



义务教育教科书

# 物理

WULI

八年级 上册

北京师范大学出版社



北京师范大学出版社  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

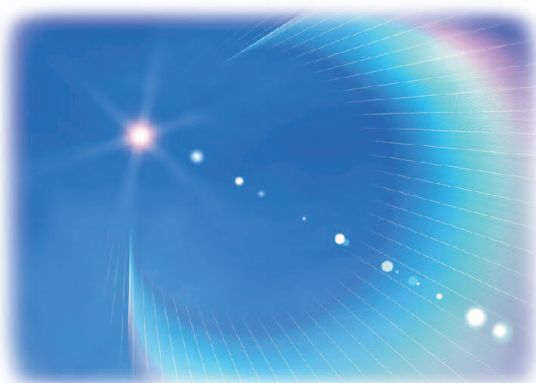
义务教育教科书

WU LI  
物 理

八年级 上册

主 编 闫金铎  
执行主编 苏明义  
副 主 编 王杏村 邓丽平

北京师范大学出版社



北京师范大学出版社  
·北京·

# 目录 MULU

走进物理世界 .....1

学习物理——  
从认识物质开始



## 第一章 物态及其变化

- 一、物态变化 温度 .....8
- 二、熔化和凝固 .....15
- 三、汽化和液化 .....20
- 四、升华和凝华 .....26
- 五、生活和技术中的物态变化 .....29

## 第二章 物质世界的尺度、质量和密度

- 一、物体的尺度及其测量 .....37
- 二、物体的质量及其测量 .....44
- 三、学生实验：探究——物质的密度 .....49
- 四、新材料及其应用 .....55



### 第三章 物质的简单运动

一、运动与静止 .....	59
二、探究——比较物体运动的快慢 .....	63
*三、平均速度与瞬时速度 .....	68
四、平均速度的测量 .....	71



## 有声有色的物质世界 ——声和光

### 第四章 声现象

一、声音的产生与传播 .....	76
二、乐音 .....	83
三、噪声与环保 .....	89
四、声现象在科技中的应用 .....	93

### 第五章 光现象

一、光的传播 .....	98
二、光的反射 .....	101
三、学生实验：探究——平面镜 成像的特点 .....	106
四、光的折射 .....	111
五、物体的颜色 .....	117



### 附 录

一、本册书中用到的物理量及其单位 .....	120
二、物理名词汉英对照表 .....	121

注：\*表示选学内容



## 走进物理世界

在我们周围的世界里，充满了变化，充满了神奇。为什么会有风霜雨雪？为什么会有风云变幻？飞机为什么能在空中飞行？电灯为什么会发光？……多少“为什么”启发我们去探索，大自然的奥秘激励我们去学习。

让我们从这里出发，乘着“物理探索号”扬帆远航。



物理世界璀璨纷纭，自然奇观、生活奥秘、现代科技，无一不展现出物理学的神奇与魅力。从现在开始，我们将要通过这门新课的学习来感受和认识一个不断运动变化的、丰富多彩的物理世界。



## 生活中常见的物理现象

人们生活在自然界中，都见过或听说过很多物理现象，对有些现象甚至是很熟悉的。但同学们不一定知道形成这些现象的原因，通过物理课的学习，相信能使同学们明白许多科学道理。



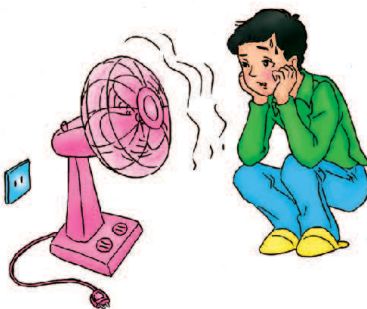
甲 手一松，氦气球上升而皮球落地，这是为什么？



乙 保温桶为什么既能保“热”又能保“凉”？



丙 镜中怎么也有一只熊猫？

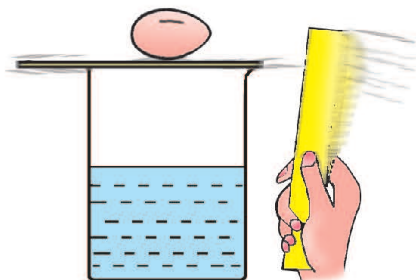


丁 电扇通电后为什么会转？断电后为什么还会再转一会儿？

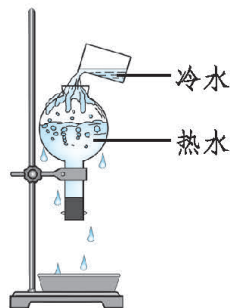
图1

## 新奇、有趣的物理现象

除了这些日常生活中常见的物理现象外，在学习物理的过程中，同学们还会遇到很多新奇的、有趣的，甚至是难以理解的现象。



甲 鸡蛋为什么不随纸板飞出去？



乙 冷水为什么能使烧瓶中的热水沸腾？

“需要做出猜想和假设，怎样知道我们的猜想是正确呢？检验方法就是实验。”

通过观察和实验直接获取的只是事实证据，人类对大自然的认识，需要在事实证据的基础上进行创造性的科学思维。例如，牛顿在总结前人研究成果的基础上创立了牛顿力学，为经典物理学的建立奠定了基础。爱因斯坦抓住了物理学理论与新的实验事实之间的矛盾，创立了相对论，开创了近代物理学发展的新纪元。

丙 放大镜为什么会有放大作用？



丁 鸟儿站在高压电线上为什么不会触电？

图2

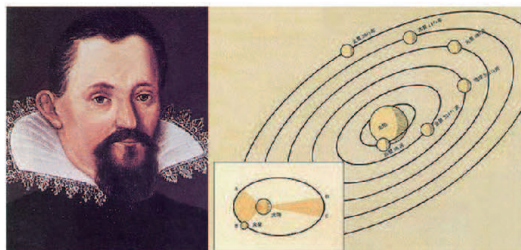
## 物理学的探究历程

这些常见而新奇的现象都是物理学所要研究的。

人类对大自然中未知事物的好奇心，是科学发展的动力。人类对自然的探索经历了漫长的发展过程。例如，在哥白尼“日心说”的基础上，开普勒在分析科学家第谷通过观察取得的大量数据之后，发现了行星运动的三大定律。



哥白尼(1473—1543)与日心说



开普勒(1571—1630)及行星运动的三大定律

图3

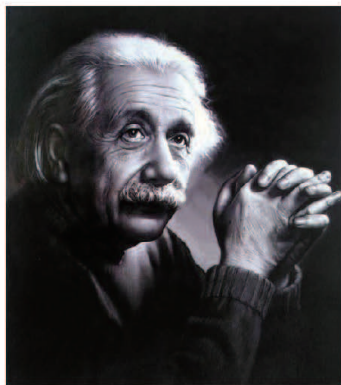
在探索自然之谜的过程中，对发现的问题常常需要做出猜想和假设。怎样知道我们的猜想是否正确呢？检验的方法就是实验。

通过观察和实验直接获取的只是事实证据，人类要揭示大自然的秘密，需要在事实证据的基础上进行创造性的科学思维。例如，牛顿在总结概括前人研究成果的基础上创立了牛顿力学，为经典物理学的建立奠定了基础。爱因斯坦抓住了经典物理学理论与新的实验事实的矛盾，创立了相对论，开创了近代物理学发展的新纪元。



经典物理学奠基人牛顿  
(1643—1727)

图4



科学巨匠爱因斯坦  
(1879—1955)

图5

## 物理学的魅力

物理学改变了人类对自然界的认识，改变了人们的思维 and 生活方式，也为人类创造了丰富的物质文明和精湛的科学文化。物理学为现代科学技术的发展奠定了基础，它的发展使人类实现了多年的梦想。从“钻木取火”到核能的开发与利用；从蒸汽机车到内燃机车、电力机车，再到现代高速运行的磁浮列车；从简单机械到机器人的研究与应用；从人造卫星到载人航天……这些无



上海磁浮列车



智能机器人



我国“神舟”七号  
载人飞船发射升空

图6



一不是建立在物理学原理基础上的。你一定还能举出许多实例来说明物理学的成就。

## 怎样学好物理

物理知识这么重要，我们怎样才能学好它呢？

**观察是研究问题的基础。**我们要注意观察和发现自然界中、生活中以及实验中的各种物理现象，注意产生这些现象及引起它们变化的条件，思考它们的变化原因。物理学家伽利略就是从观察吊灯的摆动中提出问题，认识了摆的等时性。生活中有大量可以观察到的物理现象值得我们思考，如对水加热，水温不断升高，而当水沸腾后，温度为什么保持不变；坐在行驶的汽车里，突然刹车时，为什么我们总有要向前倾倒的感觉等。



