒中取用砝码时，必须用镊子夹取

D.天平横梁平衡后，托盘可以互换

2.调节托盘天平横梁时，应先将游码放在_____；用已调好的天平测量时，发现指针静止在分度盘左侧，要使天平平衡，则应_____右盘中的砝码或将游码向_____移动。

3.有一箱铁钉，净质量为 25 kg，但不知道箱内的铁钉有多少颗。你能用托盘天平“称”出铁钉的数量吗？写出你的测量方案。测量结果和实际情况相比能一颗不差吗？

4.利用互联网查询有关质量测量工具的资料，和其他同学交流你的查询结果。

微信公众号：电子课本大全

知识窗

巧妙的测量

你能用尺子测量物体的质量，或者用天平测量物体的长度吗？

如果有一捆质量待测的铁丝，我们手边只有天平和刻度尺，天平的称量范围远小于这捆铁丝的质量，怎么测量呢？可以先用天平和刻度尺测量一段铁丝的质量和长度，算出单位长度铁丝的质量，再用刻度尺测量出这捆铁丝的总长度，就可以算出铁丝的总质量。这样就用尺子“量”出了铁丝的质量。



图 2-5　巧妙的测量

这种测量方法在生产、生活中非常实用。在建筑工程中，需要用到很多钢材，工人师傅可以事先把单位长度钢材的质量测出来，印在手册上。需要测量钢材的质量时，只要用卷尺测量出它们的长度，再查阅手册找到相应的数值，就可以计算出钢材的质量。

有些很长的细漆包线，测量它的长度是一件很麻烦的事情。根据同样的道理，只要用天平和刻度尺测量出一段漆包线的质量和长度，再测量漆包线的总质量，就可以算出它的总长度了。也就是说，用天平能“量”出长度。

用天平同样也可以“量”面积。如果你想知道我国各省(直辖市、自治区)的面积，可以把地图贴在均匀的纸板上，把不同地区分别剪开，先测量出单位面积的纸板质量，再测量出代表不同地区的纸板质量，就能大致计算得出各省(直辖市、自治区)的面积了。

微信公众号：电子课本大全

三、物质的密度及其应用

想一想

如图 2-6 所示，在生活中，我们常常见到有些物体的体积相同，但质量不同；有些物体的体积虽不同，但质量却相同。这是为什么？

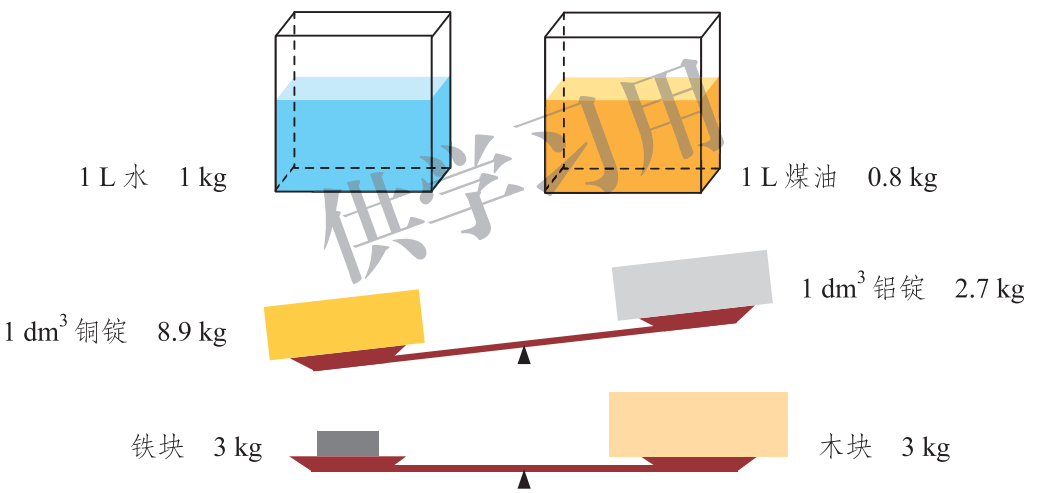


图 2-6　不同物体的体积与质量

物体的体积与质量之间有什么内在联系？

大量实验表明，由同一种物质组成的物体，质量与体积的比通常是一个常量。它反映了物质固有的一种性质，不同物质质量与体积的比一般不同。

在物理学中，我们把**某种物质的质量与体积的比叫作这种物质的密度**(density)。用 m 表示质量，V 表示体积，ρ 表示这种物质的密度，则

$$\rho = \frac{m}{V}。$$

供学习用

微信公众号：电子课本大全

密度的单位是千克/米^3，读作“千克每立方米”，符号是 kg/m^3。密度的单位有时也用克/厘米^3，符号是 g/cm^3。它们的换算关系是

$$1\ \mathrm{g/cm^3} = 10^3\ \mathrm{kg/m^3}。$$

如表 2-3、表 2-4、表 2-5 所示是一些物质的密度。

表 2-3　在常温常压下一些固体的密度

kg/m^3

物　质	密　度	物　质	密　度
铂	21.5×10^3	铝	2.7×10^3
金	19.3×10^3	花岗岩	$(2.6\sim2.8) \times 10^3$
铅	11.3×10^3	玻　璃	$(2.4\sim2.8) \times 10^3$
银	10.5×10^3	混凝土	2.2×10^3
铜	8.9×10^3	冰	0.9×10^3
钢、铁	7.9×10^3	石　蜡	0.9×10^3
铸　铁	7.0×10^3	干松木	0.5×10^3

供学习用

表 2-4　在常温常压下一些液体的密度

kg/m^3

物　质	密　度	物　质	密　度
汞	13.6×10^3	柴　油	0.85×10^3
硫　酸	1.80×10^3	煤　油	0.80×10^3
海　水	1.03×10^3	酒　精	0.80×10^3
纯　水	1.00×10^3	汽　油	0.71×10^3

表 2-5　在温度为 0 ℃，压强为 1.01×10^5 Pa 时一些气体的密度

kg/m^3

物　质	密　度	物　质	密　度
氯	3.21	一氧化碳	1.25
二氧化碳	1.98	甲　烷	0.72
氧	1.43	氦	0.18
空　气	1.29	氢	0.09

微信公众号：电子课本大全

密度知识广泛应用于日常生活、工农业生产、国防和科研中。

根据密度的定义，在密度、质量、体积三个物理量中，知道其中任意两个，就可以求出第三个。因此，利用密度知识可以鉴别物质，可以计算某些很难称量的物体的质量或形状比较复杂的物体的体积，也可以判断物体中所含物质的成分。

例题 1 体育课上用的“铅球”，质量为 4 kg、体积为 0.57 dm^3，这个“铅球”是用纯铅做的吗？

分析 要知道“铅球”是否是用纯铅做的，可以用题目提供的条件，质量为 4 kg、体积为 0.57 dm^3 (换算为 0.000 57 m^3)，求出它的密度，再与金属铅的密度进行比较。

解 根据密度公式

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{4\ \text{kg}}{0.000\ 57\ \text{m}^3}\approx 7.02\times10^3\ \text{kg/m}^3\ 。$$

由表 2-3 可知，铅的密度是 $11.3\times10^3\ \text{kg/m}^3$。可见这个“铅球”不是用纯铅做的。

答 这个“铅球”不是用纯铅做的。

例题 2 天安门广场(图 2-7)的面积为 $4.4\times10^5\ \text{m}^2$。如果其中有 80% 的地面需要铺设厚度为 0.20 m 的花岗岩地面砖，共需要多少千克花岗岩地面砖？



图 2-7 天安门广场

分析 通过表 2-3 可知，花岗岩的密度是 $(2.6\sim2.8)\times10^3\ \text{kg/m}^3$，我们假设天安门广场使用的是密度为 $2.7\times10^3\ \text{kg/m}^3$ 的花岗岩。根据面积和厚度，可以计算出需要的地面砖的体积，根据密度公式可以求出它的质量。

解 花岗岩地面砖的总质量为

$$\begin{aligned}m&=\rho V\\&=2.7\times10^3\ \text{kg/m}^3\times4.4\times10^5\ \text{m}^2\times0.20\ \text{m}\times80\%\\&\approx1.90\times10^8\ \text{kg}。\end{aligned}$$

答 共需花岗岩地面砖约 1.90×10^8 kg。

优学习用

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.下列说法正确的是(　　)。

A.体积大的物体，其质量一定大

B.体积大的物体，其密度一定小

C.密度大的物体，其体积一定小

D.铁锤和铁钉的密度都一样

2.一瓶 550 mL 的纯净水，质量是多少千克？汽车在加油站加汽油 40 L，汽车的质量增加了多少？

3.木块的密度为 0.5×10^3 kg/m^3，蜡块的密度为 0.9×10^3 kg/m^3，它们的体积相等，若木块质量是 20 kg，则蜡块质量是多少千克？

4.一捆裸铝线的质量为 16.2 kg，横截面积是 3 mm^2。利用密度公式计算这捆铝线的长度。

供学习用

知识窗

密度中的“大王”

在地球上，目前已经发现了 100 多种元素。在这些元素中，密度最大的是金属锇，达到 22.6×10^3 kg/m^3。锇能否被称为“密度大王”呢？不能！宇宙中有一种白矮星，它的密度是水的密度的几万倍。我们可以想象，白矮星上一块像栗子那么大的物体，其质量会比机车还大。尽管如此，白矮星也还算不上“大王”，还有一种称为“中子星”的天体，它的密度高达 10^{20} kg/m^3。但中子星的密度还是比“黑洞”的密度小。这样一来，宇宙中的“密度大王”应该算是黑洞了。

微信公众号：电子课本大全

四、学生实验：测量密度

实验目的

1.学习量筒、量杯的使用方法。
2.测量金属块、石块、食盐水、水的密度。
3.通过实验，进一步理解密度的概念。

实验器材

量筒、量杯、托盘天平、砝码、刻度尺、金属块 2 块(材料不同的规则长方体)、石块 2 块、棉线、烧杯、食盐水和水。

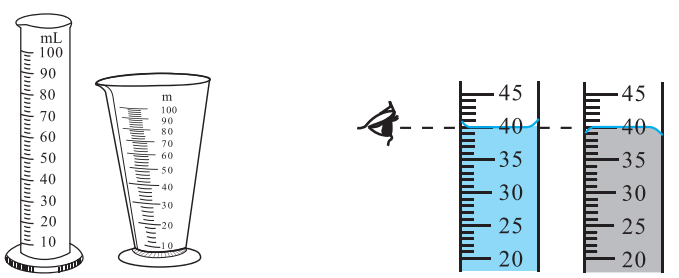
供学习用

实验原理

根据密度的概念，只要测量出某种物质的质量和体积，通过密度公式 $\rho=\frac{m}{V}$ 就可以计算出这种物质的密度。

实验指导

如图 2-8 甲所示，量筒、量杯上标有刻度，刻度的单位是 mL。不同容量的量筒(或量杯)的分度值不同。读数时视线要与凹形液面的底相平，或与凸形液面的顶相平(图 2-8 乙)。



甲　　乙

图 2-8　量筒、量杯及读数方法

微信公众号：电子课本大全

由于石块的形状不规则，不能用刻度尺直接测量它的长、宽、高来计算它的体积。我们可以利用量筒测量它排开水的体积，间接得出它的体积。

如图 2-9 所示，在量筒中倒入适量的水，记录下量筒的示数 V_1。用棉线拴住待测的石块使其没入水中，记录下这时量筒的示数 V_2。$V = V_2 - V_1$ 就是石块的体积，单位是 cm^3。

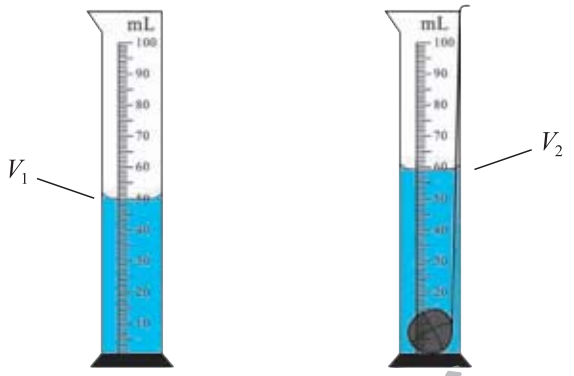


图 2-9 排水法测体积

供学习用

实验步骤与内容

1.本实验将测量金属块、石块、食盐水、水的密度，为记录实验数据，需要设计实验记录表格。

2.用托盘天平分别测量出 2 块金属块、2 块石块的质量，测量出不等量的 2 份食盐水、2 份水的质量，将数据记录在表格中。

3.用刻度尺分别测量出 2 块金属块的长、宽、高，计算其体积，将数据记录在表格中。

4.用量筒分别测量出 2 块石块的体积，将数据记录在表格中。

5.用量筒分别测量出已测量过质量的食盐水和水的体积，将数据记录在表格中。

6.根据密度的概念，计算出各种物质的质量与体积的比(质量/体积)并填写在表格中。

实验记录

将测量及计算结果填写在表格中。

微信公众号：电子课本大全

表 2-6　测量金属块的密度

	质量 m / g	长 a / cm	宽 b / cm	高 c / cm	体积 V / cm^3	密度 ρ / (kg/m^3)
第一块						
第二块						

表 2-7　测量石块的密度

	质量 m / g	水的体积 V_1 / cm^3	石块和水的总体积 V_2 / cm^3	石块的体积 V / cm^3	密度 ρ / (kg/m^3)
第一块					
第二块					

表 2-8　测量水的密度

	空烧杯的质量 m_1 / g	烧杯和水的总质量 m_2 / g	水的质量 m / g	水的体积 V / cm^3	密度 ρ / (kg/m^3)
第一次					
第二次					

请仿照表 2-8，设计测量食盐水密度的数据记录表格。

供学习用

实验反思

1.在小组内交流实验结果，比较各组测量值之间的差异。

2.分析造成差异的原因，提出改进的方法。

课后实践

1.下面是某同学测量不规则小石块密度的实验步骤：

A.用细线将小石块拴好轻轻放入量筒内，使其没入水中，测出水和小石块的总体积 V_2

B.计算小石块的密度

C.在量筒中倒入适量的水，测出水的体积 V_1

D.用天平测出小石块的质量 m

微信公众号：电子课本大全

请你按正确的操作顺序帮他重新排列实验序号：_____。

小石块的体积：V＝_____。小石块的密度：ρ＝_____。

2.为鉴别某金属块(该金属不与水发生反应)的材料，先将该金属块放在调好的托盘天平上，测出它的质量，然后将它放进盛有水的量筒内，测出它的体积。

在具体测量过程中，托盘天平平衡时右盘中的砝码及游码的示数和量筒中水面的先后位置如图 2-10 所示。该金属块的质量是_____ g，它的体积是_____ cm^3，算出它的密度后查表 2-3 可知该金属可能是_____。

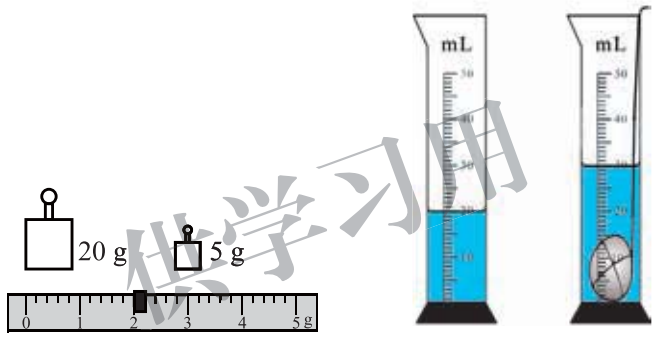


图 2-10

3.找一块硬泡沫塑料，把它裁切成规则的立方体。先测量它的体积，再测量它的质量，求出它的密度后，与一些固体和液体的密度进行比较。

4.现有一只空瓶、水、待测液体、天平和砝码。欲测出待测液体的密度，请你完成下列内容：

(1)写出主要实验步骤及所要测量的物理量(用字母表示)；

(2)待测液体密度的表达式：_____。

5.观察量杯的刻度是否均匀，并说明原因。

微信公众号：电子课本大全

第三章 DISANZHANG
运动和力


世学习用

由于地球的吸引，人在地球上受到重力的作用。航天员在太空中时，还受到地球的吸引作用吗？当航天员在太空中行走时，他又处于一种怎样的运动状态呢？

微信公众号：电子课本大全

一、力

“力”这个词对我们来说并不陌生，我们随时随地都能感受力的存在。刷牙、吃饭、投篮球、骑自行车、写字……我们做这些事情时都在用力。

想一想

观察图 3-1 所示的情景，这其中都有力的作用，你能说出它们有什么共同特点吗？

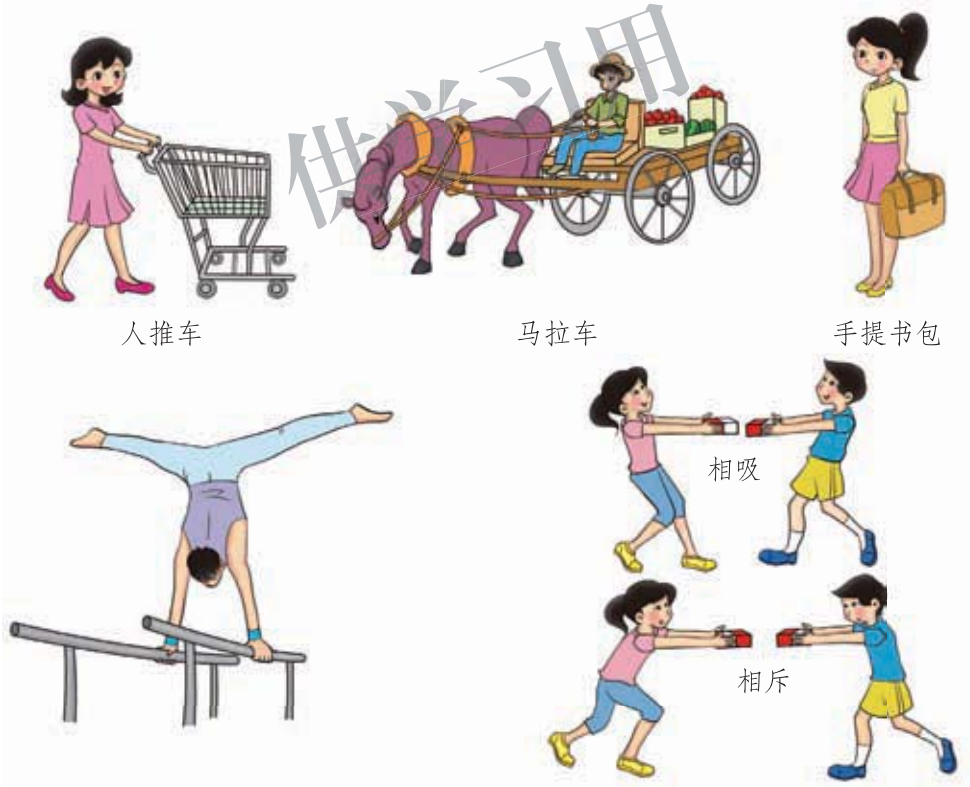


图 3-1　物体间的相互作用

供学习用

微信公众号：电子课本大全

人推车、马拉车、手提书包、人压双杠以及两磁铁间的相互吸引与排斥，都是一个物体对另一个物体的作用。我们把这种一个物体对另一个物体的作用叫作**力**(force)。

力一般用字母 F 表示。在国际单位制中，力的单位是**牛顿**(newton)，简称牛，用符号 N 表示。

1 N 的力有多大呢？一个小苹果放在手中静止时，对手的压力约为 1 N。一名普通的中学生站在地面上，对地面的压力约为 500 N。

力是一个物体对另一个物体的作用，因此力不能脱离物体而独立存在。同时，物体间力的作用是相互的。当甲、乙两物体相互作用时，甲对乙有力的作用，甲是施力物体，乙是受力物体；乙对甲也有力的作用，甲是受力物体，乙是施力物体。



图 3-2　感受力的大小

供学习用

力的作用效果

议一议

人是通过力的一些作用效果认识到力的存在的。你是根据什么来判断图 3-3 所示的四个情景中物体的受力情况的？你能说出各个力有怎样的作用效果吗？



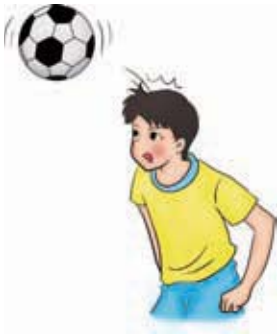
篮球被投出



垒球被接住

图 3-3 甲

微信公众号：电子课本大全



足球被顶回去



拉力器被拉开

图 3-3 乙

以上现象中，篮球由静止开始运动，垒球由运动到静止，足球改变运动方向，它们的运动状态都发生了改变；橡皮筋在拉力的作用下，形状发生了改变。可见，力可以使物体的运动状态发生改变，也可以使物体发生形变。

物体由静止到运动、由运动到静止，以及物体运动快慢和方向的改变，都是物体的运动状态发生了变化。

供学习用

力的三要素

想一想

我们每天都会打开或关闭教室或房间的门窗，你是否想过，要打开或关闭门窗，怎样用力更方便呢？用扳手拧螺母，手要握在扳手手柄的远端，这是为什么呢？



甲



乙



丙

图 3-4 影响力的作用效果的因素

微信公众号：电子课本大全

生活经验告诉我们，在门窗的把手(即远离转轴的一侧)处用力，开关门窗是最省力的；在扳手手柄的远端用力，可以用较小的力拧动螺母。可见，力的作用效果与力的大小、方向、作用点有关。

我们把力的大小、方向和作用点叫作**力的三要素**。

我们可以用一根带有箭头的线段形象地描述力的三要素。其中线段的长度表示力的大小；箭头的方向表示力的方向；线段的起点表示力的作用点。这种用图示形象地表示力的三要素的方法，叫作力的图示法。

在不需要严格地按照力的图示法表示力的情况下，也可以用只带箭头的线段表示力的方向和作用点，叫作力的示意图。

一辆小车受到水平向右、大小为 40 N 的拉力作用。图 3-5 甲是用力的图示法表示这个力，图 3-5 乙是这个力的示意图。

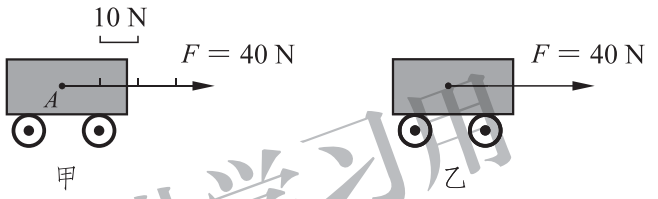
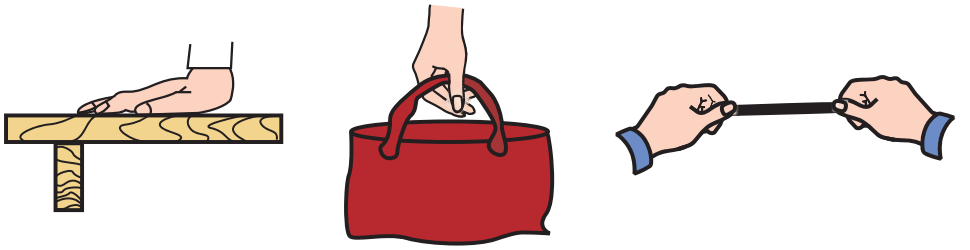


图 3-5 力的图示和力的示意图

供学习用

课后实践

1.观察图 3-6 所示的情景，你可以得出对力的哪些认识？



手对桌子有力的作用，桌子也对手有力的作用

手向上提包，包也向下拉手

手拉橡皮筋，橡皮筋也拉手

图 3-6

微信公众号：电子课本大全

2.指出图 3-7 中力的三要素。

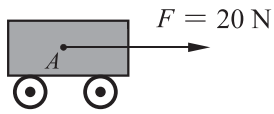


图 3-7

作用点_____，力的大小_____，力的方向_____。

3.如图 3-8 所示，对物体的拉力最大的是 (　　)。

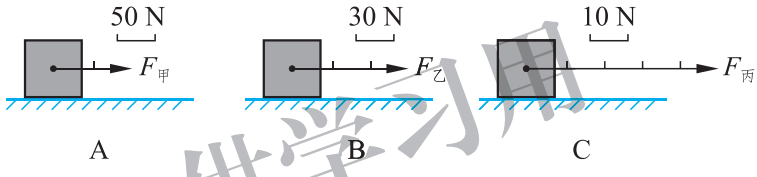


图 3-8

4.小明用 100 N 的拉力，作用在小车上的 A 点，沿与水平方向成 30° 角斜向右上方拉车，请在图 3-9 中画出此拉力的示意图。

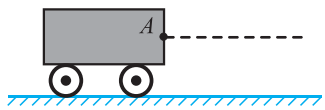


图 3-9

供学习用

二、力的测量

弹　力

想一想

如图 3-10 所示，用手分别按一下橡皮泥和被吹鼓的气球，它们的表现有什么不同？用手分别拉柔软的面条和橡皮筋，它们的表现又有什么不同？



按橡皮泥　　按压气球　　拉面条　　拉橡皮筋

图 3-10　生活中的形变

仅学习用

橡皮泥、面条等物体发生形变后，不能自动恢复原来的形状，这种形变叫作塑性形变。被吹鼓的气球、橡皮筋等物体发生形变后，能自动恢复原来的形状，这种形变叫作弹性形变。

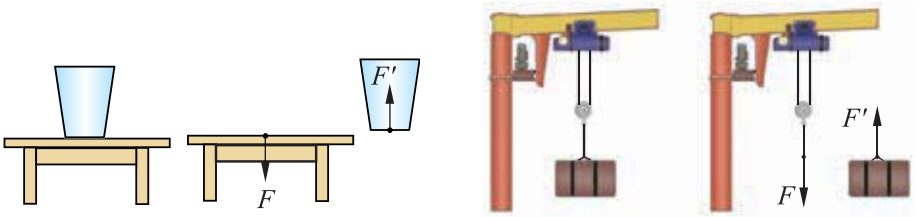
发生了弹性形变的物体，由于要恢复原来的形状，对跟它接触的物体会产生力的作用，这种力叫作**弹力**(elastic force)。

有些物体(如桌面、绳子等)受力时也会发生形变，只是用肉眼不易观察，因此，与它们接触的物体也会受到弹力。所以说，弹力是一种很常见的力，平时所说的支持力、压力、拉力、推力等都属于弹力。

微信公众号：电子课本大全

议一议

在图 3-11 所示的情景中，水杯放在水平桌面上静止时，水杯对桌面有压力，桌面对它有支持力；货物被钢丝绳悬吊在空中，货物与钢丝绳之间有拉力的作用。这些压力、支持力和拉力的方向是怎样的呢？



甲　相互作用压力的方向　　乙　相互作用拉力的方向

图 3-11　弹力的方向

弹力的方向总与引起弹性形变的外力的方向相反，其作用点在相互作用的两物体的接触面上。

供学习用

测力计

在图 3-12 所示的情景中，手对弹簧的拉力或压力大小不同时，弹簧长度的改变量有什么不同？

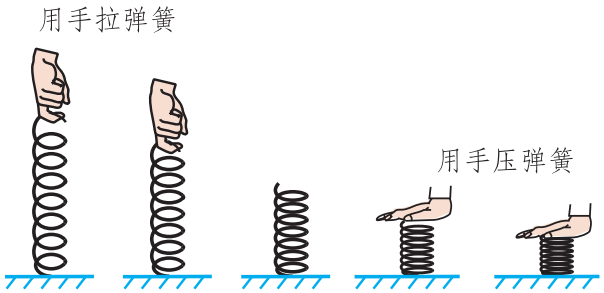
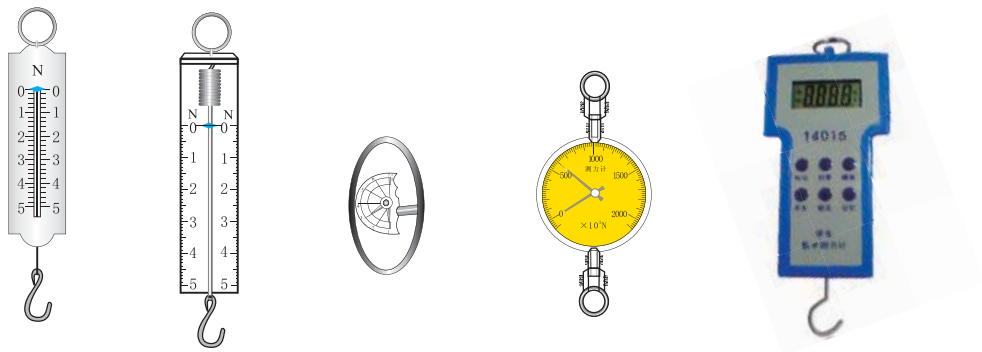


图 3-12　弹力的大小

上述情景中，弹簧受到拉力或压力而发生形变，其形变量的大小与拉力或压力的大小有关。在一定范围内，拉力或压力越大，弹簧的形变量越大。根据这个原理，人们设计了一种弹簧测力计，用弹簧的伸长量或压缩量来显示拉力或压力的大小。

微信公众号：电子课本大全

图 3-13 是几种常见的测量力的工具，其中图 3-13 甲、乙是实验室中常用的测量仪器。仔细观察弹簧测力计的构造，看清面板上的刻度值、分度值和单位，以及弹簧测力计允许测量的最大值。



甲　乙　丙　丁　戊

图 3-13　各种测力计

供学习用

议一议

观察图 3-14，你能说明弹簧测力计是如何测量力的吗？怎样才能正确地使用弹簧测力计呢？

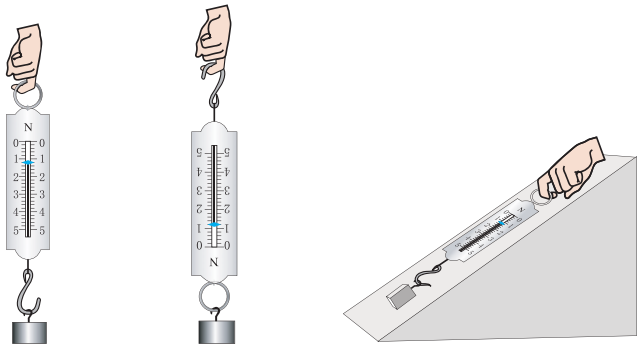


图 3-14　使用弹簧测力计的方法

微信公众号：电子课本大全

每个测力计都有一定的测量范围和分度值。使用测力计之前，应先根据实际需要选择测力计，以保证既不会使所测的力过大而损坏测力计，又能获得比较精确的测量结果。

提个醒

在使用测力计测量时，要注意以下事项。

1.测量前，先观察测力计的指针是否与零刻度线对齐。若没有对齐，应进行必要的调整。

2.测量时，要使待测的力作用在测力计的挂钩上。同时要注意让力的方向沿测力计的弹簧中心轴线方向，尽量不要让指针、拉杆、弹簧等与测力计的外壳接触。

供学习用

学生实验：用弹簧测力计测量力

取一个实验室常用的弹簧测力计(图 3-15)，进行观察。

这个弹簧测力计的最大测量值为_____ N，分度值为_____ N。图中的示数为_____ N。

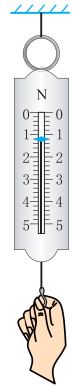


图 3-15

用手拉动弹簧测力计的挂钩，使弹簧测力计的示数分别为 2 N、3 N 和 4 N，体会一下拉力的大小。

用这个弹簧测力计分别测量以下情况中的拉力。

1.用细线在你的铅笔盒上拴一个绳套，在水平桌面上用弹簧测力计慢慢拉动铅笔盒，测量一下所需水平拉力的大小。

2.利用绳套将你的空铅笔盒悬挂在弹簧测力计下，当铅笔盒静止时，测量一下它对弹簧测力计的拉力大小。

将上述测量结果记录在表 3-1 中。

表 3-1　用弹簧测力计测量力

N

所测的力	拉动铅笔盒的拉力	铅笔盒悬挂时的拉力
力的大小		

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.使用弹簧测力计测量之前，如果指针没有与零刻度线对齐，而是指在零刻度线的上方，则测量得到的数值将比真实值(　　)。

A.偏大　　B.不变　　C.偏小　　D.无法确定

2.如图 3-16 所示，这个弹簧测力计的最大测量值为_____ N，分度值为_____ N。图中的示数为_____ N。

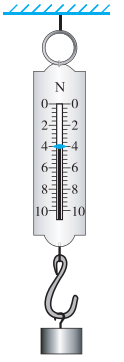


图 3-16

3.试用弹簧测力计测一根头发所能承受的最大拉力是多少。

4.用橡皮筋自制一个简易的测力计，与实验室中的弹簧测力计进行比较，看看它们对同一个力的测量结果是否相同，并说明其中的原因。

供学习用

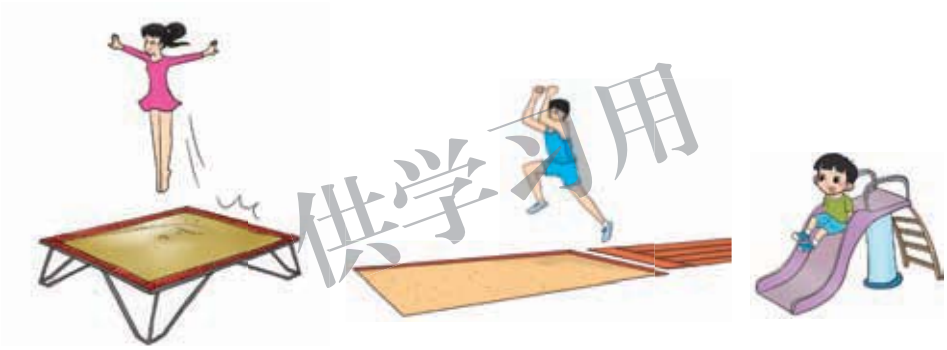
微信公众号：电子课本大全

三、重　力

重　力

想一想

观察图 3-17 所示的情景，被蹦床弹到高空中的运动员、起跳后的跳远运动员、从滑梯上滑下的小孩，他们的运动具有什么共同特点呢？



被蹦床弹到高空中的运动员　　起跳后的跳远运动员　　从滑梯上滑下的小孩

图 3-17　在重力作用下的运动

供学习用

被蹦床弹到高空中的运动员、起跳后的跳远运动员、从滑梯上滑下的小孩，最终都落向地面。这是由于地球对物体有一种吸引作用。这种由于地球的吸引而使地面附近的物体受到的力，叫作**重力**(gravity)。重力的方向总是竖直向下的。

重力的方向是物体自由下落时的运动方向，也是用轻软线悬挂物体静止时悬线下垂的方向。通常我们把与重力方向一致的线叫作重垂线。重垂线在生产和生活中有着广泛的应用。如图 3-18 所示，利用重

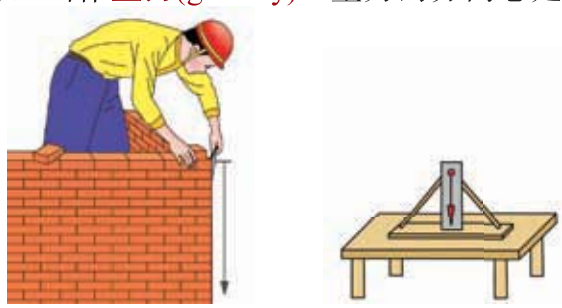


图 3-18　重力的方向

微信公众号：电子课本大全

垂线可以检查墙体砌得是否竖直，检查桌面(或地面)是否水平。

将物体悬挂在弹簧测力计下端，当物体静止时，弹簧测力计的示数就是物体对弹簧测力计的拉力，其大小等于该物体所受的重力。

重力与质量的关系

在弹簧测力计下端加挂的钩码越多，钩码的总质量越大，弹簧测力计的示数就越大，表明钩码所受的重力也越大。那么，物体的重力大小与质量有什么关系呢？

实　验

用弹簧测力计依次测出质量为 100 g、200 g、300 g…的钩码所受的重力，并记录在表 3-2 中。比较不同质量的钩码所受重力的大小。

表 3-2　探究重力与质量的关系

质量 m / g	重力 G / N	(重力/质量) / (N/kg)
100		
200		
300		
…		

从表格中记录的数据可以看出，物体受到的重力跟它的质量成正比。

大量的实验表明，在同一地点，物体受到的重力与其质量的比是一个常量，一般为 9.8 N/kg，读作“9.8 牛每千克”，用 g 表示。它表示质量为 1 kg 的物体受到的重力为 9.8 N。

若用 G 表示质量为 m 的物体所受的重力，则有

$$G = mg\ 。$$

微信公众号：电子课本大全

相关链接

在地球上的不同位置，g 的数值一般是不同的。在地球的赤道处 g 值最小，两极处 g 值最大。在地球上同一纬度的不同位置，有时由于地下的物质结构不同，也会造成 g 值的不同，这种差异可以成为地质学家勘探地下矿藏的依据之一。

重　心

由于地球对物体的每一部分都有吸引作用，所以物体的各部分都受到重力的作用。在处理实际问题时，物体所受的重力可以看作作用在某一点上，这一点叫作物体的**重心**(center of gravity)。形状规则、质量分布均匀的物体，其重心在它的几何中心上。

课后实践

供学习用

1.体检时总说某同学的体重是多少千克，实际上应该说质量是多少千克。你的质量是多少千克？计算一下，你的体重是多少牛？

2.关于重力，下列说法正确的是(　　)。

A.用弹簧测力计测量重力时，物体对弹簧测力计的拉力就是重力

B.重力的方向是竖直向下的

C.重力在物体上的作用点叫作重心

D.重力的单位是千克

3.下列物体所受重力可能为 10 N 的是(　　)。

A.一头牛　　B.一只羊

C.一只鸡　　D.一枚鸡蛋

4.静止在水平桌面上的排球受到哪几个力的作用？施力物体分别是谁？请在图 3-19 中画出排球受力的示意图。



图 3-19

微信公众号：电子课本大全

四、二力平衡

想一想

观察图 3-20 所示的情景，分析一下它们都处于怎样的运动状态，为什么会处于这样的状态？



杯子静止在水平桌面上



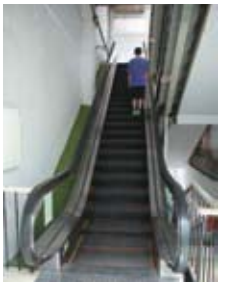
吊灯静止在空中



跳伞运动员竖直匀速降落



行李车水平匀速运动



人随电梯匀速上升

图 3-20

放在桌面上的水杯，同时受到重力和桌面的支持力，所以能静止在桌面上；吊灯在重力和拉力的作用下，静止在空中；运动员和降落伞在重力和空气阻力的作用下，才能够竖直匀速降落；行李车在拉力和阻力的作用下，水平匀

供学习用

微信公众号：电子课本大全

速运动；站在电梯上的人在重力和支持力的作用下匀速上升。上述实例中，人或物体的运动状态都没有改变。

一个物体在两个力的作用下保持静止或者匀速直线运动状态，我们就说这两个力相互平衡，简称**二力平衡**。

一个物体处于二力平衡时，这两个力应符合什么条件？

实　验

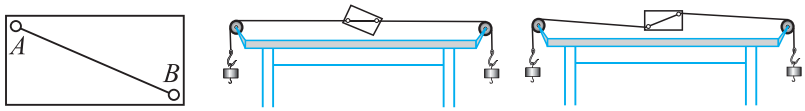
如图 3-21 甲所示，在一张长方形硬纸板的对角位置打两个孔 A 和 B，并在 A、B 间画一条直线。

将两根细线分别系在硬纸板的 A、B 两个孔上，并按如图 3-21 乙所示进行组装。使细线的另一端跨过桌边的滑轮，并各悬挂一个 50 g 的钩码。

1.放手后纸板能否保持平衡？此时纸板受到的两个拉力的大小有什么关系？方向有什么关系？

2.将纸板扭转一下，使纸板的一边与桌面平行(图 3-21 丙)。放手后纸板还能平衡吗？放手时纸板受到的两个拉力的大小有什么关系？方向有什么关系？

3.在其中一个钩码下端再挂一个 50 g 的钩码，纸板还能平衡吗？此时纸板受到的两个拉力的大小有什么关系？方向有什么关系？



甲　　乙　　丙

图 3-21　探究二力平衡条件

二力平衡的条件：**作用在同一物体上的两个力大小相等、方向相反，且作用在同一直线上。**

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

议一议

1.用弹簧测力计测量物体所受的重力时，为什么要求物体处于静止状态？

2.如图 3-22 所示，将物体 A 悬挂在滑轮右侧，在滑轮左侧的盘中添加砝码，使物体 A 保持静止，记录此时弹簧测力计的示数。当物体 A 以一定的速度匀速上升(或下降)时，弹簧测力计的示数是否会发生变化？为什么？



图 3-22

做一做

找出物体的重心

形状规则、质量分布均匀的物体，其重心在它的几何中心上。如图 3-23 所示，均匀球体的重心在球心，长方体的重心在对角线的交点上。形状不规则的物体的重心则要通过实验来寻找。

厚度均匀、形状不规则的平板状物体可用支撑法或悬挂法找出它的重心位置。如图 3-24 所示，当这块平板状物体在手指上平衡时，其所受重力与手指对它的支持力一定是一对平衡力，所以重心一定在支撑点上方。

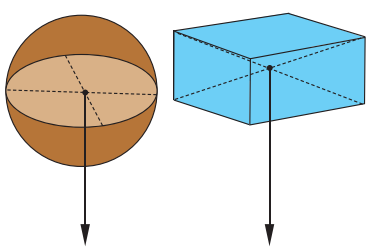


图 3-23

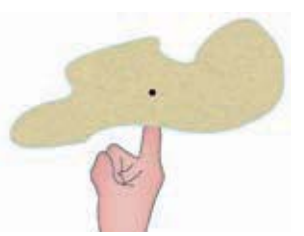


图 3-24　支撑法找重心

如图 3-25 甲所示，取一个用细线悬挂起来的、带有重垂线的挂钩，在待确定重心的物体上任意选一点 A，把物体悬挂起来(图 3-25 乙)。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

当物体静止时，根据二力平衡条件可知，绳子的拉力方向与重力方向在一条直线上，重心一定也在这条直线上。为了记录这条线的位置，我们用铅笔在物体上沿重垂线画出悬线的延长线 AB。