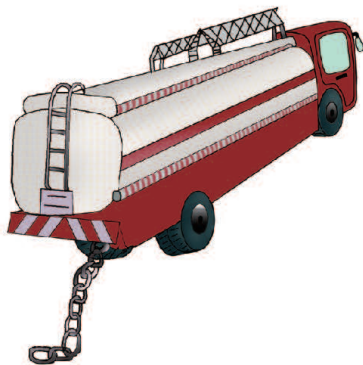
甲 课桌的螺钉帽下面为什么要加垫圈？



乙 闷热的夏天，冰冻的饮料瓶外为什么会“出汗”？



丙 人远离路灯行走，影子为什么越来越长？



丁 油罐车后面为什么总要拖一条铁链？

图7

**实验是物理学重要的研究手段与方法。**物理现象往往受很多因素的影响，为了确定各个因素对物理问题的具体影响，需要用实验的方法进行有控制的观察与测量。因此，在实验时要正确地操作和使用物理实验仪器，认真观察，实事求是地进行记录。只有这样才能根据观察和记录进行分析，提出问题，找出规律，得出正确的结论，学好物理知识。



**科学探究是学习和理解物理知识的重要方法。**学习物理不能只是满足于记忆一些物理概念和规律，而应根据已有的生活经验或知识基础，主动地发现问题、提出问题，进而实事求是地研究问题，并能在与同学或老师的交流、合作过程中解决问题，从中获取新的知识，训练学习与研究的能力，提高我们的科学素养。

**理论要联系实际。**在日常生活中要善于观察，勇于实践，勤于思考，遇事多问“为什么”，这是提高分析、概括能力的有效途径。因此，学习物理不能只满足于记住结论、计算一些习题，而应把课上所学的知识与广泛的生产、生活实际有机地结合起来，培养自己分析问题、解决问题和实践的能力。

同学们，科学在推动生产力发展和人类社会进步方面起着十分重要的作用。我们现在要努力学好包括物理学在内的科学文化知识，将来为国家的昌盛、民族的振兴和人类的文明做出我们的贡献。



# 第一章 物态及其变化

我国北方的隆冬时节，地面的积雪、树上的冰霜、空中的云雾，构成了一幅美丽的画卷。这些雪、冰、霜、雾都是水的不同状态，它们的产生和变化遵循什么规律呢？

## 一、物态变化 温度



### 物态及其变化



#### 观察与思考

观察图1-1所示的各种物质，思考一下，这些物质的状态有什么特点？



图1-1 物质存在的不同状态

自然界中常见的**物质(matter)**可以三种状态存在。像铁钉、冰块这类具有一定形状和体积的物质，我们称其状态为**固态(solid state)**；像水和牛奶这类没有固定形状，但有一定体积的物质，我们称其状态为**液态(liquid state)**；像空气这类既没有固定形状，也没有一定体积的物质，我们称其状态为**气态(gaseous state)**。

## 做一做

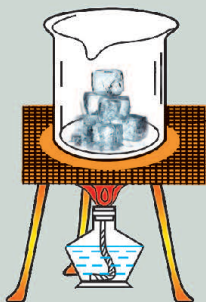


图1-2 加热冰块

将冰块放入烧杯中，用酒精灯给烧杯缓慢加热。观察冰块的变化(图1-2)。



这个实验告诉我们：冰可以变成水，水可以变成水蒸气。这说明，在一定条件下，物质存在的状态可以发生变化。

物质由一种状态变为另一种状态的过程称为物态变化(change of state)。

## 温度及其测量

实验和生活经验告诉我们，物质状态发生变化通常与物质所处环境的冷热程度有关。比如水在严寒的环境中凝结成冰，冰在受热的情况下变成水，再变成水蒸气，水蒸气遇冷又变成水。

在物理学以及生产、生活中，我们用**温度(temperature)**表示物体或环境的冷热程度。

怎样准确判断物体或环境温度的高低呢？

## 做一做



图1-3

用手触摸长时间放在教室中的金属块、木块和泡沫塑料块(图1-3)，感觉一下它们的温度是否相同。

参照图1-4，先把双手分别放在冷水和热水中，停留片刻，然后把双手同时放在温水中。通过上述实验，你认为用手的感觉判断温度的高低可靠吗？



图1-4

实验表明，要准确判断物体或环境温度的高低，仅凭感觉是不可靠的。这就需要借助仪器进行测量。

测量温度的仪器叫作**温度计(thermometer)**。图1-5所示的是实验室和生活中常用的温度计。

温度计上的  $^{\circ}\text{C}$  是摄氏温度的单位。它是这样规定的：在大气压为  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  (帕)时，把冰水混合物的温度规定为 0 度，而把水沸腾的温度规定为 100 度，把 0 度到 100 度之间分成 100 等份，每一等份称为 1 摄氏度，用符号  $^{\circ}\text{C}$  表示，记为  $1^{\circ}\text{C}$ 。摄氏温度用符号  $t$  表示。

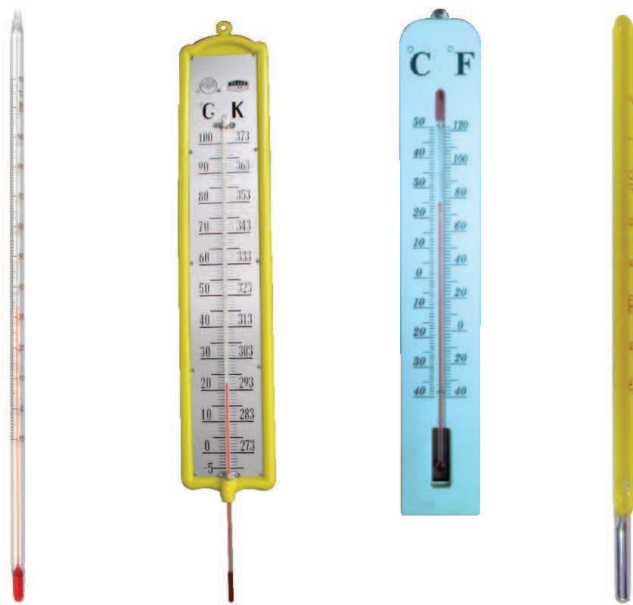


图1-5 常用温度计



## 科学窗

### 1. 大气压

大气压就是大气产生的压强(见第八章)。为了便于对比,人们通常把  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  的大气压值叫作一个大气压。

### 2. 热力学温度与摄氏温度

在国际单位制中,温度的量度使用热力学温标(也称开氏温标或绝对温标)。它的单位是开尔文,简称开,用“K”表示。它以  $-273 \text{ }^\circ\text{C}$ (精确值为  $-273.15 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 为零点温度。热力学温度用符号  $T$  表示。在体现温度变化时,每  $1 \text{ K}$  与每  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  的大小是相同的。热力学温度与摄氏温度的数量关系是  $T = t + 273$ 。

### 3. 华氏温度与摄氏温度

有些国家和地区使用华氏温标,图1-5中温度计上的  $^\circ\text{F}$  是华氏温度的单位。华氏温标规定在大气压为  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  时,冰水混合物的温度为  $32$  度,水沸腾的温度为  $212$  度,  $32$  度至  $212$  度之间分成  $180$  等份,每一等份称为  $1 \text{ }^\circ\text{F}$ 。华氏温度与摄氏温度在数值上的换算关系为:华氏温度  $= 32 + \text{摄氏温度} \times \frac{9}{5}$ 。

常见的温度计是利用水银、酒精等液体热胀冷缩的性质制成的。不同的温度计,测温范围通常不同。因此在测量前要根据测量对象,选择合适的温度计。

## 学生实验

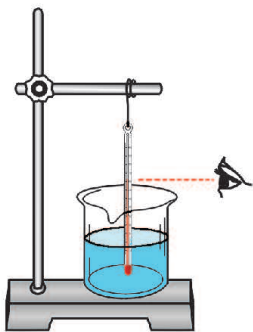


图1-6

使用温度计测量物体温度时,要将温度计与被测物体充分接触,并保持足够长的时间。在读取数据时温度计一般不能离开被测物体,视线应与温度计垂直,如图1-6所示。

1. 测自来水的温度。取一杯自来水,先估测其温度,再用温度计测量它的温度并记录下来。检验估测的准确程度。

2. 用温度计测量教室的气温。

做一做



体温计是专门用于测量人体体温的仪器。取一支水银体温计(图1-7),观察它的结构特点、测量范围和分度值。用它测一测自己的体温。



图1-7 水银体温计

小资料



表1-1 一些与生活有关的温度

°C

南极最低气温	-94.5	淋浴用热水的温度	约 40
我国东北漠河最低气温	-52.3	地球表面的最高气温	约 60
家用电冰箱的最低气温	约-24	普通火炉内可达到的温度	1 100
地球表面的平均气温	约 15	太阳表面的温度	约 6 000
人体正常的体温	约 36.5		

作业

- 1.请你举出 2~3 个物态变化的实例,并与同学们交流、讨论。
- 2.观察图1-8所示的各种情景,哪种情景中温度计的使用和读数是不正确的,为什么?