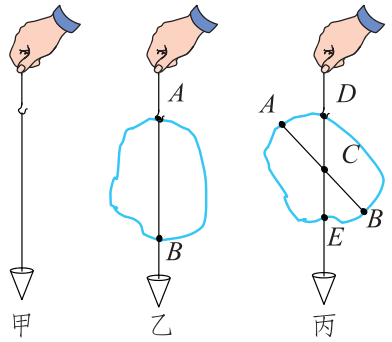


图 3-25　悬挂法找重心

在物体上另找一点 D，把物体悬挂起来(图 3-25 丙)。按照上述方法画出此时悬线的延长线 DE。DE 与 AB 的交点 C 就是这个物体的重心。

你可以再在物体上任取一点把物体悬挂起来，看看此时悬线的延长线是否也通过 C 点。

课后实践

仅学习用

1.在图 3-26 所示的各种情景中，F_1 与 F_2 大小均相等，则这两个力彼此平衡的是 (　　)。

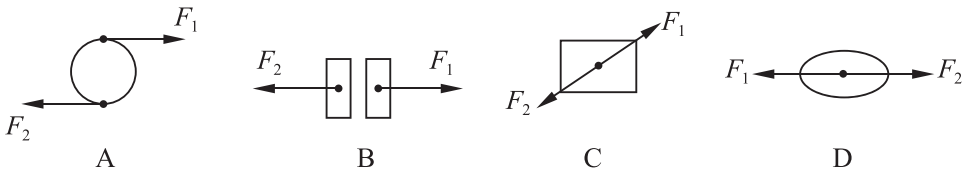


图 3-26

2.下列物体受到平衡力作用的是 (　　)。

A.刚开始发射的火箭　　B.竖直向上抛出的石子

C.在空中自由下落的小球　　D.水平公路上沿直线匀速行驶的汽车

3.对于在水平路面上做匀速直线运动的汽车，其受力情况是 (　　)。

A.不受力的作用

B.只受重力的作用

C.只受重力、支持力的作用

D.受重力、支持力、牵引力和阻力的作用

微信公众号：电子课本大全

五、滑动摩擦力

想一想

如图 3-27 所示，要想推动地面上的储物箱，需要用一定的力；若不用力拉冰车，冰车就会慢慢停下来。这些实例中都存在着一种阻碍作用。



图 3-27 感受滑动摩擦力

如图 3-28 所示，用橡皮在纸上涂改错字，或用抹布擦桌子时，我们也会感到阻碍作用。你还能举出其他类似的实例吗？

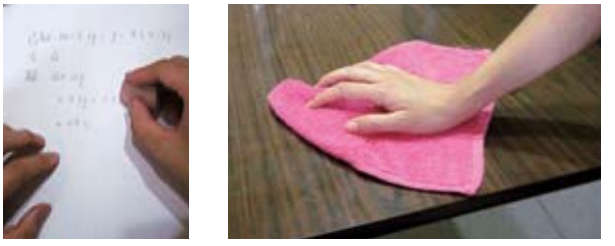


图 3-28

一个物体在另一个物体表面上发生相对滑动时，产生阻碍相对滑动的现象，称为**滑动摩擦**(sliding friction)。在滑动摩擦过程中产生的力，叫作**滑动摩擦力**。

大量事实表明，两个物体之间相对滑动时存在着滑动摩擦力。那么如何测量滑动摩擦力的大小呢？

微信公众号：电子课本大全

学生实验：测量水平运动物体所受的滑动摩擦力

实验目的

测量水平运动物体所受的滑动摩擦力。

实验器材

弹簧测力计、木块、表面粗糙程度不同的木板。

实验原理

当拉动物体沿水平面做匀速直线运动时，物体在水平方向受到拉力$F_{拉}$和滑动摩擦力f的作用。这两个力是一对平衡力，有$f=F_{拉}$。因此，我们只要用弹簧测力计测出拉力$F_{拉}$的大小，便可得知滑动摩擦力f的大小。

供学习用

实验步骤与内容

请你根据二力平衡原理和图 3-29 所示的实验器材，设计实验步骤，并将实验结果填写在自己设计的表格中。

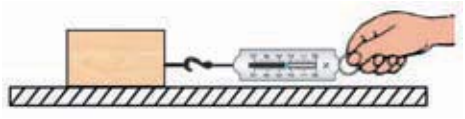


图 3-29　测量滑动摩擦力

实验记录

微信公众号：电子课本大全

两个相对滑动的物体之间存在着滑动摩擦力，滑动摩擦力的大小与哪些因素有关呢？

实　验

问题与猜想

把手掌按在桌面上滑动，你是否感到有滑动摩擦力？当加大手掌对桌面的压力后再滑动时，与前一次相比，你感到滑动摩擦力有什么变化？在相同压力下，将手掌放在手帕上滑动，与直接放在桌面上滑动相比，你觉得滑动摩擦力是否相同？

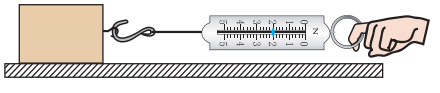
你猜想滑动摩擦力的大小与哪些因素有关？

设计实验与制订计划

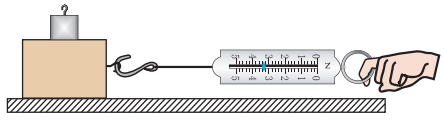
影响滑动摩擦力大小的因素较多，探究时要设法控制实验条件，以分别确定滑动摩擦力的大小与每一个因素的关系。分组讨论一下，制订出控制变量的计划。

进行实验与收集数据

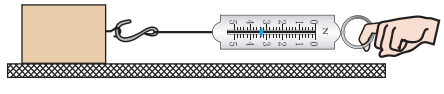
按照图 3-30 所示的甲、乙、丙三种情况进行实验，并将实验的条件和弹簧测力计的示数记录在表 3-3 中。



甲　测出木块与较光滑木板之间的滑动摩擦力



乙　测出加放砝码后木块与较光滑木板之间的滑动摩擦力



丙　测出木块与较粗糙木板之间的滑动摩擦力

图 3-30　探究影响滑动摩擦力大小的因素

供学习用

微信公众号：电子课本大全

表 3-3 探究影响滑动摩擦力大小的因素

实验情况	实验条件		弹簧测力计的示数 F / N
	压力情况	接触面情况	
甲			
乙			
丙			

分析与论证

滑动摩擦力的大小与_____有关。

大量实验表明，滑动摩擦力的大小与两个物体接触面的材料性质和粗糙程度有关，还与两个物体之间的压力大小有关。接触面越粗糙，压力越大，滑动摩擦力也就越大。

相关链接

当我们用力握住瓶子静止或向上提时，瓶子因受重力，有向下滑动的趋势。手与瓶子相互挤压，瓶子受到一个与重力方向相反的力，这个力也是摩擦力(图 3-31)。由于产生摩擦力的两个物体(手和瓶子)之间相对静止，所以这种摩擦力称为静摩擦力。我们平时用手握住一些物体时，都利用了静摩擦力；当我们推桌子没有推动时，是由于桌子与地面之间存在静摩擦力；汽车能够停在倾斜的路面上而不下滑，也是由于受到路面对它的静摩擦力。



图 3-31 静摩擦力

沿水平地面推动柜子、桌子等物体时，会比较费力。在它们下面装上小轮子后，再推动时就很省力了。这说明在其他条件相同的情况下，用滚动代替滑动，可以大大减小摩擦。我们将一个物体在另一个物体上滚动时，由于接触面发生形变所引起的一种阻碍滚动的作用叫作滚动摩擦。

作学习用

微信公众号：电子课本大全

给车安装车轮、在搬运货物时加垫“滚木”、给转轴的部分加装滚珠轴承等方法(图 3-32)，都是利用滚动代替滑动来减小摩擦的。



图 3-32　滚动摩擦

摩擦是自然界和生产、生活中广泛存在的现象。有些摩擦能够给我们带来便利。正是因为有了摩擦，我们才能稳稳地坐在这里拿起书本学习、拿起笔写字，我们才能在地面上行走，汽车才能在公路上奔驰。有些摩擦也会给我们带来一定的麻烦。如汽车运行过程中，由于摩擦的存在会造成机件的磨损和能量的消耗；在地面上移动货物时，要克服摩擦的影响必须要耗费额外的能量。

供学习用

议一议

在日常生产、生活中，人们要根据不同情况的需要来增大有利摩擦或减小有害摩擦。在图 3-33 中，人们分别是采取什么措施来增大或减小摩擦的？你还能举出一些其他实例吗？



自行车车闸



自行车把手上的花纹



在车轮上安装防滑链

图 3-33 甲

微信公众号：电子课本大全



给车轴加润滑油



冰壶运动员用力刷冰



运动员穿轮滑鞋

图 3-33 乙

课后实践

1.关于滑动摩擦力的大小，下列说法正确的是(　　)。

A.两木块的接触面积变大时，滑动摩擦力就显著变大

B.两木块间相对滑动变快时，滑动摩擦力就显著变大

C.滑动摩擦力随压力的增大而增大

D.只要接触面粗糙，两木块间总存在着滑动摩擦力

2.如图 3-34 所示为“探究影响滑动摩擦力大小的因素”的实验。实验时，让木块分别在粗糙程度不同的水平木板上做匀速运动。下列说法正确的是(　　)。

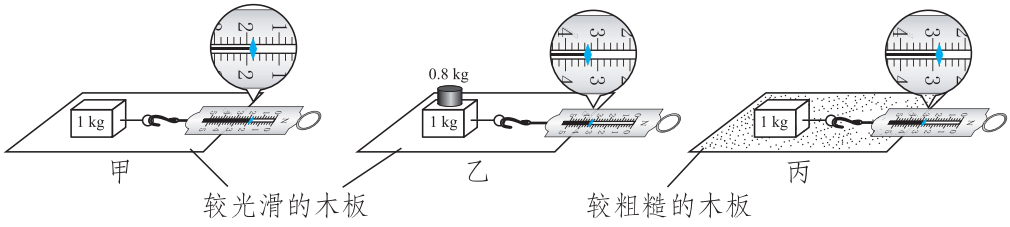


图 3-34

A.比较甲、乙两图实验情景，可知摩擦力的大小跟作用在物体表面的压力有关

B.比较乙、丙两图实验情景，可知摩擦力的大小跟作用在物体表面的压力有关

微信公众号：电子课本大全

C.比较甲、丙两图实验情景，可知摩擦力的大小跟接触面的粗糙程度有关

D.比较乙、丙两图实验情景，可知摩擦力的大小跟接触面的粗糙程度有关

3.为探究滑动摩擦力的大小与什么因素有关，小红和小明分别设计了图 3-35 甲、乙所示的实验。小红通过弹簧测力计匀速拉动木块 A，读出弹簧测力计的示数，即可测出木块 A 和木板之间的滑动摩擦力。小明将弹簧测力计一端固定，另一端钩住木块 B，木块 B 下面垫一块长木板。实验时小明拉动长木板，然后读出弹簧测力计的示数，即可测出木块 B 和木板之间的滑动摩擦力。

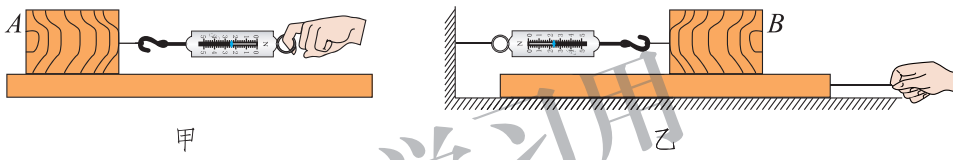


图 3-35

(1) 请你画出木块 A 所受滑动摩擦力的示意图。

(2) 你认为谁的实验设计更好，为什么？_____

_____。

4.若一个瓶盖太紧，用手拧不开时，可以采取哪些措施？

供学习用

微信公众号：电子课本大全

六、运动和力的关系

惯 性

日常生活中你可能有过这样的体验：你站在公共汽车上，车突然启动时，你会有要向后倾倒的感觉；司机突然刹车时，你会有要向前倾倒的感觉。参加百米短跑比赛时，跑到终点后你并不能立即停下来，总要向前冲出一段距离。这是为什么？

想一想

如图 3-36 甲所示，将一个长方体木块平放在小车上，当小车突然开始运动时，木块是否随车一起运动呢？如图 3-36 乙所示，在木块随车一起匀速运动的过程中，当小车遇到障碍物突然停止运动时，木块是否也立即停止运动呢？如图 3-36 丙所示，将橡皮放在桌边的纸条上，当突然抽出纸条时，橡皮是否随纸条一起运动而从桌上掉落呢？

通过上述实验，你看到了什么现象？为什么木块不随车一起运动或一起停下来？为什么橡皮“原地不动”？这些现象说明了什么？

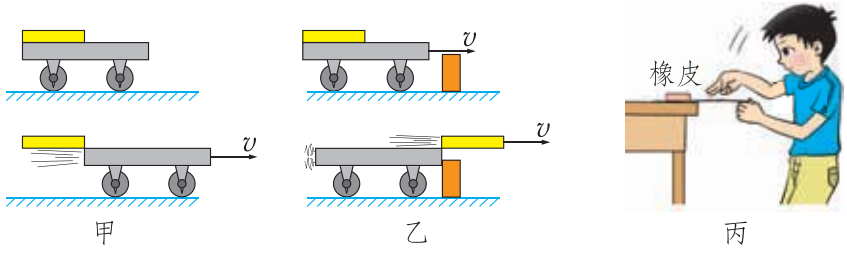


图 3-36 物体的运动状态

这些现象表明，原来静止的物体，具有保持静止状态的性质；原来运动的物体，具有保持匀速直线运动状态的性质。我们将物体所具有的保持静止状态或匀速直线运动状态的性质，叫作物体的**惯性**(inertia)。

微信公众号：电子课本大全

议一议

对于本节开头所描述的情景你一定不陌生，现在请你试着说明产生这些现象的原因，并与其他同学交流。

我们周围有许多与惯性有关的实例，如踢出的足球，在失去推力后，由于惯性继续向前飞行；在跳远比赛中，运动员跳离地面后由于惯性继续向前等。有时惯性也会给人们带来不利和危害，如疾驰的列车遇紧急情况刹车时，车厢中的人和物会由于惯性继续向前运动，容易发生事故。

请你再举出一些生活中与惯性有关的实例，与同学交流一下，我们可以采取什么措施避免惯性带来的危害？

牛顿第一定律

我们知道物体都有惯性，即保持静止或匀速直线运动状态的性质，同时力可以使物体的运动状态发生改变。那么，如果物体不受力，它的运动状态会怎样呢？

取一辆小车，使它每次都从斜面上的同一位置由静止开始沿斜面运动到水平面上，每次实验时水平面的表面不同(图 3-37)。比较小车每次在水平面上运动的情况有什么不同，小车为什么最终总会停下来？

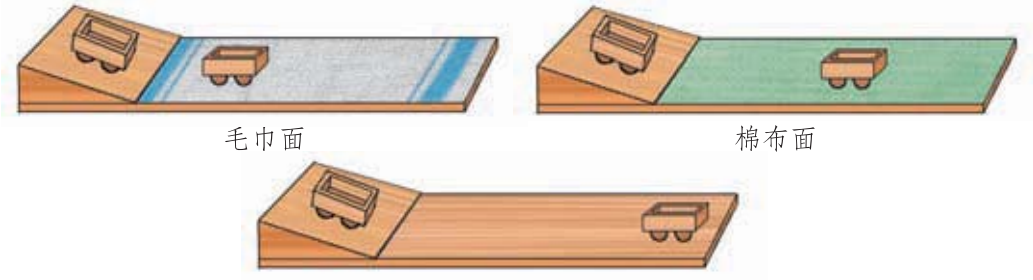


图 3-37　探究物体运动状态改变的原因

小车从斜面上的同一位置开始运动，它每次到达斜面底端的速度是相同的，即小车每次在水平面上运动时都具有相同的初始状态。小车在水平面上的运动速度会逐渐减小并最终停下来，这是因为小车在运动过程中受到了阻力。这表明力可以改变物体的运动状态。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

分析上面的实验结果可以发现，水平面越光滑，小车所受的阻力就越小，运动的时间就越长，通过的路程也越长。

这样推想下去，如果小车在运动过程中受到的阻力越来越小，那么它通过的路程会越来越长。如果小车在运动过程中不受阻力(阻力减小到零)，小车的速度就不会减小，它将保持原来的速度沿原来的方向永远运动下去。

早在几百年前，意大利科学家伽利略(Galileo Galilei，1564—1642)就进行了类似的实验和推理。英国科学家牛顿(Isaac Newton，1643—1727)总结和深化了伽利略等人的研究成果，概括出一条重要的定律：**一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，直到有外力迫使它改变这种状态。**这个规律叫作**牛顿第一定律**(Newton's first law)，也叫作**惯性定律**(law of inertia)。

议一议

1.既然物体具有保持静止或匀速直线运动状态的性质，那么为什么沿水平地面匀速行驶的汽车还需要动力呢？如果没有动力，沿水平地面滑行的汽车将会越走越慢，最终停下来。这时汽车为什么不再保持匀速直线运动状态了呢？

2.在图 3-38 所示的各种情景中，物体的运动状态是否发生了改变？物体运动状态改变的原因分别是什么？



守门员接住飞来的足球



接棒的运动员在加速



小孩在秋千上荡来荡去



被斜射出去的水流

图 3-38　物体的运动状态改变了吗

微信公众号：电子课本大全

相关链接

意大利科学家伽利略曾进行了关于运动和力的关系的研究，并提出了图 3-39 所示的著名的理想实验。沿光滑轨道滑下的小球总能上升到原来的高度。因此可以推想，当轨道的一端水平放置时，小球将沿水平面匀速运动下去。

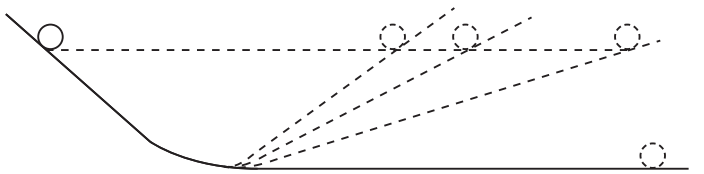


图 3-39　伽利略的理想实验

课后实践

供学习用

1.古希腊学者亚里士多德(Aristotle，公元前384—前322)认为，物体运动要靠力来维持，如果物体不受力，就会停止运动。你同意他的观点吗？如果不同意，请说明理由。

2.物理知识在我们的生活中随处可见，以下实例与惯性知识有关的是(　　)。

A.汽车后窗贴有“保持车距”

B.公路旁警示牌写有“雨天路滑，减速慢行”

C.立交桥下标有“限高 3.2 m”

D.交通规则注明“行车时请系好安全带”

3.小明想出了一个免费周游世界的办法，他把这个想法画成图 3-40。他的想法能实现吗？为什么？



图 3-40

微信公众号：电子课本大全

4.在日常生产、生活中，人们有时需要利用物体的惯性，有时又需要避免惯性带来的一些问题。请你分别对这两种情况举例说明。

知识窗

伽 利 略

伽利略是意大利物理学家、天文学家和近代科学研究方法的先驱。他的研究成果改变了人们对物质运动和宇宙的认识。

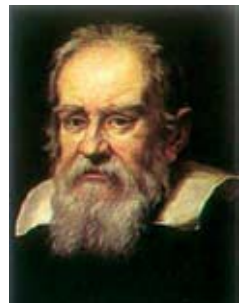


图 3-41 伽利略

伽利略从小就喜欢做实验，他曾经发现并提出摆的等时性；发明了测合金成分的秤、空气温度计、比例仪和天文望远镜等仪器。他从理论上论证了落体运动和抛体运动的规律。他通过对现象的观察，对实验事实的分析、推理，运用数学逻辑准确地得出物体的运动规律，把力学的研究方法引上了正确的方向。经过科学的分析、推理，他利用小球沿斜面滚动的实验，得出了物体的运动不需要力来维持的结论，后来被牛顿总结为牛顿第一定律。

望远镜发明之后，伽利略致力于天文学的研究。他通过天文观测发现月球表面有深谷和平原，发现太阳黑子和太阳自转，观察到金星的盈亏和土星的光环，发现了木星的四颗卫星，认识到银河是由无数星星组成的。由于他支持哥白尼(Nicolaus Copernicus，1473—1543)的日心说，受到了教会的迫害，并被终身监禁。

1979 年 11 月，罗马教皇在公开集会上正式承认教廷对伽利略的审判是不公正的。

微信公众号：电子课本大全

课外探究

防滑运动鞋

运动鞋有很多类型，如足球鞋、篮球鞋、网球鞋、慢跑鞋、登山鞋等。不同类型的运动鞋，鞋底可能会采用不同的材料和不同样式的花纹。

一、问题

不同类型的运动鞋底与桌面之间的摩擦力的大小相同吗？

二、设计

分别测量不同类型运动鞋启动时的摩擦力、向前滑动的摩擦力和侧向滑动的摩擦力，分析总结运动鞋的类型与摩擦力大小的关系。

三、材料和工具

3 种不同类型的运动鞋、量程为 10 N 和 5 N 的弹簧测力计、质量适当的沙袋若干(或其他合适的配重)、回形针、胶带等。

供学习用

四、步骤

1.测量每只运动鞋的重量，然后向鞋里装入适量的沙袋，使每只装有沙袋的运动鞋重量相等(例如均为 10 N)。注意沙袋要均匀地放在鞋子里面。

2.用胶带把回形针粘在鞋子的后帮上，将弹簧测力计的挂钩挂在回形针上，以便测量运动鞋启动时的摩擦力。先用量程为 10 N 的弹簧测力计拉运动鞋，当运动鞋从静止开始运动时，读出弹簧测力计的示数。若读数小于 5 N，再改用量程为 5 N 的弹簧测力计。将测量结果记录在表 3-4 中。

3.用胶带把回形针粘在鞋子的前面，将弹簧测力计的挂钩挂在回形针上，以便测量运动鞋向前滑动的摩擦力。用弹簧测力计缓慢拉动运动鞋，使其向前匀速运动，读出弹簧测力计的示数，并记录在表 3-4 中。



微信公众号：电子课本大全

4.用胶带把回形针粘在鞋子的侧帮上，将弹簧测力计的挂钩挂在回形针上，以便测量运动鞋侧向滑动的摩擦力。用弹簧测力计缓慢拉动运动鞋，使其沿侧向匀速运动，读出弹簧测力计的示数，并记录在表 3-4 中。

5.换用其他类型的运动鞋重复步骤 2～4，并将实验结果记录在表 3-4 中。

表 3-4　不同类型运动鞋所受的摩擦力

N

运动鞋编号	启动时的摩擦力 F_1	向前滑动的摩擦力 F_2	侧向滑动的摩擦力 F_3
1			
2			
3			

五、分析讨论

1.实验中，为什么要在每只运动鞋中加上适量的沙袋？如果不加沙袋，对实验结果有什么影响？为什么要保证加入适量的沙袋后，每只鞋的重量相等呢？

2.为什么在测量向前滑动的摩擦力和侧向滑动的摩擦力时，要用弹簧测力计缓慢拉动运动鞋，使其匀速运动？

3.实验中，哪只鞋子启动时的摩擦力最大？哪只鞋子向前滑动的摩擦力最大？哪只鞋子侧向滑动的摩擦力最大？你能总结出摩擦力大小与运动鞋类型的关系吗？

六、进一步探索

1.取一只没有测试过的运动鞋，根据你得出的结论，预测该运动鞋所受摩擦力的情况，并通过实验加以验证。

2.穿上运动鞋到不同的路面上(如操场的塑胶跑道、小区里面的铺砖路面、柏油路、刚刚下过雨的路面、有积雪的路面等)跑一跑。想一想，运动鞋所受的摩擦力还可能与哪些因素有关？



微信公众号：电子课本大全

第四章 DISIZHANG

压强与浮力



飞机能在天空飞行，轮船能漂浮在水面上，潜水艇既能在水面上航行又能潜入水中，人潜入深水时必须穿抗压潜水服……这些现象都与压强和浮力的知识有关。

微信公众号：电子课本大全

一、压力　压强

想一想

如图 4-1 所示，人在雪地上行走，人对雪地的作用力使雪面下陷而留下深深的脚印；人坐在沙发上，人对沙发的作用力使沙发向下凹陷；运动员对跳板的压力垂直压向跳板，使跳板向下弯曲；用锤子往墙上钉钉子，钉子对墙壁的作用力将墙壁压出小孔。想一想，这些作用力的方向有什么特点呢？



甲　人对雪地的作用力垂直压向地面



乙　人对沙发的作用力竖直向下



丙　运动员对跳板的作用力垂直于跳板表面



丁　钉子对墙壁的作用力垂直于墙壁表面

图 4-1

供学习用

微信公众号：电子课本大全

我们把这种垂直作用在物体表面上的力叫作压力(pressure)。压力可以使物体发生形变。

压力作用在物体上产生的效果与哪些因素有关呢？

实 验

将木质小桌按图 4-2 所示的情景放在泡沫塑料(海绵)上进行实验，通过泡沫塑料的形状变化，探究压力的作用效果与哪些因素有关。

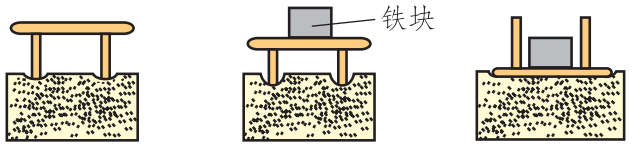


图 4-2

比较甲、乙可知，当受力面积相同时，压力越_____，压力的作用效果越显著。

比较乙、丙可知，当压力大小相同时，受力面积越_____，压力的作用效果越显著。

供学习用

实验表明：压力的作用效果与压力的大小和受力面积有关，物体单位面积上受到的压力越大，压力的作用效果越显著。

我们把作用在物体上的压力与受力面积的比叫作压强(pressure)。用 p 表示压强，F 表示压力，S 表示受力面积，压强可以表示为

$$p = \frac{F}{S}。$$

在国际单位制中，力的单位是 N，面积的单位是 m^2，压强的单位是 N/m^2，读作“牛每平方米”。为纪念法国科学家帕斯卡(Blaise Pascal，1623—1662)，物理学中将压强的单位叫作帕斯卡，简称帕，用符号 Pa 表示。1 Pa = 1 N/m^2。

帕斯卡是一个很小的单位，两个鸡蛋打成蛋糊均匀涂抹在 1 m^2 的水平桌面上，对桌面的压强约是 1 Pa；一粒西瓜子平放在桌面上时对桌面的压强大约是 20 Pa。

例题 一台履带式拖拉机的质量为 5 150 kg，它的每条履带跟地面的接触面积约为 0.75 m^2。求这台拖拉机对地面的压强，并与人行走时对地面的压强

微信公众号：电子课本大全

做比较。

分析 要回答这个问题，需要先求出履带式拖拉机与地面的接触面积，还要估算人的质量及人行走时脚与地面的接触面积。

解 履带式拖拉机两条履带的总面积为 $S_{拖}=2\times0.75\ \mathrm{m}^2=1.5\ \mathrm{m}^2$，拖拉机对地面的压强

$$p_{拖}=\frac{F_{拖}}{S_{拖}}=\frac{G_{拖}}{S_{拖}}=\frac{m_{拖}g}{S_{拖}}=\frac{5\ 150\ \mathrm{kg}\times 9.8\ \mathrm{N/kg}}{1.5\ \mathrm{m}^2}=3.36\times10^4\ \mathrm{Pa}。$$

设人的质量为 60 kg，每只脚与地面的接触面积为 170 cm^2(你可以用画小方格的办法估算一下自己的鞋底面积)，可求出人行走时对地面的压强

$$p_{人}=\frac{F_{人}}{S_{人}}=\frac{G_{人}}{S_{人}}=\frac{m_{人}g}{S_{人}}=\frac{60\ \mathrm{kg}\times 9.8\ \mathrm{N/kg}}{0.017\ \mathrm{m}^2}=3.46\times10^4\ \mathrm{Pa}。$$

从以上计算结果看，这台拖拉机对地面的压强和一个质量为 60 kg 的人行走时对地面的压强差不多。

答 这台履带式拖拉机对地面的压强是 3.36×10^4 Pa，和人行走时对地面的压强差不多。

供学习用

议一议

在日常生产、生活中，有时需要增大压强，有时又需要减小压强。你能说出增大或减小压强的方法吗？

根据压强公式可知，**增大压力或减小受力面积可以增大压强；反之，减小压力或增大受力面积可以减小压强。**

如图 4-3 所示是人们根据需要增大或减小压强的实例。你还能举出哪些增大或减小压强的实例？



提袋子时垫上厚纸片



滑雪时穿滑雪板



用锋利的刀切菜

图 4-3

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.一只大象的质量是5 000 kg，每只脚掌的底面积约为600 cm^2，这只大象四脚站立时对地面的压强大约是_____ Pa。



图 4-4

2.如图4-4所示，两手指用力顶住铅笔，使它保持静止，下列说法正确的是(　　)。

A.两手指受到的压力相同，左边手指受到的压强较大

B.两手指受到的压强相同，左边手指受到的压力较大

C.两手指受到的压力相同，右边手指受到的压强较大

D.两手指受到的压强相同，右边手指受到的压力较大

3.一名芭蕾舞演员表演时脚尖与地面的总接触面积约为8 cm^2，此时芭蕾舞演员对地面的压强接近(　　)。

A.6×10^5 Pa　　B.6×10^4 Pa　　C.6×10^3 Pa　　D.6×10^2 Pa

4.以下做法能增大压强的是(　　)。

A.扁担做成扁平形状

B.在坦克上安装履带

C.打木桩时，木桩的下端削成尖形

D.切肉前把刀磨得更锋利

5.如图4-5所示，将一个重为500 N、底面积为0.2 m^2的物体*A*放在一个棱长为10 cm的正方体木块*B*上，物体*A*将木块*B*完全盖住。求物体*A*对木块*B*的压强。

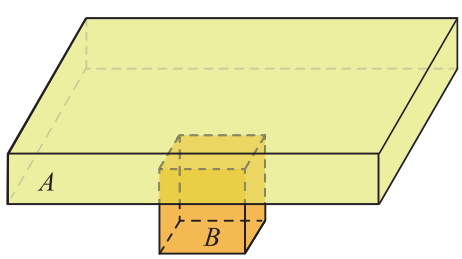


图 4-5

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、探究液体压强

想一想

如图 4-6 所示，铅笔盒受重力作用挤压桌面，这个压力对桌面产生压强，那么装在杯里的水对杯底会不会有压强呢？

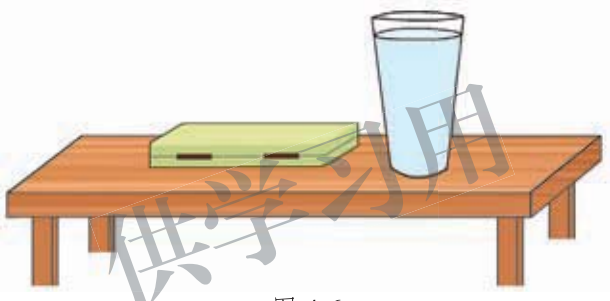


图 4-6

液体与固体的不同之处在于它具有流动性，那么水对阻碍它流动的杯壁有没有压强？

当人站在齐胸的水中时，会感到呼吸困难，像有东西压在胸口，这是为什么？潜水艇为什么要用抗压能力很强的厚钢板制作？

如图 4-7 所示，在容器中加入水，可以看到蒙在容器底部和侧壁的橡皮膜明显地向外凸起，这说明水对容器的底部和侧壁都有压强。液体内部因相互挤压也会产生压强。

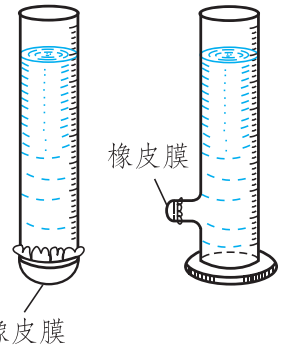


图 4-7

问题与猜想

液体内部不同位置的压强是否相同？液体压强与哪些因素有关呢？说出你的猜想和依据。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

设计实验与制订计划

我们可以用微小压强计(piezometer)(图 4-8)来研究液体中不同位置的压强情况。

观察微小压强计的结构，思考以下两个问题。

1.微小压强计是通过仪器的哪些部分的形变来感受液体压强的？

2.微小压强计是怎样显示压强大小的？

分小组讨论一下，怎样用微小压强计验证你们的猜想。

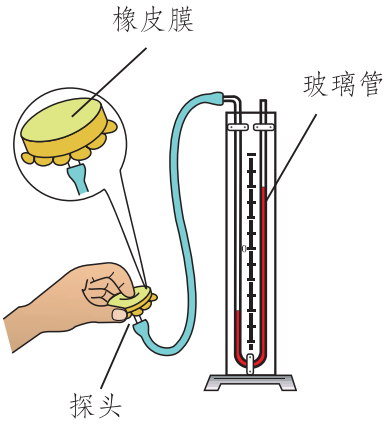


图 4-8 微小压强计的结构

进行实验与收集证据

按图 4-9 所示进行实验。

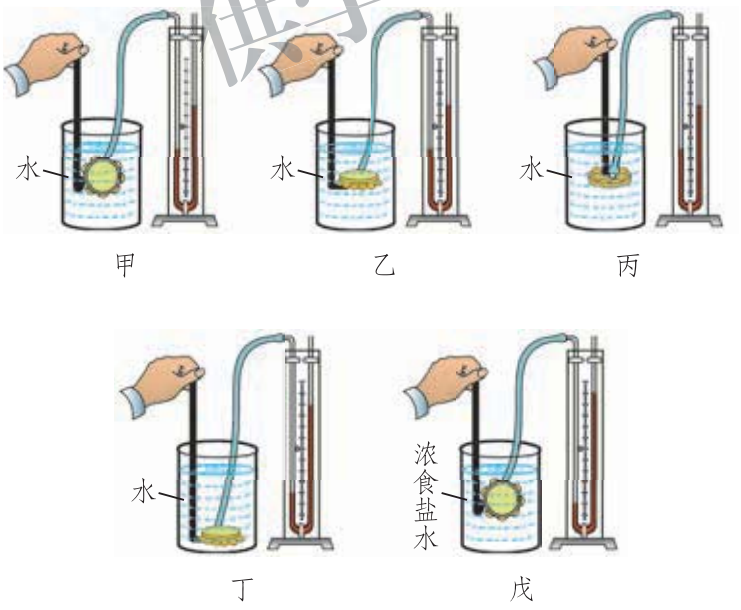


图 4-9

1.将微小压强计的探头放入水中较浅处(图 4-9 甲)，记录玻璃管两侧的液面高度差。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

2.保持探头在水中的深度不变，改变探头的方位(图 4-9 乙、丙)，重新记录玻璃管两侧的液面高度差。

3.改变探头在水中的深度(图 4-9 丁)，重复 1、2 步骤。

4.将水换成浓食盐水(图 4-9 戊)，重复 1、2、3 步骤。

5.将实验数据记录在表 4-1 中。

表 4-1 探究液体压强与哪些因素有关

cm

探头在液面下的深度	探头的方位	微小压强计两侧液面高度差	
		水	浓食盐水
	上		
	下		
	左		
	右		
	上		
	下		
	左		
	右		

供学习用

分析与论证

交流实验数据，并讨论液体内部压强的变化规律，我们可以知道：

1. 液体内部各个位置_____(填“有”或“没有”)压强。

2.在液体内部同一深度，压强与探头的方位_____。(填“有关”或“无关”)

3.液体内部的压强随深度的增加而_____。

4.液体内部的压强与液体的密度_____。

液体压强的计算

1648 年，法国科学家帕斯卡做了一个著名的实验(图 4-10)。在一个封闭的木桶内装满水，从桶盖上面插

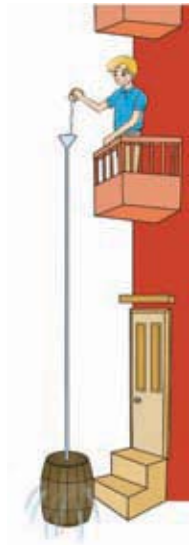


图 4-10 帕斯卡桶实验

微信公众号：电子课本大全

进一根细长的管子。他从二楼的阳台向细管中倒水。结果只用了几杯水，就把桶撑裂了。

通过上面的实验探究，我们知道了液体内部的压强随深度的增加而增大。由于细管的容积较小，向细管中倒入几杯水后水的深度很大，所以水对木桶的压强就增大很多。如果想要知道此时水对木桶的压强(深度为 h 处的压强)的数值，应如何计算呢？

想一想

如图 4-11 所示，向上端开口、底端封有橡皮膜的玻璃管中注入一定深度的水，并滴入几滴红墨水。将玻璃管缓慢地竖直放入盛有清水的大烧杯中，你观察到什么现象？原因是什么？

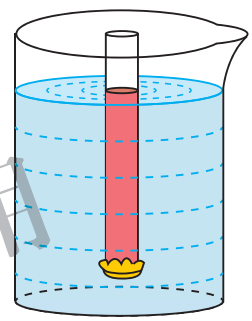


图 4-11

供学习用

开始时玻璃管底部的橡皮膜向外凸出，随着玻璃管浸入水中的深度逐渐增加，橡皮膜的凸出程度慢慢变小。当橡皮膜变为水平时，我们发现玻璃管内外水面恰好相平。橡皮膜变为水平，说明橡皮膜受力平衡。橡皮膜底面所受的竖直向上的压力 F 与玻璃管内水的重力 G 大小相等，即 $F=G$。

设液体的密度为 ρ，玻璃管的横截面积为 S，橡皮膜所处的深度为 h，玻璃管外的水对橡皮膜的压强为 p，则橡皮膜底面所受的压力 $F=pS$，玻璃管内水的重力 $G=\rho Sgh$，即 $pS=\rho Sgh$。所以玻璃管外的水对橡皮膜的压强为 $p=\rho gh$，即深度为 h 处的液体压强

$$p=\rho gh。$$

式中 $g=9.8\ \mathrm{N/kg}$，h 的单位是 m，ρ 的单位是 $\mathrm{kg/m^3}$，压强 p 的单位是 Pa。这个公式定量地给出了液体内部压强的规律。

微信公众号：电子课本大全

议一议

如果将图 4-11 中的玻璃管去掉，取液体中底面积为 S、高为 h 的圆柱形液柱(对应于图 4-11 中的红色液柱)作为研究对象，同样可以得出液体压强公式。尝试推导出液体压强公式，并与同学进行交流。

课后实践

1.一只小船的船底位于水面下 0.5 m 深处，水对船底的压强为_____ Pa；若船底有一面积为 2 cm^2 的小洞被木塞堵住，水对该木塞的压力为_____ N。(g = 10 N/kg)

2.在三个完全相同的容器中分别盛有酒精、水和水银，它们对容器底部的压强相等，则三个容器中液面最高的盛有_____。

3.将质量相等的水分别倒入底面积相同的量杯和量筒内(图 4-12)，则水对容器底部的压强的大小关系是(　　)。

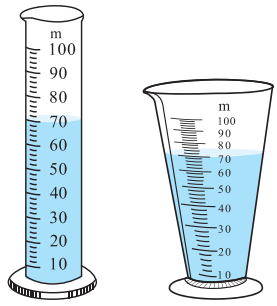


图 4-12

A.量筒底部受到的压强大

B.量杯底部受到的压强大

C.一样大

D.无法判断

4.当“蛟龙”号载人潜水器潜入水下 400 m 深处时，其外表面上受到的海水压强是多大？外表面上 0.25 m^2 的面积上受到的海水压力是多大？如果“蛟龙”号再下潜 1 000 m，其外表面同样面积上受到的海水压强和压力各是多大？(海水的密度值近似为水的密度值)

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

三、连通器

想一想

观察图 4-13 所示的喷壶与茶壶，它们的结构有什么共同特点？壶嘴与壶身的高度有什么关系？



甲 喷壶　　乙 茶壶

图 4-13

供学习用

喷壶和茶壶的壶嘴和壶身都是连为一体的。喷壶的壶嘴和壶身都是开口的；茶壶的壶嘴也是开口的，而壶身通过盖上的小孔与外界连通，所以喷壶和茶壶的结构都是上部开口、底部连通的。

我们把上部开口、底部连通的容器叫作**连通器**。

实 验

如图 4-14 所示，将两根玻璃管下端用橡皮管连在一起，就做成了一个连通器。将其中一根玻璃管固定在铁架台上，向管中注入适量的水。手持另一根玻璃管，使其升高、下降或倾斜，待水面静止后观察两根玻璃管中水面的高度。

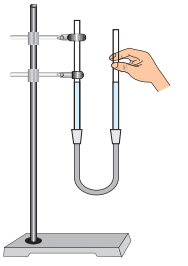


图 4-14

微信公众号：电子课本大全

实验表明，同种液体在连通器内静止时，连通器各部分中的液面总是相平的(图 4-15)。

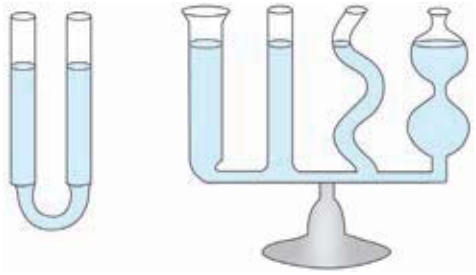


图 4-15 连通器

议一议

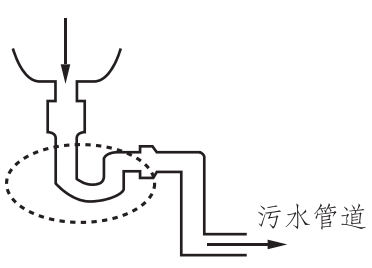
为什么连通器内的液面总是相平的呢？你能根据液体压强的公式说明其中的原理吗？

提个醒

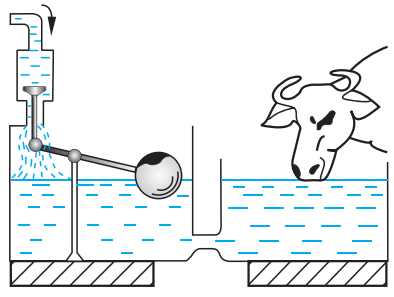
设想在连通器各部分连通的地方有一个竖直的“液片”，当连通器内液体静止时，“液片”也是静止的。根据二力平衡的知识和液体压强公式就可分析得出连通器内各部分的液面总是相平的。

供学习用

连通器在生产、生活中的应用非常广泛。如图 4-16 所示的几种装置都利用了连通器的原理。你还能举出日常生产和生活中应用连通器原理的实例吗？



洗手池下水的回水管



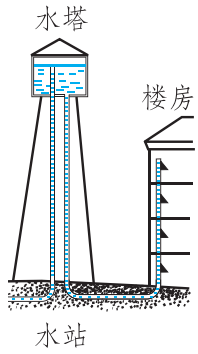
牲畜自动饮水器

图 4-16 甲

微信公众号：电子课本大全



锅炉的水位计



自来水的水塔

图 4-16 乙

做一做

人工喷泉

取一段长 50 cm 左右的胶皮管，将胶皮管的一端与圆珠笔杆连接在一起，另一端接一个大漏斗，这样便做成了一个人工喷泉装置。在胶皮管上夹一个小夹子，向大漏斗中灌水，松开小夹子，使连接圆珠笔杆的一端下降，就可以看到喷泉(图 4-17)。你也动手试一试吧。