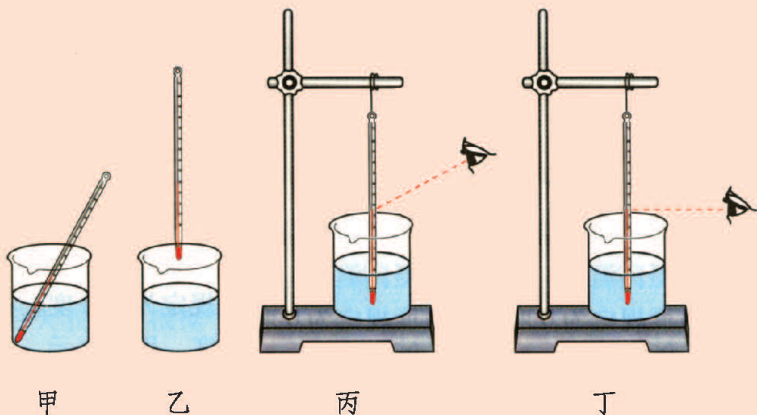


图1-8

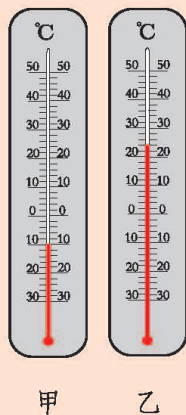


图1-9

3.如图1-9所示,甲图温度计的示数为\_\_\_\_\_;乙图温度计的示数为\_\_\_\_\_。

### 阅读材料

#### 等离子态——物质存在的第四种状态

自然界中的物质除固态、液态和气态外,还存在其他状态,其中一种状态叫作等离子态。我们通常称处于等离子态的物质为等离子体。等离子体是由等量的带负电的电子和带正电的离子组成的。

等离子体在工业、农业和军事上有广泛的用途,如利用等离子弧进行切割、焊接、喷涂,利用等离子体制造各种新颖的光源和显示器等。等离子显示器是继阴极射线管(即早期电视机中的显像管)显示器、液晶显示器之后的新一代显示器,它的最大特点是厚度小、显示面积大,已广泛应用于电视机及各种显示设备。

#### 各种各样的温度计

除了常用的液体温度计外,还有气体温度计、辐射温度计、双金属片温度计和电阻温度计等。



气体膨胀式温度计 气体压力式温度计

辐射温度计

甲

乙



双金属片温度计 双金属片温度计内部结构



电阻温度计

丙

丁

图1-10

气体温度计(图1-10甲)是利用气体的某些性质(如体积或压强)随温度变化的特点制成的,一般用氢气或氦气作为工作物质。这种温度计精度高、测量范围广,多用于精密测量。

辐射温度计(图1-10乙)靠接收热辐射来测量温度。这种温度计通常用来测量高温物体的温度,它能测量高达 $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温。

双金属片温度计(图1-10丙)是利用不同金属片的长度在温度变化时,热膨胀情况不同的性质制成的。这种温度计具有结构简单的特点。

电阻温度计(图1-10丁)是利用金属或半导体的电阻随温度改变的性质制成的。由于这种温度计测量精确,往往用作测量温度的标准仪器。

## 二、熔化和凝固

### 熔化、凝固

工厂里铸造金属零件时，先要把金属加热变成液态，然后将液态金属浇入模具中，待其冷却后凝成固态，制成所需要的零件。

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)**。

熔化是在什么条件下发生的？熔化的过程有什么特点？不同物质的熔化过程是否相同呢？



#### 实验探究

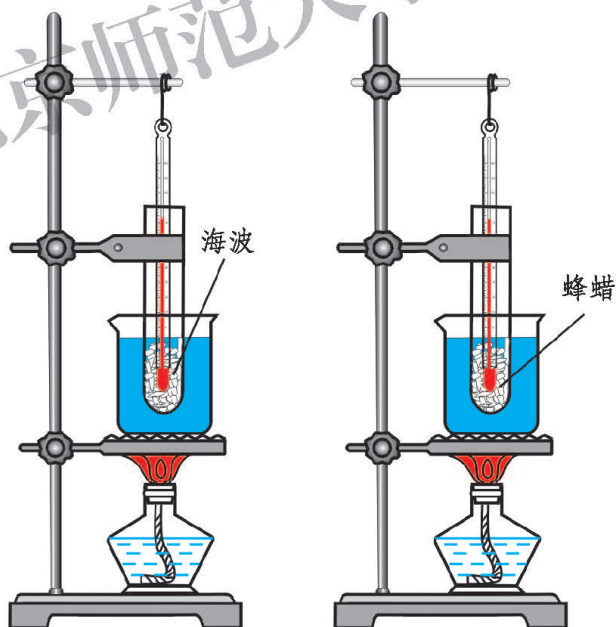


图1-11

按图1-11所示的实验装置，分别在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，观察海波和蜂蜡的变化情况及温度计示数的变化。

待被测物质的温度升至  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右时，开始记录。每隔  $1\text{ min}$  记录一次温度计的示数，直到固体完全熔化。再过  $2\text{ min}$  后，停止加热。

将测温时间和测得的温度值及观察到的现象记录在表1-2中。

表1-2 探究不同物质的熔化过程

时间/min	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
海波的温度/ $^{\circ}\text{C}$														
蜂蜡的温度/ $^{\circ}\text{C}$														
实验现象														

在图1-12所示的坐标纸上，用横坐标表示时间，用纵坐标表示所测温度。将记录的一组数据分别用点标在坐标纸上，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的温度—时间图像。

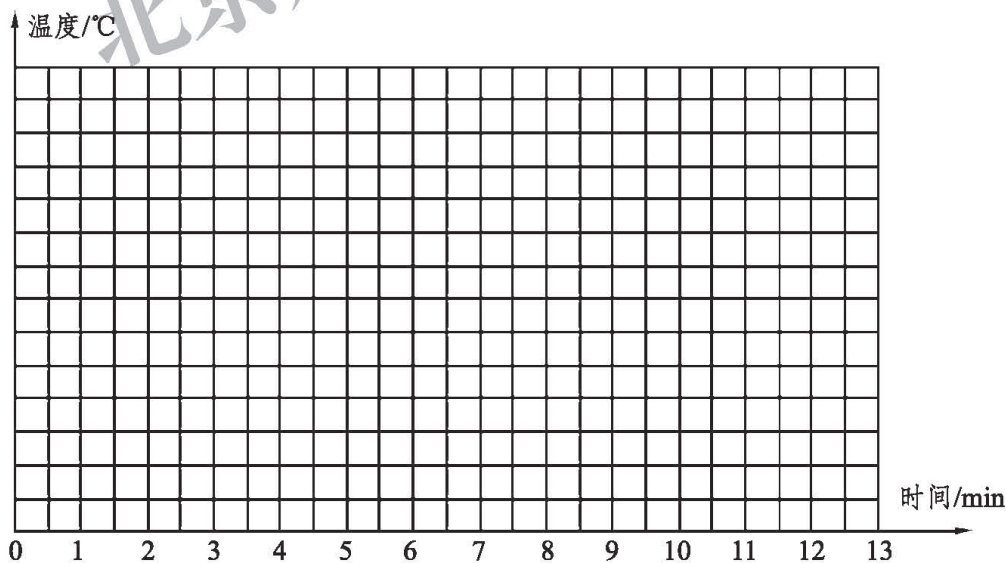


图1-12

从实验现象及描绘出的图像可以看出，海波经过缓慢加热，温度逐渐\_\_\_\_\_，当温度达到\_\_\_\_\_℃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\_\_\_\_\_，直到\_\_\_\_\_后，温度才继续上升。

蜂蜡的熔化过程则不同。由图像可以看出，随着不断加热，蜂蜡的温度\_\_\_\_\_，在此过程中，蜂蜡\_\_\_\_\_，最后熔化为液体。



## 熔 点

大量的实验表明，像海波、金属等物质在熔化过程中虽然吸热，但温度保持不变，这个温度称为它们的**熔点(melting point)**。像这样具有确定熔化温度的固体称为晶体；反之，像蜂蜡、松香、沥青、玻璃等物质则没有确定的熔化温度，它们称为非晶体。

晶体物质的凝固过程与熔化过程相反。液态晶体物质在凝固过程中放热，但温度保持不变。同一种晶体物质的熔点和凝固点是相同的，但会随外界压强(见第八章)不同而不同。液态非晶体物质在凝固过程中放热，温度不断降低，逐渐变硬成为固体。

表1-3 在 $1.01 \times 10^5$  Pa 大气压下一一些物质的熔点

℃

钨 3 410	银 962	萘 80	固态酒精 -117
钢 1 515	铝 660	海波 48	固态氮 -210
铜 1 083	铅 328	冰 0	固态氧 -218
金 1 064	锡 232	固态水银 -38.8	固态氢 -259



### 交流讨论

能否用铝制的容器熔化铜或锡？在南极考察站能使用水银温度计测量室外的温度吗？

作业

1. 把一块冰从气温为  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  的室外拿到室温  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  的房间内，它会不会立即开始熔化？为什么？

2. 甲、乙两盆水里都有冰块，甲盆里的冰块比乙盆里的少。甲盆放在阳光下，乙盆放在背阴处，两盆里的冰块都未完全熔化。对于两盆水的温度，下列说法正确的是( )。

- A. 甲盆水温比乙盆高
- B. 甲盆水温比乙盆低
- C. 甲、乙两盆水温相等
- D. 要用温度计测量后才知道哪盆水温高

3. 图1-13所示的是某种物质熔化时温度随时间变化的图像。请你根据图像回答下列问题：

- (1) 这种物质是晶体还是非晶体？
- (2) 在第  $6\text{ min}$  时，这种物质处于固态还是液态？
- (3) 这种物质的熔点是多少？可能是什么物质？

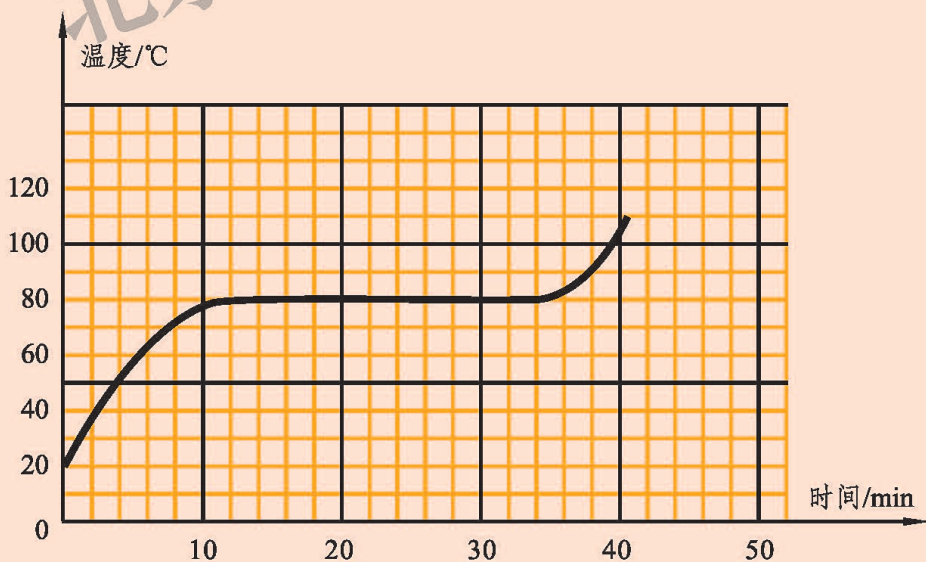


图1-13

## 阅读材料



## 影响熔点的因素

物质的熔点并不是一成不变的，掺杂其他物质，或改变外界的压力等都会影响物质的熔点。

在烧杯中放一些碎冰块，然后撒一些盐，轻轻搅动碎冰块，在它熔化时测量它的温度。可以看到，此时冰的熔点低于  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。由此可知，盐可使冰的熔点降低。饱和食盐水的熔点可下降到约  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。以前我国北方城市在冬天下大雪时，常向公路上积雪的路段撒盐。只要这时的温度高于  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，足够的盐总可以使冰雪熔化。合金的熔点比组成合金的每一种金属的熔点都低。例如锡的熔点是  $232\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，铅的熔点是  $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按一定比例组成的铅锡合金的熔点则只有  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，而由铋、锡、铅、镉组成的合金的熔点可降低到  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，这类合金常用来制作熔丝(保险丝)、焊丝等。

将两块  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  以下的冰用力压紧在一起，可以看到接触处冰熔化成水，撤去压力，水又凝固为冰，结果两块冰合成为一块冰。这说明增大压力也能使冰的熔点降低。滑冰时，冰刀与冰接触处单位面积上的压力很大，使刀口下的冰熔化成水，起到润滑作用(图1-14)。



图1-14 压力增大，冰的熔点降低



## 三、汽化和液化



物质由液态变为气态的过程，称为汽化(vaporization)；由气态变为液态的过程，称为液化(liquefaction)。

### 汽化

晒在太阳下的湿衣服会变干，衣服上的水到哪里去了？将一壶水烧开后继续加热，壶中的水逐渐减少，壶中的水到哪里去了？湿衣服变干和壶中的水变少的过程相同吗？

湿衣服上的水以蒸发的方式变成气态，而壶中的水以沸腾的方式变成气态。**蒸发(evaporation)**和**沸腾(boiling)**是汽化的两种方式。

#### 1. 蒸发

蒸发是在液体表面处进行的汽化现象，它在任何温度下都能发生。蒸发过程中需要吸热。



#### 观察与思考

观察图1-15所示晾晒湿衣服的情景，你能说出有哪些因素影响了蒸发的快慢吗？



图1-15



液体的表面积越\_\_\_\_，蒸发越快；液体的温度越\_\_\_\_，蒸发越快；液体表面附近的空气流动越\_\_\_\_，蒸发越快。

## 2. 沸腾

平时我们说水“开”了，就是水沸腾了。使液体沸腾需要什么条件？液体在沸腾时有什么特征呢？



### 学生实验

实验装置如图1-16所示，在烧杯中倒入一些自来水，用酒精灯加热至沸腾，并持续一段时间。

观察烧杯中水的状态变化，并注意观察温度计示数的变化。当水温接近  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  时，每隔  $1\text{ min}$  记录一次水的温度，直到水沸腾后再持续几分钟为止。将测温时间、测得的温度值及观察到的现象记录在表1-4中。

在图1-17中作出水的温度和时间关系的曲线，从曲线中你能得出什么结论？

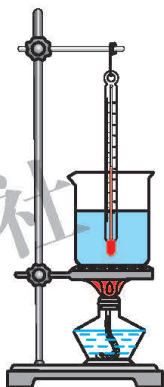


图1-16

表1-4 探究水沸腾时温度变化的特点

时间/min	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
水的温度/ $^{\circ}\text{C}$														
实验现象														

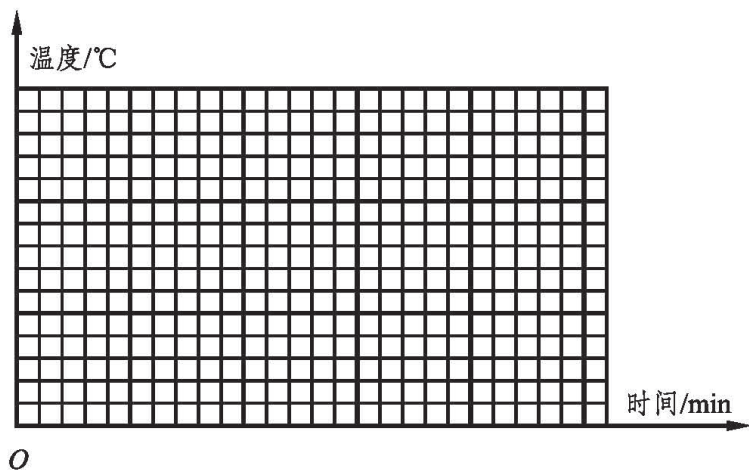


图1-17

从实验现象和图中曲线得知：随着对水加热，水的温度不断升高。达到某一温度时，水开始沸腾。此后，虽然继续对水加热，但水温不再升高。

水沸腾时的温度叫作水的**沸点(boiling point)**。沸腾是在液体内部和表面同时发生的剧烈的汽化现象。沸腾时液体内部大量气泡上升、变大，到液面破裂，放出气泡中的水蒸气(图1-18)。