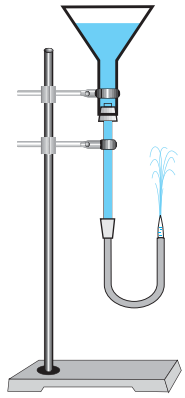


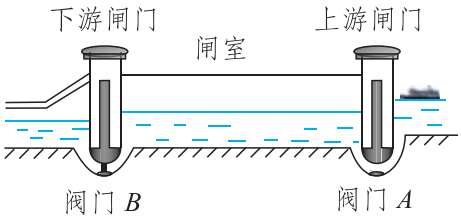
图 4-17 人工喷泉

为了防洪和充分利用江河的水来发电及灌溉农田，经常需要在河流上修建拦河坝，但这样就会阻断河流中船只的航行。为了使船只仍能顺利航行，人们利用连通器的原理在大坝旁修筑了船闸。

如图 4-18 所示是船由上游通过船闸驶往下游的过程。请你根据连通器的原理，说一说船又是如何从下游通过船闸驶向上游的。

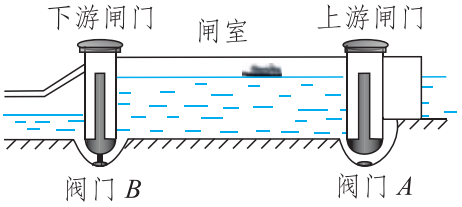
供学习用

微信公众号：电子课本大全



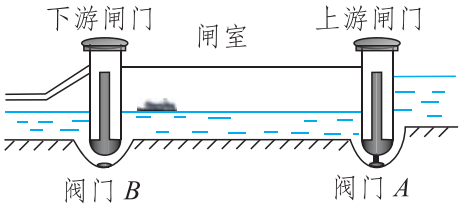
甲

船从上游驶来，关闭下游闸门和闸下的阀门 B，打开上游闸下的阀门 A，使上游和闸室形成一个连通器。上游的水通过阀门 A 进入闸室，直到水不流动时，上游和闸室中的水面相平。



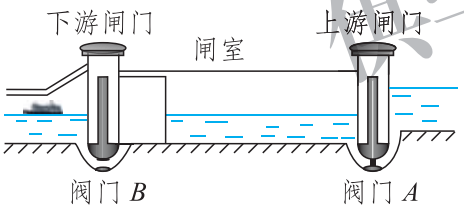
乙

打开上游闸门，船从上游驶入闸室。



丙

关闭上游闸门和闸下的阀门 A，打开下游闸下的阀门 B，使闸室和下游形成一个连通器。闸室的水通过阀门 B 流到下游，直到水不流动时，闸室中的水面和下游相平。



丁

打开下游闸门，船从闸室驶往下游。

图 4-18　船闸

供学习用

课后实践

1.如图 4-19 所示，U 形连通器内装有煤油，“液片”AB 静止，那么 AB 在水平方向上受到的两个力大小_____，方向_____，它们是一对_____。由于“液片”两面的面积相等，说明它受到向左和向右的压强_____。因为液体内部的压强与液体的_____有关，所以连通器两边管内

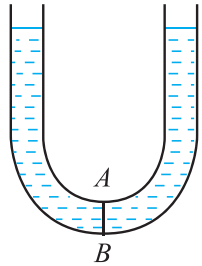


图 4-19

微信公众号：电子课本大全

液面_____。

2.如图 4-20 所示，容器中装有同种液体且处于静止状态，其中不可能出现的是 (　　)。

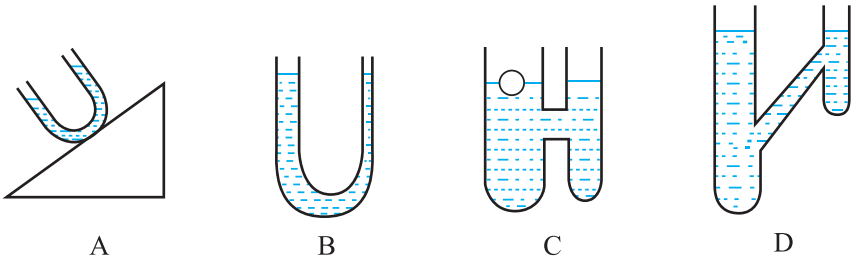


图 4-20

3.如图 4-21 所示，公路两侧的甲、乙两条水渠由公路下面的倾斜涵洞相连，两水渠中水面相平。关于涵洞中的水流方向，下列说法正确的是 (　　)。

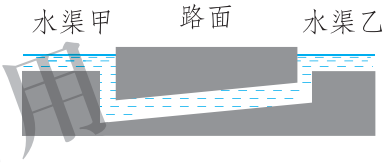


图 4-21

A.由于水向低处流，所以涵洞中的水从乙流向甲

B.由于水渠甲的涵洞较深，压强较大，所以涵洞中的水从甲流向乙

C.由于两水渠水面相平，所以涵洞中的水不流动

D.当水渠甲中的水面比水渠乙高一些时，会有水从涵洞中流向乙

4.在装修房屋时，工人师傅常常会用到一根灌有水(水中无气泡)且足够长的透明塑料软管。他们把这根软管的两端靠在墙面的不同地方并做出标记(图 4-22)。这样做的目的是保证两点在_____，用到的物理知识是_____。



图 4-22

供学习用

微信公众号：电子课本大全

知识窗

长江上的船闸

我国大型水利枢纽工程葛洲坝水电站的拦河大坝坝顶全长2 606.5 m，坝顶高程 70 m，最大坝高 48 m。葛洲坝 2 号船闸(图 4-23)的闸室长 280 m、宽 34 m。上、下游闸门都有两扇门，其中下游闸门每扇高 34 m、宽 19.7 m，比一个篮球场还要大。

长江三峡水利枢纽工程是一个跨世纪工程。它的水库总面积 1 084 km^2，总库容 3.93×10^{10} m^3。坝轴线全长 2 309.47 m，坝顶高 185 m。最大坝高 181 m，相当于 60 层摩天高楼。通航建筑物包括船闸、临时船闸、升船机三个部分，都设在左岸。由于上、下游水位相差一百多米，如果只修建一级船闸过船，闸门将承受巨大的水压。无论是闸室的修筑，还是闸门的制造、安装、启闭，都存在问题，技术难度很大。所以建筑师化整为零，采用双线 5 级船闸(图 4-24)，分上行、下行两线运行。每级闸室都是长 280 m、宽 34 m、水深 5 m，与葛洲坝 1 号、2 号船闸相同，闸门的高度略高于葛洲坝船闸的闸门。船队通过 5 级船闸大约需要 2.5 h。

供学习用



图 4-23　葛洲坝 2 号船闸

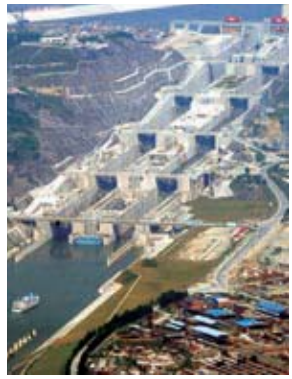


图 4-24　三峡双线 5 级船闸

微信公众号：电子课本大全

四、大气压强

我们生活的地球被厚厚的大气层包围着，空气密度随高度的增加而减小，距离地面越高空气越稀薄。

想一想

气体也像液体一样没有一定的形状，具有流动性，同时也受到重力的作用。那么大气是否也存在压强呢？在图 4-25 所示的情景中，你看到了什么现象？这说明了什么？

供学习用



甲　吸盘挂钩可以挂起重物，吸盘是靠什么“吸”在墙上的？



乙　用封帽把注射器的小孔封住，注射器的活塞为什么没有被重物拉下来？

图 4-25

如图 4-25 所示的现象充分展示了大气压强的作用效果。由此可见，空气和液体一样，在其内部的各个位置也都有压强，这个压强叫作**大气压强**(atmosphere)，简称**大气压**。

大气压强到底有多大呢？怎样测量大气压强的数值呢？

1643 年，意大利科学家托里拆利(Evangelista Torricelli，1608—1647)依据“大气压与液体压强相平衡”的原理首先用实验的方法测出了大气压强

微信公众号：电子课本大全

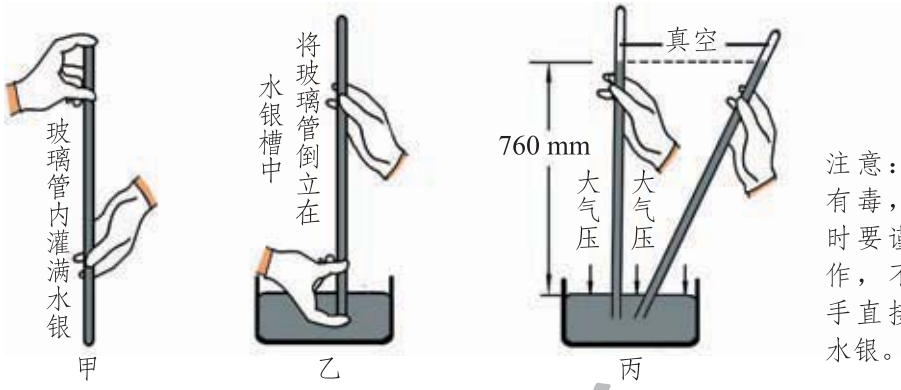
的数值。他的实验方法如下。

1.取一根长约 1 m、一端封闭的玻璃管，将管内灌满水银(图 4-26 甲)。

2.堵住玻璃管的开口端，把管倒立在水银槽中(图 4-26 乙)。

3.松开管口，管内的水银面就会下降(图 4-26 丙)。

实验发现：当管内外水银面高度差约为 760 mm 时，水银柱不再下降。



注意：水银有毒，实验时要谨慎操作，不能用手直接接触水银。

图 4-26 托里拆利实验

由于玻璃管内水银面上方为真空，当管内的水银柱静止时，作用在玻璃管外水银面上的大气压强与管内 760 mm 高的水银柱产生的压强正好相等。

根据液体压强公式，760 mm 高的水银柱产生的压强为

$$\begin{aligned} p &= \rho gh \\ &= 13.6\times10^3\ \text{kg/m}^3\times9.8\ \text{N/kg}\times0.76\ \text{m} \\ &\approx 1.01\times10^5\ \text{Pa}。 \end{aligned}$$

所以大气压强的数值约为 1.01×10^5 Pa。

议一议

如果将托里拆利实验中的水银换成水，玻璃管至少应该多长？

大气压强的数值并不是固定的。通常大气压强随高度的变化而变化，高度越高，大气压强越小。在海拔 2 000 m 以内，大约每升高 12 m，大气压强下降 133 Pa。在地面附近，大气压强会由于天气情况的变化而略有变化。人们通常将相当于 760 mm 水银柱高的气压叫作标准大气压。

日常生产和生活中，人们使用气压计来测量大气压强。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

相关链接

气 压 计

水银气压计是利用托里拆利实验的原理来测定大气压强的一种装置。如图 4-27 所示，玻璃管底部的水银槽用一个皮囊来代替，在玻璃管外面加上一个金属护套，护套上刻有量度水银柱高度的刻度尺。在水银槽顶上加装一根象牙针，针尖正好位于刻度尺的零点。使用时，轻轻旋转皮囊下的螺旋，使槽内水银面恰好跟象牙针尖接触(即与刻度尺的零点保持在同一水平线上)，然后从刻度尺上读出水银柱的高度。此高度示数就反映了大气压强的大小。

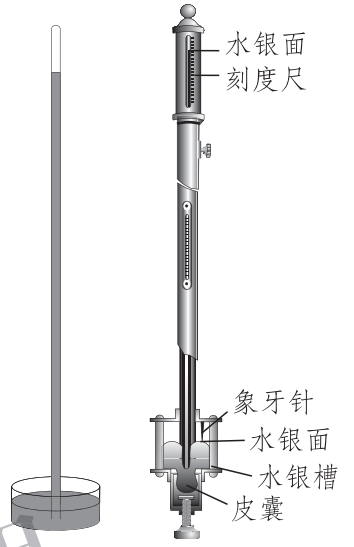


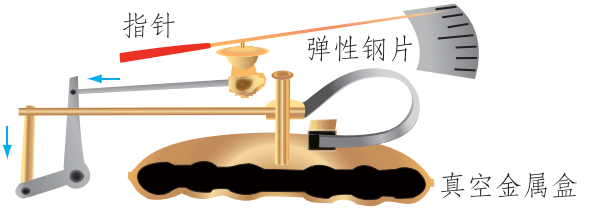
图 4-27

供学习用

还有一种常见的气压计是金属盒气压计，它的主要组成部分是一个表面为波纹状的真空金属盒(图 4-28)。为了不使金属盒被大气压所压扁，盒外安装的弹性钢片会给金属盒一个向外的拉力。大气压强增大，盒盖凹进去一些；大气压强减小，弹性钢片就把盒盖拉起来一些。盒盖的变化情况可以通过传动机构传给指针，使指针偏转。从指针下面刻度盘上的读数，就可以知道大气压强的数值。



甲 金属盒气压计



乙 金属盒气压计的构造示意图

图 4-28

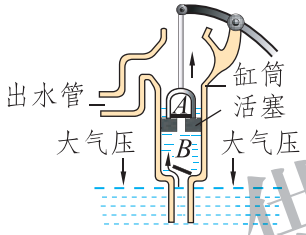
微信公众号：电子课本大全

不仅大气存在压强，封闭容器中的气体也有压强。生活中你可能有过这样的体验：脚踩气球时，气球的体积变小，球内气体的压强增大，会将气球压破；打气筒的活塞下移，筒内气体的体积减小，压强增大，所以活塞越向下压越费力。

实验表明，**在温度不变的条件下，一定质量的气体，体积减小压强就增大，体积增大压强就减小。**

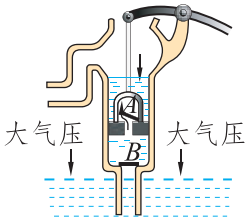
用注射器从药瓶中吸药水就利用了这个原理。注射器的活塞被拉动后，管内的空气体积增大，压强变小，注射器外的液体在大气压强的作用下被压入注射器内。人们根据这样的原理，还制造了活塞式抽水机和离心式水泵。

如图 4-29 所示为活塞式抽水机的工作过程，请你描述一下活塞式抽水机是如何工作的，并把下面的文字填写完整。



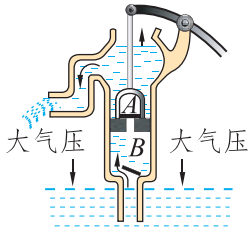
提起活塞时，阀门_____关闭，大气压迫使水推开阀门_____，进入缸筒。

甲



压下活塞时，阀门 B_____，活塞下面的水推开阀门_____，涌到活塞上面。

乙



再次提起活塞时，阀门_____关闭，它上面的水从出水管流出。同时大气压迫使水又推开阀门_____，进入_____。

丙

图 4-29

离心式水泵的主要部件是泵壳和壳里的叶轮，如图 4-30 所示。启动前应先往泵里灌满水。启动后，旋转的叶轮带动泵里的水高速旋转，水向外甩出并

供学习用

微信公众号：电子课本大全

被压入出水管。水被甩出后，叶轮转轴附近就形成一个低压区。这里的压强比大气压强低得多，外面的水就在大气压强的作用下，冲开底部的进水阀门从进水管进入泵壳。冲进来的水又随着叶轮的高速旋转被甩出，并压入出水管。叶轮在电动机(或其他动力)的带动下不断高速旋转，水就源源不断地从低处被输送到高处。

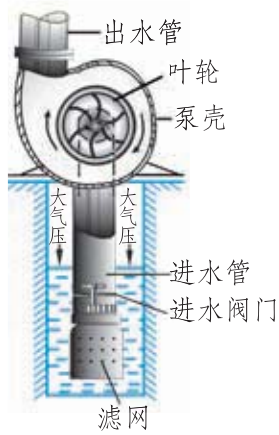


图 4-30　离心式水泵

课后实践

1.如图 4-31 所示，在一根粗试管中放入一定量的水，再将略细一些的试管放入其中。将两支试管倒过来后，会发生什么现象？做一做，并分析其中的原因。

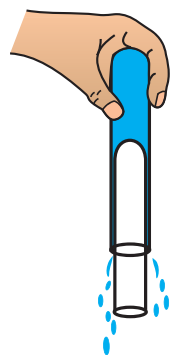


图 4-31

2.大气压强作用在房顶上的压力是很大的，但是房子并没有被压塌，其主要原因是(　　)。

A.房顶建造得很牢固

B.墙很厚，对地面的压强小

C.房顶上下面均受到大气压强的作用

D.墙把房顶支撑住了

3.氢气球升到高空时就会破裂，其主要原因是(　　)。

A.高空大气压强增大，气球体积减小，将气球压破

B.高空大气压强增大，气球体积增大，将气球胀破

C.高空大气压强减小，气球体积增大，将气球胀破

D.高空大气压强减小，气球体积减小，将气球压破

4.在做托里拆利实验时，待水银柱稳定后，若在玻璃管上方开一小孔，将会出现的现象是(　　)。

A.水银将会从小孔喷出

B.水银柱会下降到与槽内水银面相平的位置

C.水银不会喷出，也不会下降

D.水银柱下降，但与槽内水银面不相平

供学习用

微信公众号：电子课本大全

5.如图 4-32 所示，挂衣钩紧贴在光滑的玻璃上。若大气压强为 1×10^5 Pa，挂衣钩塑料盘的直径为 6 cm，求大气对它产生的压力。

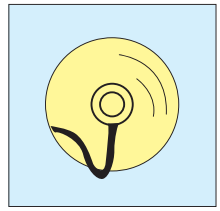


图 4-32

知识窗

马德堡半球实验

1654 年，德国物理学家、时任马德堡市市长的格里克 (Otto von Guericke，1602—1686)进行了一次著名的大气压强实验，被后人称为“马德堡半球实验”。他将两个制作精密、直径约 37 cm 的空心铜半球对合起来，并用抽气筒把球里的空气抽走，在每个半球侧面各拴上 8 匹马。格里克一声令下，16 匹马分别向相反的方向拉这个真空球，可奇怪的是真空球怎么也拉不开。最后，在赶马人的大声吆喝下，16 匹马一起奋力用劲，随着一声巨响，两个半球终于被拉开了。



图 4-33

这个实验不仅证明了大气压强的存在，也向人们揭示了真空的知识。格里克当年进行实验的两个半球被后人称为“马德堡半球”，现仍保存在慕尼黑的德意志博物馆中。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

五、流体的压强与流速

气体和液体都很容易流动，它们统称为**流体**(fluid)。

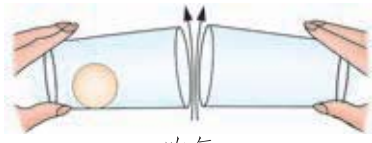
想一想

1.如图 4-34 甲所示，用手拿一张纸条放在嘴边，沿纸条上方向前吹气，会发生什么现象？为什么？

2.如图 4-34 乙所示，取两个玻璃杯，将乒乓球放入其中一个杯子中。将两个玻璃杯口对口地放在同一水平面上，杯口之间的距离大约为 1 cm。双手扶稳杯子，对准两个杯口中间用力吹气，你会观察到什么现象？想一想，出现这种现象的原因是什么？



甲



吹气

乙

图 4-34

当沿纸条上方吹气时，纸条上方的气体流速大，纸条下方的气体流速小。纸条向上飘，说明纸条上方的气体压强小，纸条下方的气体压强大。

向两个杯口中间吹气，杯口处的气体流速大，杯内的气体流速小。乒乓球向杯口处运动，说明杯口处的气体压强小，杯内的气体压强大。

大量实验表明：**流体在流速大的地方压强小，流速小的地方压强大。**

微信公众号：电子课本大全

人们根据这个原理设计制作了飞机，实现了像鸟儿一样在天空中飞翔的梦想。

想一想

观察飞机的机翼截面形状(图 4-35)，机翼上部和下部的形状是对称的吗？飞机为什么能上天呢？



图 4-35 飞机

供学习用

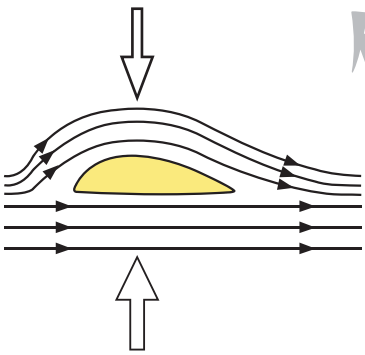


图 4-36

当机翼跟气流方向平行时(图 4-36)，由于机翼上方空气的流动速度大，机翼下方空气的流动速度小，所以机翼下方的压强大于机翼上方的压强。这样就产生了作用在机翼上的向上的力，叫作举力或**升力**(ascensional force)。

有一些跑车在车的尾部设计安装了一种“气流偏导器”(图 4-37)。它的上表面平直，下表面呈弧形凸起，相当于一个倒置的飞机机翼。当跑车高速行驶时，气流偏导器上下方的压强差形成了一个向下的力，提高了车轮的附着性能。



图 4-37 跑车的气流偏导器

微信公众号：电子课本大全

做一做

自制简易喷雾器

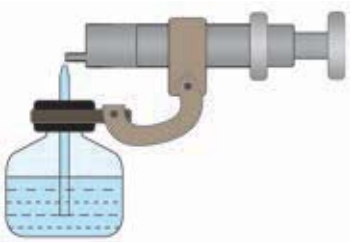


图 4-38　自制简易喷雾器

在小玻璃瓶的盖上扎两个小孔。向瓶内装适量的水，拧好瓶盖。将小塑料管通过瓶盖上的一个小孔插入水中。在瓶盖上固定一个支架，将注射器安装在这个支架上，这样就制成了一个简易的喷雾器(图 4-38)。用注射器向露在瓶外的小塑料管的管口吹气，即可喷雾。

与飞机的升力类似，利用液体的流速与压强的关系也可使在水中运动的物体产生升力。水翼船就是根据这个原理设计出来的。如图 4-39 所示，水翼船的下部安装有与飞机机翼类似的水翼。在高速航行时，船体下部的水翼受到升力，将船体托起，以尽量减小水的阻力。

供学习用



图 4-39　水翼船

课后实践

1.火车提速后，车站站台上的候车安全距离从 1 m 增大到 2 m，这是因为快速行驶的列车使周围空气流速_____，压强_____

微信公众号：电子课本大全

(填“增大”、“减小”或“不变”)，靠近铁路候车的旅客有被气流卷入车底的危险，所以要增加安全距离。

2.如图 4-40 所示，向两张纸的中间吹气，发生的现象是(　　)。

A.纸向两边分开　　B.纸向中间靠拢

C.保持原来位置不动　　D.都有可能

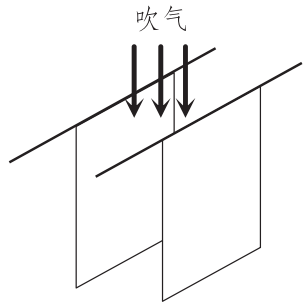


图 4-40

3.两艘并排前进的船，在航行时常会在内、外水流压力差的作用下不由自主地靠在一起，这是因为(　　)。

A.两船外侧水流较缓，压强较大

B.两船外侧水流较急，压强较大

C.两船内侧水流较缓，压强较小

D.两船内侧水流较急，压强较大

4.如图 4-41 所示，将一个普通的乒乓球轻轻放入漏斗中。用电吹风机从管口向上吹气，会发生什么现象？试分析其原因。


图 4-41

供学习用

微信公众号：电子课本大全

六、浮　力

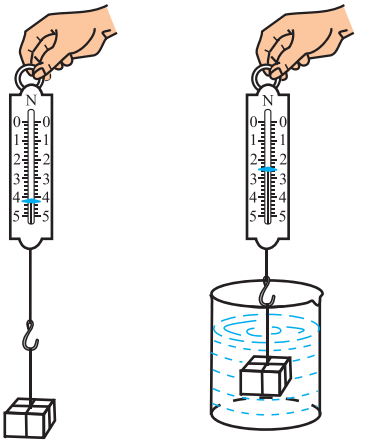
如图 4-42 所示，当我们在水中兴高采烈地和伙伴嬉戏时，会发现很难把漂在水面上的皮球或救生圈压入水中。而且，我们感觉自己的体重在水中似乎减轻了，也很容易就能将水中的小伙伴托起。这一切都是为什么呢？



图 4-42

想一想

将一重物悬挂在弹簧测力计下端，如图 4-43 甲所示，读出弹簧测力计的示数。将重物浸没在水中，如图 4-43 乙所示，此时弹簧测力计的示数有什么变化？这说明了什么？



甲　　乙

图 4-43

微信公众号：电子课本大全

观察漂浮在液面上的物体，总有一部分浸在液体中。我们把漂浮在液面上的物体和浸没在液体中的物体都叫作浸在液体中的物体。浸在液体中的物体受到液体向上托的力，这个力叫作**浮力**(buoyancy force)。浮力的方向总是竖直向上的。

浸在液体中的物体为什么会受到向上的浮力呢？

实 验

如图 4-44 所示，将玻璃圆筒的两端蒙上绷紧程度相同的橡皮膜，浸没在水中。当玻璃圆筒沿不同方向放置时，玻璃圆筒两端的橡皮膜可能处于水中相同的深度，也可能处于不同的深度。观察玻璃圆筒两端橡皮膜的凹陷程度，你发现了什么现象？这些现象说明了什么？

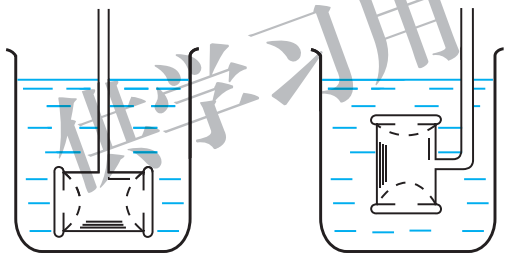


图 4-44

当玻璃圆筒沿水平方向放置时，玻璃圆筒两端橡皮膜的凹陷程度相同，说明水对玻璃圆筒两端的橡皮膜的压力 $F_{左}$ 和 $F_{右}$ 的大小关系是 $F_{左}$ _____ $F_{右}$。当玻璃圆筒沿竖直方向放置时，玻璃圆筒上端橡皮膜的凹陷程度小于下端橡皮膜的凹陷程度，说明水对玻璃圆筒两端的橡皮膜的压力 $F_{上}$ 和 $F_{下}$ 的大小关系是 $F_{上}$ _____ $F_{下}$。

议一议

通过以上实验，你能用液体压强的知识解释浮力产生的原因吗？

供学习用

微信公众号：电子课本大全

学生实验：探究浮力大小与哪些因素有关

问题与猜想

浮力的大小与哪些因素有关呢？

请写出你的猜想和依据。

设计实验与制订计划

某实验小组猜想浮力的大小与物体浸没在液体中的深度有关。他们选用装水的透明水槽、弹簧测力计、铝圆柱体、刻度尺和细线进行探究，实验步骤如下。

1.用弹簧测力计测出铝圆柱体所受的重力。

2.将铝圆柱体浸没在水面下 5 cm、10 cm、15 cm 深处，分别记录弹簧测力计的示数。

3.计算出铝圆柱体在不同深度所受浮力的大小。

实验结论：浮力与物体浸没在液体中的深度无关。

请根据你的猜想，设计实验加以验证。

进行实验与收集证据

根据实验中需要记录的数据或现象，设计记录表格。按照你的实验计划进行实验，并将实验结果记录在表格中。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

分析与论证

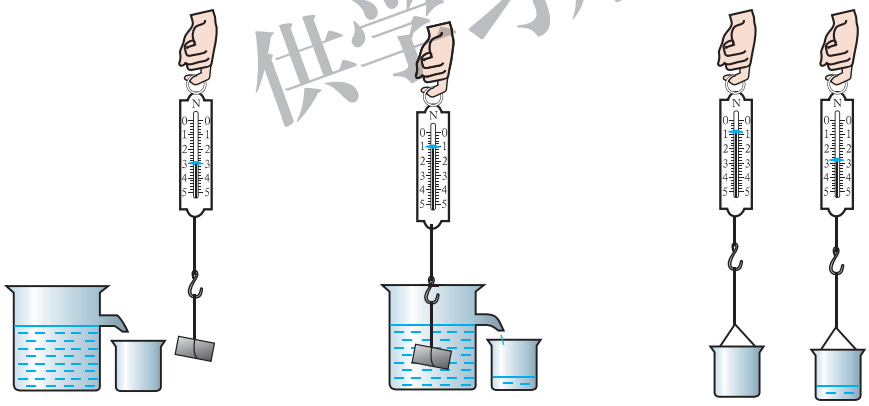
分析你的实验数据，并与同学进行交流，归纳得出实验结论：

浮力的大小与_____有关，与_____无关。

浮力的大小

实 验

如图 4-45 所示，向溢水杯中注水，使水面恰好与出水口相平。当悬挂在弹簧测力计下方的橡皮块浸在水中时，弹簧测力计的示数将变小。此时橡皮块受到几个力的作用？橡皮块所受的浮力是多少？如果将橡皮块缓慢地浸入水中，你会看到弹簧测力计的示数如何变化？橡皮块所受的浮力与它所排开水的体积(或质量、重力)有什么关系呢？



甲 在空气中测量橡皮块所受的重力 G

乙 将橡皮块完全浸入水中后，弹簧测力计的示数为 G'

丙 测量橡皮块排开的水所受的重力 $G_{排}$

图 4-45

实验结论

1.在空气中用弹簧测力计测得橡皮块重为 $G=$_____ N。

2.用弹簧测力计测得橡皮块浸没在水中时的视重 $G'=$_____ N，

供学习用

微信公众号：电子课本大全

由此可知橡皮块所受的浮力$F_{浮}=G-G'=$_____N。

3.用弹簧测力计测出橡皮块排开的水所受的重力$G_{排}=$_____N。

比较$F_{浮}$和$G_{排}$的大小，可以发现：$F_{浮}$_____$G_{排}$。

换用煤油、酒精等其他液体重复这个实验，能否得出类似的结论？

浸在液体中的物体受到竖直向上的浮力，浮力的大小等于物体排开的液体所受的重力。这个规律叫作**阿基米德原理**(Archimedes' principle)。

阿基米德原理不仅适用于各种液体，同样也适用于气体。气体也能够对物体产生浮力。节日里放飞的气球，就是由于受到空气对它的浮力作用才飞上天空的(图 4-46)。



图 4-46 节日里放飞的气球

供学习用

课后实践

1.如图 4-47 所示，重为3×10^5 N 的飞艇静止在空中，飞艇受到的浮力大小为_____N，方向_____。

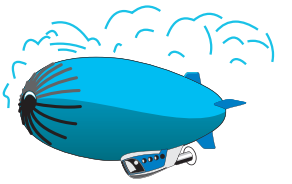


图 4-47

2.把一个重为 38 N、体积为 500 cm^3 的实心金属球浸没在盛满水的容器内，溢出的水的质量是多少？金属球受到的浮力大小是多少？(g取 10 N/kg)

3.沉船打捞人员在水面下作业，他在不断下潜的过程中(　　)。

A.所受浮力变大，压强变大

B.所受浮力变大，压强变小

C.所受浮力不变，压强变大

D.所受浮力不变，压强不变

微信公众号：电子课本大全

4.将充足气的篮球和尾端套着气球的气针一起挂在杠杆左端，调整杠杆右端的钩码，使杠杆平衡，如图 4-48 甲所示。然后再将套着气球的气针插入篮球的气门内，气球随即膨胀，如图 4-48 乙所示。此时的杠杆还能保持平衡吗？为什么？



甲　　乙

图 4-48

供学习用

知识窗

阿 基 米 德

阿基米德(Archimedes，公元前 287—前 212)是古希腊著名的哲学家、数学家、物理学家和天文学家，出生于西西里岛的叙拉古。

阿基米德在物理学上的主要贡献之一是发现了阿基米德原理。有关阿基米德原理的发现，还有一个非常有趣的小故事。叙拉古国王叫金匠打造一顶纯金的皇冠，但他怀疑金匠掺了假，就请阿基米德来鉴定。阿基米德冥思苦想，一直想不到解决这个难题的方法。就在阿基米德到浴缸里洗澡的时候，看见浴缸里的水溢了出来，才突然想到了解决方法。相同质量的同种物质放入盛满水的容器中，溢出的水的体积应该相同。如果把皇冠放入水中，溢出的水应该和放入相同质量的纯金溢出的水一样多，否则皇冠肯定不是纯金做的。

公元前 212 年，罗马大军围攻叙拉古，阿基米德不幸死在罗马士兵手中，享年 75 岁。

微信公众号：电子课本大全

七、物体的浮沉条件

想一想

将木块、石块、蜡烛、橡皮等物体浸没在水中，观察它们的浮沉情况。浸在液体中的物体都会受到竖直向上的浮力作用，为什么有的物体会上浮，有的物体会下沉呢？

浸没在液体中的物体，受到竖直向上的浮力，同时还受到竖直向下的重力，如图 4-49 所示。当物体所受的浮力大于重力时，物体就会上浮。当物体所受的浮力等于重力时，即二力平衡，物体就会悬浮在水中。当物体所受的浮力小于重力时，物体就会下沉。

一个物体漂浮在液体表面时，物体所受的重力与其所受的浮力相等。根据阿基米德原理，$F_{浮}=G_{排}$，而 $G_{排}=\rho_{液}gV_{排}$。所以，当同一物体在不同液体中漂浮时，液体的密度越大，物体排开液体的体积就越小；液体的密度越小，则物体排开液体的体积就越大。人们根据这个规律，制成了密度计(图 4-50)，用来测量液体的密度。

仅学习用

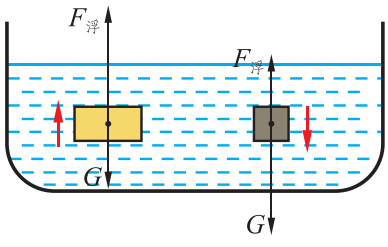


图 4-49



图 4-50　密度计

微信公众号：电子课本大全

密度计是一根有特定形状的密封玻璃管，管的下部装有少量密度较大的铅丸。使用时将密度计竖直地放入待测的液体中使其漂浮，待密度计稳定后，从它的刻度处可以读出待测液体的密度。

仔细观察密度计的刻度值，它的大小是怎样变化的？密度计的刻度是均匀的吗？

做一做

自制密度计

如图 4-51 所示，在小塑料瓶内装入适量的细砂，用气门芯把空圆珠笔杆与小塑料瓶连接在一起。反复调节瓶中细砂的量，使装置漂浮时，笔杆大约露出水面一半。这样，一个密度计就做好了。将做好的密度计分别放在盐水和清水中，看看能否分辨它们密度的微小差别。



图 4-51

供学习用

议一议

你能根据阿基米德原理和力与运动的关系，找到浸没在液体中的物体的密度、液体的密度与浮沉条件的关系吗？

对浸没在液体中的物体：

当 $\rho_{液}$ _____ $\rho_{物}$ 时，必有 $F_{浮} < G_{物}$，物体在液体中下沉。

当 $\rho_{液}$ _____ $\rho_{物}$ 时，必有 $F_{浮} = G_{物}$，物体可以悬浮在液体中。

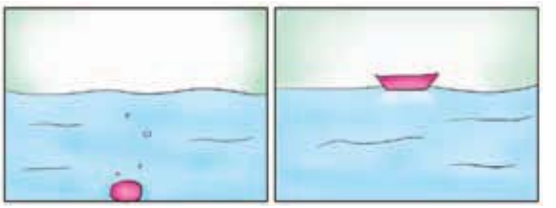
当 $\rho_{液}$ _____ $\rho_{物}$ 时，必有 $F_{浮} > G_{物}$，物体在液体中上浮。

进一步思考，怎样使密度大于水的物体漂浮在水面上呢？

微信公众号：电子课本大全

实 验

如图 4-52 所示，将一块橡皮泥放入水中，橡皮泥会下沉。将橡皮泥从水中捞出，捏成小船的形状，再放入水中，橡皮泥就可以漂浮在水面上。



甲　　乙

图 4-52

两次橡皮泥所受的重力 $G_{甲}$ 和 $G_{乙}$ 的大小关系是 $G_{甲}$_____$G_{乙}$；两次排开水的体积 $V_{甲}$ 和 $V_{乙}$ 的大小关系是 $V_{甲}$_____$V_{乙}$；两次所受的浮力 $F_{甲}$ 和 $F_{乙}$ 的大小关系是 $F_{甲}$_____$F_{乙}$。

供学习用

可见，要用密度大于水的材料制成能够漂浮在水面上的物体，可以把它做成空心的，以使它能排开更多的水。人们根据这个原理用钢铁制造了轮船。

潜水艇能在水中随意地下潜和上浮，这是靠改变潜水艇所受的重力来实现的。如图 4-53 所示，潜水艇有多个蓄水舱，当它要下潜时就向蓄水舱中注水，使潜水艇所受的重力增大，大于它排开的水所受的重力；当它要上浮时就向外排水，使潜水艇所受的重力减小，小于它排开的水所受的重力。

体育比赛或娱乐活动中用的热气球(图 4-54)和飞艇，不但能在空气中上升，而且还能随意改变在空气中上升、下降和悬浮的状态。你知道它们是如何实现上升、下降和悬浮的吗？



浮出水面　　潜入水中

图 4-53



图 4-54　热气球

微信公众号：电子课本大全

相关链接

孔明灯与太阳能热气球

把一个盛满了松香的小碗放在孔明灯里，点燃松香，灯里的空气受热后就会膨胀。热空气的密度小，其重力小于它所受到的空气浮力，所以热空气总是上升的。孔明灯(图 4-55)便是利用空气的浮力上升的。像孔明灯这样利用热空气上升的气球，通常称为热气球。

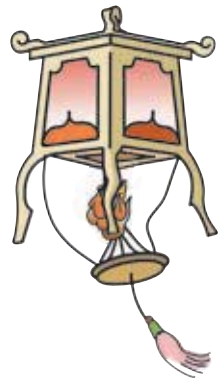


图 4-55 孔明灯

由于孔明灯放飞时需要使用明火，容易引起火灾，发生危险，所以人们又发明了太阳能热气球。太阳能热气球是一种不用点火、没有孔的“孔明灯”。它的球皮是由一些特殊的材料制成的，既能很好地吸收红外线和太阳光的热，又能防止热气球内的热量向外传递。这样一来，热气球内部的空气温度就比外面的冷空气高。在理想情况下，它可以无限期地飞行。

作业习用

课后实践

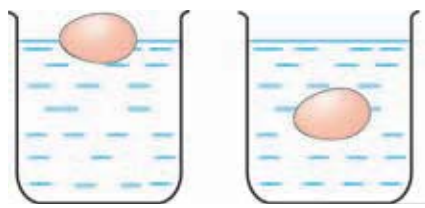
1.把同一个鸡蛋分别放入甲、乙两杯密度不同的盐水中，如图 4-56 所示。鸡蛋在甲杯中漂浮在盐水表面，而在乙杯中却悬浮在盐水中。关于这一现象，下列说法正确的是(　　)。

A.鸡蛋在甲、乙两杯盐水中受到的浮力相等

B.鸡蛋在甲杯中受到的浮力大些

C.鸡蛋在乙杯中受到的浮力大些

D.条件不足，无法判断



甲　　乙

图 4-56

微信公众号：电子课本大全

2.一艘轮船从东海驶入长江(装载货物的质量不变)，会发生变化的是(　　)。

A.船受到的重力　　B.船受到的浮力

C.船排开液体的重力　　D.船排开液体的体积

3.把重5 N、密度为 0.9×10^3 kg/m^3 的实心物体投入水中。静止时，该物体会_____(填“漂浮”、“悬浮”或“沉入水底”)，物体所受的浮力是多少？物体排开的水所受的重力是多少？

4.将粮种浸在浓度适宜的盐水中，漂浮在盐水表面的种子是不饱满的，沉入水底的种子是饱满的好粮种。试说明其中的道理。你还能举出生产、生活中应用浮力的其他实例吗？

知识窗

供学习用

浮力在我国古代的应用

浮桥　我国是世界上应用浮力最早的国家之一，大约在殷商时期，我们的祖先就开始认识和应用浮力了。当时，我们的祖先把较粗的树干中间挖成槽形，利用其在江河中漂流，这就是最早的独木舟。周朝以后，浮力得到了进一步应用。人们将很多木船连在一起，铺上木板架成浮桥(图 4-57)。浮桥是我国古代历史上应用浮力的伟大奇迹。



图 4-57　浮桥

曹冲称象　三国时期，曹操的儿子曹冲曾经提出“以舟称象”。把大象赶到船上，记下船在河中下沉的深度。然后，将大象拉上岸，

微信公众号：电子课本大全

把石头陆续装入船中，直到装载石头的船下沉到刚才的深度为止。称出船中石头的质量，石头的总质量就是大象的质量。曹冲称象的方法，正是浮力原理的具体应用。

深水打捞 宋朝的河中府(今山西省永济县)有一座很大的浮桥，浮桥的缆绳系在 8 只大铁牛上。后来由于洪水泛滥，浮桥被冲垮，铁牛也沉入河中。在当时的条件下，想把铁牛打捞起来是比较困难的。有个叫怀丙的人想出了打捞的办法。他派人潜入水中，用铁索把铁牛和两只装满泥土的大船系在一起。然后再将船中的泥土卸走，利用大船所受的浮力，把铁牛拉上来。这种浮力起重法常被用于打捞沉船。

估测盐水浓度 由于估测盐水浓度的需要，我国在宋、元时期发展了液体密度的测量技术。有个叫姚宽的人为了检查盐商是否舞弊，首创了一种估测盐水浓度的简单方法。选用体积大致相同而质量不同的莲子 10 粒，当把莲子放在盐水中时，如果有 5 粒以上莲子浮起，说明盐水很浓；如果有 3～4 粒莲子浮起，说明盐水较浓；如果浮起的莲子不足 3 粒，说明盐水较稀。到了元代，经过进一步的改进，人们制造出了便于携带、更加简单的估测装置。取 4 粒莲子，分别用 4 种不同浓度的盐水浸泡后，放在一个竹筒内，便成为简单的估测盐水浓度的装置。只要把适量的待测盐水倒入筒内，观察各粒莲子浮起的情况，便可以估测这种盐水的浓度。到了明代，估测盐水浓度的方法得到进一步简化。选一粒轻重合适的莲子放在竹筒内，把待测的盐水倒入竹筒中，如果莲子浮在水面上呈横倒形，则盐水最浓；如果呈垂直形，则盐水较浓；如果莲子下沉，则盐水较稀。我国古代这种估测盐水浓度的简单方法，与现代密度计的原理很相似，这说明我国古代对浮力的研究与应用已经相当深入了。

优学习用

微信公众号：电子课本大全

第五章 DIWUZHANG

简单机械

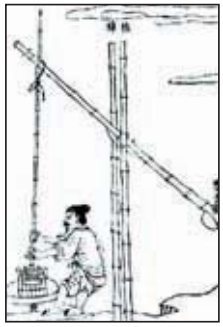


人们在生产和生活中使用着各种各样的机器，任何复杂的机器中都含有简单的机械。

微信公众号：电子课本大全

一、杠 杆

有史以来，机械始终伴随着人类的生产和生活。随着社会的发展，机械的使用越来越广泛，技术化程度也越来越高。


桔槔


挖掘机


机械手

图 5-1 从传统到现代，从人手到机械手

供学习用

图 5-1 中的桔槔、挖掘机和机械手，它们的复杂化和智能化程度越来越高，但只要仔细观察、研究，就会发现它们的机械部分都是由简单机械组成的。

想一想

如图 5-2 所示，人们使用的这些简单机械有什么共同特点吗？


人使用剪刀剪纸


工人起道钉


人使用压水机

图 5-2 生产和生活中的简单机械

微信公众号：电子课本大全

图 5-2 中的各种简单机械，在使用过程中都是绕某一固定点转动的。我们把绕固定点转动的棒、杆或硬件等叫作**杠杆**(lever)。这个固定点叫支点，一般用 O 表示。通常把驱使杠杆转动的力叫动力，把阻碍杠杆转动的力叫阻力。支点到动力作用线的距离叫动力臂，支点到阻力作用线的距离叫阻力臂。

图 5-3 标示出了压水机手柄的支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂。

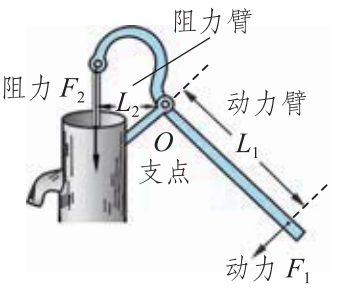


图 5-3 压水机

议一议

你能将图 5-4 中撬杠和钳子的支点、动力、阻力、动力臂和阻力臂标示出来吗？

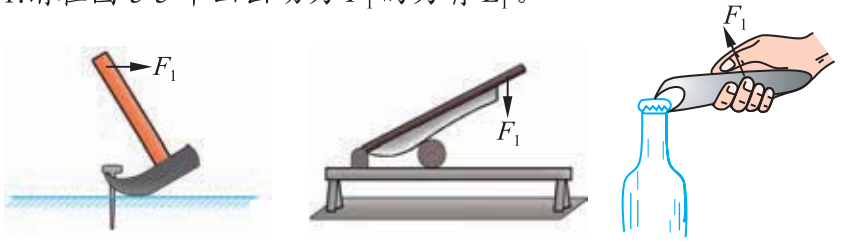


图 5-4 撬杠和钳子

供学习用

课后实践

1.请在图 5-5 中画出动力 F_1 的力臂 L_1。



羊角锤　　铡刀　　瓶起子

图 5-5

微信公众号：电子课本大全

2.装在汽车上的起重机叫作汽车起重机。它行走方便、操作简单、使用广泛。图 5-6 是它的结构示意图。在汽车起重机中有一些简单机械。如起重臂就是杠杆，当 A 杆伸缩时，起重臂的长短发生变化；B 杆伸缩时，起重臂的角度发生变化。车上装有卷扬机，它牵引钢丝绳通过滑轮组提升货物。整个汽车起重机也可视为杠杆，若起吊货物质量过大，会发生翻车事故。请在图 5-6 中画出汽车起重机中起重臂的动力臂和阻力臂。

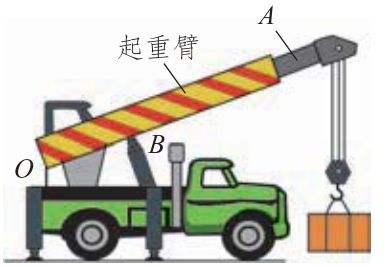


图 5-6

3.如图 5-7 所示，指甲剪是日常生活中常用的工具，其中包括了多个杠杆。请你说一说它包括哪几个杠杆？这几个杠杆的支点分别在哪里？画出指甲剪工作过程中各力的力臂。

仅学习用

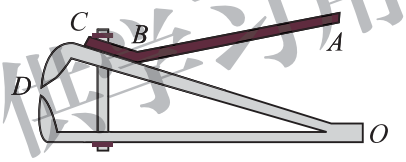


图 5-7

4.图 5-8 是设置在公共场所的健身器材，器材中应用了杠杆，你还能举出生活中其他应用杠杆的实例吗？


图 5-8　健身器材

知识窗

杠杆 —— 一种古老的机械

杠杆是人类生产、生活中使用的最古老的工具之一，它始终伴随着人类社会的发展。直到今天，即便是现代化程度非常高的机械，也离不开杠杆和杠杆原理的应用。

据记载，数千年前，古埃及人在修建金字塔，古罗马人、古希腊人在修建神庙时，大量使用了杠杆机械。我们的祖先在春秋战国时期的水利工程、防御工程建设中，也广泛使用了类似的简单机械(图 5-9)。在数千年漫长的农业社会中，杠杆和根据杠杆原理制造的工具，是人类改造自然、发展生产的主要工具。杆秤(图 5-10)就是我国古代杠杆应用的杰作。

供学习用

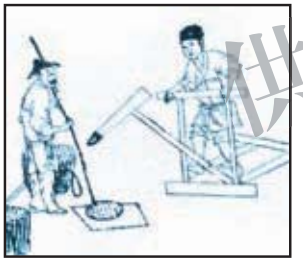


图 5-9　古代人使用的简单机械



图 5-10　我国传统的杆秤

微信公众号：电子课本大全

二、学生实验：探究杠杆

当杠杆静止或匀速转动时，我们称杠杆处于平衡状态。如图 5-11 所示是处于平衡状态下的跷跷板。

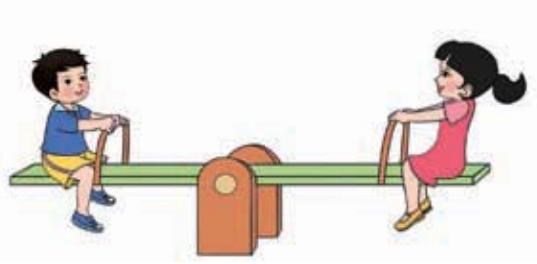


图 5-11　平衡状态下的跷跷板

问题与猜想

杠杆在什么情况下处于平衡状态？杠杆平衡时，动力、动力臂和阻力、阻力臂之间会有什么样的关系？

供学习用

设计实验与制订计划

我们可以用图 5-12 所示的器材进行实验。实验器材有杠杆、钩码、弹簧测力计等。杠杆上有等距离的标示线，中心点(支点)可以在支架上自由转动。

如图 5-13 所示，在杠杆的一侧挂上钩码后，可以通过在其他位置挂上钩码，或用弹簧测力计拉住杠杆的方法使杠杆水平平衡。从钩码数量及悬挂位置到支点的距离，或弹簧测力计对杠杆的拉力及力的作用点到支点的距离，可以分析出杠杆的平衡条件。



图 5-12　实验器材

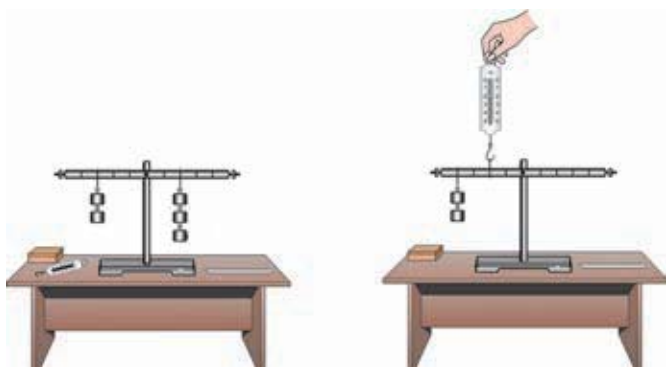


图 5-13　探究杠杆平衡的方法

微信公众号：电子课本大全

进行实验与收集证据

实验时，先调节杠杆两端的平衡螺母，使杠杆静止在水平位置，即杠杆在水平位置平衡。

采用图 5-13 所示的两种方法分别进行实验。当确定阻力和阻力臂后，改变动力和动力臂；或当确定动力和动力臂后，改变阻力和阻力臂，使杠杆在水平位置平衡。将实验数据记录在表 5-1 中。

表 5-1　探究杠杆的平衡条件

	实验次数	动力 / N	动力臂 / m	阻力 / N	阻力臂 / m
方法一	1				
	2				
	3				
	…				
方法二	1				
	2				
	3				
	…				

供学习用

分析与论证

分析你的实验数据，总结出杠杆的平衡条件：_____。

若用 F_1、F_2 分别表示动力和阻力，用 L_1、L_2 分别表示动力臂和阻力臂，杠杆的平衡条件又可表示为_____。

评估与交流

与同学交流你的探究结果，在组内分析、反思下列问题或你发现的其他问题。

你的探究结论与其他同学的结论是否一致？如果不一致，原因是什么？你能排除这些影响探究结果的因素吗？

微信公众号：电子课本大全

生产、生活中使用的杠杆多数是为了省力。如图 5-14 所示，用核桃夹夹核桃就可以省力。有时为了改变用力方向，或为了方便使用，一些杠杆虽然不省力，但是可以省距离。如图 5-15 所示，用镊子夹取棉球时就能够省距离。你还能举出生活中哪些杠杆是省力的？哪些杠杆是省距离的？



图 5-14



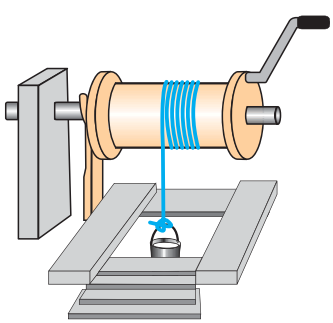
图 5-15

相关链接

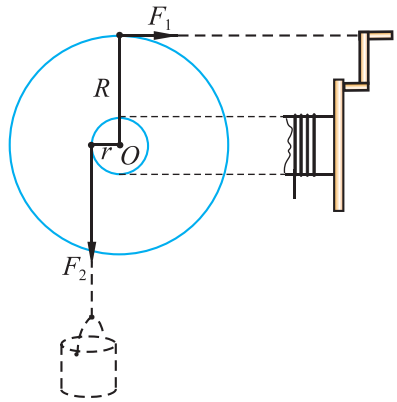
轮　　轴

由轮和轴组成，能绕共同轴线旋转的简单机械叫作轮轴。半径较大者是轮，半径较小者是轴。轮轴是能够连续旋转的杠杆，支点就在转轴线上。

如图 5-16 甲所示的辘轳就是典型的轮轴。在图 5-16 乙中，R 为轮半径，r 为轴半径，F_1 为作用在轮上的力，F_2 为作用在轴上的力。当轮轴平衡时，根据杠杆的平衡条件有：$F_1R = F_2r$（动力×轮半径 = 阻力×轴半径）。



甲



乙

图 5-16　辘轳

供学习用

微信公众号：电子课本大全

生活中常见的汽车方向盘、绞盘、石磨(图 5-17)等都是轮轴类机械。



汽车方向盘



绞盘



石磨

图 5-17　轮轴类简单机械

做一做

自制戥子

戥(děng)子(图 5-18)是我国中药房中常用的一种测量药物质量的工具。它是由带有刻度的秤杆、秤盘、秤砣和提纽等组成的。动手做一做，自制一把戥子。



图 5-18　戥子

材料：一根筷子或细竹棍、一个螺母或其他配重、一个罐头瓶盖或其他作秤盘的材料、一些细线等。

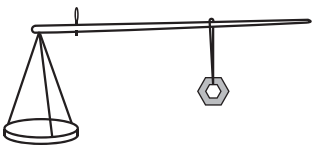


图 5-19

制作方法：如图 5-19 所示，用三根细线将“秤盘”固定在“秤杆”的一端；用细线制作“提纽”并固定在“秤盘”附近处；用细线和螺母(或其他配重)做成“秤砣”，且可在“秤杆”上自由移动。

刻度的标注：在“秤盘”上不放物品时，提着“提纽”移动“秤砣”，使戥子在水平位置平衡。在“秤杆”上记录下“秤砣”

优学习用

微信公众号：电子课本大全

的位置，此位置常被称为“定盘星”。依次在“秤盘”上加放等量的砝码并移动“秤砣”使“秤杆”平衡，就可以依次标注出“秤杆”上的刻度。

课后实践

1.如图 5-20 所示，在轻质杠杆 OA 的中点处悬挂一个重 60 N 的物体。在 A 端施加一个竖直向上的力 F，杠杆在水平位置平衡，则 $F=$_____ N。

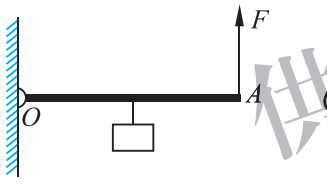


图 5-20

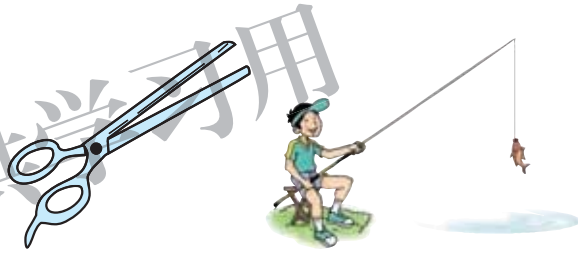


图 5-21 生活中的杠杆实例

供学习用

2.分析图 5-21 中的两个杠杆实例，找出它们的动力臂和阻力臂。分析一下它们在使用时是省力的还是省距离的。

3.根据三种杠杆不同的力臂情况，思考在使用这三种杠杆时，是否省力，是否节省移动杠杆的距离，生活中对应着哪些实例，并将结果填写在表 5-2 中。

表 5-2 力臂不同的三种杠杆

力臂情况	是否省力	是否省距离	实 例
$L_{阻}>L_{动}$			
$L_{阻}=L_{动}$			
$L_{阻}<L_{动}$			

微信公众号：电子课本大全

4.在一个轻质杠杆的左右两端分别挂上 200 N 和 300 N 的重物时，杠杆恰好水平平衡。若将两端的重物同时减少 50 N，则杠杆（　　）。

A.左端下沉　　B.右端下沉

C.仍然平衡　　D.无法确定

知识窗

龙骨水车

龙骨水车亦称“翻车”、“踏车”、“水车”，是我国古代最著名的水利灌溉机械之一。因为其主体结构形状像龙骨，所以称它为龙骨水车。

龙骨水车约始于东汉。据史料记载，唐宋以来，在农田灌溉、排水及运河供水中，龙骨水车是使用最为普遍的提水机械之一。特别是在我国南方大兴围田后，这种低水头提水的机械使用更为普遍。



图5-22　龙骨水车

龙骨水车结构简单，可以连续、快速、方便地将低处的水大量地移到高处。而这种连续地用齿轮带动链条的方法，是人类历史上的一大突破，也是科学技术推动人类文明生活的典范。龙骨水车的发明是我国劳动人民在长期生产实践中集体智慧的结晶。由于龙骨水车结构合理、可靠实用，所以能一代代流传下来。直到近代，随着农用水泵的普遍使用，它才悄悄地退出历史的舞台。目前在我国江南的乡村中，仍然能够见到少量的龙骨水车的身影。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

三、滑　轮

想一想

仔细观察图 5-23 所示的情景，想一想，人们使用的这些装置有什么共同特点呢？



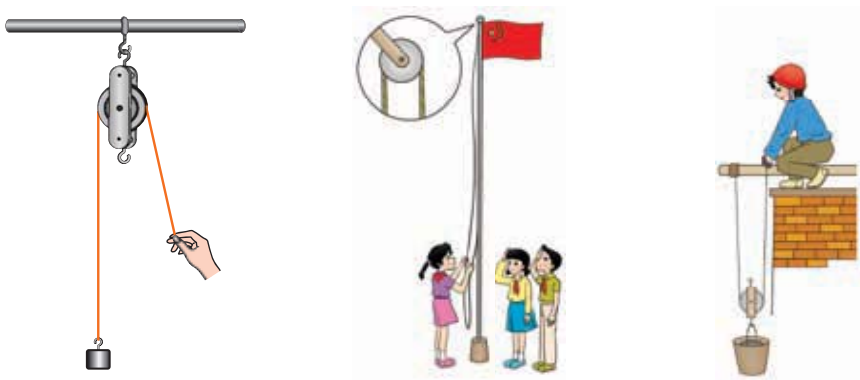
甲　起重机　　乙　升降式晾衣架

图 5-23

供学习用

如图 5-24 甲所示，**滑轮**(pulley)是由可绕中心轴转动的、有沟槽的圆盘和跨过圆盘的绳(或钢索、链条)等组成的，它也是一种简单机械。

图 5-24 乙中的滑轮的轴是固定在旗杆上的，叫作**定滑轮**(fixed pulley)。图 5-24 丙中的滑轮的轴跟物体一起运动，叫作**动滑轮**(movable pulley)。



甲　　乙　　丙

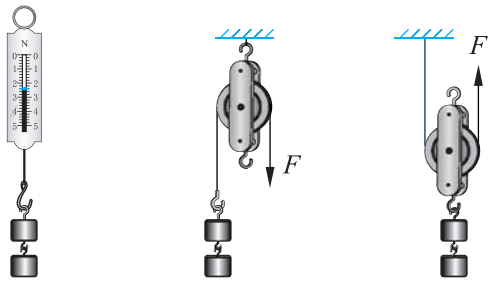
图 5-24

微信公众号：电子课本大全

定滑轮和动滑轮各起什么作用呢？

实 验

用弹簧测力计分别按图 5-25 所示的甲、乙、丙三种方式缓慢地向上提拉同样数量的钩码。将每一次弹簧测力计的示数、拉力的方向、钩码移动的距离和拉力作用点移动的距离等数据和情况记录在表 5-3 中。



甲　乙　丙

图 5-25

表 5-3　采用不同的方式提拉钩码

	甲	乙	丙
拉力的大小/ N			
拉力的方向			
钩码移动的距离/ cm			
拉力作用点移动的距离/ cm			

供学习用

议一议

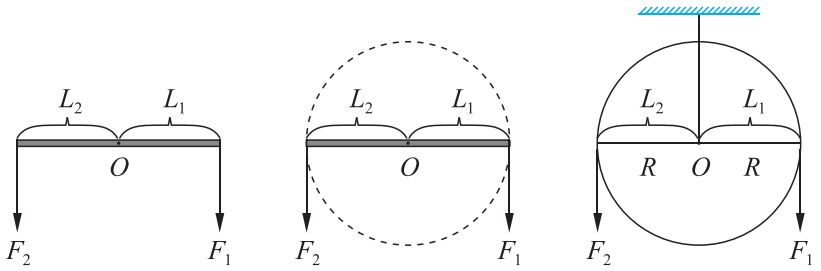
与直接提拉钩码相比，使用定滑轮时，拉力的大小和方向是否改变？使用动滑轮时，拉力的大小和方向是否改变？你从实验中发现了什么？

一个杠杆的动力臂和阻力臂相等时，它既不省力也不费力(图 5-26 甲)。这样的杠杆也可以是圆形的(图 5-26 乙)，如果它能绕着支点连续转动，它就是定滑轮(图 5-26 丙)。所以定滑轮是等臂杠杆，使用定滑轮既不省力也不费力，但可以改变用力的方向。

一个杠杆的动力臂是阻力臂的 2 倍时，它就省一半的力(图 5-27 甲)。这样的杠杆也可以是圆形的(图 5-27 乙)，如果它能绕着支点连续转动，它就是动滑轮

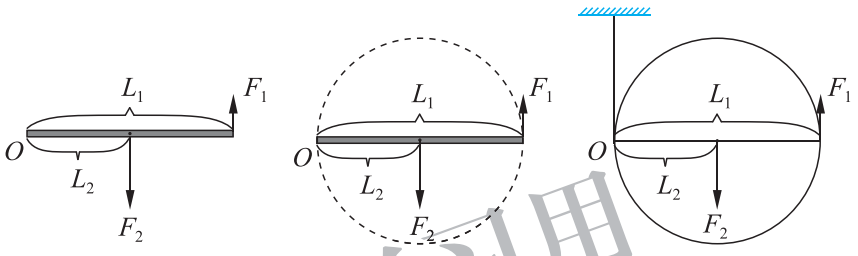
微信公众号：电子课本大全

(图 5-27 丙)。所以动滑轮相当于一个动力臂是阻力臂 2 倍的杠杆，使用动滑轮可以省一半的力，但不能改变用力的方向。



甲　　乙　　丙

图 5-26



甲　　乙　　丙

图 5-27

在生产和生活中，人们常常用一根绳子把定滑轮和动滑轮按一定的方式组合成**滑轮组**(pulley blocks)。这样既可以省力，又可以改变用力的方向，使用起来非常方便。

议一议

使用图 5-28 所示的滑轮组提升重物。在不考虑滑轮自重和摩擦的情况下，需要用多大的力来提升重物？当重物提升高度为 h 时，拉力作用点的移动距离是多少？

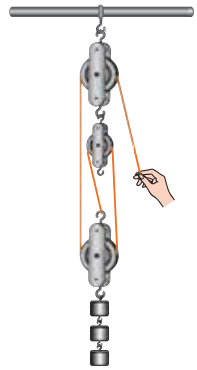


图 5-28

供学习用

提个醒

在分析利用滑轮组提升重物时，可以参考以下方法。在滑轮组中，动滑轮是与重物一起运动的，因此，动滑轮上承担重物的绳子的根数是判断拉力作用点移动距离的多少和绳子承担力的大小的依据。若动滑轮上有 n 根绳子承担重物，重物移动 h，拉力的作用点就移动 nh；在忽略动滑轮自重和摩擦的情况下，拉力大小就是物重的 $1/n$。

例题　使用图 5-29 所示的滑轮组匀速提升重物，物重为 750 N，动滑轮重 50 N。在不考虑摩擦的情况下，至少要用多大的力？当重物被提升 1 m 时，拉力作用点移动的距离是多少？

分析　滑轮组由两个定滑轮和两个动滑轮组成，重物和动滑轮由四根绳子提着。在不考虑摩擦的情况下，每根绳子承担的力为物重 G_1 与动滑轮重 G_2 之和的 1/4，拉力作用点移动的距离 s 是重物移动距离 h 的 4 倍。

解　拉力大小 $F=(G_1+G_2)/4=(750\ \text{N}+50\ \text{N})/4=200\ \text{N}$。

拉力移动的距离 $s=4h=4\times1\ \text{m}=4\ \text{m}$。

答　至少要用 200 N 的拉力，拉力的作用点移动 4 m。

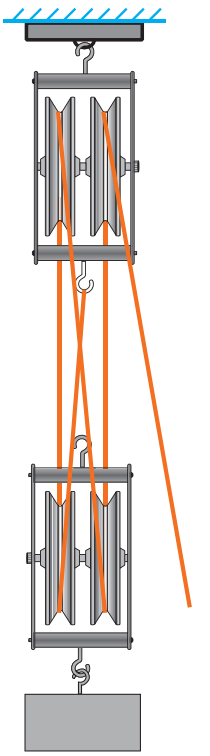


图 5-29

议一议

能否改进图 5-29 所示的滑轮组，使其更省力？改进后，与原来的滑轮组有什么不同？

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.如图 5-30 所示，重物重 800 N，不考虑摩擦和动滑轮的重力，至少要用多大的力才能提起重物？如果每段绳子只能承担 400 N 的拉力，滑轮组最多能提起多重的重物？

2.如图 5-31 所示，某人利用滑轮组提升重物，动滑轮重 40 N，此人至少要用多大的力才能把重 500 N 的物体拉起？

3.一位同学站在地面上，要利用图 5-32 所示的滑轮组提升重物。已知物重 1 000 N，而绳子最多只能承受 400 N 的拉力。请你帮他在图中画出符合要求的绳子绕法。

4.某人的最大拉力是 200 N。现在需要提升一个 800 N 的重物，如果利用图 5-33 所示的滑轮组来提升重物，他需要怎样做才有可能将重物提起？

供学习用

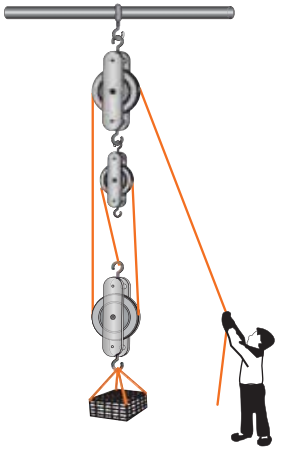


图 5-30

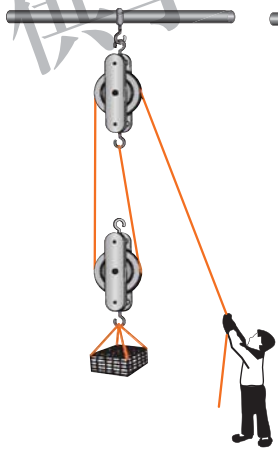


图 5-31

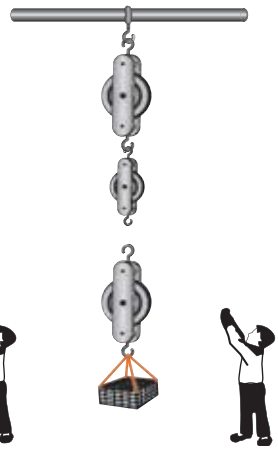


图 5-32

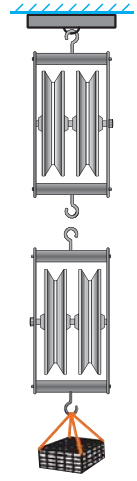


图 5-33

课外探究

变速自行车

你骑过变速自行车吗？你知道它是怎样变速的吗？你认真观察过它的结构吗？什么样的情况下骑车最快，什么情况下最慢呢？在完成这个探究实验之后，你骑变速自行车的时候就能做到既省力、又安全！

一、问题

变速自行车是如何“变速”的？在不同的链轮与飞轮的组合方式下，车速大小如何变化？

二、设计

观察变速自行车的“变速”装置，分析它有哪些不同的变速组合方式。探究在链轮转速一定的情况下，链轮与飞轮的组合方式不同时，车速大小会有怎样的变化。

供学习用

三、材料和工具

变速自行车、计时工具(手表或手机)、卷尺。

四、步骤

1.准备一辆变速自行车，置于相对空旷的地方(例如操场或公园广场)。

2.分别观察自行车的中轴与后轴上各组链轮和飞轮的大小情况，并进行记录。例如从小到大依次记为 1，2，3，…

3.选择最大的链轮与最小的飞轮组合，踩踏脚蹬使链轮以一定的转速旋转一定的圈数。测出自行车运动的距离与所用的时间，记录在表 5-4 中。



微信公众号：电子课本大全

4.改变链轮与飞轮的组合方式(先固定飞轮不变，依次改变链轮的大小，再固定链轮不变，依次改变飞轮的大小)，踩踏脚蹬使链轮以相同的转速旋转一定的圈数，测量并记录自行车运动的距离与所用的时间。

5.根据表 5-4 中的测量结果，计算不同的链轮与飞轮组合方式下的车速。

表 5-4 测量自行车的车速

链轮与飞轮的不同组合方式		旋转的圈数 n	自行车运动的距离 s / m	所用时间 t / s	车速 v /(m/s)
链轮编号	飞轮编号				
3	3	30	139.2	30	4.64

五、分析讨论

1.你研究的变速自行车中，链轮与飞轮一共有多少种组合方式？

2.链轮与飞轮的不同组合方式对车速有何影响？在链轮转速一定的情况下，什么样的组合方式车速最大？什么样的组合方式车速最小？按照车速从大到小排列出链轮与飞轮的组合方式。

禁学习用

六、进一步探索

1.在链轮转速一定的情况下，链轮与飞轮以什么样的方式组合时，骑车会感到相对省力？以什么样的方式组合时，会感到相对费力？此时对应的车速如何？

2.平坦的公路上适合使用什么样的组合方式？骑车上坡时适合使用什么样的组合方式？为什么？

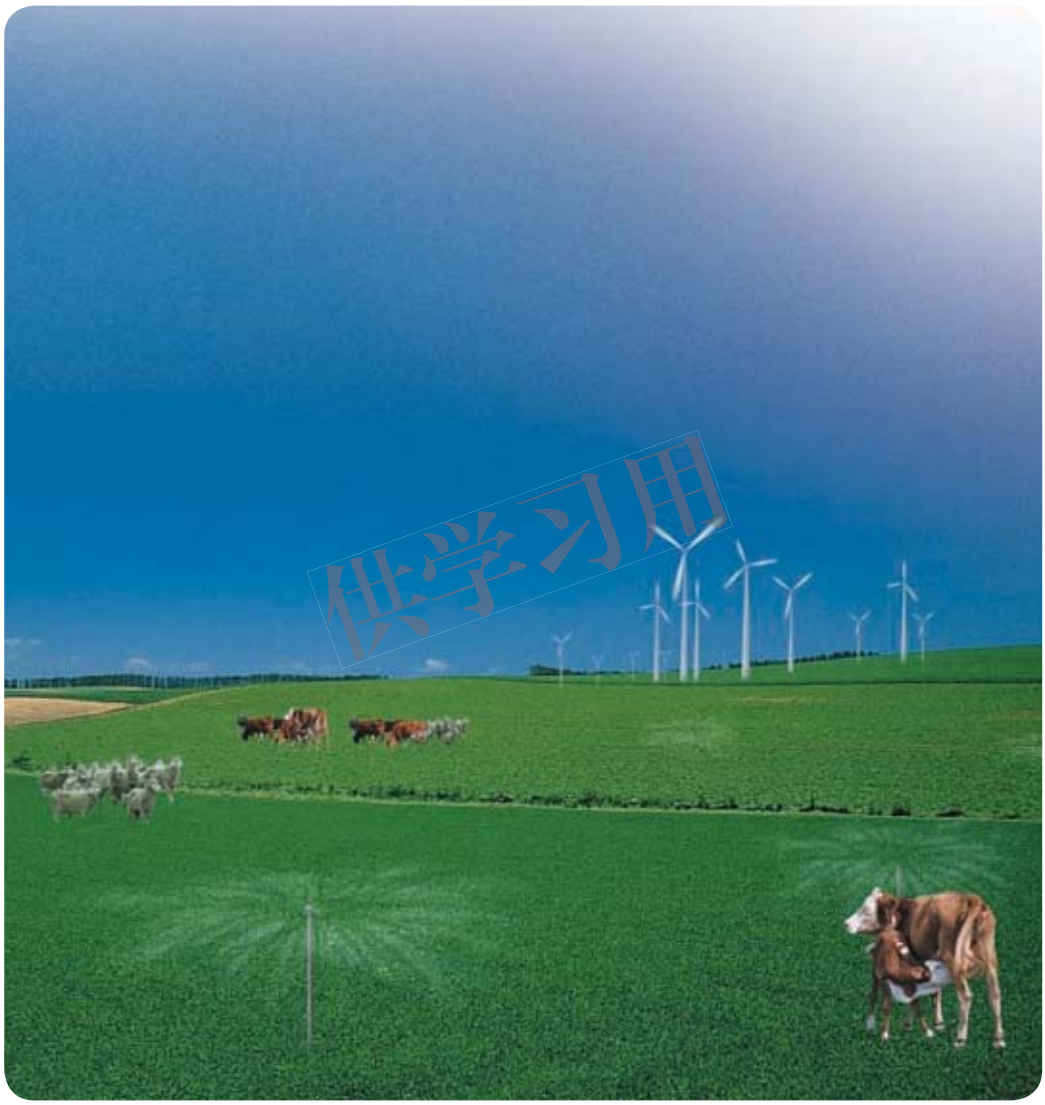
3.最常用、最安全的组合方式有哪些？有没有安全性欠佳的组合方式？



微信公众号：电子课本大全

第六章 DILIUZHANG

功和能



自然界中蕴藏着巨大的能量。在美丽的大草原中，风正在对发电机的扇叶做功，将风的动能转化为电能。电能输入水泵，水泵对水做功，将水从地下抽上来灌溉农田。人们的生产、生活和科学研究等活动都经历着做功和能量转化的过程。

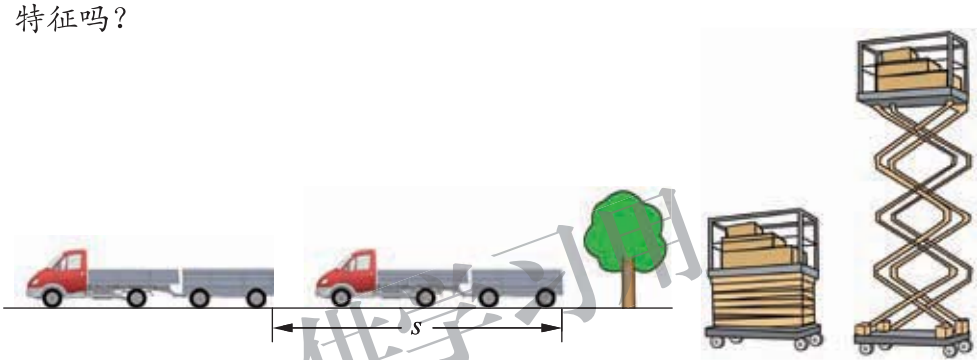
供学习用

微信公众号：电子课本大全

一、功

想一想

观察图 6-1 所示的情景，你能找出它们的工作过程有什么共同的特征吗？



甲　汽车拉拖车　　乙　升降机举高箱子

图 6-1

尽管各种机械的构造和功能不同，但它们工作时具有共性。第一，任何机械在工作时，都必须对工作对象施以力的作用。例如，汽车对拖车施以水平向左的拉力，升降机对箱子施以竖直向上的支持力。第二，还必须使工作对象沿着力的方向移动一段距离。例如，拖车沿着汽车拉力的方向向左移动一段距离，箱子沿着支持力的方向向上移动一段距离。

如果力作用在物体上，并使物体沿力的方向移动了一段距离，我们就说这个力对物体做了**功**(work)。力和沿力的方向上移动的距离是做功不可缺少的两个因素。作用在物体上的力越大，沿力的方向移动的距离越长，这个力做的功就越多。

如图 6-2 所示，如果用 F 表示力，s 表示物体沿力的方向通过的距离，W 表示功，那么功可以表示为**作用力跟物体沿力的方向通过的距离的乘积**，

$$W = Fs \text{ 。}$$

微信公众号：电子课本大全

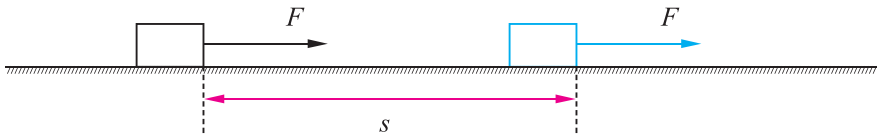


图 6-2

力的单位是牛顿(N)，距离的单位是米(m)，功的单位就是牛·米(N·m)。为了纪念焦耳(James Prescott Joule，1818—1889)在物理学上的突出贡献，我们把牛·米(N·m)叫作**焦耳(joule)**，简称焦(J)。

$$1\ \mathrm{J}=1\ \mathrm{N\cdot m}\ 。$$

议一议

如图 6-3 所示为一名运动员做挺举连续动作时的几个状态图。请你根据功的定义分析一下从哪个状态到哪个状态运动员在对杠铃做功。运动员翻站以后都要等待片刻再上挺，这时运动员对杠铃做功了吗？为什么？运动员举起杠铃站立要稳定 3 s 才算成功，这段时间内运动员对杠铃做功了吗？为什么？

供学习用



发力　　上拉　　翻站　　上挺　　站立

图 6-3　挺举的连续动作

例题　在水平桌面上，一个重 300 N 的物体，在 100 N 的水平推力作用下，沿着推力的方向前进了 20 m。当撤去推力后，物体又前进了 2 m。求推力所做的功。

分析　如图 6-4 所示，物体在推力的作用下，沿着推力的方向前进了 20 m。用公式 $W=Fs$ 可以求出推力所做的功。因为物体前进的方向不在重力的方向上，所以重力没有做功(或者说重力做功为零)。撤去推力以后 $F=0$，此时推力

微信公众号：电子课本大全

不再做功。

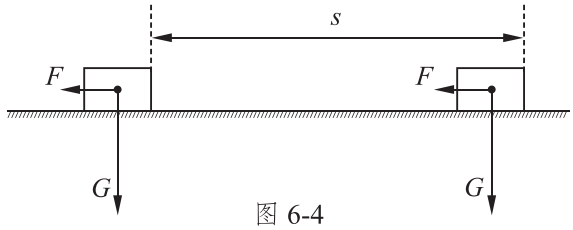


图 6-4

解 $W = Fs = 100\ \text{N} \times 20\ \text{m} = 2\ 000\ \text{J}$。

答 推力所做的功是 2 000 J。

课后实践

1.汽车牵引着质量为 2 000 kg 的拖车，在水平公路上前进了 400 m。汽车对拖车的水平牵引力为 750 N。求汽车对拖车做的功和重力对拖车做的功。

2.为了给一幢高楼供水，每天需要用水泵把 100 m^3 的水送到 40 m 高的水箱里去，水泵工作一天至少要对水做多少功？

3.在图 6-5 所示的情景中，根据图片和文字描述，可以确定下列过程人对物体做功的是 (　　)。



A.人推一块大石头没推动　　B.人举着哑铃不动　　C.人拿着物体沿水平路面前行　　D.人将地面上的石块捡起来

图 6-5

4.放学后，小明背着重 40 N 的书包沿水平路面走了 200 m，又爬上大约 10 m 高的四楼才回到家。他在回家的过程中对书包所做的功约为 (　　)。

A.0 J　　B.400 J　　C.2 000 J　　D.2 400 J

作学习用

微信公众号：电子课本大全

二、功　率

学校要在二楼建一个生态园，小明和小红参加了运肥料的活动。他们两人站在阳台上，分别用绳子将质量为 5 kg 的肥料从地面匀速向上吊起 3 m (图 6-6)。小明用了 0.5 min，小红用了 1 min，小明和小红做的功是否相同？他俩做功的快慢是否相同？

小明和小红做的功是相同的，小明做功所用的时间比小红做功所用的时间少，所以小明做功比小红做功快。就像运动有快慢一样，物体做功也有快慢。

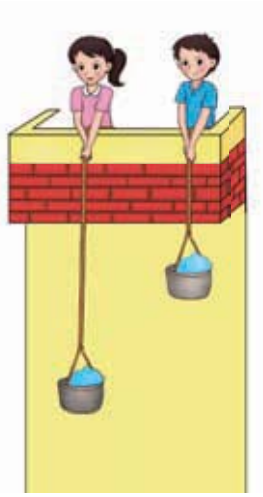
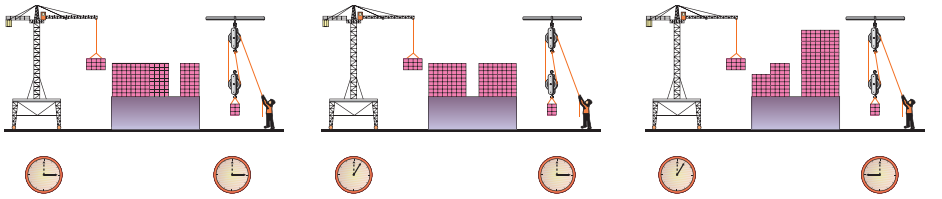


图 6-6

供学习用

想一想

观察图 6-7 所示的情景，想一想，比较做功的快慢应当考虑哪些因素？



甲　在相同的时间内，把砖运送到同样高的地方，谁做功快？

乙　运送同样多的砖到同样高的地方，谁做功快？

丙　在不同的时间内把数量不同的砖运送到高度不同的地方，谁做功快？

图 6-7

微信公众号：电子课本大全

用同样的时间，做的功越多，做功越快；做同样的功，所用的时间越少，做功越快。如果做功多少不同，做功时间也不同，则功与时间的比越大说明做功越快。

一个力在单位时间内做功的多少反映了这个力做功的快慢。我们用功率描述做功的快慢，把**做的功与做这些功所用时间的比叫作功率**(power)。如果用 W 表示功，t 表示做功所用的时间，P 表示功率，功率可表示为

$$P=\frac{W}{t}。$$

由于功的单位是焦(J)，时间的单位是秒(s)，因此功率的单位就是焦/秒(J/s)。在物理学中，把焦/秒(J/s)叫作**瓦特**(watt)，简称瓦(W)。1 W = 1 J/s。功率的单位还有千瓦(kW)和兆瓦(MW)，它们之间的换算关系是

$$1\ \text{kW}=10^3\ \text{W},$$
$$1\ \text{MW}=10^6\ \text{W}。$$

供学习用

相关链接

表 6-1 一些功率值

 人长时间运动时的功率为数十瓦，优秀运动员短时间功率可达 1 kW。	 马长时间运动时的功率为数百瓦。	 小轿车的功率为数十千瓦至两百千瓦。
 大型客机的功率可达 1 000 kW 以上。	 高速铁路列车功率可达数千千瓦至两万千瓦。	 万吨级远洋货轮的功率可达 10 000 kW 以上。

微信公众号：电子课本大全

例题 根据图 6-6 所示的情景，分别计算小明和小红做功的功率是多少。(g 取 10 N/kg)

分析 小明匀速提升肥料所用的力 F 等于肥料所受的重力 G，$F=G=mg=5\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}=50\ \text{N}$。小明将肥料提升 3 m 所做的功 $W=Fh=50\ \text{N}\times 3\ \text{m}=150\ \text{J}$，做功所用的时间 $t_1=0.5\ \text{min}=30\ \text{s}$，小明做功的功率 $P_1=W/t_1$。计算小红做功功率的情况与上述方法相似。

解 小明做功的功率 $P_1=W/t_1=150\ \text{J}/30\ \text{s}=5\ \text{W}$。

小红做功的功率 $P_2=W/t_2=Fh/t_2=mgh/t_2=5\ \text{kg}\times 10\ \text{N/kg}\times 3\ \text{m}/60\ \text{s}=2.5\ \text{W}$。

答 小明做功的功率是 5 W，小红做功的功率是 2.5 W。

课后实践

1.竞速攀岩时，两名运动员从地面同时出发，先到达顶点者获胜。想一想，为了比较哪名运动员做功的功率大，需要测量哪几个量？用什么工具来测？怎样测？

2.下列说法哪个是错误的？请简单说明理由。

(1)功率大的机器做功多。

(2)功率大的机器做功快。

3.到商场或者地铁站测量自动扶梯对某一位同学做功的功率(图 6-8)。

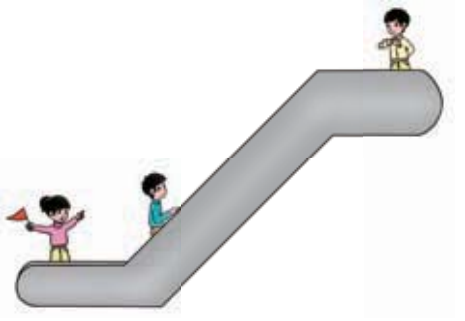


图 6-8

4.有一台拖拉机，它的功率是 25 kW。一头牛做功的功率是 300 W。这台拖拉机用 4 h 做的功由这头牛来完成，需要多长时间？

供学习用

微信公众号：电子课本大全

三、功的原理

想一想

如图 6-9 所示，用动滑轮匀速提升重物比人直接用手匀速提升重物是否省力？将重物提升相同的高度，是否省功？

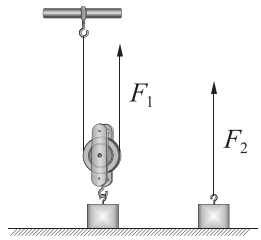


图 6-9

供学习用

实　验

分别用图 6-10 所示的甲、乙两种方式进行实验。在两次实验中均用弹簧测力计拉起一个质量为 250 g 的重物，并使重物提升相同的高度 h。计算两次弹簧测力计的拉力 F 所做的功，并比较这两个功的大小。