表1-5给出了一些常见液体的沸点。

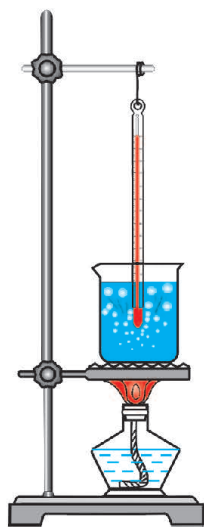


图1-18

表1-5 在  $1.01 \times 10^5$  Pa 大气压下一一些液体的沸点

°C

液态铁	2 750	液态氮	-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	液态氮	-269
酒 精	78.5		



## 科学窗

### 沸点与气压

液体的沸点与气压(见第八章)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。

在高山和高原等地区，由于大气压强较小，水的沸点低于  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因此，在高山上会出现许多怪现象：“开水”不烫手，鸡蛋煮不熟。面对这样的问题，你有什么解决的办法吗？

## 液化



## 观察与思考

就像凝固是熔化的相反过程一样，液化是汽化的相反过程。图1-19中的“白气”就是水蒸气液化后形成的。

将乙醚滴入注射器内，向外拉动活塞可以看到液态的乙醚不见了，变成乙醚蒸气；压缩乙醚蒸气，可以得到液态的乙醚(图1-20)。

通过这些现象，你能说出发生液化的条件吗？



水蒸气遇冷凝结成的小水珠

图1-19

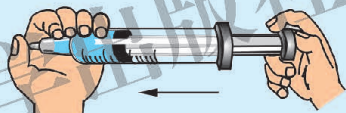


图1-20

大量实验表明，所有气体在温度下降到足够低时都可以液化。在一定温度下，压缩气体的体积也可以使气体液化(不同气体所需的温度不同)。气体液化时要放热。



## 交流讨论

- 1.有些水果或蔬菜常用纸或塑料袋包好，并放入冰箱或冷藏室里保存。这是为什么呢？
- 2.你能说出图1-21所示的现象中“白气”和“水”是从哪里来的吗？
- 3.冬天手冷时，用嘴向手上“哈气”(即缓慢地吹气)，手会感到暖和。若用劲儿向手上吹气，手不但不会暖和，反而会觉得更冷。都是从嘴里出来的“气”，为什么会使人有不同的感觉呢？

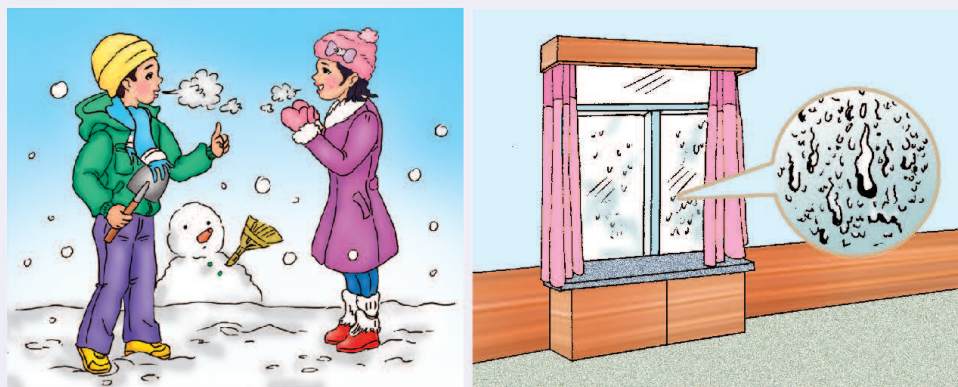


图1-21



作业

1.在表1-6中填入蒸发与沸腾的异同。

表1-6 比较蒸发与沸腾的异同

比较内容		汽化方式	蒸 发	沸 腾
相同点				
不同点	发生地点			
	剧烈程度			
	温度条件			

2.以下措施可以减慢水的蒸发的是( )。

- A.用电热吹风机将湿头发吹干
- B.用扫帚把地面的积水向周围扫开
- C.将湿衣服撑开晾到向阳、通风的地方
- D.将水果用保鲜膜包好后再放入冰箱的冷藏室内

3.闷热的夏天,从冰箱中取出冰镇汽水。过一会儿,汽水瓶外壁会出现许多小水珠。这是什么缘故?

4. 在一些洗手间装有热风干手器，洗手后可以用它很快把手烘干，如图 1-22 所示。这里利用了哪几种方法加快水的蒸发？



图 1-22

### 阅读材料

### 气体的液化

低温的获得与气体的液化密切相关。早在 18 世纪末，科学家就利用加压法对氨气进行液化，得到了  $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $163\text{ K}$ ) 的温度。

1823 年，法拉第在研究氯化物的性质时，发现玻璃管的冷端出现液滴，经过研究证明这是液态氯。1826 年，他把充气的玻璃管浸入冷却剂中，陆续液化了其他一些气体。但氧、氮、氢等气体却毫无液化的迹象，许多科学家认为，这些气体就是真正的“永久气体”。

“永久气体”中首先被液化的是氧。1877 年，两位物理学家几乎同时分别用不同方法在  $-140\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $133\text{ K}$ ) 实现了氧气的液化。

随着技术的发展，科学家们在  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $90\text{ K}$ ) 液化了氮，在  $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $78\text{ K}$ ) 液化了一氧化碳。1898 年，英国人杜瓦用多孔塞膨胀法在  $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $33\text{ K}$ ) 的低温下液化了氢气。

1908 年，荷兰物理学家昂尼斯(Kamerlingh Onnes, 1853—1926)在  $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $4.2\text{ K}$ ) 的低温下把自然界中最轻的惰性气体氦液化了。



昂尼斯(1853—1926)  
图 1-23

## 四、升华和凝华



我们经常可以看到水在固态和液态之间、气态和液态之间发生物态变化，它能否在固态和气态之间直接发生物态变化呢？



### 观察与思考

如图1-24所示，放入衣箱中的樟脑球会变小、冰冻的衣服也能变干、“雪人”没有融化却变小了，这些现象说明了什么？



图1-24



图1-25

如图1-25所示，在试管底部放入少量的碘，用橡皮塞将试管口塞紧，将试管底端放入热水中加热。观察试管内的碘吸热后发生了什么变化，橡皮塞及其附近的试管壁上出现了什么现象。这些变化和现象说明了什么？

实验中，可以观察到试管底部的碘逐渐减少，与此同时橡皮塞及其附近的试管壁上出现了固态的碘，且逐渐增多。这说明碘受热后变成碘蒸气，碘蒸气冷却后又变成了固态的碘。

物质由固态直接变为气态的过程，称为升华(sublimation)；物质由气态直接变为固态的过程，称为凝华(condensation)。升华过程中吸热，凝华过程中放热。



### 交流讨论

图1-26是几种物质的升华或凝华现象，请你说出图中各是什么物质发生了升华或凝华。



图1-26



### 作业

- 下列自然现象属于凝华现象的是( )。
 

A.雾的形成    B.露的形成    C.冰的形成    D.霜的形成
- 将下列现象与相应的物态变化用线连接起来。
 

冰块化了	熔化
洒水的地面变干	凝固
樟脑球越放越小	汽化
树枝上生成霜	液化
用铁水浇铸工件	升华
蒸锅上方生成“白气”	凝华



3. 请你在图1-27的括号中填写各种物态变化的名称，在横线上填写吸热、放热情况。

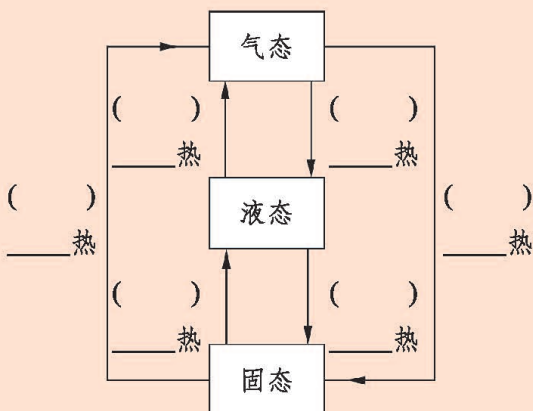


图1-27

4. 人工降雨也称为人工增雨。它需要根据不同云层的物理特性，选择合适的时机，用飞机、火箭弹向云中播撒特定物质(参见本书第35页阅读材料)，使云层中的水蒸气变成小冰粒。这些冰粒在下落过程中变成了水滴，水滴降落就形成了雨(图1-28)。你能说出在这个过程中，都有哪些物态变化过程吗？