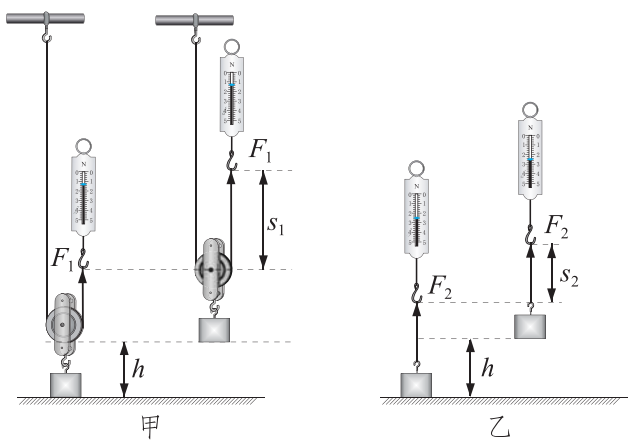


图 6-10

微信公众号：电子课本大全

实验中要保持重物做匀速直线运动，将所测得的数据及计算出的结果填写在表 6-2 中。

表 6-2　比较使用机械和不使用机械时拉力的做功情况

	力 / N	移动距离 / m	力做的功 / J
使用动滑轮提升重物	$F_1=$	$s_1=$	$W_1=F_1s_1=$
直接提升重物	$F_2=$	$s_2=$	$W_2=F_2s_2=$

由实验结果可知，使用动滑轮提升重物的拉力 F_1 与直接提升重物的拉力 F_2 相比，F_1 _____ F_2；拉力所做的功 W_1 _____ W_2。

通过大量的实验和分析可以得出：**使用任何机械都不能省功**。人们称这个结论为**功的原理**(principle of work)。

在图 6-10 甲中，拉力 F_1 不仅要对重物做功，还要对动滑轮做功，同时还要克服动滑轮的摩擦力做功。其中，使重物上升所做的功是有用的，是必须做的，这部分功叫作有用功($W_{有用}$)；在提升重物时，不可避免地要克服动滑轮本身的重力和摩擦力做功，这部分功叫作额外功($W_{额外}$)。有用功与额外功的总和叫作总功($W_{总}$)。

$$W_{总}=W_{有用}+W_{额外}。$$

我们希望有用功在总功中所占的比例越大越好。有用功的比例越大，说明机械对外界输入的功的利用程度越高，也就是机械的工作效率越高。我们用有用功与总功的比来描述机械的这种特性，将其称为**机械效率**(mechanical efficiency)，用η表示，

$$\eta=\frac{W_{有用}}{W_{总}}。$$

有用功是总功的一部分，因为 $W_{有用}<W_{总}$，所以 η 总是小于 1 的。

怎样提高滑轮组的机械效率呢？

微信公众号：电子课本大全

由 $\eta=\frac{W_{有用}}{W_{总}}=\frac{W_{有用}}{W_{有用}+W_{额外}}$ 可知，减少额外功，增大有用功在总功中所占的比例可以提高机械效率。滑轮组中的额外功是拉力提升动滑轮做功和克服摩擦力做功。减小动滑轮的质量，减小定滑轮、动滑轮与轴之间的摩擦力就可以减少额外功，进而提高滑轮组的机械效率；还可以通过增加重物的质量，以提高有用功在总功中所占的比例来提高滑轮组的机械效率。

议一议

斜面也是一种简单机械。把重物直接搬上汽车会很费力。小明将一块木板斜搭在汽车上(图 6-11)，构成一个斜面。把重物沿着斜面推上汽车比较省力。这样做省功吗？怎样提高斜面的机械效率？



图 6-11

相关链接

从功的原理来认识润滑油的作用

在我们日常使用的各种机械中都要用到润滑油。润滑油具有润滑、冷却、洗涤、防锈、密封等作用，其中润滑的作用是最重要的。当机器在运转时，如果一些摩擦部位得不到适当的润滑，就会产生干摩擦。干摩擦在短时间内会产生大量的热，足以使金属熔化，造成机件的损坏甚至卡死，因此必须对机器尤其是发动机中的摩擦部位给予

微信公众号：电子课本大全

良好的润滑。当润滑油流到摩擦部位后，就会黏附在摩擦表面上形成一层油膜，减少摩擦机件之间的阻力。从功的原理考虑，减少摩擦就会减少额外功，提高有用功在总功中的比例，也就是提高了机械效率。延长油膜保持的时间是保持润滑作用的关键，同时也是提高机械效率的好方法。

课后实践

1.如图 6-12 所示，小明分别用甲、乙两个不同的滑轮把同一桶沙子从一楼地面提到二楼。用甲滑轮所做的总功为 W_1，机械效率为 η_1；用乙滑轮所做的总功为 W_2，机械效率为 η_2。若绳重与滑轮的摩擦均可忽略不计，则 (　　)。

A.$W_1=W_2$，$\eta_1=\eta_2$　　B.$W_1=W_2$，$\eta_1<\eta_2$

C.$W_1<W_2$，$\eta_1>\eta_2$　　D.$W_1>W_2$，$\eta_1>\eta_2$

供学习用



图 6-12

微信公众号：电子课本大全

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？起重机在哪些方面做的是额外功？

3.将图 6-13 所示的三角形纸带裹在一支长铅笔上，观察卷在铅笔上纸带的形状。参照图 6-14，想一想生活中还有没有斜面的其他应用。

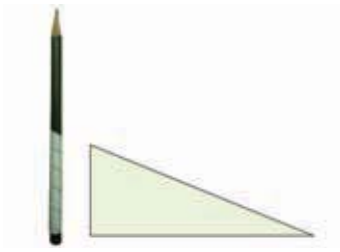


图 6-13



图 6-14

供学习用

4.一名质量为 70 kg 的工人，用图 6-15 所示的装置提升一堆砖。已知托板重 200 N，每块砖重 100 N，滑轮的摩擦和绳重均可忽略不计。当工人匀速提升 10 块砖时，此装置的机械效率为 80%。那么，这名工人使用此装置提升砖块的机械效率最高可达到_____。(g 取 10 N/kg)

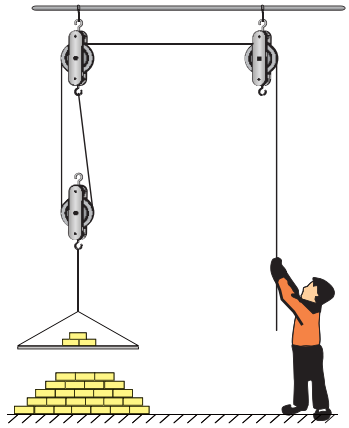


图 6-15

四、机械能

想一想

在图 6-16 中，小球从斜面上某位置滚下，撞击水平面上的一个小盒，并留在其中。盒子被小球撞击后，会发生什么现象？小球从不同高度滚下，会有什么不同的现象？不同质量的小球从同一高度滚下，会有什么不同的现象？

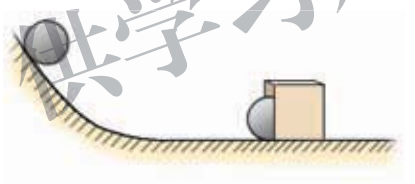


图 6-16

供学习用

如图 6-16 所示，从斜面上滚下的小球撞入小盒中，将盒子推动一段距离。小球的初始位置越高，滚下斜面后的速度越大，将盒子推动的距离越远。不同质量的小球从同一高度滚下时，推动盒子移动的距离不同，质量大的小球把盒子推得较远。小盒被推动了一段距离，小球对它做了功。这说明运动的小球具有对其他物体做功的本领。同一个物体速度越大，做功本领就越大；速度相同的物体，质量大的做功本领大。

物体能够对外做功，我们就说这个物体具有**能量**(energy)，简称**能**。物体能够做的功越多，它具有的能就越多。

物体由于运动所具有的能叫作**动能**(kinetic energy)。物体的速度越大，质量越大，具有的动能就越多。

微信公众号：电子课本大全

想一想

在图 6-17 中，打桩机的重锤由高处落下后，会发生什么现象？重锤被举起的高度不同，会有什么不同的现象？不同质量的重锤由同一高度落下时，会有什么不同的现象？

在图 6-18 中，运动员张满弓，松手后，会发生什么现象？



图 6-17



图 6-18

供学习用

如图 6-17 所示，打桩机的重锤由高处落下时，能把桩打入地里。重锤举得越高，把桩打得越深；由同一高度落下时，重锤质量越大，把桩打得越深。这说明被举高的物体具有对其他物体做功的本领，因此也具有能。被举高的物体所具有的能叫作**重力势能**(gravitational potential energy)。物体质量越大，被举得越高，具有的重力势能就越多。

如图 6-18 所示，运动员拉弓使弓发生形变。运动员放手，弓对箭做了功，箭被射出去。这说明发生形变的弓具有对其他物体做功的本领。弓的形变越大，做功越多。具有弹性的物体由于发生弹性形变而具有的能叫作**弹性势能**(elastic potential energy)。具有弹性的物体发生的弹性形变越大，具有的弹性势能就越多。

动能与势能统称为**机械能**(mechanical energy)。

篮球比赛开始时，裁判员将一个篮球竖直上抛。裁判员对篮球做功，篮球获得了一定的动能。篮球在上升的过程中，克服重力做功，动能逐渐减少，重力势能逐渐增加；篮球在下落的过程中，重力做功，重力势能逐渐减少，动能逐渐增加。这个实例说明动能和势能之间是可以相互转化的。

微信公众号：电子课本大全

你能举例说明，动能和势能间的相互转化有什么规律吗？

实 验

1.利用图 6-19 所示的装置，将摆球从 A 点由静止释放。观察摆球摆动的全过程，记录小球从最高点到最低点以及从最低点到最高点的动能和势能的变化情况，分析重力做功情况。

2.如图 6-20 所示的装置叫作滚摆。捻动滚摆的轴缠绕细线使它升高后由静止释放，观察滚摆的运动情况。滚摆沿着细线上下运动时，它的速度不断地变化。当滚摆从最高点向最低点运动时，它的高度降低，速度_____，说明它的_____能减少而_____能增加；当滚摆从最低点向最高点运动时，速度变小，位置升高，说明滚摆的重力势能_____而动能_____。

供学习用

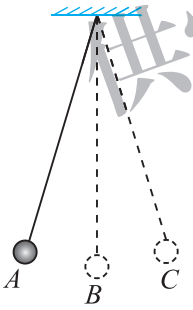


图 6-19

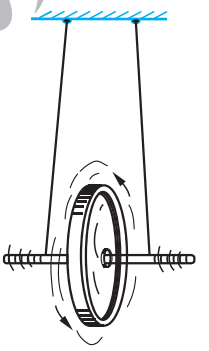


图 6-20

相关链接

水能(水流的动能、势能)和风能(风的动能)没有污染，具有良好的应用前景。我国的水能和风能储量居世界前列，有广阔的开发空间。同学们可以利用网络查询我国近年来对水能和风能应用的最新进展。

微信公众号：电子课本大全



图 6-21　风力发电厂



图 6-22　三峡水电站

课后实践

1.小明和妈妈去超市购物，自动扶梯将他们从一楼匀速送上二楼。在这个过程中，他们的(　　)。

A.重力势能增加，动能增加，机械能增加

B.重力势能增加，动能减少，机械能不变

C.重力势能增加，动能不变，机械能增加

D.重力势能不变，动能不变，机械能不变

2.下列实例中，能量是如何转化的？

(1)苹果从树上落下。

(2)滑雪运动员收起雪杖从山坡上滑下，速度越来越快。

(3)撑竿跳高运动员从助跑、起跳到越竿的过程。

3.网球从高处自由落下，经地面反弹后再弹起的最大高度总低于原来下落时的高度，为什么？向下抛出网球，怎样才能使它弹起到高于抛出时的位置？先动手做一做，再用能量转化的观点说明。

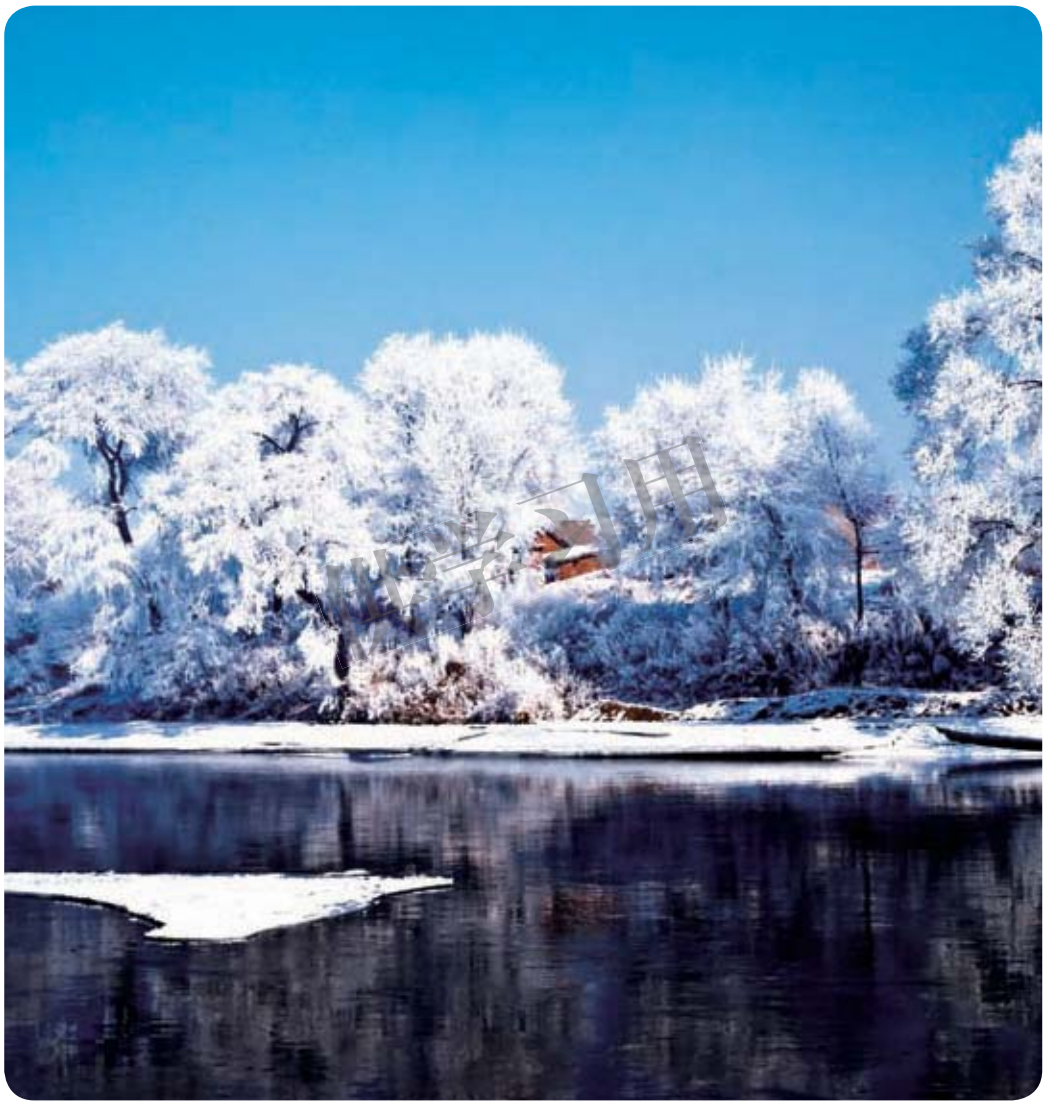
4.观察你的周围，有哪些机械在工作时发生了机械能的相互转化？

供学习用

微信公众号：电子课本大全

第七章 DIQIZHANG

热现象



我国北方的冬季银装素裹，树上的冰霜、地上的积雪、空中的云雾构成了一幅美丽的画卷。这些霜、雪、雾是怎样形成的？它们的变化遵循什么规律？

微信公众号：电子课本大全

一、温度　温度计

物体的冷热程度用**温度**(temperature)表示。温度与我们的日常生活密切相关，如我们每天要根据气温来适当地增减衣服，饭菜需要加热到一定温度才能被煮熟。那么我们是如何感知物体冷热程度的呢？仅凭我们的感觉是否可靠呢？



用手触摸长时间放在教室中的铁块、木块和泡沫塑料块，感觉一下它们的温度是否相同。

图 7-1　感觉物体的冷热



图 7-2　用两只手的感觉判断水的温度可靠吗

以上实例表明，尽管人对温度的感觉很敏锐，但只凭感觉是不能准确地判断物体的冷热程度的。要想准确地测量物体的温度，就要使用测量温度的工具——**温度计**(thermometer)。

相关链接

实验室中常用的温度计是利用水银、酒精或煤油等液体的热胀冷缩的性质来测量和显示温度的。测量时，应当使温度计与被测物体达到热平衡。

微信公众号：电子课本大全

想一想

取一支实验室中常用的温度计(图 7-3)仔细观察。你能描述它的构造吗？你知道它上面的数字和字母是什么意思吗？它能测量的最高温度、最低温度各是多少？它的分度值是多少？

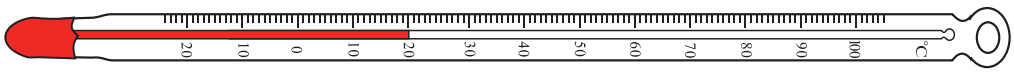


图 7-3 实验室常用的温度计

与其他物理量的测量相同，温度的测量也需要先规定单位。温度计上的字母 ℃ 表示摄氏温度，它是这样规定的：把大气压为 1.01×10^5 Pa 时冰水混合物的温度规定为 0 度，沸水的温度规定为 100 度，将 0 度到 100 度之间分成 100 等份，每一等份称为 1 摄氏度，表示为 1 ℃。若温度比 0 ℃ 还要低，则用负号表示。例如比 0 ℃ 低 5 ℃，则应记为“−5 ℃”，读作“负 5 摄氏度”或“零下 5 摄氏度”。摄氏温度用符号 t 表示。

在国际单位制中，温度的量度使用热力学温标，它的单位是开尔文，简称开，用 K 表示。热力学温标是由英国科学家汤姆孙(William Thomson，1824—1907，又称开尔文勋爵，Lord Kelvin)创立的，为了纪念他的贡献，热力学温度的单位以他的名字命名。在表示温度变化时，1 K 与 1 ℃ 的大小是相同的。热力学温度 T 与摄氏温度 t 之间的数量关系是 $T=t+273.15$。

表 7-1 一些与生活有关的温度

℃

地球上的最低气温	约 −90	淋浴用热水的温度	约 40
家用电冰箱的最低温度	约 −24	地球上的最高气温	约 60
冰的熔点	约 0	水沸腾的温度	约 100
地球上的平均气温	约 15	普通火炉内的最高温度	约 1 100
正常人的体温	约 36.5	太阳表面的温度	约 5 750

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

议一议

观察图 7-4 和图 7-5 所示的测量水温的各种情景，请与同学进行交流，总结一下温度计的正确使用方法。

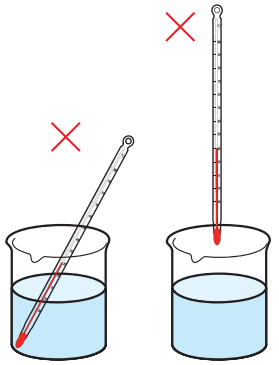


图 7-4 温度计的错误使用方法

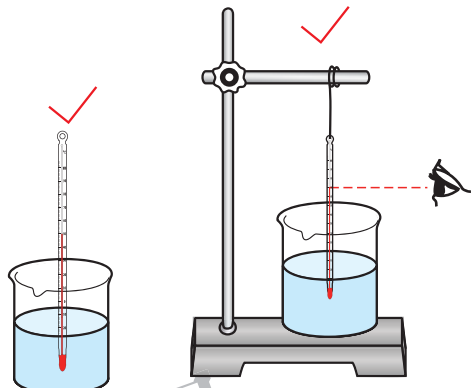


图 7-5 温度计的正确使用方法

供学习用

学生实验：用常见温度计测量温度

选用一支能测量的最高温度在 100 ℃ 以上的温度计，进行观察。这支温度计的测温范围是 _____，分度值为 _____ ℃。

用这支温度计测量液体和气体的温度：

1.用烧杯接一些自来水，估计它的温度，然后按温度计的正确使用方法，实际测量自来水的温度，检验自己的估计是否准确。

2.用烧杯接一些从保温瓶中倒出来的热水，估计它的温度，再用温度计测量。

3.向装有自来水的烧杯中倒入一些热水，使水的温度与通常饮用的温水温度相近。估计它的温度，再用温度计测量。

4.将教室的窗户打开，估计窗口附近的气温，再用温度计测量，并与当天气象部门预报的气温进行比较。

将上述测量结果记录在表 7-2 中。

微信公众号：电子课本大全

表 7-2　用常见温度计测量温度

℃

		自来水	热　水	饮用水	窗口气温
估计温度					
实测温度	1				
	2				
	…				
	平均值				

想一想

取一支体温计(图 7-6)，观察它与实验室中常用的温度计有什么不同，回忆一下它的使用方法与常用温度计又有什么不同。为什么有这样的差别？

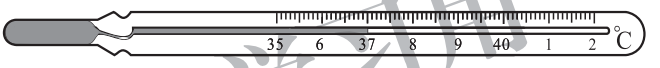


图 7-6　体温计

供学习用

体温计是医用温度计。除了测温范围和分度值的设计要符合测体温的要求外，它与一般温度计相比还有一个主要区别：在存储水银的玻璃泡上方有一段细小的缩口。测量体温时，水银膨胀通过细小的缩口上升。当体温计离开人体时，水银因温度降低而收缩。水银柱在缩口处断开，使上面的水银柱不退回来，因而体温计可以在离开人体后再读数。但需要注意的是，在每次使用体温计前要用手拿着它的上部用力向下甩，使水银重新回到玻璃泡中。

课后实践

1. 0 ℃ 的冰和 0 ℃ 的水相比较，(　　)。

A.冰的温度较低　　B.水的温度较低　　C.两者的温度相同

2.如图 7-7 所示，用温度计测量液体温度的四种情况中，操作正确的是 (　　)。

微信公众号：电子课本大全

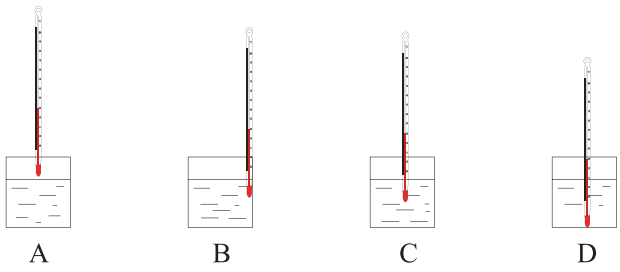


图 7-7

3.如图 7-8 所示，甲图温度计的示数为_____，乙图温度计的示数为 _____。

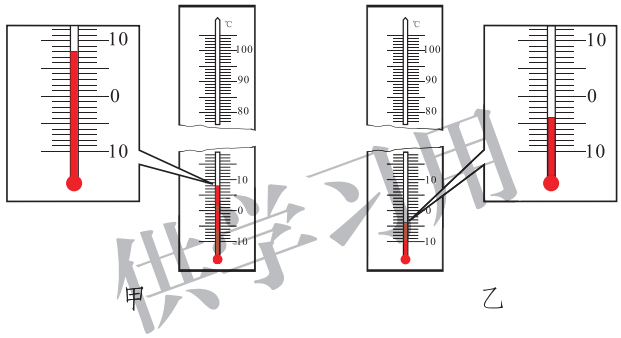


图 7-8

4.利用周末进行一次温度测量活动。将温度计放在室外没有阳光照射的地方，从早晨 8:00 开始，每隔 1 h 记录一次温度计的示数，直到 18:00 为止。自己设计一个表格记录测量结果，并画出一天当中温度随时间变化的曲线。

知识窗

各种各样的温度计

常见的温度计的测量范围都非常有限，通常在负几十摄氏度到几百摄氏度之间。在实际生产、生活中，为了适应不同的测温需要，人们还

供学习用

微信公众号：电子课本大全

设计制作了气体温度计、红外测温仪、热电偶温度计和光学高温计等各种各样的温度计。

气体温度计一般用氦气作为工作物质，利用氦气的体积或压强随温度变化的规律进行测温。气体温度计具有测温范围广、精度高的特点，常用于较精密的测量。

红外测温仪(图 7-9 甲)是一种非接触式的测温仪表，它通过接收待测物辐射的红外线来确定待测物的温度。这种测温仪具有精度高、响应速度快、操作方便、使用寿命长等特点，适用于测量运动物体和不便直接接触的物体的温度。

热电偶温度计(图 7-9 乙)中有两种不同成分的导体，两种导体的两端接合成闭合回路。当接合点的温度不同时，回路中就会产生电动势。它具有准确度高、稳定性好、使用寿命长、测温上限高(可高达 1 800 ℃)等优点。热电偶温度计中直接用作测量物体温度的一端叫作工作端(也称为测量端)，另一端叫作冷端(也称为补偿端)。冷端与显示仪表连接，显示仪表会给出热电偶所产生的热电势，并换算成对应的温度。

光学高温计(图 7-9 丙)是测量高温的非接触式仪表，它是利用待测高温物体所发出的某一特定颜色(频率)的光的亮度与温度的关系来测量物体温度的。它主要用于超过热电偶温度计测量范围的高温的测量，被广泛地用于冶炼、浇铸、轧钢、锻打、热处理等高温环境的测温。



甲　红外测温仪　　乙　热电偶温度计　　丙　光学高温计

图 7-9　各种各样的温度计

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、熔化和凝固

想一想

观察图 7-10 所示的各种物质，想一想，这些物质的状态各有什么特点？



冰块



水



气球中的空气

图 7-10

供学习用

像冰块这样有一定体积和形状的物质，我们称其状态为**固态**(solid state)。像水这样有一定体积，但没有固定形状的物质，我们称其状态为**液态**(liquid state)。像空气这样既没有一定的体积，也没有固定形状的物质，我们称其状态为**气态**(gaseous state)。自然界中的物质通常是以这三种状态存在的。

议一议

物质存在的状态是一成不变的吗？

微信公众号：电子课本大全

夏天，从电冰箱冷冻室里拿出的小冰块，一会儿就化成了水(图 7-11)。再过一段时间，水又完全变成了水蒸气。这说明，物质存在的状态在一定条件下是可以发生变化的。物质由一种状态变成另一种状态的过程叫作**物态变化**(change of state)。



图 7-11

物质由固态变为液态的过程，称为**熔化**(melting)；物质由液态变为固态的过程，称为**凝固**(solidification)。

熔化和凝固是在什么条件下发生的呢？熔化和凝固的过程有什么特点呢？不同物质熔化和凝固的条件和过程相同吗？

实　验

组装图 7-12 所示的实验装置，在两个分别盛有海波和蜂蜡的试管中各插入一支温度计，再将试管放在盛水的烧杯中。用酒精灯对烧杯缓慢加热。你会看到什么现象？仔细观察温度计的示数变化和试管内海波及蜂蜡的物态变化情况。

将测温时间和测得的温度记录在表 7-3 中。

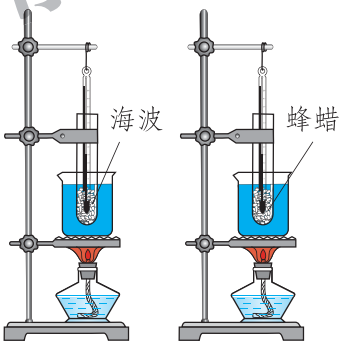


图 7-12　海波与蜂蜡的熔化

供学习用

表 7-3　海波与蜂蜡的熔化

℃

时间 / min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
海波的温度 / ℃	40									
蜂蜡的温度 / ℃	40									

在方格纸上画出两条相互垂直的直线，用横坐标表示时间，用纵坐标表示温度(图 7-13)。根据表 7-3 中数据的大小选择横、纵坐标轴的分度值。要求时间均匀分布，温度的取值范围要略大于记录的数值范

微信公众号：电子课本大全

围。在坐标轴上标上原点的坐标值，例如时间的起始值是零，温度的起始值是室温，再标上分度值的倍数。将所记录的各组数据分别用点画在方格纸上，然后再将这些点用平滑曲线连接起来，就得到了海波和蜂蜡熔化过程中的温度—时间图像。

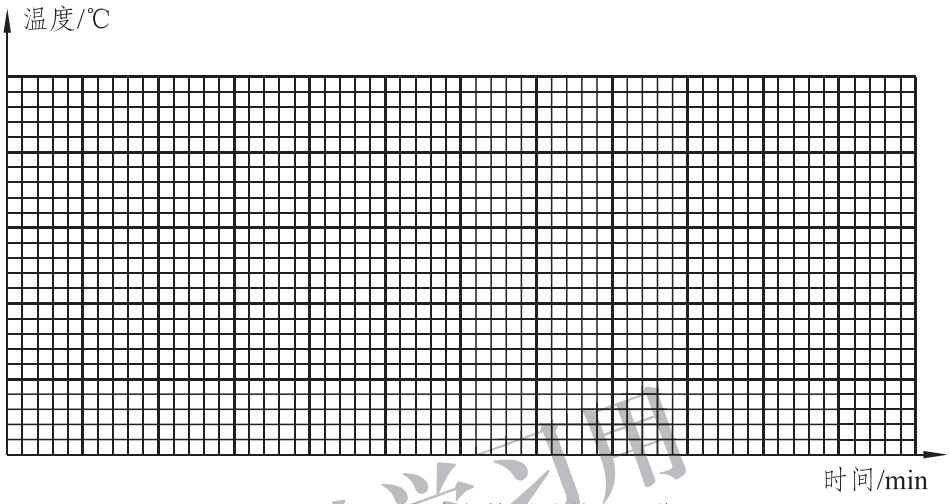


图 7-13　海波与蜂蜡的熔化图像

比较海波和蜂蜡在熔化前、熔化中和熔化后的温度变化情况，你能总结出哪些特点？与同学交流，找出你们看法中的相同点和不同点。

仅学习用

提个醒

用酒精灯给烧杯加热，当待测物质的温度升至 40 ℃ 时，开始记录。每隔 1 min 记录一次温度计的示数，直到固体完全熔化 2 min 后，撤去酒精灯并停止记录数据。

这个实验成功的关键是保证待测物质受热均匀，为此在实验中可采取以下措施。

1.选择较细的试管，使温度计周围的待测物质较薄。

2.装入试管的待测物质不宜过多或太少。

3.对待测物质的加热应较缓慢，为此可在烧杯中加一支温度计，用来检测烧杯中水的温度。一般应使试管内、外温度计的示数差保持在 2 ℃～3 ℃。

微信公众号：电子课本大全

从你在图 7-13 中绘出的图像容易看出，海波经过缓慢加热，温度逐渐升高，当温度达到 48 ℃ 时，海波开始熔化。在熔化过程中，虽然继续加热，但海波的温度仍保持在 48 ℃，直到海波全部熔化后，温度才继续上升。

蜂蜡的熔化过程则不同。随着不断加热，蜂蜡的温度持续上升。在此过程中，蜂蜡先变软，然后逐渐变稀，最后熔化为液体。可见，蜂蜡不像海波那样有确定的熔化温度。

通常，固体物质分为晶体和非晶体两类。像海波、冰、食盐和各种金属等都是晶体，它们都有一定的熔化温度，叫作**熔点**(melting point)。像蜂蜡、松香、沥青、玻璃等物质都是非晶体，它们没有确定的熔化温度。

表 7-4　大气压为 1.01×10^5 Pa 时几种物质的熔点(凝固点)

℃

物　质	熔　点	物　质	熔　点	物　质	熔　点	物　质	熔　点
钨	3 410	银	962	海　波	48	固态氮	−210
钢	1 515	铝	660	冰	0	固态氧	−218
铜	1 083	铅	328	固态水银	−38.8	固态氢	−259
金	1 064	锡	232	固态酒精	−117		

大量实验表明，晶体的凝固过程与熔化过程相反。晶体在凝固过程中放热，温度保持不变。对于同一种晶体，它的熔点和凝固点是相同的。

仅学习用

相关链接

用数字化实验系统研究物质的熔化

用一个温度传感器与计算机组成数字化实验系统，借助温度传感器测量海波的温度变化，计算机可以自动画出温度随时间变化的图像。

这种设备还可以用在环境科学的研究上。例如自动采集、记录城市和森林在一天中温度的变化，以进行对比。

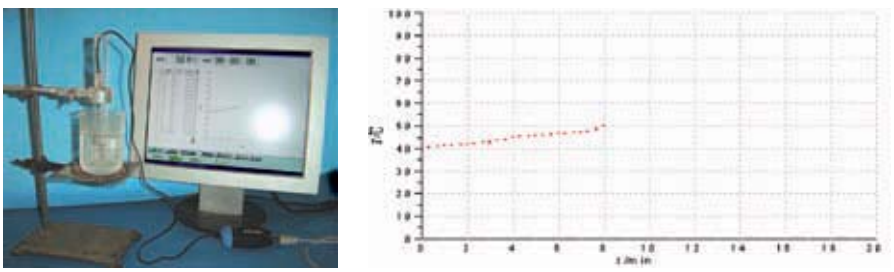


图 7-14　用数字化实验系统做实验

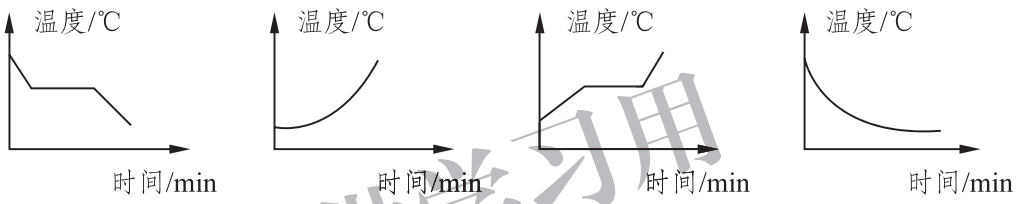
微信公众号：电子课本大全

议一议

能否用铜制的容器熔化钢或铝？南极的气温在冬季可达到－80 ℃以下，那么在南极考察站能使用水银温度计或酒精温度计来测气温吗？

课后实践

1.在图 7-15 所示的各个图像中，描述晶体熔化过程的曲线是（　　）。



A　　B　　C　　D

图 7-15

供学习用

2.如图 7-16 所示为某物质熔化时其温度随时间变化的图像。根据该图像你能获得哪些有价值的信息？请写出两条。

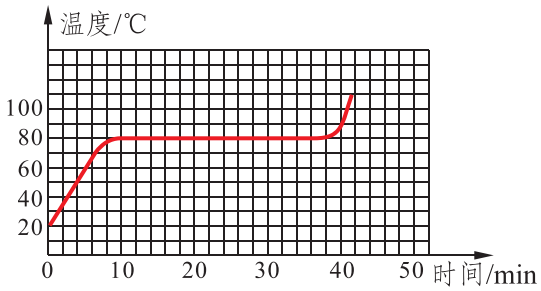


图 7-16

3.从气温为 －10 ℃ 的室外取一块冰，拿到温度为 20 ℃ 的房间内，它会不会立即开始熔化？为什么？

4.在一些现代建筑中采用了一项新技术，即在蜂窝状的墙体中放入一些特殊的蜡丸。这些蜡丸的存在使得外界环境温度变化时，室内温度基本保持不变。你能说出其中的道理吗？

微信公众号：电子课本大全

三、汽化和液化

想一想

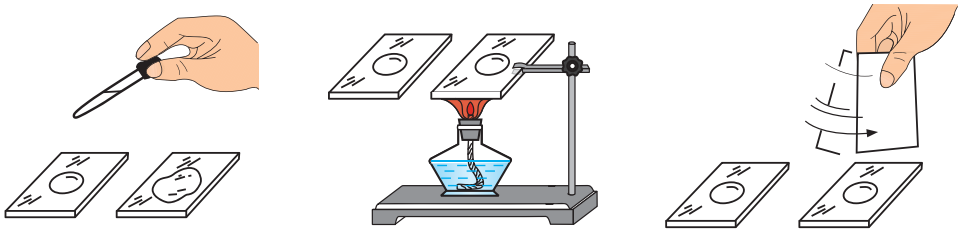
用湿墩布擦过的地面过一会儿会变干；水壶长时间放在炉火上加热，壶中烧开了的水会逐渐减少。这些水都到哪里去了？这两种情况又有什么不同呢？

物质由液态变为气态的过程，叫作**汽化**(vaporization)；从气态变为液态的过程，叫作**液化**(liquefaction)。汽化有**蒸发**(evaporation)和**沸腾**(boiling)两种方式。地面上的水以蒸发的方式变为气态，而壶中烧开了的水以沸腾的方式变为气态。

供学习用

实　验

在两块玻璃板上分别滴上等量的酒精，按图 7-17 所示的三种情况进行操作。在甲、乙、丙三种不同情况下，比较两块玻璃板变干的快慢情况。



甲　　乙　　丙

图 7-17　探究影响蒸发快慢的因素

微信公众号：电子课本大全

通过上面的实验可以看出，酒精的表面积、温度及其附近空气流动情况都影响着酒精蒸发的快慢。实验现象表明：液体的表面积越大，蒸发_____；液体的温度越高，蒸发_____；液体表面附近的空气流动越快，蒸发_____。

议一议

观察图 7-18 所示的情景。请你说一说，日常生活中人们是采取什么办法来加快液体蒸发的？想一想，液体蒸发需要什么条件？

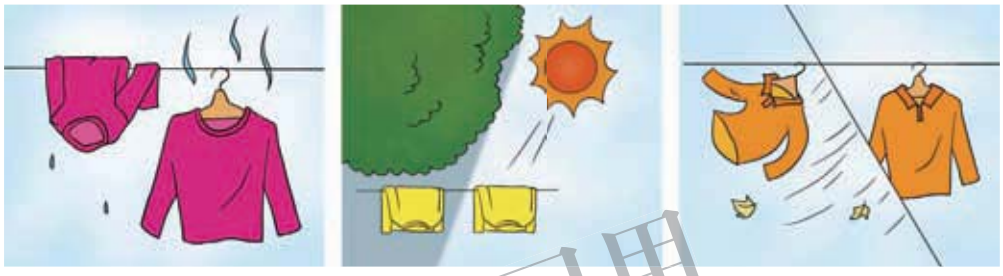


图 7-18 比较蒸发的快慢

供学习用

蒸发是在液体表面进行的汽化现象。大量的事实表明，蒸发在任何温度下都能发生，蒸发过程中需要吸热。

沸腾也是一种汽化方式，液体沸腾时有什么特征？沸腾需要怎样的条件呢？

水的沸腾是我们日常生活中常见的现象，那么你是否注意过水从被加热开始到沸腾的过程中经历着怎样的变化呢？

学生实验：探究水加热至沸腾时温度变化的特点

问题与猜想

对一杯冷水加热，在加热的过程中，水的温度将不断上升。请你想一想，水的温度会一直上升吗？

设计实验与制订计划

利用图 7-19 所示的实验装置，在大试管中倒入一些自来水，用酒精灯给

试管底部加热。

在加热过程中，观察试管中水的状态变化情况，并注意温度计示数的变化。当水温接近 80 ℃ 时，每隔 0.5 min 记录一次水的温度，直到水沸腾后再持续几分钟为止。

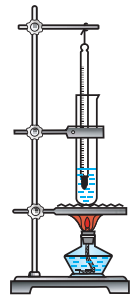


图 7-19　探究水的沸腾

进行实验与收集证据

自己设计一个记录表格，将测温时间、测得的温度以及所观察到的现象记录在表格中。

供学习用

分析与论证

根据表格中的数据，在图 7-20 中作出水加热至沸腾时的温度—时间图像，从图像中你能得出什么结论？

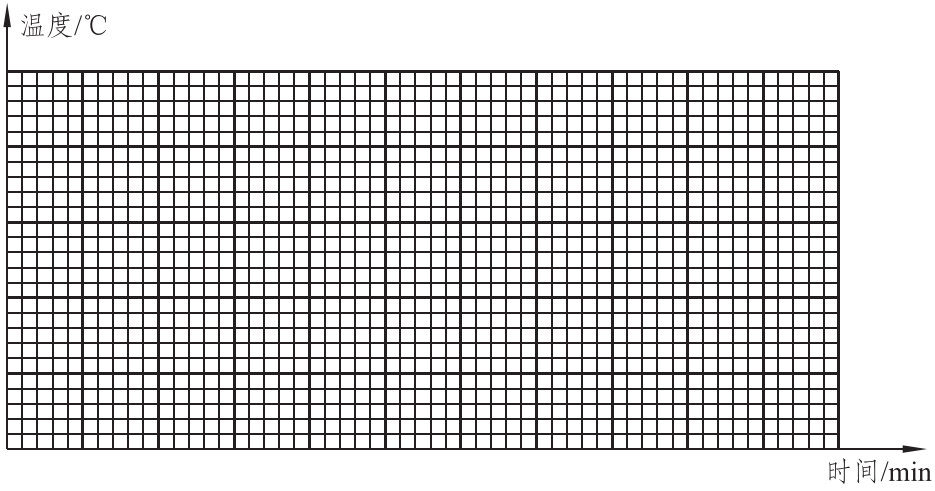


图 7-20　水加热至沸腾时温度随时间的变化

微信公众号：电子课本大全

由实验数据、图像和实验现象可知：随着对水持续加热，水的温度不断升高，同时在水中出现的气泡不断增多、变大；达到某一温度时，水开始沸腾；水沸腾后，虽然继续对水加热，水温不再升高。水沸腾时的温度叫作水的**沸点**(boiling point)。

沸腾是一种在液体表面和内部同时发生的、剧烈的汽化现象。沸腾时液体内大量气泡上升、变大，到液体表面后破裂，放出气泡中的蒸汽。沸腾过程中需要吸收热量。

不同液体的沸点不同。即使同种液体，它的沸点也要随外界大气压强的改变而改变。表 7-5 给出了一些常见液体在 10^5 Pa 大气压下的沸点。

表 7-5　在 10^5 Pa 大气压下几种液体的沸点

℃

物　质	沸　点	物　质	沸　点
液态铁	2 750	液态氨	−33.5
液态铅	1 740	液态氧	−183
水　银	357	液态氮	−196
食用油	约 250	液态氢	−253
水	100	液态氦	−268.9
酒　精	78.5		

供学习用

相关链接

液体的沸点与气压有关。液体表面上方的气压越小，沸点越低；气压越大，沸点越高。

表 7-6　水的沸点与气压的关系

气压/(10^5 Pa)	0.5	1.0	2.0	5.0	10
沸点/℃	81	100	121	152	179

使用高压锅做饭时，由于锅内水上方的气压可以高于 1.01×10^5 Pa，因此水的温度可以高于 100 ℃。所以用高压锅炖肉、煮饭都比较省时间。在青藏高原等海拔较高的地区，由于大气压强较小，水的沸点低于 100 ℃。因此，在这些地区高压锅成为了必备的炊具。在高压锅发明之前，高原地区的食物以炙烤为主，高压锅给这些地区的居民生活带来了方便。

微信公众号：电子课本大全

液化是汽化的相反过程。在液化过程中，物质由气态变为液态，并向外放出热量。

想一想

观察图 7-21 所示的情景，你能说出这些水滴或“白气”是从哪里来的吗？你还能说出一些类似的实例吗？



煮饺子时锅盖内表面出现了水滴



刚煮好的面条冒“白气”



开水壶嘴冒出“白气”

图 7-21 水蒸气的液化

仅学习用

水蒸气遇到温度较低的锅盖或空气，就液化成小水珠。这些小水珠聚集在锅盖内表面形成小水滴，若在空气中就形成了雾状的“白气”。这些都是水蒸气的液化现象。

大量事实表明，一般气体在温度降到足够低时都可以液化。气体液化时要放热。

除了使温度降低以外，还可以用其他方法使气体液化吗？

如图 7-22 所示，在注射器中加入一些乙醚，用橡皮帽把针头孔封死。向外拉活塞，可以看到液态乙醚消失，说明它全部变成了乙醚蒸气；再用力推活塞，将乙醚蒸气压缩，这时又可以重新看到液态的乙醚了。这说明在一定温度下，压缩气体的体积也可以使气体液化。

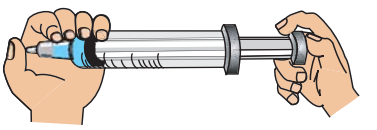


图 7-22 乙醚的汽化与液化

议一议

1.闷热的夏天，从电冰箱中取出一瓶冷饮。过一会儿，冷饮瓶的外侧会出现一层小水珠(图 7-23 甲)。这些水珠是从哪里来的？

微信公众号：电子课本大全

2.戴眼镜的同学可能都有过这样的经历：冬天，从寒冷的室外走进温暖的室内时，眼镜上会出现一层“水雾”(图 7-23 乙)；当一盘刚煮熟的饺子端到你面前时，你的眼镜上同样也会出现一层“水雾”。这是为什么？这些水是从哪里来的呢？



甲　小水珠从哪里来



乙　眼镜上的“水雾”

图 7-23　生活中的汽化与液化

供学习用

课后实践

1.能否用酒精温度计研究水的沸腾？为什么？

2.下列措施可以使蒸发变快的是 (　　)。

A.用扫帚把洒在地上的水向四周扫开

B.用保鲜膜把蔬菜包好并放入电冰箱

C.将湿衣服放在“暖气”上烘干

D.利用管道代替沟渠输水

3.为了研究影响蔬菜和水果水分散失快慢的因素，四组同学各自进行了探究实验(实验材料是相同的胡萝卜)，如图 7-24 所示。这四组实验研究方法正确的是 (　　)。

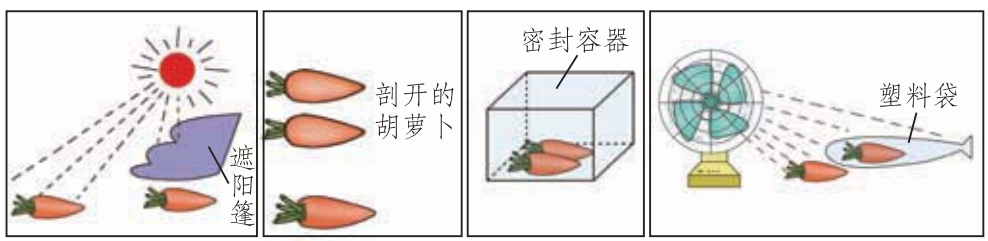


图 7-24

微信公众号：电子课本大全

4.在卫生间洗过热水澡后，会看到室内的玻璃镜面变得模糊不清。过了一段时间，镜面又变得清晰起来。试分析说明，在此过程中镜面上发生了什么物态变化。

知识窗

电冰箱的制冷原理

家用电冰箱内的制冷系统主要由蒸发器、压缩机和冷凝器三部分组成，如图 7-25 所示。电冰箱所用的制冷物质很容易液化和汽化，并且在汽化时能吸收大量的热。

电动压缩机用压缩体积的方法将气态制冷物质压入冷凝器使其液化，同时被液化的制冷物质通过冷凝器将热散发到外界空气中。液态制冷物质经节流阀进入电冰箱内的蒸发器，在蒸发器里迅速汽化而吸热，使电冰箱内温度降低。在蒸发器中汽化的制冷物质又不断被压缩机抽走，重新压入冷凝器中液化，并且放出在蒸发器中吸收的热量。通过这样的循环，制冷物质不断地在蒸发器内蒸发吸热，从而使电冰箱达到制冷的效果。

由上面的分析我们知道，如果将室内电冰箱的门打开，虽然制冷物质蒸发时可以从室内吸热，但这些热量会在制冷物质的液化过程中再次放回室内。因此，使用电冰箱并不能达到使室内温度降低的目的。

根据电冰箱的制冷原理，你设想一下，空调是怎样工作的？怎样安装空调才能达到降低室内温度的目的？

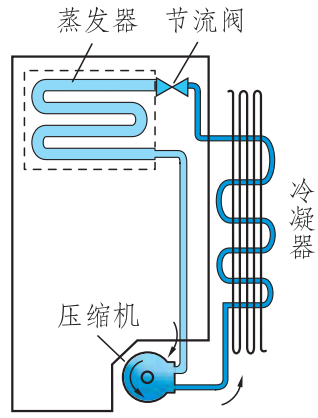


图 7-25 电冰箱的结构

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

四、升华和凝华

想一想

在图 7-26 所示的实验中，用热水对碘锤中的碘加热后发生了什么现象？碘锤上方玻璃壁上发生了什么变化？这说明了什么？

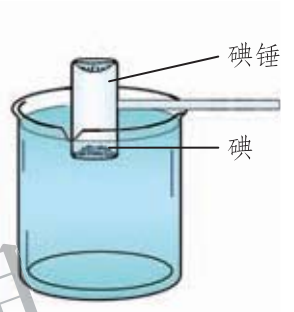


图 7-26　碘的升华与凝华

供学习用

在实验中，我们看到碘锤中固态的碘并没有变为液态就直接减少了，说明一部分碘直接变为气态。在玻璃壁上也没有看到气态的碘先变为液态，而是直接变为固态。

其实类似的现象在日常生活中也很常见。如图 7-27 所示，长时间放在衣箱中的樟脑球会变小、我国北方冬季晾在室外冻冰的衣服也能变干、雪人没有熔化却在一天天地变小，这些现象说明什么呢？



图 7-27　生活中的升华现象

微信公众号：电子课本大全

物质由固态直接变为气态的过程，叫作**升华**(sublimation)；物质由气态直接变为固态的过程，叫作**凝华**(condensation)。升华过程要吸热，凝华过程要放热。

议一议

如图 7-28 所示是几种物质的凝华现象，请你说出图中各是什么物质发生了凝华现象。



北方初冬早晨树叶上的霜



电冰箱里出现的霜



长时间使用的灯泡发黑

图 7-28　常见的凝华现象

想一想

自然界中的云、雨、雪、雾、霜等现象，都是水的物态发生变化形成的。图 7-29 中给出了自然界中一些水循环的现象，请你根据前面学习的物态变化的知识，想一想它们分别经历了怎样的循环和变化的过程。

微信公众号：电子课本大全

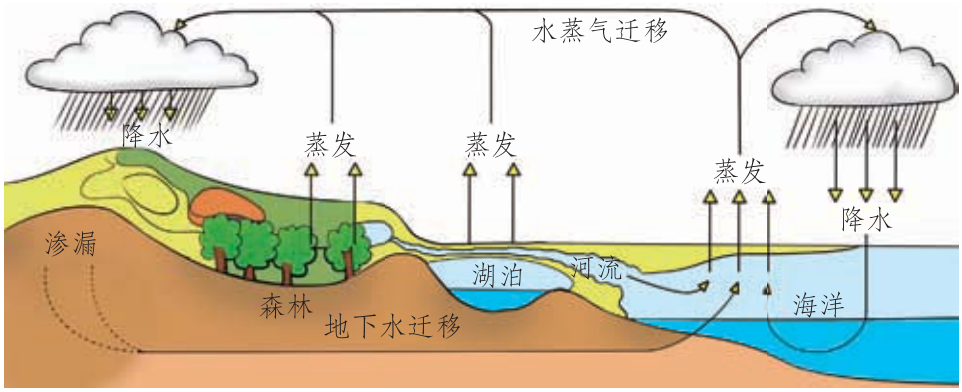


图 7-29　自然界中水的循环

海洋、湖泊、河流、土壤和植物中的水蒸发后，在高空遇到冷空气，会液化成小水滴或凝华为小冰晶。大量的小水滴或小冰晶集中悬浮在高层空气中，就形成了云。云中的小水滴和小冰晶相遇后越聚越大，达到一定程度后就会下落。当气温在 0 ℃ 以上时，冰晶在下落过程中吸热融化成水滴，与原来的水滴一起落到地面，这就是雨。当气温降到 0 ℃ 以下时，冰晶在下落过程中与周围的水蒸气接触，使水蒸气凝华，下落到地面，这就是雪。落到地上的雨、雪再经过湖泊、河流和海洋等进行蒸发，又可以回到空中，从而形成了不断的循环。

对整个自然界而言，水是在经历物态变化的过程中不断循环的，但对于地球上的不同区域而言，则可能存在着水资源分布不均的问题。

从世界各大洲的水资源分布情况来看，亚洲的水资源最为丰富。我国的水资源总量居世界第四位，然而人均占有量仅为世界平均值的 1/4，约为日本的 1/2，美国的 1/4，俄罗斯的 1/12。所以我们在节约用水、保护水资源等方面还任重道远。

相关链接

北京市水资源人均占有量在世界各国首都中排名百位之后，平均每年缺水约为 $4\times10^8\,m^3$。同时，北京市还存在着废水排放等水资源污染问题，因此水资源供需矛盾十分尖锐。若过度开采地下水，则会引起地面沉降等一系列水文地质问题。目前北京市本地的水资

微信公众号：电子课本大全

源已经没有多少开发的余地，只能在雨水利用和污水资源化方面向科技要效益。与此同时，提倡节约用水、提高水资源利用效率，也是解决北京水资源短缺的必由之路。

课后实践

1.将下列现象与相应的物态变化用线连接起来。

雪糕化了	熔化
湿衣服晾干	凝固
用久了的灯泡钨丝变细	汽化
电冰箱冷冻室内壁上出现冰霜	液化
用铝水浇铸铝锭	升华
夏天清晨树叶上出现露珠	凝华

2.以下现象属于升华的是(　　)。

A.夏天，室外的衣服变干　　B.冬天，室外结冰的衣服直接变干

C.冬天嘴里呼出的“白气”　　D.霜的形成

3.实施人工降雨的一种方法是利用飞机在高空播撒干冰(固态二氧化碳)，如图 7-30 所示。干冰进入云层，很快_____成气体，并从周围吸收大量的热。高空中的水蒸气便_____成小冰晶或_____成小水滴，使云中的小冰晶增多，小水滴增大，从而形成降雨。(填物态变化的名称)

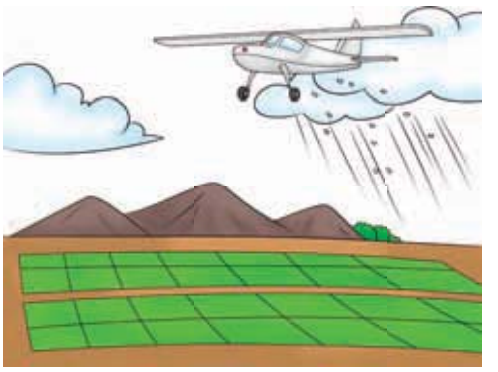


图 7-30

4.夏天，小亮从电冰箱冷冻室中取出一支雪糕，发现包装纸内侧附有一些小冰晶。这些小冰晶是怎样形成的？

供学习用

微信公众号：电子课本大全

五、物质结构的微观模型

我们生活在一个丰富多彩的世界里，环顾四周你可以看到各种不同的物质。这些物质是由什么组成的呢？它们又有什么特点呢？

科学家们通过猜想，并经过大量的实验证实，一般物质是由非常微小的，但仍保持着该物质基本特性(化学性质)的粒子组成的，这些粒子称为分子。一亿个分子紧密排成一列，长度大约只有 1 cm。

想一想

如图 7-31 甲所示，在一个杯子中先装入半杯小米，再加入绿豆直到装满，摇晃杯子使小米和绿豆混合。混合后体积发生了什么变化？为什么？

如图 7-31 乙所示，在一端封闭的细长玻璃管中，先注入半管水，再缓慢注入酒精直到装满。封住管口将玻璃管反复颠倒，使水和酒精混合在一起。混合后液体的体积发生了什么变化？与小米和绿豆混合并摇晃后体积的变化情况相比，你能得到什么启示？



甲　小米和绿豆的混合　　乙　水和酒精的混合

图 7-31

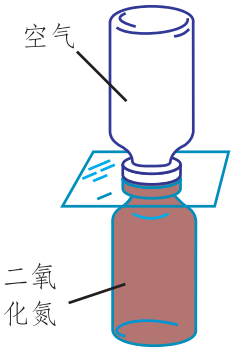
我们知道，小米和绿豆混合并摇晃后，它们的总体积变小是因为小米和小米之间、绿豆和绿豆之间、小米和绿豆之间存在空隙。将水和酒精混合在一起后，它们的总体积也变小了。这表明水分子与水分子之间、酒精分子与酒精

供学习用

微信公众号：电子课本大全

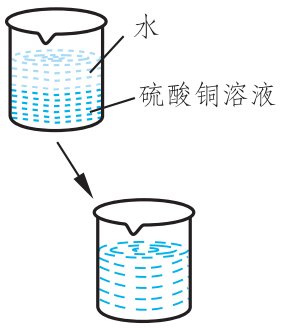
分子之间、水分子与酒精分子之间也存在空隙。

组成物质的分子是静止的还是在运动着的呢？如图 7-32 所示的现象可以帮你做出判断。



在上面的瓶中装有空气，下面的瓶中装有密度比空气大的二氧化氮气体。抽去中间的玻璃片后，空气与二氧化氮逐渐混合均匀。

甲



在装硫酸铜溶液的杯子里，缓慢地加一些水。一天之后，两种液体就混合均匀了。

乙



把铅板和金板压在一起。几年之后，金板压面上渗入一些铅，铅板压面上渗入一些金。

丙

图 7-32 扩散现象

供学习用

上述实验现象说明，两种不同的物质可以自发地彼此进入对方，这种现象称为扩散现象。根据扩散现象我们可以断定分子是在运动着的。

想一想

分子运动的情况与哪些因素有关呢？在冷水和热水中，同时滴一滴红墨水，观察它们的扩散情况有什么不同(图 7-33)。



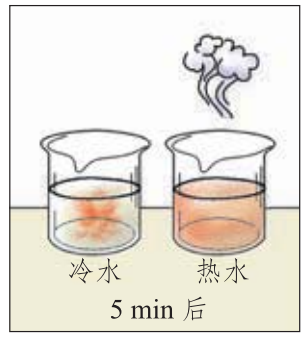


图 7-33 影响扩散快慢的因素

微信公众号：电子课本大全

组成物质的大量分子永不停息地做无规则运动，温度越高，分子的运动越剧烈。我们称这种运动为**热运动**。

想一想

把两根铅柱的端面削平，将削平的端面相对，并用力压紧，使两根铅柱合在一起。如图 7-34 所示，在铅柱下面悬吊一定的重物，两根铅柱也不会分开。这是为什么？



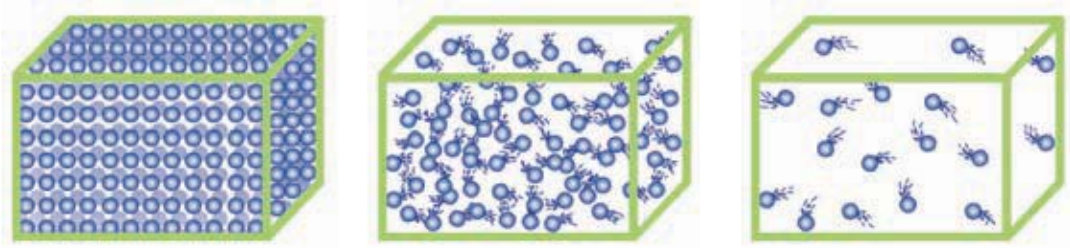
图 7-34 分子间的引力作用

这样的两根铅柱能合在一起，说明两根铅柱的分子之间存在着相互吸引的作用力。

物体可以被压缩，说明分子间存在一定的空隙。压缩物体时需要用力，说明分子之间还存在着相互排斥的作用力。

在组成物质的分子之间，引力和斥力同时存在。在分子间距离足够小时，分子之间的引力作用才比较显著；当分子间距离进一步减小时，分子间的相互作用表现为斥力。

一般物质是由大量分子组成的，分子都在永不停息地做无规则运动，分子之间存在作用力。这就是物质结构的基本事实。基于这些事实，我们可以建立物质结构的微观模型来说明固、液、气三态的特点(图 7-35)。



固态　　液态　　气态

图 7-35

微信公众号：电子课本大全

固态物质中，分子有规律地排列在一起，分子间有强大的作用力。所以，固态物质有一定的形状和体积。液态物质中，分子没有固定的位置，分子间的作用力比物质处于固态时小，分子运动相对自由一些。所以，液体没有确定的形状，具有流动性。气态物质中，分子间距很大，分子可以向各个方向自由运动，分子间的作用力极小。所以气体比较容易被压缩，而且具有流动性。

课后实践

1.在水面上滴一滴油，油在水面上扩展并形成油膜。油膜的面积能否无限扩大？试一试，并说明理由。

2.举出几个能够证明分子做无规则运动的现象和分子间存在相互作用力的实例。

3.你能从物质结构的基本事实出发，解释液体蒸发的快慢为什么与温度有关吗？

4.用分子之间存在相互作用力的观点，解释图 7-36 所示的情景中弹力产生的原因。

供学习用



桥墩被压后，产生向上的支持力



钢索受拉后，产生拉力

图 7-36

微信公众号：电子课本大全

六、内能　能量转化

物体的内能

我们知道，物体由于运动而具有动能；被举高的物体由于地球的吸引而具有重力势能。物体内大量分子在永不停息地做无规则运动，而且分子之间存在相互作用力。那么，这些分子是否也具有动能和势能呢？

想一想

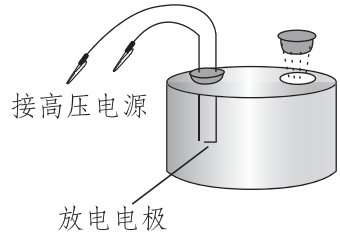
如图 7-37 甲所示，把一个装有少量水的试管开口倾斜向上固定在小车上，用软木塞将管口塞紧。对试管底部加热使水沸腾，会看到蒸汽把软木塞顶开，同时小车获得动能。

如图 7-37 乙所示，在金属桶中滴入数滴汽油(或酒精)，形成汽油(或酒精)蒸气和空气的混合气体。利用电火花点火后，可以看到橡皮塞从容器口被推出去。

这些现象说明什么？你还能举出类似的实例吗？



甲



乙

图 7-37　高温物体对外做功

在图 7-37 甲中，酒精燃烧使试管中的水温度升高，分子运动加剧，直至水沸腾后产生大量蒸汽，对软木塞做功，使软木塞飞出去。在图 7-37 乙中，

供学习用

微信公众号：电子课本大全

火花放电点燃汽油蒸气，汽油燃烧放出热量并产生大量炽热的气体，对橡皮塞做功，将橡皮塞顶出去。这些高温物体能对外做功，说明它们具有能量。

物体内含有大量分子，分子由于做热运动而具有的能叫作**分子动能**，分子之间由于存在着相互作用力而具有的能叫作**分子势能**。物体内所有分子的分子动能与分子势能的总和叫作物体的**内能**(inner energy)。图 7-37 中的两个实验都是内能做功的实例。

议一议

爆玉米花时，铁锅将热传递给玉米粒。玉米粒被结实的壳封闭着，玉米壳内除了胚芽等组织结构外，还有适量的水分。水受热后温度升高，很快汽化为水蒸气。水蒸气内能增大，体积迅速增大，将结实的壳胀破。这样玉米粒就在“砰”的一声中变成了玉米花。

你还能说出人们应用内能做功的其他实例吗？

在温度不同的物体之间会发生热传递现象。发生热传递时，能量总是自发地由高温物体向低温物体传递。我们用**热量**(heat)来描述由于物体温度不同而转移的能量。在只发生热传递的过程中，物体吸收了多少热量，物体的内能就增加了多少；物体放出了多少热量，物体的内能就减少了多少。图 7-37 甲中燃烧的酒精将热量传递给试管里的水，使水的温度升高，内能增加，发生物态变化。

冬天手冷时，我们可以将手放在炉火旁或“暖气”上取暖，也可以利用双手相互摩擦的方法驱除寒冷的感觉。这两种方式有什么不同呢？

实　验

如图 7-38 所示，把一个薄壁金属管固定在支座上，管中装一些酒精，然后用软木塞塞紧。把一根皮条缠在管子上，迅速来回拉动皮条，过一会儿会看到软木塞被顶开。这一现象说明什么呢？

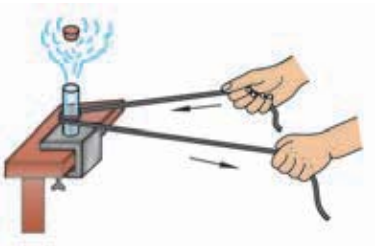


图 7-38

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

上述实验中，人拉动皮条做功，使酒精的内能增加，产生大量酒精蒸气。酒精蒸气再对外做功，将软木塞顶开。酒精蒸气在对外做功的过程中，内能减少，转化为软木塞的动能。你还能举出日常生产和生活中其他类似的实例吗？

大量实验表明，**改变物体内能的方式有两种：做功和热传递。**

外界对物体做功，或物体从外界吸收热量，物体的内能会增加。反之，物体对外界做功，或物体向外界释放热量，物体的内能会减少。

能量守恒定律

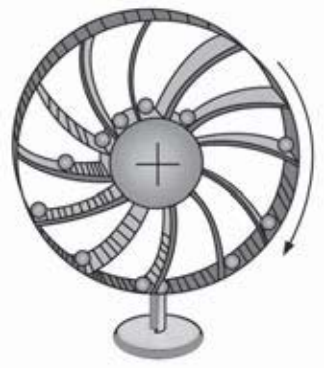
自然界中物质的不同运动形式都对应着不同形式的能量，这些能量之间是可以相互转化的。如相对运动的物体间的摩擦消耗了动能而转化为内能；水被烧开后水蒸气将壶盖顶起，是内能转化为机械能；人们利用风的动能来发电，是机械能转化为电能；电饭锅通电后发热，是电能转化为内能。

大量事实证明：**能量既不会消灭，也不会创生，它只能从一种形式转化为其他形式，或从一个物体转移到其他物体，而能的总量保持不变。**这就是**能量守恒定律**(law of conservation of energy)。

供学习用

议一议

在人类认识到能量守恒之前，人们总想设计出一种不需要消耗任何能量而能对外做功的机器——永动机。如图 7-39 所示就是人们曾经设计过的永动机。这样的永动机真的能“永动”吗？



右侧滚珠的力臂长，总能使轮子沿顺时针方向转动，从而带动机器运转。



水流推动水轮转动，水轮带动水泵将水抽到高处。

图 7-39　人们曾设计过的永动机

由能量守恒定律可知，任何不消耗能量而能够运转并对外做功的机器都是不可能制造出来的。

想一想

下述过程都不违背能量守恒定律，但你见过这些过程会自发地进行吗？

1.将一杯热水放在室内，我们会看到水温越来越接近室温，而这杯热水附近空气的温度会升高。你看到过其相反过程自发地进行吗？即这杯热水附近的空气温度越来越低，而杯中的水温度越来越高。

2.将一块冰放入一杯温水中，我们会看到冰不断地融化成水，水的温度在降低。你看到过其相反过程自发地进行吗？即水的温度在升高，而冰块越来越大。

3.汽车急刹车时，我们会看到车轮与路面之间因摩擦而冒出黑烟。这个过程消耗了汽车的动能，增加了轮胎与路面的内能。你看到过其相反过程自发地进行吗？即轮胎和路面的温度降低，将内能转化为汽车的动能，让汽车又运动起来。

供学习用

上述实例表明，这些“相反过程”都不能自发地进行。如果一定要发生这样的过程，则需要靠外界的“帮助”。如利用电冰箱的压缩机带动制冷物质工作，可以从低温物体吸收热量传给高温物体。

大量事实告诉我们，能量的转化和转移具有一定的方向性。请你再列举一些类似的实例，并与同学进行交流。

课后实践

1.在图7-40所示的情景中，利用热传递改变物体内能的是（　　）。

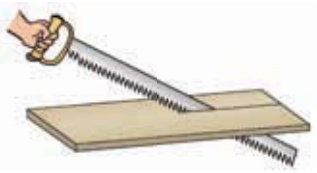
微信公众号：电子课本大全



A.钻木取火



B.双手摩擦生热



C.锯木板时钢锯发热



D.烧水时水温升高

图 7-40

2.关于物体的内能，下列说法正确的是(　　)。

A.温度为 0 ℃ 的物体没有内能

B.一杯水温度升高，内能增大

C.热传递是改变物体内能的唯一方式

D.将一杯水倒掉一部分后，杯中水的内能大小没有改变

3.下列与内能有关的说法，正确的是(　　)。

A.内能的改变必须通过做功才能实现

B.同一物体的机械能增加，其内能也增加

C.内能可以通过做功转化为机械能

D.热传递一定是将内能从内能多的物体传到内能少的物体

4.蒸汽机工作时将内能转化为机械能，电视机工作时将电能转化为光能、声能和内能。任何机器都是能量的转化或转移设备，能量在转化或转移的过程中，其总量_____。

5.能源危机产生的根源是由于能量的转化和转移具有方向性，下列实例能说明能量的转化和转移具有方向性的是(　　)。

A.热量总是自动地从高温物体传到低温物体

B.熟鸡蛋无法再恢复到被煮熟前的状态

C.人在运动过程中消耗的生物质能，不可能重新自动回到身体里

供学习用

微信公众号：电子课本大全

七、比热容

在热传递过程中，物体吸收或放出热量的多少与哪些因素有关？

实　验

如图 7-41 所示，取两只相同的烧杯，甲烧杯里装 400 g 水，乙烧杯里装 400 g 煤油。通过加热让它们都从室温升高到 70 ℃，谁吸收的热量较多？

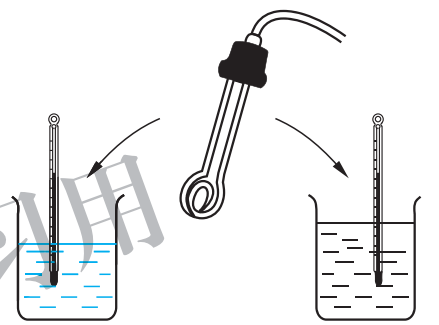


图 7-41　探究水和煤油的吸热本领

供学习用

通过实验我们发现，用两只相同的“热得快”对质量相同的水和煤油加热，使它们升高相同的温度，水需要的加热时间更长一些，即水需吸收的热量多一些。

大量事实表明，质量相等的不同物质，在温度变化相同时，所吸收(或放出)的热量一般不同。这是由物质本身的性质决定的。我们用单位质量的某种物质升高(或降低) 1 ℃ (或 1 K)所吸收(或放出)的热量，表示该物质的这种性质。

某种物质温度升高(或降低)所吸收(或放出)的热量，与其质量和温度变化量乘积的比，叫作这种物质的**比热容**(specific heat capacities)。

在国际单位制中，比热容的单位是 J/(kg·K)，读作“焦每千克开”。比热容的单位也常写作 J/(kg·℃)，读作“焦每千克摄氏度”。

表 7-7 列出了由实验测定的常温常压下一些常见物质的比热容。

微信公众号：电子课本大全

表 7-7　常温常压下一些常见物质的比热容

J/(kg·K)

物　质	比热容	物　质	比热容	物　质	比热容
水	4.2×10^3	木　材	2.4×10^3	铝	0.88×10^3
酒　精	2.4×10^3	冰	2.1×10^3	钢　铁	0.46×10^3
煤　油	2.1×10^3	砂　石	0.92×10^3	铜	0.39×10^3
蓖麻油	1.8×10^3	玻　璃	0.84×10^3	铅	0.13×10^3
水　银	0.14×10^3	干泥土	0.84×10^3		

从表 7-7 中可以看出，水的比热容比较大。这表明，质量相等的水和其他物质相比，吸收(或放出)相同的热量，水的温度变化较小。正是由于水的这一特性，使得沿海地区的昼夜温差较小。白天海水吸收大量的热量而温度升高得并不多。夜晚海水又可以放出大量热量，温度也不会降得太低。相反，在内陆或沙漠地区，由于砂石或干泥土的比热容较小，所以白天温度升高较多而夜晚温度又降低较多。因此内陆和沙漠地区昼夜温差较大，才会出现“早穿皮袄午穿纱，围着火炉吃西瓜”的独特风情。

供学习用

议一议

水的比热容较大这一特点，在实际中有着广泛的应用。例如我国北方广大地区冬季供暖的“暖气”，就是用水作为工作物质将热量传递到千家万户的(图 7-42)。请你列举出其他实例与同学进行交流。



图 7-42　用水“输送热量”

相关链接

物质传导热量的性能称为**导热性**(thermal conductivity)。导热性是物质本身固有的一种属性，不同物质的导热性一般不同。导热性好的物质，吸热快，散热也快。非金属的导热性不如金属，合金的导

微信公众号：电子课本大全

热性不如纯金属。若要用某些材料包裹物体，达到保温的目的，往往选择导热性较差的物质，如泡沫塑料。而需要快速、大量地吸热或散热时，就需要使用导热性较好的材料，如炒菜用的铁锅。

课后实践

1.关于比热容，下列说法正确的是（　　）。

A.比热容是物体的特性之一，每个物体都有自己的比热容

B.相同质量的不同物体，温度相同时，比热容大的含的热量多

C.比热容与物体的质量和吸收(或放出)热量的多少有关

D.冰的比热容为 2.1×10^3 J/(kg·K)，可以理解为每千克冰的温度降低 1 ℃ 时放出的热量是 2.1×10^3 J

2.用水壶将温度为 20 ℃、质量为 1 kg 的水烧开，大约需要吸收多少热量？想一想，烧开这一壶水实际需要的热量与你的计算结果相等吗？为什么？

3.小明设计了一个“比较不同物质的比热容”的探究实验，其部分装置如图 7-43 所示。甲、乙两图中，除杯内分别装的是质量相等的食用油和水外，其余实验器材都相同。要完成该实验还需要什么实验器材？实验过程中，怎样保证食用油和水吸收的热量大致相同？

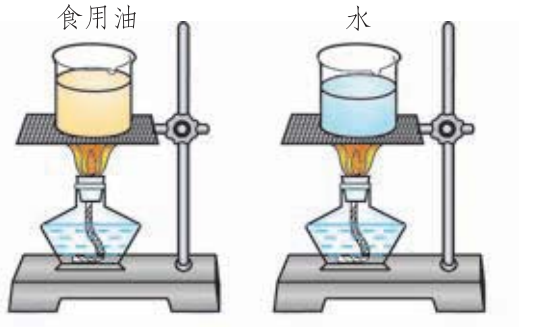


图 7-43

4.用温度计测温度时，测温泡中的测温物质与待测物体间一般会有热传递发生，最终使测温泡和待测物体达到相同的温度。根据这一测温原理，请你说明，测温物质应选择比热容大一些的物质，还是选择比热容小一些的物质呢？为什么？

供学习用

微信公众号：电子课本大全

八、燃料　能源与环保

人类的日常生产和生活都离不开燃料，我们正是利用燃烧各种各样的燃料来烧水煮饭、驱动汽车运转……在自然界中，燃料的种类有很多，固体燃料有木柴、煤炭等，液体燃料有汽油、柴油、酒精等，气体燃料有氢气、煤气、天然气、液化石油气等。在燃烧过程中，燃料的化学能转化为内能，也就是通常所说的燃烧时放出热量。

想一想

如图 7-44 所示是我们日常生活中经常使用的几种燃料。想一想，燃烧相同质量的不同燃料时，释放出的热量是否相同？

仅学习用



液化气　　固体酒精　　木柴　　煤

图 7-44　日常生活中使用的各种燃料

由于不同的燃料成分不同，在完全燃烧相同质量的不同燃料时，它们释放出的热量通常是不同的。某种燃料完全燃烧时释放出的热量(即化学能转化为内能的量)与其质量的比，叫作这种燃料的**热值**(combustion value)。热值的单位是“焦/千克”，可用符号 J/kg 表示。表 7-8 给出了几种燃料的热值。

微信公众号：电子课本大全

表 7-8 几种燃料的热值

物 质	热 值	物 质	热 值
氢	1.4×10^8 J/kg	酒 精	3.0×10^7 J/kg
汽 油	4.6×10^7 J/kg	焦 炭	3.0×10^7 J/kg
煤 油	4.6×10^7 J/kg	烟 煤	约 2.9×10^7 J/kg
柴 油	4.3×10^7 J/kg	干木柴	约 1.2×10^7 J/kg
木 炭	3.4×10^7 J/kg	天然气	约 3.8×10^7 J/m^3
无烟煤	约 3.4×10^7 J/kg	煤 气	约 1.5×10^7 J/m^3

一般来说，燃料很难完全燃烧，实际放出的热量往往比按热值计算出的数值要小，而有效利用的热量又比放出的热量要小。若将燃料放在锅炉中燃烧，锅炉有效利用的热量与燃料完全燃烧放出的热量之比，叫作锅炉的效率。

平常的锅炉，效率是比较低的，在节约能源方面的潜力还很大。把煤磨成煤粉，用空气吹进炉膛，可以使煤燃烧得更加充分。此外，用各种办法加大受热面积，减少烟气带走的热量，都可以提高燃料的利用率和锅炉的效率。

供学习用

能源与环保

想一想

在日常生产和生活中，人们利用着各种各样的能源。这些能源是从哪里来的？你所知道的能量来源有哪些呢？

人类使用的能源种类很多，可按不同的方法进行分类。

若按能源的产生方式来分类，可分为一次能源和二次能源。以天然形式存在于自然界的能源叫作一次能源，如煤炭、石油、天然气等矿物能源，以及风能、水能、地热能和太阳能等。由一次能源转化而来的能源称为二次能源，如电能、火药、酒精等。一次能源又可进一步分为可再生能源和不可再生能源。可再生能源包括太阳能、风能、水能、生物质能、潮汐能、地热能等。不可再生能源包括煤炭、石油、天然气等。

若按能源的使用情况进行分类，又可分为常规能源和新能源。如煤炭、

微信公众号：电子课本大全

石油、水能、风能等是人类早已开发利用的能源，它们是常规能源；而核能、太阳能、地热能等是人类新近才开发利用的能源，因此属于新能源。

煤炭、石油、天然气等矿物能源是目前人类生产和生活中所使用的主要能源。然而这些矿物能源的储量有限，特别是对我们这样一个人口大国来说，能源紧缺更是一个十分严重的问题。我国的煤炭人均储量在世界上排在 100 多位，因此在生产、生活中要特别注意节约能源，提高矿物能源的利用率。

相关链接

可 燃 冰

可燃冰即天然气水合物，它是一种由天然气与水在高压低温条件下形成的类冰状的结晶物质，主要分布于深海沉积物或永久冻土中。

可燃冰是一种新型的高效能源，其成分与我们平时使用的天然气成分相近。2007 年，我国在南海海域 183 m 深处开采得到了可燃冰，成为继美国、日本、印度之后第四个开采到可燃冰实物样品的国家。据不完全统计，截至 2012 年 6 月，全球已发现的可燃冰资源量相当于 6.9×10^{10} t 的石油。据初步估计，我国南海可燃冰资源量占全球可燃冰资源量的 90% 以上，足够我国使用 130 年。

你可以上网查询可燃冰有哪些优点，在开发、利用可燃冰的过程中可能带来哪些问题。

仅学习用

大量使用矿物能源，一方面加剧了能源紧缺，另一方面也对环境带来了负面影响。如煤炭在燃烧不充分时，会产生烟尘和一氧化碳等。有些燃料中含有杂质，燃烧时会产生二氧化硫、氮氧化物等有害气体。这些都会给大气带来污染，从而危害人类的身体健康。

大气污染对农业生产会造成很大危害。大气中的二氧化硫和氮氧化物经化学变化溶于水中会产生酸雨，可以直接影响植物的正常生长，又可以通过渗入土壤及进入水体，引起土壤和水体酸化、有毒成分溶出，从而对动植物和水生生物产生毒害。严重的酸雨会使森林衰亡、鱼类绝迹。

微信公众号：电子课本大全



图 7-45 酸雨的危害

大气污染还会影响天气和气候。燃烧不充分带来的烟尘颗粒物使大气能见度降低，减少到达地面的太阳光辐射量。高层大气中的氮氧化物、碳氢化合物和氟氯烃类有机物会使臭氧大量分解。由此引发的“臭氧空洞”问题，成为了全球关注的焦点。

我国对燃料的质量和种类严加控制。例如，不允许使用未经处理的高硫煤，同时大力发展煤气、天然气等，以减少燃煤对大气的污染。我们要树立科学发展观，在持续发展的过程中，既要有效地利用能源，又要很好地控制和消除使用能源时对大气带来的污染。

供学习用

议一议

由于现代工业社会造成城市人口过于集中，大量地燃烧煤炭、石油和天然气，大量排放尾气，使得人类生存环境的温度不断趋于变暖，形成热岛效应，并使温室效应增强。这将会造成全球的气候变化、病虫害增加、海平面上升、地质沙漠化加剧等一系列环境问题。请你查阅一下相关资料或到相关部门进行调研，对当地环境变化的情况作出评估，并提出保护环境的建议。

课后实践

1.通过查表可知酒精的热值为 3.0×10^7 J/kg，它表示的物理意义是_____。

微信公众号：电子课本大全

2.木炭的热值是 3.4×10^7 J/kg，完全燃烧 500 g 木炭，能放出多少热量？

3.下列关于热值的说法正确的是（　　）。

A.燃料燃烧时，用的燃料越多，这种燃料的热值越大

B.燃料燃烧时，放出的热量越多，这种燃料的热值越大

C.相同质量的不同燃料完全燃烧时，放出热量较多的燃料，热值较大

D.不同的燃料完全燃烧放出相同的热量时，所用燃料越少，这种燃料的热值越大

4.调查当地人们生活中使用燃料的演变情况。分析当地目前使用各种燃料所占的比例，并根据目前燃料使用的情况，从有利于环境的角度提出改进的建议。



知识窗

供学习用

有效利用燃料

燃料通常是在各种炉子里燃烧的。工业和取暖设备中燃料在锅炉中燃烧；家用燃料在煤炉或燃气灶中燃烧；汽车所用的汽油或柴油等燃料在发动机这种特殊的“炉子”中燃烧。

利用现代化工手段，将煤转化为煤气再进行燃烧利用，既可以提高燃料的利用率，又可以减少燃烧时产生的二氧化硫、氮氧化物等有害气体对大气的污染。对于取暖锅炉、机车、汽车等一些消耗燃料的“大户”，要通过技术改造改变它们的燃料品种和燃烧方式，以提高燃料的利用率，减少其对环境的污染。例如，我国很多城市的公交汽车，改用天然气作为燃料，就是为了减少对环境的污染。

我国是一个耗能大国。如果按每年消耗 10^9 t 煤、利用效率为 30% 来计算，那么只要提高利用效率 1%，即达到 31%，就相当于每年节省 10^7 t 煤。可见，提高燃料的利用率是多么重要，我们大家都要注意节约燃料。

微信公众号：电子课本大全

九、热　机

热机(heat engine)是利用燃料燃烧释放出的热量，将内能转化为机械能的机器。热机的种类很多，可分为蒸汽机、内燃机、汽轮机、空气喷气发动机和火箭喷气发动机等。内燃机中最常见的是汽油机和柴油机。



外燃式的蒸汽机车



内燃式的动力机车



喷气发动机的飞机

图 7-46　几种常见的热机

供学习用

生活中常见的汽车就是利用汽油机作为动力机器的。汽油机是通过燃烧汽油获得机械能的热机。汽油机需要有图 7-47 所示的核心结构，实现内能向机械能的转化：

汽缸——汽油燃烧的工作室，汽油燃烧后在其内部产生高温、高压的气体；

活塞——在汽缸内，被高温、高压气体推动，将内能转化为机械能；

连杆与曲轴——将活塞获得的机械能传给工作机构；

进气门——汽油和空气形成的燃料混合物的进口；

排气门——燃料燃烧后产生废气的出口；

火花塞——点火装置，产生电火花使燃料混合物燃烧。

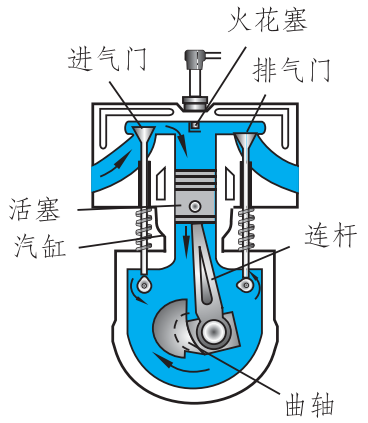


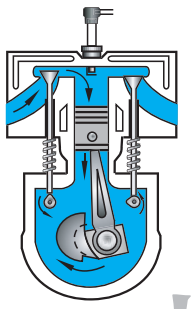
图 7-47　汽油机的结构

微信公众号：电子课本大全

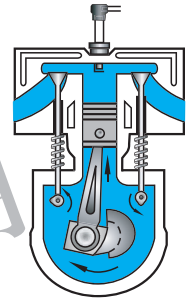
想一想

汽油机中的活塞、连杆与曲轴、进气门、排气门和火花塞等部件之间是怎样相互配合完成内能向机械能转化的呢？

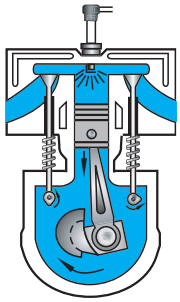
汽油机工作时，活塞在汽缸内做往复运动。活塞从一端运动到另一端叫作一个冲程。常见的四冲程汽油机要能正常工作，必须连续完成吸气、压缩、做功、排气四个冲程，且不断循环进行，如图 7-48 所示。