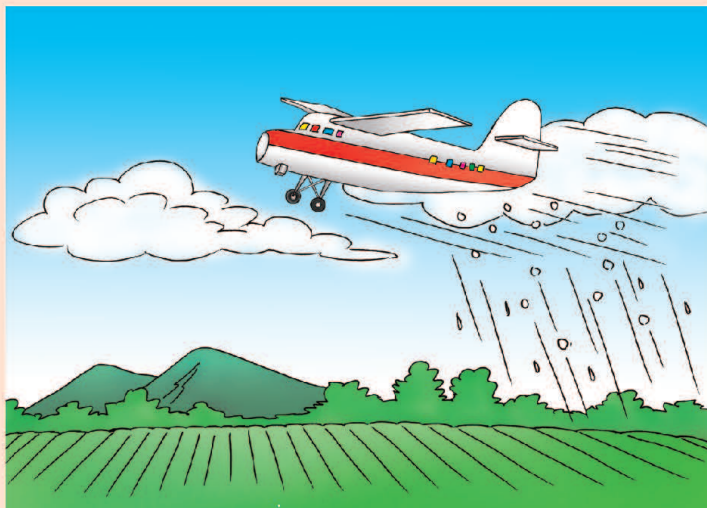


图1-28



## 五、生活和技术中的物态变化



### 自然界中水的循环

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1-29

大海、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，随着气流的急速升降而上下运动，它们相遇后越聚越大，达到一定程度后就会下落。在下落过程中，冰晶吸热熔化成水滴，与原来的水滴一起落到地面，这就是雨。

当气温降到  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  以下时，高空中的水蒸气凝华为小冰晶。在下落过程中，周围的水蒸气与小冰晶接触而凝华，当其所受的重力足够大时，就下落到地面，这就是雪。

夏季气温变化剧烈时，高空中会有冷空气团存在，空中悬浮的小冰晶在冷空气团的作用下，凝聚成小冰块。有些小冰块体积较大，下落过程中不能完全熔化成水，掉落到地面，这就是冰雹。

在夜间，地面附近的空气温度降低。如果空气中含有的水蒸气较多，气温足够低时，空气中的水蒸气也会液化，在空中形成很多小水滴，这就是雾。

初秋季节，空气比较湿润，夜间温度下降时，地面附近空气中的水蒸气在植物的枝叶表面液化成小水滴，这就是露。到深秋和初冬季节，夜间气温可降到 $0^{\circ}\text{C}$ 以下，这时空气中的水蒸气在地面或植物的枝叶上放热凝华成小冰晶，这就是霜。

一部分雨、雪、冰雹、露、雾和霜吸热后发生汽化或升华，成为水蒸气；另一部分汇入河流、湖泊、大海，或者被土壤和植物吸收，然后经过蒸发重新散发到空气中。这样水在自然界中就完成了一个循环过程(图1-30)。

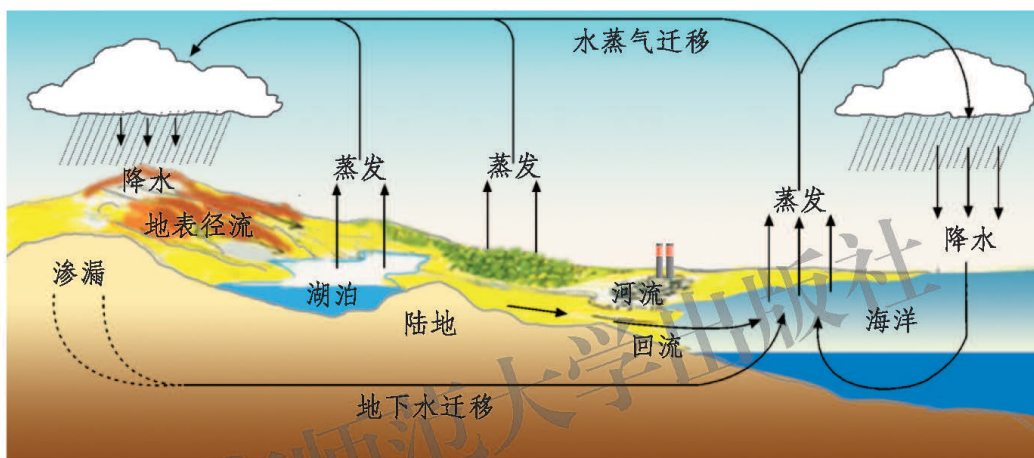


图1-30 自然界中水的循环



### 交流讨论

人类的生存与社会的发展每时每刻都离不开水。水是人类最为宝贵的资源。然而，地球上97%以上的水都是海洋里的咸水。人类的生存和发展所需的淡水，在地球水的总量中极为有限，仅占地球总水量的2.5%左右。其中，大约有76%储藏在南极和北极的巨大冰川中，地球上可供人类使用的淡



图1-31 地球

水不到总水量的 1%。没有水，地球上将没有生命。淡化海水的成本较高，目前尚不能推广。请与同学交流生活中的节水措施。

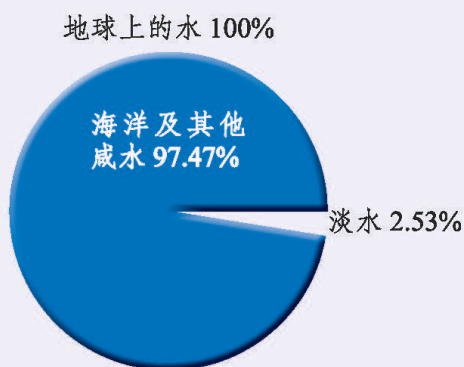


图1-32 地球上的水资源

## 高压锅

高压锅是家庭中常见的炊具，利用它可以将食物加热到  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上，所以食物很容易被煮熟。它的主要构造包括锅身、锅盖、易熔片、放气孔和安全阀等(图1-33)。其中锅盖与锅身之间有密封胶圈，因此盖上锅盖后，高压锅能够承受较大的压力而不会漏气。

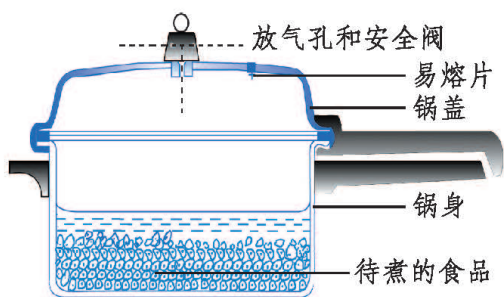


图1-33 高压锅的结构

高压锅工作时，与外界相通的放气孔被安全阀封闭，蒸发形成的水蒸气仍留在锅内，使得水上方的气体压强增大。由于液体的沸点随液面上方气体压强的增大而升高，所以水到了  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  仍不沸腾，温度继续升高，压强也继续增大。一般家用高压锅内部的温度可达  $110\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在安全阀出现故障时，易熔片可以“替代”安全阀起保险作用。易熔片是用熔点较低的合金材料制成的。一旦安全阀失效，锅内气体压强过大，温度也随之升高。当温度达到易熔片的熔点时，易熔片就会开始熔化，锅内气体便从易熔片处喷出，使锅内气体压强减小，从而防止爆炸事故的发生。

## 电冰箱

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1-34所示。电冰箱所用的制冷物质容易液化和汽化，并且在汽化时能够大量吸热。



电动压缩机用压缩气体体积的方法将气态制冷物质压入冷凝器使其在冰箱外部放热液化。被液化了的制冷物质通过节流阀进入电冰箱内的蒸发器，在蒸发器里迅速吸热汽化，使电冰箱内温度降低。蒸发器中汽化了的制冷物质又不断被压缩机抽出，重新压入冷凝器中液化，并且放出在蒸发过程中吸收的热量。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。

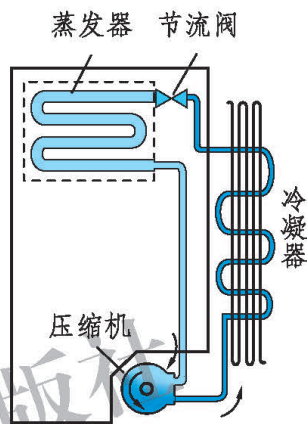


图1-34

## 航天技术中的物态变化

### 1. 运载火箭的液态燃料与助燃剂

将卫星、空间站等送上太空，需要用火箭来运载，而火箭(图1-35)在上升过程中需要消耗一定的燃料，如果使用常规燃料(如煤或天然气等)，则所需携带的燃料数量很庞大，从而降低火箭的运载效率。

在实际中有些火箭使用氢气作为燃料，用氧气作为助燃剂。但由于气体的体积较大，所以人们采取将氢气和氧气液化的方法减小燃料和助燃剂的体积。

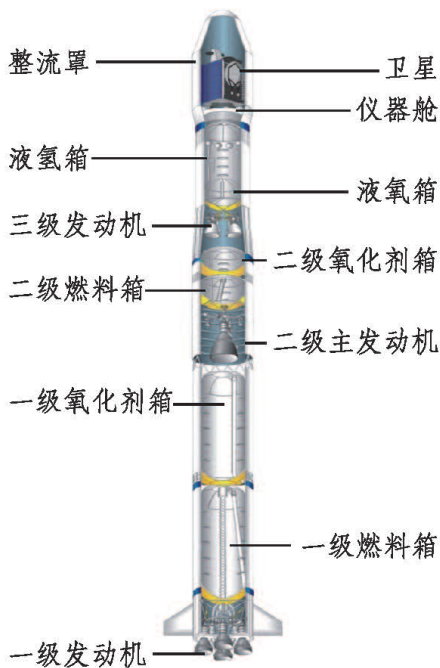


图1-35

## 2. 飞船返回舱的“防热衣”

在返回舱(图1-36)以数千米每秒的速度穿越稠密大气层时,返回舱表面的温度会达到上千摄氏度。如果不采取有效的防热降温措施,整个返回舱将会被烧为灰烬。



图1-36

飞船返回舱的“防热衣”主要通过三种方式将返回舱内部的温度控制在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。一是吸热式防热,在返回舱的某些部位采用导热性能好、熔点高和比热容大的金属吸热材料,通过这些材料的熔化来吸收大量的热量;二是辐射式防热,用辐射性能好的钛合金及陶瓷等复合材料,将热量辐射散发出去;三是烧蚀防热,利用高分子材料在高温环境下的熔化、汽化、升华或分解带走大量的热量。

## 3. 热管

人造卫星在太空中运行,向阳面受到太阳的辐射,温度很高,由于没有空气对流,背阴面的温度却很低,向阳面与背阴面的温差可达到 $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这样大的温差,不但容易使卫星的外壳损坏,卫星内部的仪器也难以正常工作。在卫星的表面安装热管,可以减小向阳面与背阴面的温度差,以保护外壳不受热损伤,卫星内部仪器也能正常工作。

热管(图1-37)并不复杂,它是一根两端封闭的金属管,管内衬了一层多孔材料,叫作吸收芯。吸收芯的中间充以酒精或其他液体。

当对管的一端加热时,吸收芯一端的液体吸热而汽化,蒸气由热端跑到冷端,在冷端放热而液化,冷凝的液体进入吸收芯,通过毛细作用又回到热端。如此反复,热管里的液体不断地通过汽化、液化,把热量从热端“运送”到冷端。在

长度都是 0.8 m 的情况下,一根直径为 2.45 cm 的热管,其热传递本领相当于一根直径为 274 cm 的大铜柱。

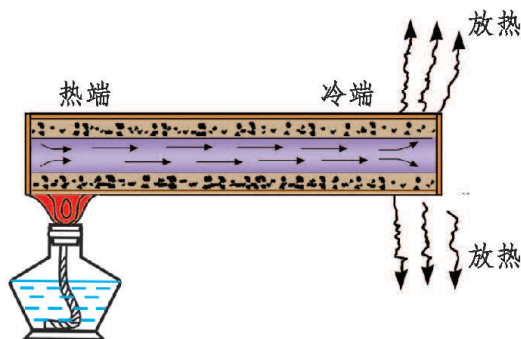


图1-37

## 作业

1. 有一家工厂要制造一种特殊用途的钢铝罐,需要在钢罐内表面压接一层厚度为 0.25 mm 的铝膜。焊接专家、锻压专家都束手无策,后来科学家解决了这一难题。他们先把薄薄的铝片装到钢罐内与内表面相贴,再往钢罐内灌满水,在水中插入冷冻管,使水结冰,冷冻后铝膜就与钢罐接牢了。使铝膜与钢罐接牢的原因是( )。

- A. 铝膜和钢罐之间的水把它们粘牢了
- B. 铝膜和钢罐之间的冰把它们粘牢了
- C. 水结冰时放热把它们焊牢了
- D. 水结冰时膨胀产生的巨大压力把它们压牢了

2. 2007年10月24日,我国成功地发射“嫦娥”一号探月卫星。火箭发射时,高温的火焰向下喷射,大量的“白气”从发射台底部的大水池中涌出(图1-38)。为了防止由于火箭高速运动与空气摩擦产生的大量热量烧毁卫星,要给火箭的整流罩外壳涂上一层特殊的材料。这种材料在高温下熔化并且汽化,能起到防止卫星烧坏的作用。

请你根据上述介绍，提出两个有关热现象方面的问题，并自己做出简答。

3. 长期以来，人类应用物态变化规律来满足自己的需要时，对生态环境造成了破坏。请写出一种在生活中应用物态变化规律对环境造成不利影响的实例。



图1-38

### 阅读材料

#### 人工增雨和人工消雨

长期以来，呼风唤雨一直是神话中“龙王爷”的权力。随着科学技术的发展，人类已经开始成功地干预天气，人工增雨和人工消雨已成为现实。

人工增雨就是用人力的方法使某些需要抗旱、降温的地方降雨。其原理和操作过程是：在有降雨云团积聚的高空，用飞机播撒(或从地面发射)制冷剂(如干冰、丙烷等)、结晶剂(如碘化银、碘化铅、间苯三酚、四聚乙醛、硫化亚铁等)、吸湿剂(食盐、尿素、氯化钙)和水雾等，以改变云团中雨滴的大小、分布和性质，加速雨滴生长过程，干扰气流，改变浮力平衡，达到降雨的目的。

人工消雨有两种方式。一是在目标区的上风处，进行人工增雨作业，让雨提前下完；二是用人力的方法破坏降雨云团中雨滴的形成，达到消除降雨的目的。2008年8月8日，北京奥运会开幕式的当天，北京城区的人工消雨，确保了奥运会开幕式的正常进行，是我国近年来成功进行人工消雨的典型实例。



## 第二章 物质世界的尺度、质量和密度

一切物体都是由物质组成的。  
而组成物体的物质又是千差万别的。  
让我们认识一下多彩的物质世界吧！



## 一、物体的尺度及其测量



### 物质世界的几何尺度

宇宙万物，从纷繁的星体到我们生活的地球，从莽莽大山到滔滔江河，从高大的建筑物到组成物质的微小的分子、原子，都有一定的尺度，都要占据一定的空间。

世界上最高的山峰珠穆朗玛峰的海拔为8 848.86 m，我国最长的河流长江长约 6 300 km，组成物质的分子、原子的直径约为  $10^{-10}$  m。



茫茫宇宙，浩瀚无边。科学家们用“光年”(光在 1 年中的行程)来度量它的大小。仙女座大星云是离我们最近的旋涡星系。它的直径约为 16 万光年，距离我们约为 220 万光年。