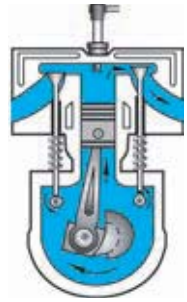
第一冲程：吸气冲程。进气门打开，排气门关闭，活塞由汽缸最上端向下运动，汽油和空气的混合物从进气门被吸入汽缸。当活塞运动到汽缸的最下端时，进气门关闭。



第二冲程：压缩冲程。进气门和排气门都关闭，活塞由汽缸的最下端向上运动，燃料混合物被压缩，汽缸内温度升高，气压增大。



第三冲程：做功冲程。在压缩冲程结束后，火花塞产生电火花，燃料混合物剧烈燃烧，产生高温、高压燃气，推动活塞向下运动，并通过连杆驱使曲轴转动。



第四冲程：排气冲程。进气门关闭，排气门打开，活塞从汽缸最下端向上运动，把废气排出汽缸，为下一个循环做好准备。

图 7-48　汽油机的工作过程

供学习用

微信公众号：电子课本大全

汽油机启动时，需要先靠外力通过曲轴、连杆带动活塞上下运动，完成吸气、压缩冲程后，才能利用做功冲程带动与曲轴相连的飞轮实现自行的持续运转。汽油机工作的四个冲程中，只有做功冲程燃气对外做功，其他三个冲程都是辅助冲程，要靠与曲轴相连的飞轮的惯性来完成。

议一议

柴油机是通过燃烧柴油获得机械能的热机。柴油机的工作原理与汽油机大致相同，只是因为燃烧的燃料不同，结构上有所区别。如图 7-49 所示为柴油机的主要结构，它与汽油机有什么不同？说一说柴油机是怎样工作的。

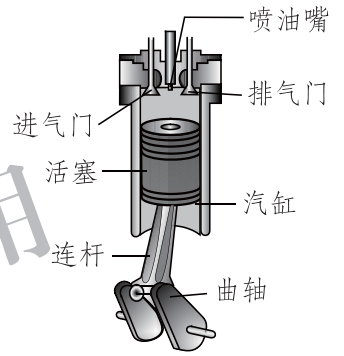


图 7-49　柴油机的结构

从构造上看，柴油机和汽油机的区别主要是_____。

柴油机和汽油机的工作过程基本相同，也有吸气、压缩、做功、排气四个冲程。请你仿照汽油机的工作过程，说出柴油机每一个冲程的过程和作用。

吸气冲程：

压缩冲程：

做功冲程：

排气冲程：

供学习用

微信公众号：电子课本大全

相关链接

柴油机的压缩冲程中，空气被压缩到约原体积的 1/20，压强可达到 5×10^6 Pa，温度可升高到近 700 ℃。这个温度足以使由喷油嘴喷出的雾状柴油燃烧。所以柴油机没有火花塞。

汽油机比较轻巧，常用在汽车、小型飞机和小型农业机械上。与汽油机相比，柴油机通常显得笨重些，但它的效率较高、功率较大，并且柴油的价格一般比汽油便宜，因而多用在拖拉机、坦克、轮船、内燃机车、载重汽车以及小型发电机组上。

热机的使用，大大降低了人们的劳动强度，同时使生产效率大幅提升。当今热机的广泛使用已成为一个国家工业化程度提高的重要标志。人类对热机的使用，经历了从外燃式蒸汽机到内燃机、从汽轮机到喷气发动机的演变，其中既有热机功率的增大，也有热机效率的不断提高。

供学习用

课后实践

1.常见的汽油机或柴油机的一个工作循环由哪几个冲程组成？每经历一个工作循环，活塞上下往复几次？曲轴转动了几圈？其中哪个冲程是内能转化为机械能的过程？

2.在压缩冲程中，汽油机内的工作物质被压缩，汽缸中的（　　）。

A.压强增大，温度降低　　B.压强减小，温度升高

C.压强增大，温度升高　　D.压强减小，温度降低

3.查找一些关于汽车尾气对城市环境和人类的影响的资料并仔细阅读，就汽车工业飞速发展与其日益严重的负面影响的突出矛盾，谈谈你的看法。

4.请你查阅相关资料，了解蒸汽机、内燃机、汽轮机、空气喷气发动机和火箭喷气发动机的基本原理、特点及对能源的利用情况。与同学讨论、交流这些热机对社会生产力发展所起的作用及对环境所带来的问题。

微信公众号：电子课本大全

第八章 DIBAZHANG

光现象



正因为有了光，我们才能看到这个美丽的世界。因此，我们要了解光现象，掌握光的规律，更好地利用光来为人类服务。

微信公众号：电子课本大全

一、光的传播

晴朗的白天，灿烂的阳光照亮大地；夜晚，建筑物上的霓虹灯点缀夜空；舞台上，LED(发光二极管)背景绚丽多彩；夏夜，萤火虫在草丛中闪闪发光……



图 8-1　各种光源

太阳、霓虹灯、LED 灯，以及萤火虫等能够自行发光的物体叫作**光源**(light source)。光源发出的**光**(light)是怎样传播的呢？

供学习用

实　验

如图 8-2 所示，将一束激光分别射向水、空气和玻璃砖。观察光在水、空气、玻璃中的传播路径。



甲　激光穿过水　　乙　激光穿过空气　　丙　激光穿过玻璃

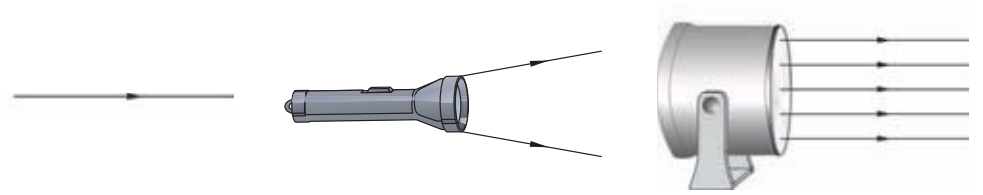
图 8-2　光的直线传播

由实验可知：光在水、空气和玻璃中都是沿直线传播的。

大量实验表明，**光在同一种均匀介质中是沿直线传播的。**

微信公众号：电子课本大全

人们用标有箭头的几何线段来描述光的传播路径和方向，这就是光线。我们通常用一组光线来表示光束，如图 8-3 所示。我们通常见到的光都是光束。



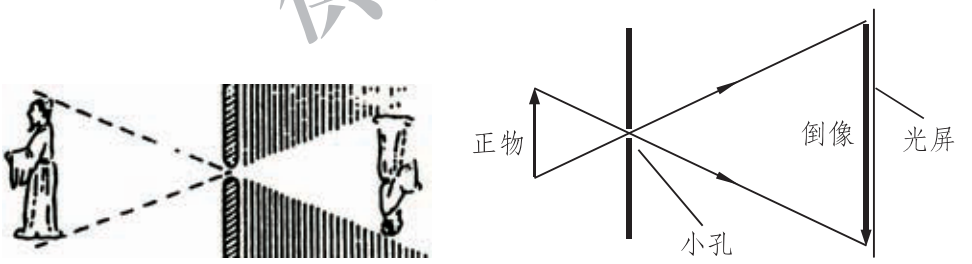
甲　光线　　乙　手电筒射出的发散光束　　丙　探照灯射出平行光束

图 8-3　光线与光束

相关链接

《墨经》是战国时期墨家著作的总集《墨子》中的一部分。《墨经》一书中记载了我国古代用针孔成像的光学实验(图 8-4 甲)，并用射出去的箭的飞行来比喻光的直线传播。《墨经》是迄今发现的世界上最早记载小孔成像实验的文献资料。小孔成像实验是光的直线传播规律的有力证明。我们可用图 8-4 乙描绘小孔成像实验中光沿直线传播。

供学习用



甲　　乙

图 8-4　小孔成像

影子是光的直线传播的又一例证。由于光沿直线传播，当光遇到不透明物体时，会在物体后面形成影子。许多神奇的现象(如日食、月食)，以及古代计时用的日晷(图 8-5)和医院用的无影灯等，都与影子有关。



图 8-5　北京故宫的日晷

微信公众号：电子课本大全

光在真空中的传播速度是 299 792 458 m/s，用字母 c 表示，一般我们说光在真空中的速度 $c=3\times10^8$ m/s。光在空气中的速度十分接近真空中的速度。光在水中的速度大约是空气中的3/4，在玻璃中的速度大约是空气中的 2/3。

课后实践

1.“举杯邀明月，对影成三人”，其中一人是“影”，它是由光的_____传播造成的。

2.用步枪瞄准时，当眼睛看到瞄准点、准星尖和标尺缺口三者重合时，就认为三者在同一条直线上了(图 8-6)。这是为什么？

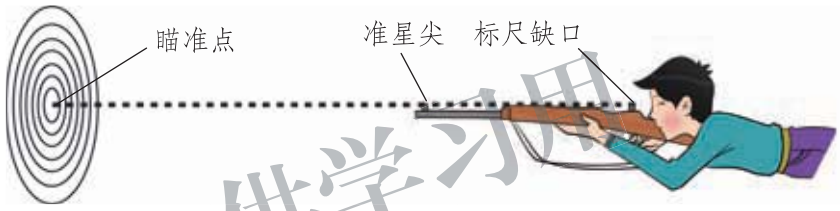


图 8-6 射击瞄准

供学习用

3.人类为了测出地球与月球之间的距离，向放在月球上的反射装置发射激光，经过 2.56 s 在地面上接收到返回的激光信号。由此可知地球与月球之间的距离是多少？

4.如图 8-7 所示，将易拉罐的上部剪去，蒙上半透明纸，在罐的底部开一个小孔。再用报纸卷一个遮光纸筒(图中未画出)，通过纸筒来观察半透明纸上所成的像。你会看到什么？你能试着解释这个现象吗？

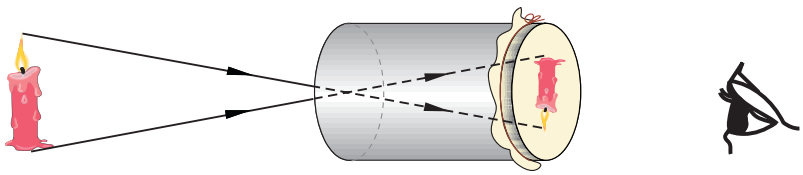


图 8-7

微信公众号：电子课本大全

知识窗

伽利略测量光速

17 世纪前，人们认为光速是无限大的，意大利物理学家伽利略曾对此提出质疑，并试图通过实验来验证他的猜想。

1607 年，伽利略首次用速度公式进行光速的测量。他让两个人分别站在相距 1.5 km 的两个山头上，每人手提一盏有盖子的信号灯。实验开始，第一个人先打开灯盖。对方看到灯光，也马上打开灯盖，把光信号再传回来。伽利略认为测出这段时间就能计算得出光速。可是，他的实验失败了。



图 8-8　伽利略测量光速

这是为什么呢？根据速度公式，可得

$$t = \frac{s}{c} = \frac{1\ 500\ \text{m}}{3\times10^{8}\ \text{m/s}} = 0.000\ 005\ \text{s},$$

即光只需要二十万分之一秒的时间就可传播 1.5 km。而人看到光之后的反应时间约为 0.1 s。光传播的时间远远小于人的反应时间，所以，伽利略的实验测出的并不是光传播的时间，而是人的反应时间。

后来，经过不断的研究和改进测量的方法，科学家终于测量得到了比较准确的光速值。你可以通过网络查询现代测量光速的方法。

微信公众号：电子课本大全

二、学生实验：探究光的反射规律

如图 8-9 所示是北京北海公园的美丽风光。波光粼粼的水面，映衬着游船和白塔的倒影，为大自然增添了几分生气。你有没有想过，水面上为什么会泛起粼粼的波光？游船和白塔的倒影是怎样形成的？这些都是光的反射现象。



图 8-9　北京北海公园

光从空气射向另一种介质时，会有一部分光返回空气中，我们将这种现象称为光的**反射**(reflection)。

供学习用

问题与猜想

在日常生活中你还见过哪些类似的光的反射现象呢？根据这些光的反射现象设想一下，光的反射遵从什么规律呢？

设计实验与制订计划

将一束光照射在平面镜上，探究光的反射规律。

1.实验装置

在图 8-10 所示的装置中，M 是一个水平放置的小镜子，上面竖立着一块半圆形的屏(用来显示光的传播路径)。屏是由两个大小相同的扇形面 E、F 连接而成的。E 与镜子 M 固定在一起，F 可绕接缝 ON 转动，接缝 ON 与镜子 M 垂直。我们称沿 ON 方向的直线为镜面的**法线**(normal line)。

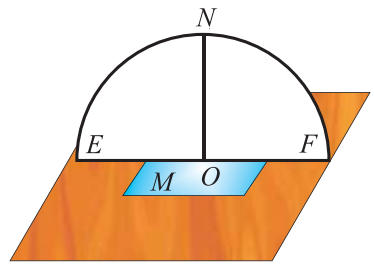


图 8-10

2.探究计划

(1)探究入射光线、反射光线和法线的关系。

让一束激光沿平面 E 射到 O 点，在平面 E 上可看到入射光线 AO。前后转

动 F，如图 8-11 所示。当 F 处在什么位置时，可以在它上面看到反射光线 OB？

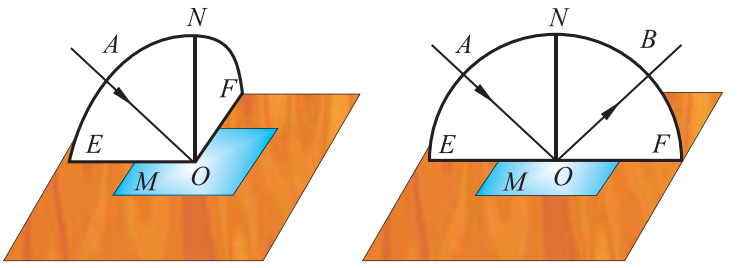


图 8-11

(2)探究入射角和反射角的关系。

入射光线 AO 与法线 ON 的夹角 $\angle AON$ 叫作入射角，反射光线 OB 与法线 ON 的夹角 $\angle BON$ 叫作反射角。

保持激光束在平面 E 内，改变入射光线 AO 的方向，观察反射光线 OB 的方向是否改变。用量角器测量入射角和反射角，把实验结果记录下来。

进行实验与收集证据

按照探究计划，规范操作，在表 8-1 中记录数据。

表 8-1 探究光的反射规律

实验次数	入射角	反射角
1		
2		
3		
…		

分析与论证

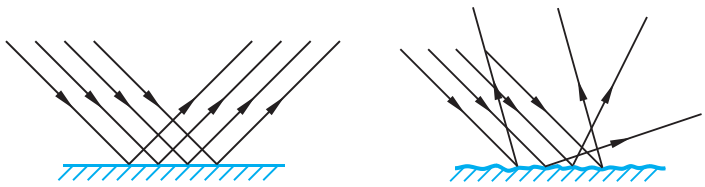
光在发生反射时，反射光线、入射光线与法线在_____平面内；反射光线和入射光线分别位于法线_____；反射角_____入射角。这就是光的**反射定律**(reflection law)。

在探究光的反射规律实验中，如果让光线逆着反射光线的方向射向镜面，可以看到反射光线将逆着原来入射光线的方向射出。这表明，在反射现象中光路是可逆的。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

太阳光穿过教室的窗户，射到放在桌面的小镜子上。这时在室内的墙上可以看到一个明亮的光斑。太阳光可以看成平行的光线，一束平行光射向光滑的平面，反射光也是平行的，这种现象叫作**镜面反射**(mirror reflection)(图 8-12 甲)。但一般物体的表面往往都比较粗糙，平行光经过反射后不再平行，而是射向各个方向，这种现象叫作**漫反射**(diffuse reflection)(图 8-12 乙)。正是由于漫反射，我们才有可能从不同的方向看到不发光的物体。



甲　镜面反射　　乙　漫反射

图 8-12

课后实践

1.在图 8-13 中，根据光的反射规律，用三角板作出法线并画出相应的反射光线或入射光线。

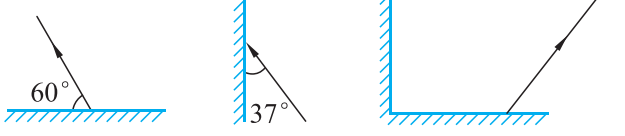


图 8-13

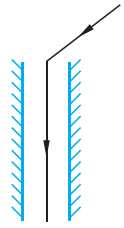


图 8-14

2.某大楼为了节约能源，欲使用平面镜让斜射的阳光能够竖直向下从大楼顶部射入大楼中，然后再用连续多次的反射将光线引导到不同的楼层去。图 8-14 中标出了入射的太阳光和竖直向下的反射光，请你用三角板和圆规在图上画出平面镜的位置。

3.老师在黑板左上角写了一个字，在第一排左边座位上的同学看得清楚，而坐在第一排最右边座位上视力正常的同学却看不清楚。其原因很可能是(　　)。

A.教室光线亮度不够　　B.黑板产生镜面反射

C.黑板产生漫反射　　D.以上说法都不对

供学习用

微信公众号：电子课本大全

4.一束入射光线与水平放置的平面镜成 40°角。若入射光线不变，转动平面镜，使入射角增大 10°，则反射角为_____。

知识窗

角反射器

角反射器是利用光的反射原理制成的，它一般由三个相互垂直的平面镜组成(图 8-15)。角反射器具有非常优良的回光特性。对于在空间中一定范围内的入射光(不论入射方向如何)，经其三个相互垂直的平面镜反射后，出射光线总是与入射光线平行。

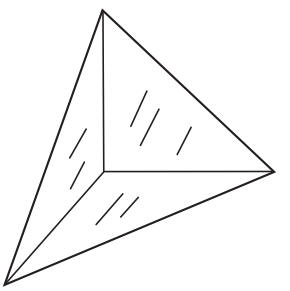


图 8-15

自行车的尾灯就利用了角反射器。它通常由红色塑料压制而成，外表面为平面，内表面由无数微小的角反射器构成一个微棱镜阵列(图 8-16)。当后面的车辆发出的灯光照射到自行车尾灯上时，尾灯可以将入射光沿原来的方向反射回去，使后面车辆的司机看到前面的目标，保证夜间行车安全。利用角反射器原理制作的无源光学标志灯定向性好、回光强、不耗电，已经在路标、信号标志和广告牌等设施中得到了广泛的应用。

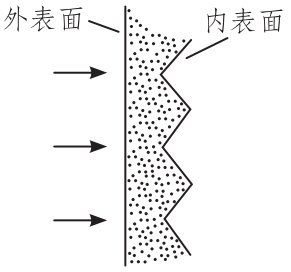


图 8-16

在激光测距中，角反射器可以用作被测目标的反射器，它不仅能有效地把光反射回来，更可以减少瞄准调整的困难。我国的“嫦娥”一号探月卫星就安装了正六边形密接布阵形式的角反射器阵列，达到了极高的测量精度，为卫星的精密定轨做出了巨大的贡献。“嫦娥”一号探月卫星六个面的四个角上，共安装了 24 个角反射器阵列。从地球上发射到“嫦娥”一号探月卫星上的各个方向的激光都能够射到角反射器上，并被反射回地球。

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

三、学生实验：探究平面镜成像

问题与猜想

我们生活中常用的镜子是**平面镜**(plane mirror)。平面镜**成像**(image)时，物体、像、平面镜的位置存在什么关系？像有什么特点？

如图 8-17 所示，将一支点燃的蜡烛放在平面镜前。蜡烛离平面镜越远，蜡烛的像离平面镜越近还是越远？蜡烛距离镜面的远近与平面镜里的像的大小有关系吗？平面镜里的像与物左右关系一致吗？将你的猜想写出来。

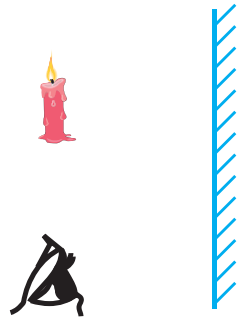


图 8-17

供学习用

设计实验与制订计划

1.实验中要研究物体到平面镜的距离和像到平面镜的距离。物体到平面镜的距离很容易用刻度尺测量出来，但是像在什么位置呢？将光屏(或白纸)放在平面镜后，是接收不到像的。本实验的关键是要找到一个既能起到平面镜的作用，又能在“镜子”后面找到像的位置的“平面镜”。你准备选用怎样的“平面镜”？实验中，你准备如何测量像到平面镜的距离？如何处理像与物的高矮、左右关系？这些都是设计实验的关键。

2.实验器材：长短、粗细相同的蜡烛一对，小蜡烛一支，大蜡烛一支，平板玻璃一块，茶色玻璃一块，支架一个，方格纸一张，同样大小的三角板一对(尺上分别贴有 b、d 两个字母)，刻度尺一把。

3.分小组讨论各自的探究计划，设计记录数据的表格。

微信公众号：电子课本大全

进行实验与收集证据

从图 8-18 中选取器材，按照小组讨论的探究计划摆放好实验器材进行实验，将实验数据记录在表格中。

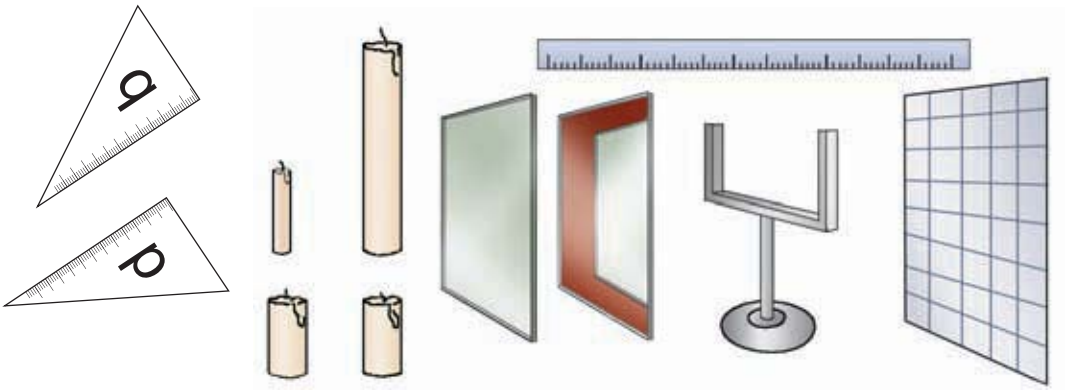


图 8-18

供学习用

分析与论证

1.平面镜所成像的大小和物体的大小_____。

2.像到平面镜的距离与物体到平面镜的距离的关系是_____。

3.像的左右与物体的左右关系是_____。

4.像的上下与物体的上下关系是_____。

微信公众号：电子课本大全

相关链接

实像和虚像

能够呈现在光屏上的像叫作**实像**(real image)。实像也可以用眼睛直接观察。如果只能用眼睛观察，而不能用光屏接收，这样的像就是**虚像**(virtual image)。平面镜所成的像就是虚像。

对　　称

平面镜成像时，像与物大小相等，到镜面的距离相等。像与物的连线垂直于平面镜，像与物左右颠倒。我们称这种关系为像与物关于镜面对称。

供学习用

评估与交流

各小组相互交流设计方案、实验结果等，提出自己认为合理的结论，评价其他小组的设计方案和结果，并反思自己的探究过程。

想一想

平面镜成像是光的反射现象的实际应用，你能用光的反射规律来解释平面镜成像原理吗？

如图 8-19 所示，从平面镜 *MN* 前的发光点 *S* 发出许多条光线射到平面镜上，其中的两条光线分别入射到平面镜上的 *A*、*B* 两点，经平面镜反射后的光线是 *AC* 和 *BD*。分别把反射光线 *AC* 和 *BD* 向反方向延长，它们相交于 *S*′ 点。当眼睛沿 *CA* 和 *DB* 方向看时，你会感到光线好像是从 *CA* 和 *DB* 的延长线的交点 *S*′ 发出的。*S*′ 就是发光点 *S* 的像。*S*′ 处并不存在一个发光点，这是一个

虚像。在图 8-19 中蜡烛上的每一个发光点在平面镜里都对应着一个虚像点。这些虚像点集合起来构成了蜡烛的虚像。从图中可以看到，S' 与 S 的连线跟镜面垂直，它们到镜面的距离相等，**物距**(object distance) SM 等于**像距**(image distance) $S'M$。

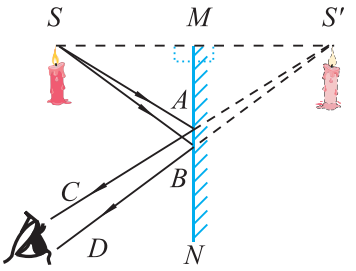


图 8-19

做一做

潜望镜(periscope)是军事上常用的一种光学仪器。观察者利用潜望镜能从较低位置的掩体里看到较高位置的目标或从水下的潜水艇舱中看到水面上的舰船。

最简单的潜望镜由两块装在管子里的互相平行的平面镜组成(图 8-20)，两块平面镜都跟管壁成 45° 角。

参照图 8-20，找两块小平面镜，把它们固定在用硬纸板制成的镜筒中，制成一个简单的潜望镜。用它观察一下周围景物。

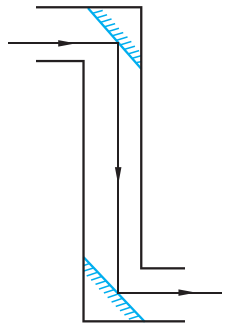


图 8-20

课后实践

1.人站在平面镜前，当他走近平面镜时，他的 (　　)。

A.像变大，像距变小　　B.像变大，像距变大

C.像不变，像距变小　　D.像不变，像距不变

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

2.小猫在平静的池塘边欣赏自己在水中的像，图 8-21 所示的情景中正确的是(　　)。

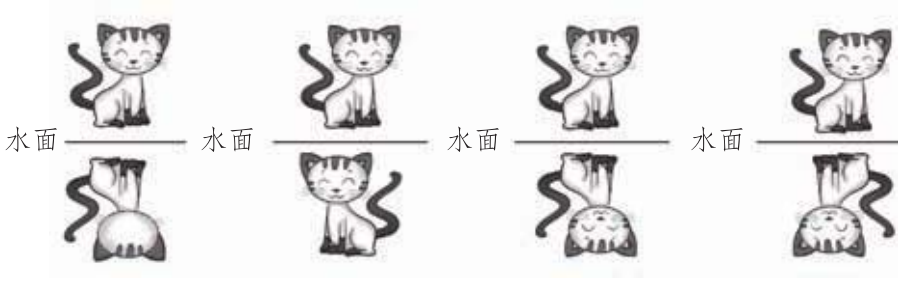


图 8-21

3.在探究平面镜成像规律时，四名同学在方格纸上记录了一对同样大小的蜡烛的位置，如图 8-22 所示。图中 N 为玻璃板，M 为方格纸。与自己的实验记录进行比较，下列记录正确的是(　　)。

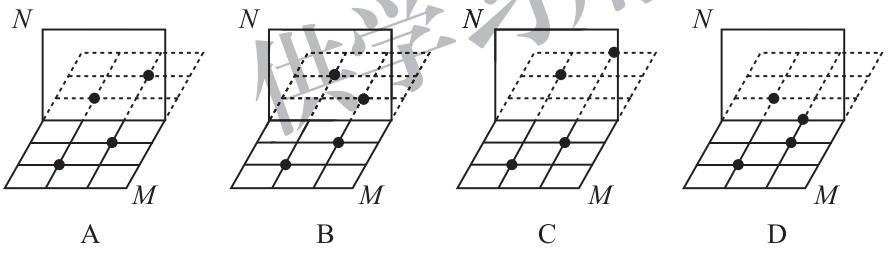


图 8-22

4.上网查阅“镜子的历史”。

供学习用

知识窗

球　面　镜

反射面为球面的一部分的镜面叫作**球面镜**(spherical mirror)。球面镜分为**凹面镜**(concave mirror)和**凸面镜**(convex mirror)两类。如图 8-23

微信公众号：电子课本大全

所示，用球面的内表面做反射面的球面镜叫作凹面镜；用球面的外表面做反射面的球面镜叫作凸面镜。凹面镜对光线有会聚作用；凸面镜对光线有发散作用。

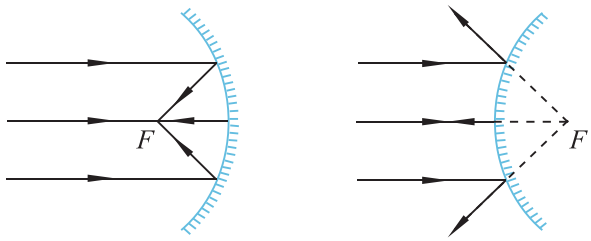


图 8-23　凹面镜和凸面镜

如图 8-24 所示，人们利用凹面镜对平行光束的会聚作用和光路可逆的性质制作了太阳灶、医用反光镜、汽车车灯、探照灯、手电筒等。



图 8-24　凹面镜的应用

如图 8-25 所示，人们利用凸面镜对平行光束的发散作用和光路可逆的性质制作了汽车观后镜、反光镜等。

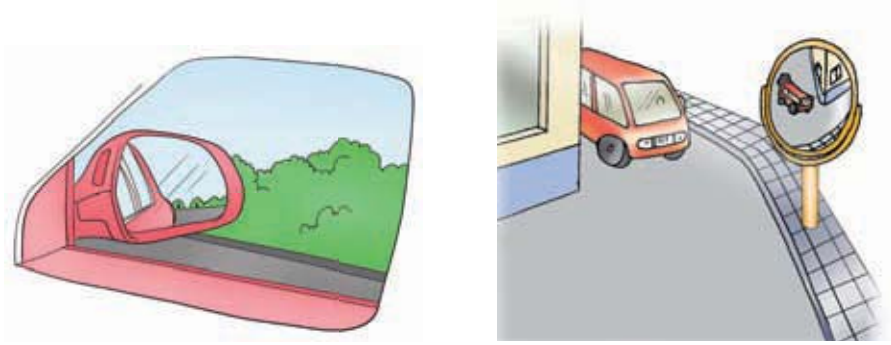


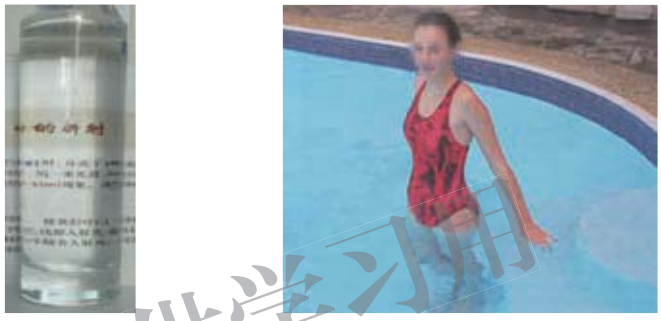
图 8-25　凸面镜的应用

供学习用

微信公众号：电子课本大全

四、探究光的折射现象

把一本书放在盛满清水的玻璃杯后面，透过玻璃杯看书上的字，会看到书上的字变大、变形了(图 8-26 甲)。在游泳池边看站在水中的人，你会发现，她的双腿好像变短了(图 8-26 乙)。这些现象都是怎样形成的呢？



甲　　乙

图 8-26　生活中光的折射现象

供学习用

在图 8-26 所示的情景中，光都通过了空气和水(或玻璃)等不同介质，从而导致我们看到的景物发生变形。这是由于光从一种介质斜射入另一种介质时，传播方向发生了变化，这种现象叫作光的**折射**(refraction)。

问题与猜想

当光线通过两种介质的界面时，传播方向是否一定会发生变化？会发生怎样的变化呢？

让我们通过一个实验进行探究。将一束光照射到一个容器的右下角，此时可在容器的右下角看到一个光斑。保持入射光角度不变，缓慢地向容器中加水。从侧面看，光斑的位置是否发生变

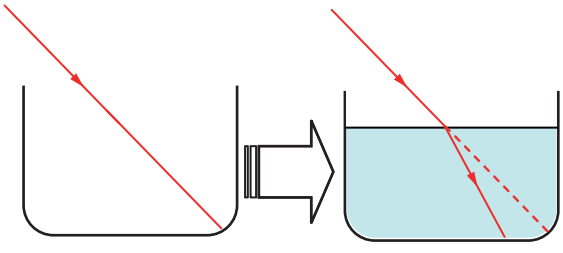


图 8-27　光的折射现象

微信公众号：电子课本大全

化？这说明了什么？改变这束光的入射角，光斑会怎样移动？将这束光改为垂直水面入射，我们又能看到什么现象呢？

通过上述实验，我们发现光的偏折情况可能与光先后通过的介质的种类以及入射的角度有关。光的折射现象到底有哪些特点呢？

设计实验与制订计划

借鉴研究光的反射的经验，引入法线作为基准线。入射光线与法线的夹角叫作入射角，折射光线与法线的夹角叫作**折射角**(refraction angle)(图 8-28)。

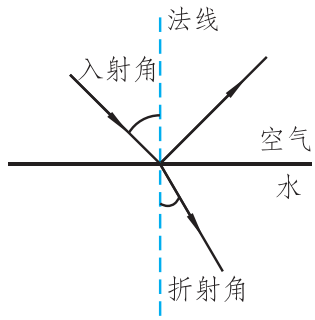


图 8-28

在观察了许多光的折射现象之后，我们可以设想：研究折射现象应从两个方面入手。首先，比较折射光线跟入射光线与法线的关系(位置、夹角)，从而观察和测量折射光线怎样随着入射光线的变化而变化。其次，还要比较不同物质折射情况的差异。

供学习用

进行实验与收集证据

1.观察光从空气斜向入射到空气与水的交界面时，入射光线、折射光线与法线的位置关系，判断图 8-29 中哪种情况是正确的。

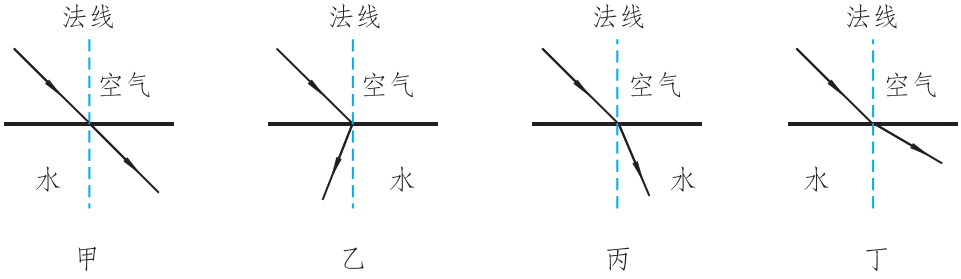


图 8-29

2.观察光从空气斜向入射到空气与水的交界面时，入射角、折射角的大小及位置关系。设计表格，记录实验数据和实验现象。

微信公众号：电子课本大全

3.观察光从水斜向入射到水和空气的交界面时，入射角、折射角的大小及位置关系。设计表格，记录实验数据和实验现象。

4.把水换成玻璃重复上述实验。

5.观察光从空气垂直入射到水面和玻璃砖上的情况。

分析与论证

各实验小组独立完成实验操作，并做好记录。分析实验数据，讨论得出的规律是：

供学习用

评估与交流

全班交流，归纳得出共同结论。

实验表明：**光在发生折射时，折射光线、入射光线和法线在同一平面内，折射光线和入射光线分居在法线两侧。**光从空气斜向入射到水或玻璃等介质中时，折射角小于入射角，入射角增大(或减小)时，折射角随之增大(或减小)。光从水或玻璃斜向入射到空气中时，折射角大于入射角。当光线垂直入射到两种不同介质的交界面时，传播方向不发生改变。

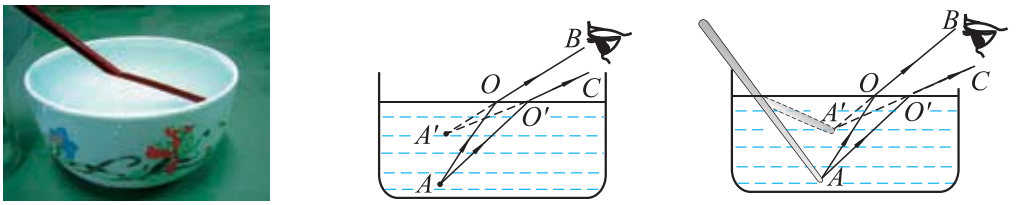
水或玻璃相对于空气而言是光密介质，空气相对于水或玻璃而言是光疏介质。光在光疏介质中的传播速度比在光密介质中传播速度大。

想一想

如图 8-30 甲所示，将一根笔直的筷子斜放在装有清水的碗里，水中的筷子为什么会上翘呢？

微信公众号：电子课本大全

设在水面下有一个发光物体 A，它从水面下发出的光线 AO 和 AO' 在进入空气时传播方向发生改变，它们的折射光线分别为 OB 和 $O'C$ (图 8-30 乙)。当这两条光线射入眼睛时，你会认为光线是从 A' 处射来的。这样你所看到的物体位置要比它实际的位置高。筷子没入水中的部分上翘也是同样的道理(图 8-30 丙)。



甲　　乙　　丙

图 8-30

在探究光的折射现象的实验中，如果让光线逆着折射光线的方向射入，可以看到折射光线将逆着原来入射光线的方向射出。这表明，在折射现象中光路是可逆的。

供学习用

相关链接

海市蜃楼

海市蜃楼是由于光的折射产生的一种现象。地表上方不同高度的空气层相当于一层层密度不同的透明物质。密度大的空气层为光密介质，密度小的空气层为光疏介质。远方景物发出的光在层与层之间连续发生折射。从整体上看，光就逐渐向地面弯曲进入观察者眼中。在观察者看来，光好像是从海面上空的物体射来的一样(图 8-31)，于是观察者就看见了“天上的仙境”。

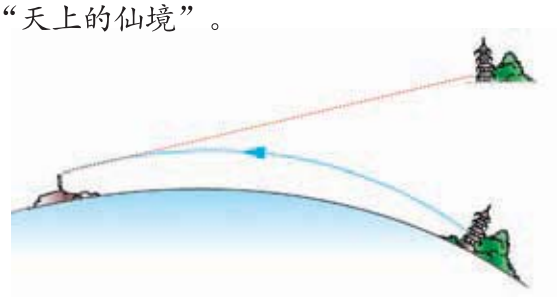


图 8-31　海市蜃楼

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.光从空气斜射入水或其他介质时，折射角_____入射角。根据光路可逆的物理规律，光从水或其他介质斜射入空气时，折射角_____入射角。当光线垂直射向介质表面时，传播方向_____。

2.在图 8-32 所示的情景中，由于光的折射形成的是(　　)。



A.插入水中的铅笔好像弯折了



B.水中鸟巢的倒影



C.屏幕上的手影



D.瓶子在平面镜中的像

图 8-32

供学习用

3.将一枚硬币放在烧杯底部，向后退一点，使硬币恰好被烧杯边缘遮住而看不见(图 8-33)。请另外一名同学把水缓慢加入烧杯中(不要使硬币改变位置)。虽然眼睛的位置、烧杯和烧杯中硬币的位置都没有改变，但硬币又可以重新映入眼帘。试试看，并画出光路图解释其原因。

4.如图 8-34 所示为光由空气斜射入玻璃时发生折射的不完整的光路图。如果 PQ 是空气与玻璃的交界面，MN 是法线，请用箭头标明光的传播方向，入射角是_____，折射角是_____。

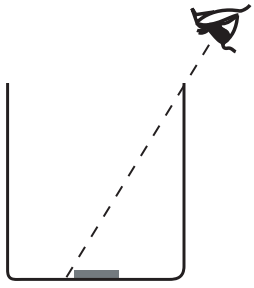


图 8-33

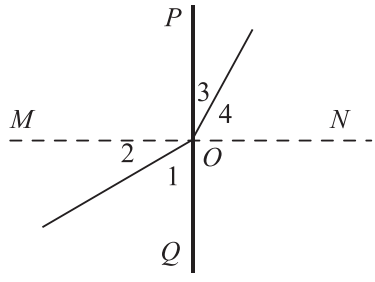


图 8-34

微信公众号：电子课本大全

知识窗

全反射与光导纤维

如图 8-35 所示，当光从传播速度较小的光密介质(如水、玻璃等)斜射入传播速度较大的光疏介质(如空气等)时，折射角总大于入射角。随着入射角的增大，折射角也增大，同时折射光线减弱，反射光线增强。当入射角增大到某一数值时，折射光线就完全消失，只有反射光线，这种现象叫光的全反射。产生全反射的最小入射角叫**临界角**。

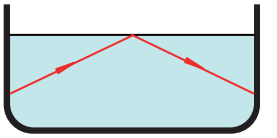


图 8-35 光的全反射现象

华裔物理学家高锟(1933—2018)依据这一原理，在 1966 年提出用玻璃纤维(光导纤维)传递信息的设想，并因此获得 2009 年诺贝尔物理学奖。

光导纤维在现代技术中有着广泛的应用。一根直径不到 1.3 cm 的由 32 根光纤组成的光缆，能容许 50 万对用户同时通话，或者同时传送 5 000 个频道的电视节目。另外，光纤还具有不受电磁干扰、保密性强、耐腐蚀、柔软易铺设、原料充足和成本低廉等优点。信息高速公路的主干线路便是能双向、快速传输多媒体信息的光缆。



光纤怎样传送光信号



光沿着光纤传播

图 8-36 光纤的原理和应用

除通信领域外，光纤还有许多其他应用。例如，“传能光纤”可以传递高功率的激光能量，广泛用于激光加工机、激光手术刀等；“传像光纤”的光纤束可用来传递图像，用于医学上的肠镜、胃镜检查和海关、机场等的安全监控；“传感光纤”可用作敏感元器件，用这种光纤可制成温度传感器、压力传感器和电磁传感器等。



图 8-37 医用光导纤维内窥镜

供学习用

微信公众号：电子课本大全

五、透　镜

透镜(lens)是一种重要的光学元件，由透明物质制成。透镜的表面是球面的一部分。如图 8-38 所示，透镜有两类，中间厚边缘薄的叫**凸透镜**(convex lens)，中间薄边缘厚的叫**凹透镜**(concave lens)。

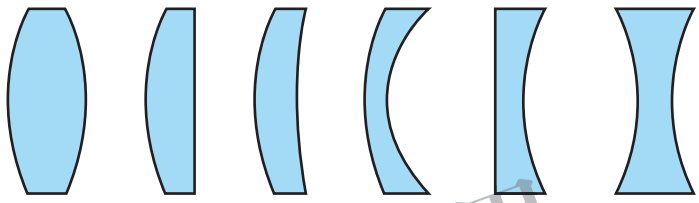


图 8-38　凸透镜与凹透镜

最常见的透镜的两个表面都是球面的一部分，通过两个球心 C_1、C_2 的直线(图 8-39)叫作透镜的**主轴**(principal optical axis)。若透镜的厚度比球面的半径小得多，这种透镜叫作薄透镜。薄透镜的中心 O 点叫作透镜的**光心**(optical center)。

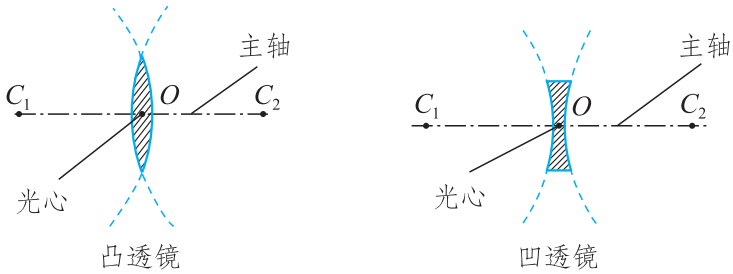


图 8-39　透镜光心和主轴

实　验

光通过透镜时，透镜对光线有什么作用呢？

在暗室里，用一组平行的激光光束分别照射在凸透镜和凹透镜

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

上。观察激光光束通过凸透镜和凹透镜后传播方向发生了怎样的变化，并在图 8-40 中记录下来。

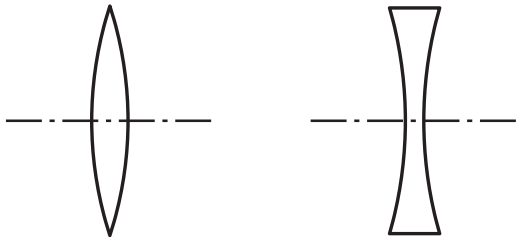


图 8-40

实验中，我们观察到了如图 8-41 所示的现象。

大量实验表明：**平行光束通过凸透镜后光线会聚于一点，说明凸透镜对光线有会聚作用；平行光束通过凹透镜后会发散，说明凹透镜对光线有发散作用。**

跟凸透镜主轴平行的光线，经凸透镜后在主轴上的 F 点会聚(图 8-41 甲)。F 点叫作凸透镜的**焦点**(focus)。焦点到凸透镜光心 O 点的距离叫作**焦距**(focal length)，用 f 表示。

跟凹透镜主轴平行的光线，经凹透镜后形成发散光线。如果迎着发散的光线望去，会觉得这些光线好像是从凹透镜后主轴上的某一点 F 发出来的(图 8-41 乙)。F 点叫作凹透镜的虚焦点，虚焦点到凹透镜光心 O 点的距离叫作凹透镜的焦距。

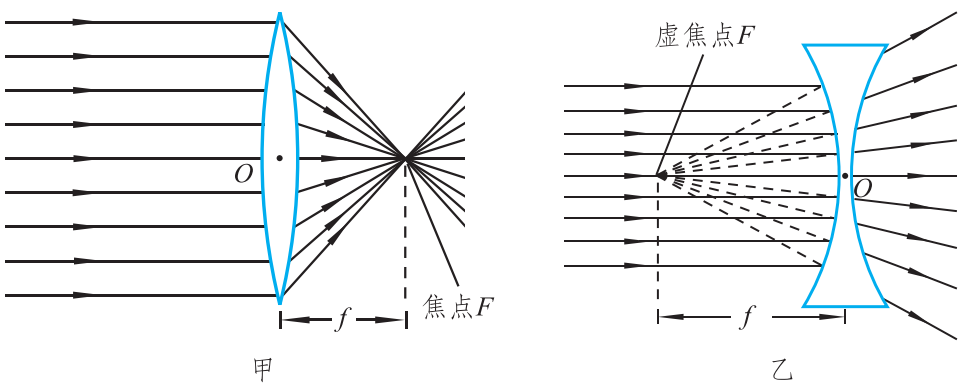


图 8-41

微信公众号：电子课本大全

做一做

在一块干燥且干净的水平放置的玻璃片上滴上几滴清水，每两滴水之间的距离大于1.3 cm。用手水平端着玻璃片在灯光下上下移动。观察当玻璃片接近桌面时，桌面上亮度的变化情况(图 8-42)。想一想，这是为什么？

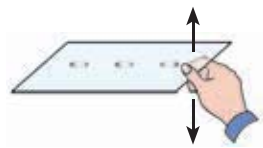


图 8-42

课后实践

1.在图 8-43 所示的六个透镜中，哪些是凸透镜，哪些是凹透镜？

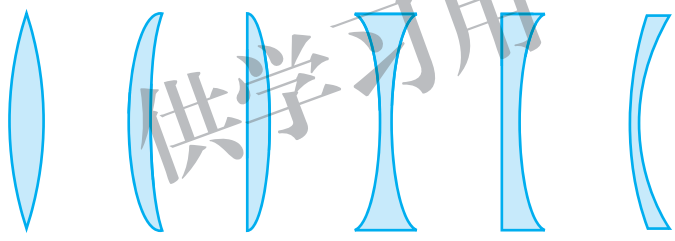
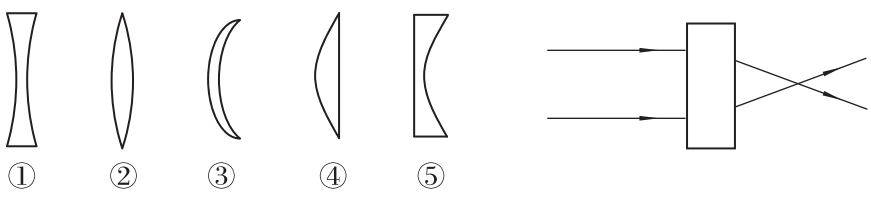


图 8-43

2.现有五种光学元件(图 8-44 甲)，在图 8-44 乙所示的光路图中，方框中可放入的元件为 (　　)。

A.①②⑤　　B.①②④　　C.③④⑤　　D.②③④



甲　　乙

图 8-44

供学习用

3.画出图 8-45 中的入射光线或折射光线。

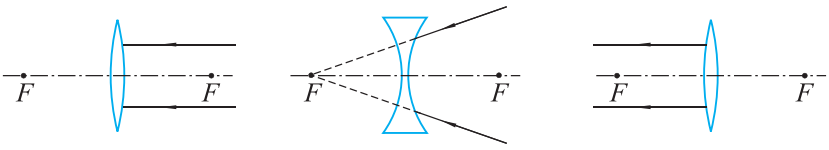


图 8-45

4.在图 8-46 所示的方框中填上适当的透镜。

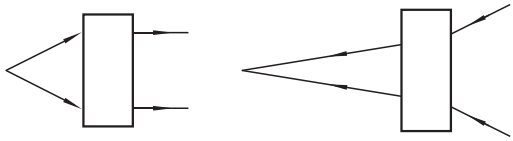


图 8-46

供学习用

微信公众号：电子课本大全

六、学生实验：探究凸透镜成像

问题与猜想

拿起一个凸透镜放在距离眼睛较远的地方观察窗外的景物，你会发现景物是倒立缩小的。用此凸透镜靠近书本时，却发现字是正立放大的。

凸透镜在什么情况下成实像？什么情况下成虚像？像的大小、正倒和什么条件有关呢？

设计实验与制订计划

对于焦距相同的透镜，当物体到透镜的距离(物距)不同时成像的情况会有所不同；对于焦距不同的透镜，在物距相同的情况下，成像的情况也会不同。即透镜成像与两个因素有关：透镜的焦距和物体的物距。一般情况下透镜的焦距是一定的。为此，先要测量出透镜的焦距，然后改变物距的大小，探究像的虚实、正倒、大小是如何随之变化的。如图 8-47 所示，用蜡烛、凸透镜、光屏、光具座等器材进行探究。



图 8-47

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

相关链接

让凸透镜正对着太阳光，移动光屏，直到光屏上得到的光斑最小、最亮，如图 8-48 所示。此时凸透镜到光屏的距离就是凸透镜的焦距。

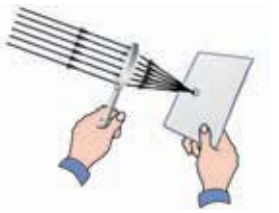


图 8-48

进行实验与收集证据

1.测量凸透镜的焦距 f。

2.摆放并调节实验仪器。将安放在支架上的蜡烛、凸透镜、光屏靠在一起，调节它们的高度，使烛焰、凸透镜光心和光屏中心在同一水平高度上。

3. 改变物距，观察物体的像及其特点，并将观察结果填入表 8-2 中。

表 8-2 探究凸透镜成像的规律

物距的范围	像距的范围	像的情况		
		正立或倒立	放大或缩小	虚像或实像

供学习用

分析与论证

通过实验我们可看到图 8-49 所示的现象。

1.像的虚、实与物距和焦距有关。

2.像的大小和物距有关。当物距大于 2 倍焦距时，像距在_____之间，得到了_____的实像；当物距等于 2 倍焦距时，像距与物距相等，得到了_____的实像；当物距在 1 倍焦距与 2 倍焦距之间时，像距_____物距，得到了_____的实像；当物距小于焦距时，光屏上承接不到实像，在光屏一侧通过透镜可以观察到_____的虚像。

微信公众号：电子课本大全

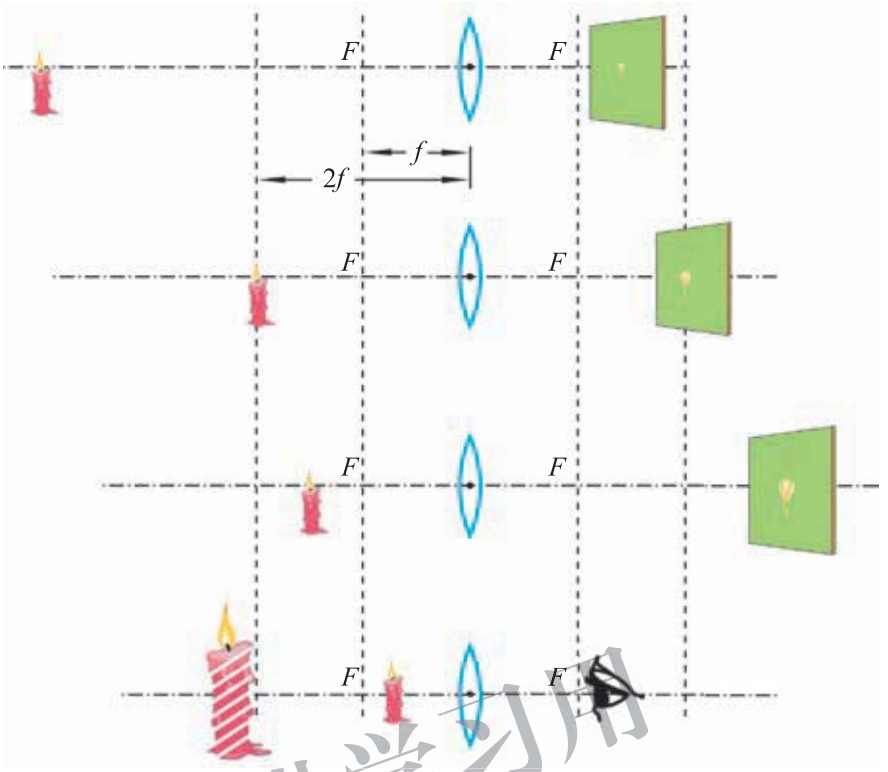


图 8-49　探究凸透镜成像规律

供学习用

评估与交流

你的探究结论与其他同学的结论是否一致？如果不一致，原因是什么？有哪些因素会影响探究的结果？你能排除这些影响探究结果的因素吗？

课后实践

1.放大镜就是一个凸透镜。请你用一个放大镜观察墙上的字画。观察时要弄清楚被观察的物体是哪一个，以及凸透镜离它有多远。

2.物体位于凸透镜前 14 cm 处，在透镜另一侧的光屏上可以得到清晰、放大的像，则该透镜的焦距可能是 (　　)。

A.5 cm　　B.7 cm　　C.10 cm　　D.15 cm

3.有一个焦距为 5 cm 的凸透镜，将点燃的蜡烛从距凸透镜 30 cm 处移到 10 cm 处的过程中，像的大小和像距的变化情况是 (　　)。

微信公众号：电子课本大全

A.像变小，像距变大　　B.像变大，像距变大

C.像变小，像距变小　　D.像变大，像距变小

4.小华想探究凸透镜成像规律。实验桌上有 *A*、*B*、*C* 三个凸透镜，其中凸透镜 *A* 的焦距为 10 cm，凸透镜 *B* 的焦距为 50 cm，凸透镜 *C* 的焦距未知。光具座上标尺的刻度范围如图 8-50 所示。

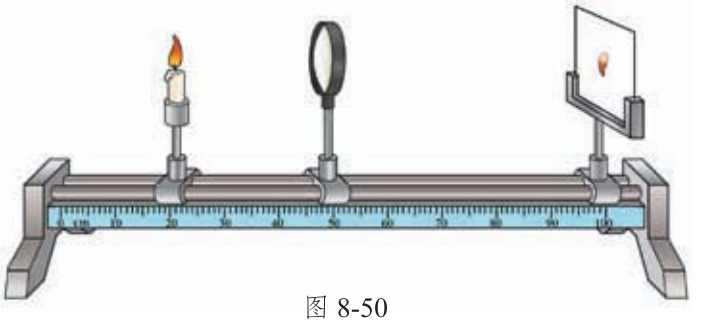


图 8-50

(1)实验过程中，小华将凸透镜固定在光具座上 50 cm 刻线处，点燃的蜡烛固定在 20 cm 刻线处。移动光屏，当光屏移至 65 cm 刻线处时，在光屏上呈现出烛焰清晰的倒立、缩小的像。则他此次实验选择的凸透镜是_____。(填“*A*”或“*B*”)

(2)小华将凸透镜 *C* 固定在光具座上 50 cm 刻线处，点燃的蜡烛固定在 20 cm 刻线处。移动光屏，当光屏移至 90 cm 刻线处时，在光屏上呈现出烛焰清晰的像。若将点燃的蜡烛固定在 25 cm 刻线处，光屏固定在 90 cm 刻线位置不动，在点燃的蜡烛与凸透镜之间适当位置放一个_____(填“凸”或“凹”)透镜，在光屏上仍可以得到清晰的像。

5.在探究了凸透镜成像规律之后，同学们又计划对如下问题进行深入研究。

(1)凸透镜成虚像与成实像的分界点在哪里？

(2)凸透镜成放大的实像与成缩小的实像的分界点在哪里？

(3)成实像时，像与物的左右是否颠倒？

(4)把凸透镜挡住一半，像会怎样变化？

请你对上述问题作出猜想，并用焦距合适的凸透镜进行实验，验证你的猜想。

自学习用

微信公众号：电子课本大全

七、生活中的透镜

人们利用透镜成像规律制造了许多光学仪器，它们在天文、军事、交通、医学、艺术等领域发挥着重要作用。



图 8-51 透镜的应用

供学习用

放大镜

物体位于凸透镜的焦点以内时，对着凸透镜观察，就可以看到物体成正立、放大的虚像。

生活中常见的放大镜就是一个短焦距的凸透镜。如图 8-52 所示，将一本书放在凸透镜的 1 倍焦距内，就可以看到放大的字(虚像)。



图 8-52 放大镜

幻灯机和投影仪

幻灯机和投影仪是将幻灯片或投影片上的图像，通过凸透镜在屏幕上生成一个放大的像的仪器。

微信公众号：电子课本大全

想一想

1.图 8-53 是幻灯机成像的光路示意图。比较图中的物(即幻灯片)和银幕上的像的大小，找出哪一段距离是物距，哪一段距离是像距，物距大还是像距大？

2.为了成正立、放大的像，幻灯片应如何插放？

3.要使屏幕上的像更大一些，应如何调节？

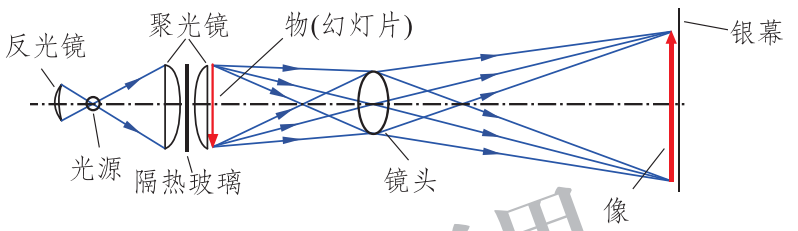


图 8-53

供学习用

根据凸透镜成像规律，当物距在 1 倍焦距与 2 倍焦距之间时，像距大于物距，得到倒立、放大的实像。在幻灯机中，镜头到幻灯片的距离为物距，镜头到银幕的距离为像距，像距远大于物距。要在银幕上成正立的像，幻灯片必须倒插。若要使银幕上的像大一些，应当使镜头与幻灯片的距离减小，同时使银幕远离镜头。

议一议

图 8-54 是一种光学投影仪的示意图，用凸透镜成像规律和光的反射规律讨论投影仪的成像过程。

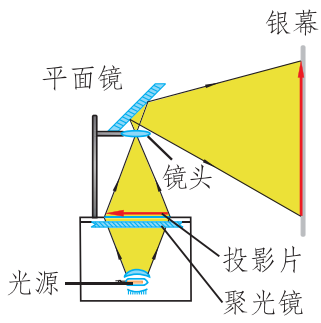


图 8-54

微信公众号：电子课本大全

照相机

照相机的镜头是由几个镜片组成的，它相当于一个凸透镜。

根据光路可逆的规律，照相的过程正好是放映幻灯片的逆过程(图 8-55)。物体到镜头的距离为物距，镜头到底片的距离是像距，物距远大于像距，底片上成倒立、缩小的实像。若要使底片上的像大一些，应当减小物距、增大像距，即使照相机离物体近一些，将镜头向外拉使镜头距离底片远一些。

如果在底片处换上图像传感器(CCD)，并增加图像处理器和存储器，就制成了“数码”相机。

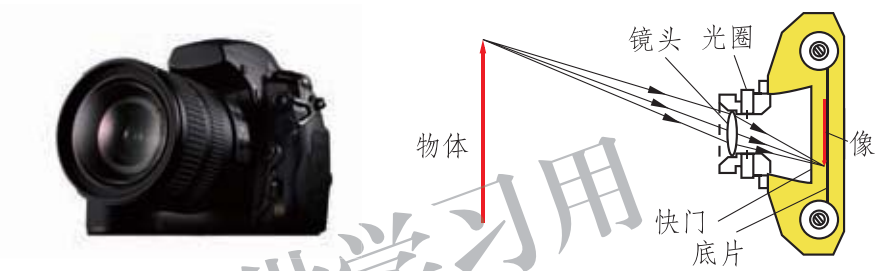


图 8-55

供学习用

显微镜

显微镜由两组镜头构成，每组镜头相当于一个凸透镜。物镜的焦距很小，目镜的焦距较大。使用时，物体首先通过物镜成倒立、放大的实像，这个实像再通过目镜成正立、放大的虚像。显微镜的放大倍数等于物镜放大倍数与目镜放大倍数的乘积。用显微镜可以看到微生物、细胞等人眼看不见的物体。



单筒显微镜



双筒显微镜

图 8-56

微信公众号：电子课本大全

望远镜

望远镜也有两组镜头，它能使很远的物体在眼前成像。望远镜有许多不同的种类，如普通望远镜、天文望远镜等(图 8-57)。



伽利略的望远镜



牛顿的望远镜



在太空中的哈勃望远镜

图 8-57

供学习用

课后实践

1.北京奥运会安保工作中使用了人脸识别系统。该系统的摄像机可以自动将镜头前的人脸拍摄成数码相片，通过信号线传递给计算机识别。摄像机的镜头相当于一个(　　)。

A.凹透镜　　B.凸透镜　　C.平面镜

2.如图 8-58 所示为幻灯机的工作原理图。幻灯机的镜头相当于一个____透镜(填“凸”或“凹”)。为了使观众看到正立的像，幻灯片要_____(填“正着”或“倒着”)插在架上。用强光照射幻灯片，幻灯片上的画面在屏幕上形成____像(填“实”或“虚”)。

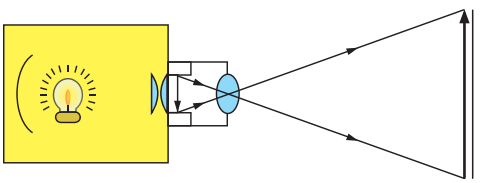


图 8-58

微信公众号：电子课本大全

3.照相机的镜头相当于一个凸透镜。某照相机的镜头焦距为f，用它照相时，要在底片上成缩小、清晰的像，被拍照的物体与镜头间的距离应该(　　)。

A.大于$2f$　　B.大于f，小于$2f$　　C.等于f　　D.小于f

4.摄影师给顾客拍照，在拍完一张全身像以后，还要再拍一张半身像。若顾客保持不动，则(　　)。

A.照相机应离顾客近一些，同时暗箱拉长一些

B.照相机应离顾客近一些，同时暗箱缩短一些

C.照相机应离顾客远一些，同时暗箱拉长一些

D.照相机应离顾客远一些，同时暗箱缩短一些

5.查找关于显微镜、望远镜发明和发展的历史。根据你对显微镜与望远镜作用的了解，谈谈显微镜、望远镜的发明对于人类认识世界和改善人类生活的贡献。

供学习用

微信公众号：电子课本大全

八、眼睛和眼镜

眼睛是一种“神奇的照相机”。无论光线是明亮还是昏暗，远在天边的山峦、近在眼前的细小物体，都能在眼睛中成像。

眼睛比照相机要复杂得多。如图 8-59 所示，瞳孔可以自动调节进入人眼的光的强弱。光较强时，它会自动缩小；光较弱时，它会自动扩大。眼球中的角膜、水样液、晶状体和玻璃体共同作用相当于照相机的镜头——凸透镜，它把光会聚在视网膜上。视网膜相当于照相机的底片(图 8-60)，在它上面有许多神经细胞。它的中央部分叫作黄斑，对光的感觉最灵敏。视网膜通过几十万根神经束把它感受到的信号通知给大脑，于是人就看见了景物。

供学习用

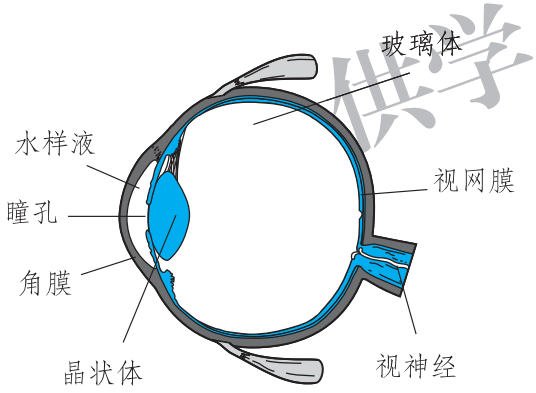


图 8-59　眼球构造图

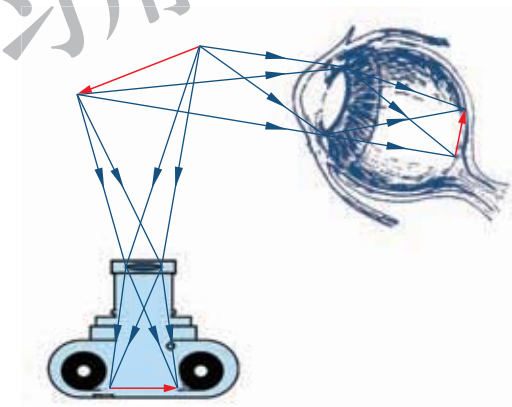


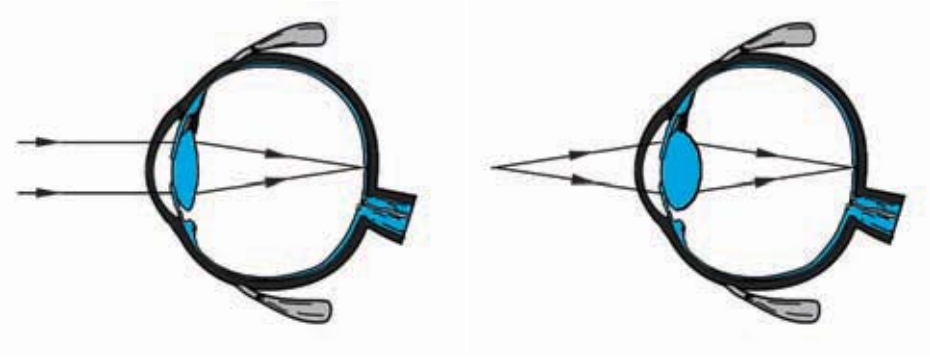
图 8-60　眼球与照相机的相似之处

正常人的眼睛的“焦距”都小于 2 cm。人眼看物体时，物距都大于 2 倍焦距。从物体射入眼睛的光经“凸透镜”折射后，在视网膜上成倒立、缩小的实像，人眼就看到了物体。

当被观察的物体到眼睛的距离发生变化时，眼睛的睫状肌可以改变晶状体的弯曲程度，使物体所成的像总能落在视网膜上，如图 8-61 所示。当晶状体变得最扁平时，眼睛能看清最远点，正常眼睛的远点在无穷远。当晶状体凸起程度最大时，眼睛能看清最近点。距眼睛 25 cm 处的物体在视网膜上

微信公众号：电子课本大全

所成的像最清楚，因此把 25 cm 的距离叫作正常眼睛的明视距离。



甲　正常眼看远处物体　　乙　正常眼看近处物体

图 8-61　人眼依靠调节晶状体，将物体的像成在视网膜上

近视眼的近点、远点都比正常眼近。配戴用凹透镜制作的近视眼镜可以矫正近视眼(图 8-62)。



甲　　乙

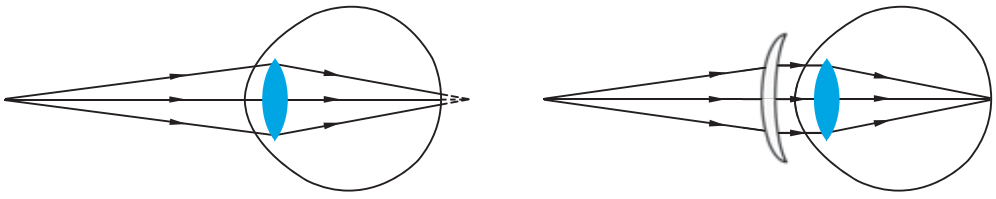
图 8-62　近视眼及其矫正

供学习用

议一议

班里有多少同学患有近视眼？调查一下，并了解近视眼的发病原因，提出预防近视眼的措施。

远视眼的近点比正常眼远，当晶状体变得最凸起时，近处物体的像仍将成在视网膜的后面。配戴用凸透镜制作的远视眼镜可以矫正远视眼(图 8-63)。



甲　　乙

图 8-63　远视眼及其矫正

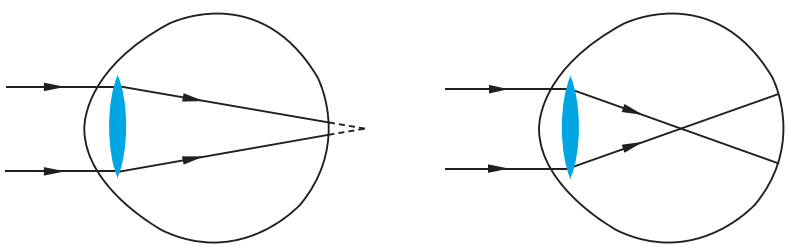
眼镜的度数 $=\frac{1}{f}\times 100$ (公式中焦距 f 必须用 m 作单位)。如果某人所戴眼镜的度数为 1 000 度，则眼镜的焦距为 0.1 m。

课后实践

供学习用

1.眼睛好像一架照相机，晶状体、玻璃体、水样液和角膜的共同作用相当于一个_____透镜。视网膜上成的像是_____像(说明像的大小、正倒和虚实)。

2.通过专业检测，发现某人眼睛的明视距离小于 25 cm。那么他的眼睛对来自远处物体的光线聚焦情况可用图 8-64 中的_____表示，配戴_____制作的眼镜可以得到矫正。



甲　　乙

图 8-64

微信公众号：电子课本大全

3.在图 8-65 所示的情景中，表示近视眼成像情况和矫正方法的是(　　)。

A.①②　　B.③①　　C.②④　　D.③④

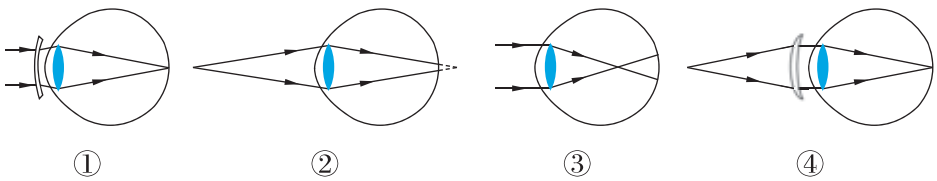


图 8-65

4.对于远视眼患者而言，近处物体成像的位置和应采取的矫正方法是(　　)。

A.像落在视网膜的前方，需配戴凸透镜

B.像落在视网膜的前方，需配戴凹透镜

C.像落在视网膜的后方，需配戴凸透镜

D.像落在视网膜的后方，需配戴凹透镜

供学习用

微信公众号：电子课本大全

九、物体的颜色

光的色散

图 8-66 是雨后北京什刹海边出现的彩虹。它那绚丽的色彩给首都增添了靓丽的景色。这么美丽的色彩是从哪里来的呢？你是否想过这也是一种常见的光的折射、反射现象？



图 8-66 雨后北京什刹海

供学习用

实 验

在图 8-67 所示的装置中，中间的无色透明的玻璃三棱柱叫作三棱镜。让一束太阳光通过狭缝从一侧射到三棱镜上，光通过三棱镜折射后照射到屏上，你能观察到什么现象？

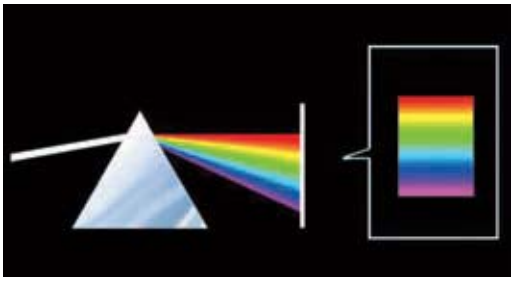


图 8-67

在图 8-67 所示的装置中，当光通过三棱镜折射后照射到屏上形成一条大体包括红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色的由许多种色光组成的光带。这表明白光不是单色的，是由各种色光混合而成的。各种色光在棱镜中的折射角不同，在进入棱镜的一个表面时，就分开向不同的方向传播。接着经过另一个表面时，再一次发生折射。这样白色的光就分散形成了一条彩色的光带——光谱。这种现象叫作**光的色散**(dispersion of light)。

微信公众号：电子课本大全

物体的颜色

想一想

在暗室中，将红、绿、蓝三种颜色的玻璃纸分别罩在发白光的手电筒上，观察射出的光分别是什么颜色。

分别用白光、红光、绿光照射绿色的树叶，你看到了什么现象？

将红、绿、蓝三种颜色的玻璃纸分别罩在手电筒上，手电筒射出的光分别是红色、绿色、蓝色。这表明在白光照射下，有色透明物体的颜色是由它所能透过的色光的颜色决定的，其余的色光被这个透明物体吸收。

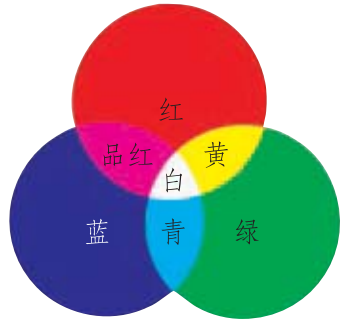
绿色的树叶只反射绿光，而将其他色光吸收。白光中有绿光，所以白光照射绿色的树叶，看到的是绿色；红光照射绿色的树叶，红光被吸收，没有色光反射，看到的是黑色；绿光照射绿色的树叶，绿光被反射，所以看到的是绿色。这表明不透明物体的颜色是由它能够反射的色光的颜色决定的，其余的色光被这个物体吸收。能反射所有色光的物体是白色的。

光的三原色原理

人们早就发现自然界绝大多数的彩色光，都可以利用红、绿、蓝三种色光按不同比例混合而成(图 8-68)。红、绿、蓝三种色光称为光的三原色。

如果把红光和蓝光按照一定的比例同时重叠地照在白墙上，你看到的就是品红色光。如果把绿光和蓝光按照一定的比例同时重叠地照在白墙上，你看到的就是青光。如果把红光和绿光按照一定的比例同时重叠地照在白墙上，你看到的就是黄光。当红、绿、蓝三色光同时重叠地照在白墙上的时候，你看到的便是白光或灰白色光。

彩色电视机屏幕上丰富多彩的画面，就是由三原色叠合而成的。



色光的混合
三原色是红、绿、蓝
图 8-68

微信公众号：电子课本大全

课后实践

1.用放大镜观察处于白色状态的电视荧光屏，你会发现什么？请用本节所学知识来解释这种现象。

2.如果某物体能反射所有色光，则该物体呈现_____色。如果某物体能吸收所有色光，则该物体呈现_____色。如果某物体能_____所有色光，则该物体是无色透明的。

3.暗室中有一只发着蓝光的灯，透过一块红色玻璃观察，看到的现象是灯(　　)。

A.发红色光　　B.发蓝色光　　C.发白色光　　D.变得很暗

供学习用

微信公众号：电子课本大全

课外探究

门　　镜

一般家庭的防盗门上都会安装一个门镜，俗称“猫眼”。我们可以通过门镜清楚地观察门外的事物。为什么通过小小的门镜可以看清外面的事物呢？门镜的原理和我们刚刚学习过的光学知识有什么联系吗？

一、问题

门镜的结构是什么样的？门镜所能观察到的视角范围有多大？

二、设计

观察家中的门镜并测量一下门镜的视角范围有多大。将废旧的门镜拆解，观察一下它的组成结构(重点观察组成门镜的透镜的个数和透镜的种类)。

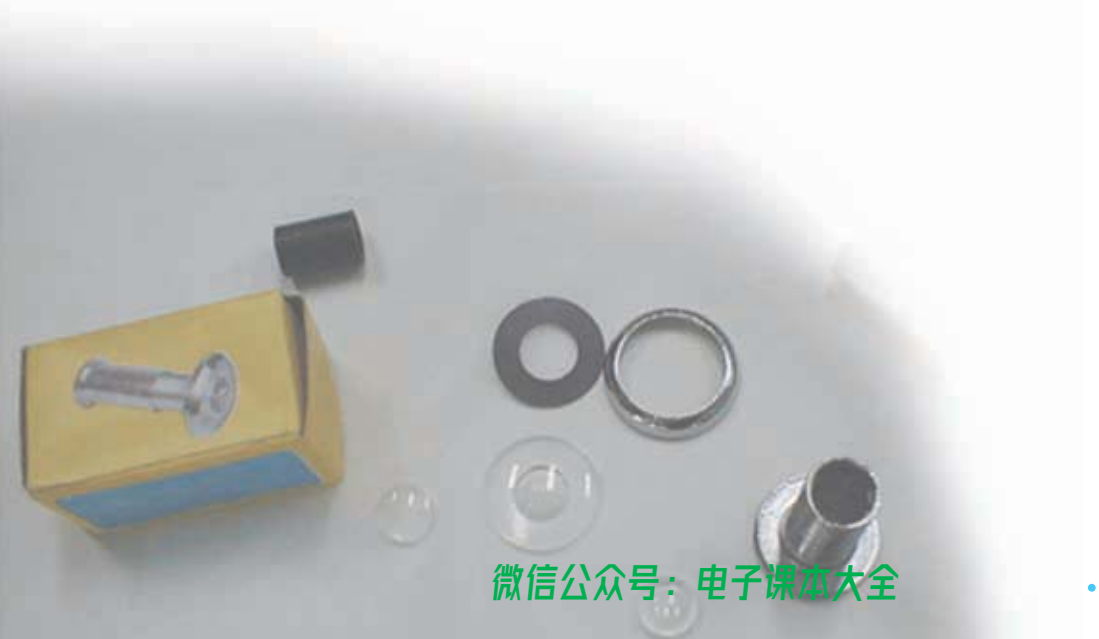
三、材料和工具

门镜、纸板、量角器、米尺、大头针。

四、步骤

1.分别从室内和室外通过防盗门上的门镜观察另一侧的景物。比较从两个方向观察到的景物有什么不同，并将观察到的现象大致记录下来。

2.取下家中的门镜(一般可以通过旋转门内侧的部分将其取下)，或寻找废旧的门镜，观察门镜的形状。



供学习用

微信公众号：电子课本大全

3.取一张干净的纸板，在纸板中间画出一条竖线作为 0° 。在 0° 两侧各画出 90° 的角度，在纸板上不同的角度处插上大头针。通过门镜观察大头针，记录门镜的视角范围，即我们可以通过门镜观察到室外多大范围内的景物。

4.将纸板和门镜的位置固定，眼睛缓慢向后移动。观察视角范围的变化，并进行记录。

5.将门镜拆解，观察并大致记录门镜的结构。例如有几个透镜，是凸透镜还是凹透镜。

五、分析讨论

1.根据观察到的现象，结合纸板上大头针的位置，计算一下门镜的可视范围有多大。

2.门镜中的透镜有几个？各是什么透镜？

3.观察室外不同远近的景物，它们通过透镜所成的像有什么不同？

六、进一步探索

1.我们为什么可以从室内清楚地观察室外的景物？门镜的原理是什么？

2.我们从室外通过门镜观察室内景物时，往往看不清楚，这是为什么？

3.你还能想到门镜在其他方面的应用吗？

仅学习用



微信公众号：电子课本大全

附　录

一、本册书中用到的物理量及其国际单位

物理量		单　位		备　注
名　称	符　号	中文名称	国际符号	
长　度	L	米	m	1 km = 10^3 m 1 m = 10^2 cm = 10^3 mm
时　间	t	秒	s	1 h = 3.6×10^3 s
速　度	v	米/秒	m/s	
质　量	m	千克	kg	1 t = 10^3 kg 1 kg = 10^3 g 1 g = 10^3 mg
密　度	ρ	千克/米^3	kg/m^3	1 g/cm^3 = 10^3 kg/m^3
力	F	牛 [顿]	N	
压　强	p	帕 [斯卡]	Pa	1 Pa = 1 N/m^2
功	W	焦 [耳]	J	1 J = 1 N·m
功　率	P	瓦 [特]	W	1 W = 1 J/s 1 kW = 10^3 W 1 MW = 10^3 kW
温　度	T t	开 [尔文] 摄氏度	K ℃	
比热容	c	焦/(千克·开)	J/(kg·K)	

供学习用

微信公众号：电子课本大全

二、物理名词汉英对照表

长　度	length
时　间	time
参照物	reference object
机械运动	mechanical motion
运　动	motion
路　程	path
速　度	velocity
平均速度	average velocity
声　源	sound source
介　质	medium
声　波	sound wave
音　调	pitch
响　度	loudness
音　色	musical quality
乐　音	musical sound
噪　声	noise
超声波	supersonic wave
次声波	infrasonic wave
质　量	mass
密　度	density
力	force
牛　顿	newton
弹　力	elastic force
重　力	gravity
重　心	center of gravity
滑动摩擦	sliding friction
惯　性	inertia
牛顿第一定律	Newton’s first law
惯性定律	law of inertia
压　力	pressure

供学习用

微信公众号：电子课本大全

续 表

压　强	pressure
压强计	piezometer
大气压强	atmosphere
流　体	fluid
升　力	ascensional force
浮　力	buoyancy force
阿基米德原理	Archimedes' principle
杠　杆	lever
滑　轮	pulley
定滑轮	fixed pulley
动滑轮	movable pulley
滑轮组	pulley blocks
功	work
焦　耳	joule
功　率	power
瓦　特	watt
功的原理	principle of work
机械效率	mechanical efficiency
能　量	energy
动　能	kinetic energy
重力势能	gravitational potential energy
弹性势能	elastic potential energy
机械能	mechanical energy
温　度	temperature
温度计	thermometer
固　态	solid state
液　态	liquid state
气　态	gaseous state
物态变化	change of state
熔　化	melting

供学习用

微信公众号：电子课本大全

续 表

凝 固	solidification
熔 点	melting point
汽 化	vaporization
液 化	liquefaction
蒸 发	evaporation
沸 腾	boiling
沸 点	boiling point
升 华	sublimation
凝 华	condensation
内 能	inner energy
热 量	heat
能量守恒定律	law of conservation of energy
比热容	specific heat capacities
导热性	thermal conductivity
热 值	combustion value
热 机	heat engine
光 源	light source
光	light
反 射	reflection
法 线	normal line
反射定律	reflection law
镜面反射	mirror reflection
漫反射	diffuse reflection
平面镜	plane mirror
成 像	image
实 像	real image
虚 像	virtual image
物 距	object distance
像 距	image distance
潜望镜	periscope

供学习用

微信公众号：电子课本大全

续　表

球面镜	spherical mirror
凹面镜	concave mirror
凸面镜	convex mirror
折　射	refraction
折射角	refraction angle
透　镜	lens
凸透镜	convex lens
凹透镜	concave lens
主　轴	principal optical axis
光　心	optical center
焦　点	focus
焦　距	focal length
光的色散	dispersion of light

供学习用

微信公众号：电子课本大全

后　记

《北师大版义务教育教科书》由众多国家基础教育课程标准研制组负责人和核心成员、学科专家、教育专家、心理学专家和特级教师参加编写，研究基础深厚、教育理念先进、编写质量上乘、服务水平专业。教材力求反映国家基础教育课程标准精神，重视多种信息资源手段的利用，适当体现最新的学科进展，强调知识、技能与思想方法在实际生活中的应用，贴近学生生活，关注学生的学习过程，满足学生多样化的学习需求，促进每一位学生的全面发展。

《北师大版义务教育教科书·物理》(8～9年级)充分体现《标准》的基本理念，以提高学生的科学素养为宗旨。教材编写的指导思想是：将物理学的特点与学生的认知发展规律统一起来，促进学生知识建构和科学探究能力的同步发展，引导师生教学方式的变革；注重核心知识与生活、技术、社会、环境的联系，呈现物理学科的发展历程，体现当代最新科技成果；吸纳国内外物理教育研究的最新成果，为学生的终身发展奠定基础。

《北师大版义务教育教科书·物理》(8～9年级)编写组成员如下。

主编：郭玉英。副主编：李子恒、陶昌宏、赵薇。编写人员有：苏明义、胡祖康、王邦平、刘彬生、张维善、李桂福、邓丽平、卢慕稚、黄群飞、曾路。

参与讨论和修改的人员有：金浩宇、田军海、许朝瑞。

本册设计制作：北京瑞得金文化有限公司。

由于时间仓促，教材中的错误在所难免，恳请使用者批评指正。欢迎来电来函与我们联系：北京师范大学出版社基础教育分社(100875)，(010)58802787，58802799。

北京师范大学出版社

仅学习用

微信公众号：电子课本大全

供学习用

谨向为本书提供照片的李桂福、李春密、朱磊、梁志国、邓丽平、齐红、苏明义、何艳阳、王琳、徐玥、朱宁宁、兰小银、王蕊、齐永平、郑杰仁、曹文瀚、郭晨跃致谢！

微信公众号：电子课本大全