图2-1



人类生存的地球，是宇宙天体家族中的一员，它的半径约为 6 400 km。

图2-2



我国上海市的金茂大厦，共 88 层，高 420.5 m。

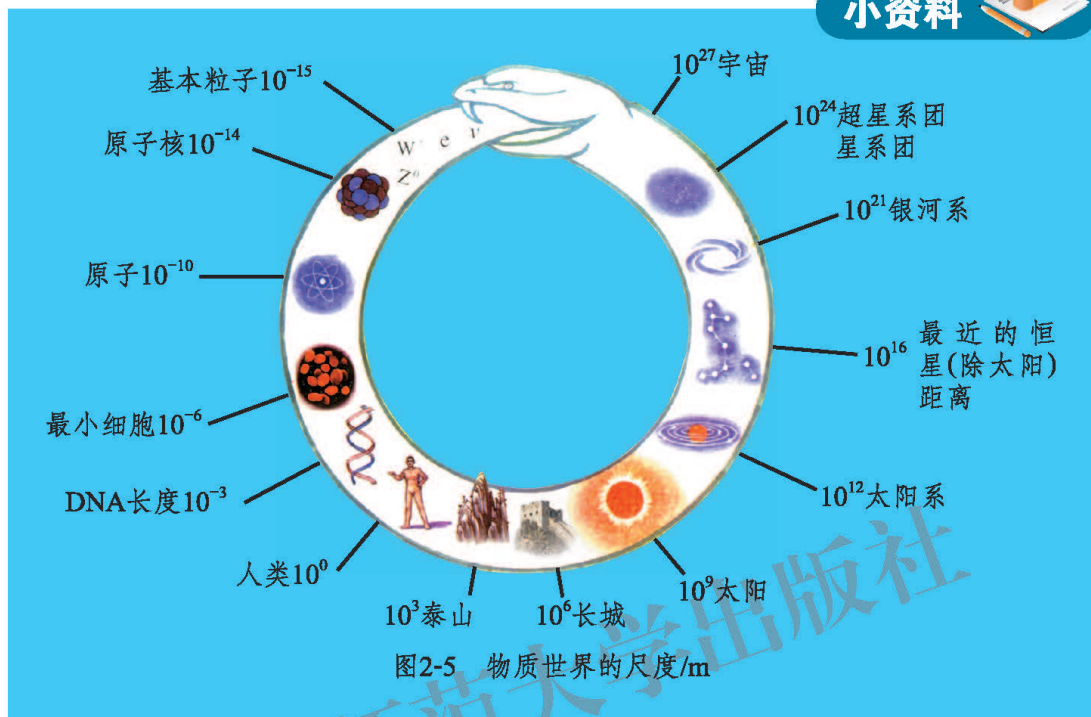
图2-3



人的眼睛能分辨出的沙粒、头发等微小物体的直径约为  $10^{-4}$  m。

图2-4

小资料



## 长度的测量

上面提到的那些数字都是**长度(length)**的数值，长度的符号为  $L$ 。在国际单位制中，长度的单位是**米(meter)**，用符号  $m$  表示。在实际应用中，除米以外，长度的单位还有千米(km)、分米(dm)、厘米(cm)、毫米(mm)、微米( $\mu\text{m}$ )、纳米(nm)等。它们之间的换算关系是：

$$\begin{aligned}
 1 \text{ km} &= 10^3 \text{ m}, & 1 \text{ mm} &= 10^{-3} \text{ m}, \\
 1 \text{ dm} &= 10^{-1} \text{ m}, & 1 \mu\text{m} &= 10^{-6} \text{ m}, \\
 1 \text{ cm} &= 10^{-2} \text{ m}, & 1 \text{ nm} &= 10^{-9} \text{ m}.
 \end{aligned}$$



## 科学窗

### 米是怎样规定的

1983年国际计量大会通过如下定义：1米是在  $\frac{1}{299\,792\,458}$  秒内，光在真空中行程的长度。

## 光年有多长

光年也是长度单位，用来表示天体之间的距离。1光年等于光在1年中的行程，约为  $9.46 \times 10^{15}$  m。



测量长度的常用工具(图2-6)有直尺、卷尺、游标卡尺和螺旋测微器(又叫千分尺)等。其他各种刻度尺如三角尺、皮尺等也常用来测量长度。

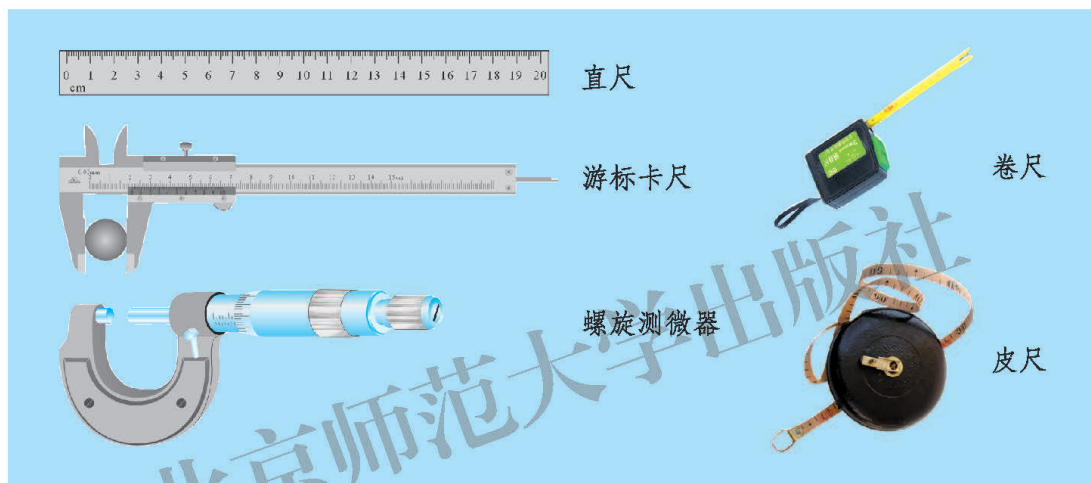
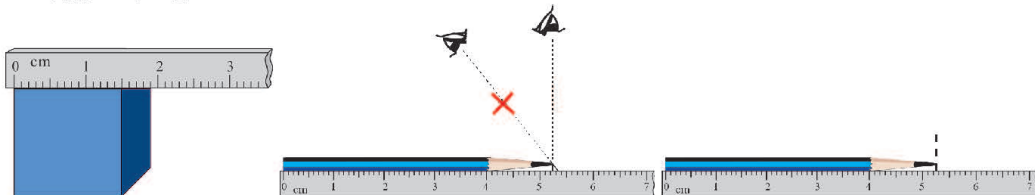


图2-6 测量长度的工具

## 学生实验



要想准确测量长度，不仅要选择恰当的测量工具，还必须掌握正确的测量方法(图2-7)。记录的数值必须注明单位。图2-7中铅笔长度的测量结果是 5.25 cm。



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 5.2 是准确值，0.05 是估计值。

图2-7 正确使用刻度尺测量长度

用直尺测量物理课本的长、宽和厚度，记录在下面的横线上。  
物理课本长是\_\_\_\_\_、宽是\_\_\_\_\_、厚是\_\_\_\_\_。



## 科学窗

### 什么是有效数字

测量结果一般都有效数字表示。例如测量某长度时，测量值是 2.34 cm，由于所用尺子的分度值(最小刻度值)是 1 mm，所以数据中的 2 和 3 是从尺子上准确读出来的，而 4 只能估计得出。这样由准确数字和 1 位估计数字组成的数字，叫作有效数字。

测量值与真实值总会有一些差异，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、观察不够细致等。误差和错误不同，错误是可以避免的，误差是不可避免的，但我们可以想办法减小误差。通常采用多次测量取平均值的方法来减小误差。

### 体积的测量

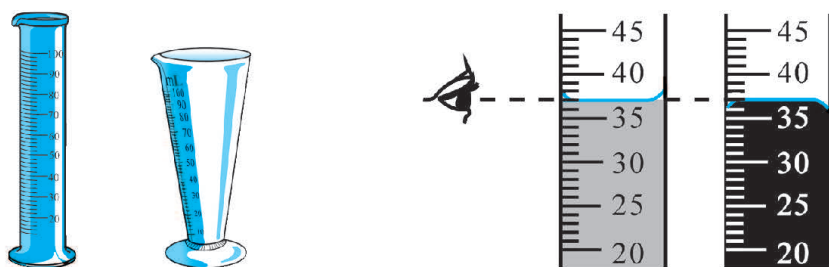
任何物体都要占据一定的空间，也就是具有一定的**体积(volume)**。

体积用符号  $V$  表示。在国际单位制中，体积的单位是立方米( $\text{m}^3$ )。实际应用中还有立方分米( $\text{dm}^3$ )、立方厘米( $\text{cm}^3$ )、升(L)、毫升(mL)等。

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ L}, \quad 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3,$$

$$1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ mL}, \quad 1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3.$$

对于具有规则形状的物体，如长方体、正方体、球体等，只要测量出它们的长、宽、高或直径，就可以计算出它们的体积。对液体的体积，要使用专门的仪器测量，如量筒、量杯(图2-8)。对于形状不规则的固体，要用特殊的方法测量它们的体积。



量筒(左)和量杯(右)

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 量筒、量杯和它们的读数方法

## 做一做

## 测量不规则固体的体积

测量小石块等不规则固体的体积时，可以使用量筒或量杯，借助排开水的体积间接测量出这个固体的体积。

找一个小石块，测量它的体积。测量中造成误差的原因是什么？如何改进？

## 实践活动

1.如图2-9所示，人身上有许多可以帮助我们估测物体长度的“尺”。

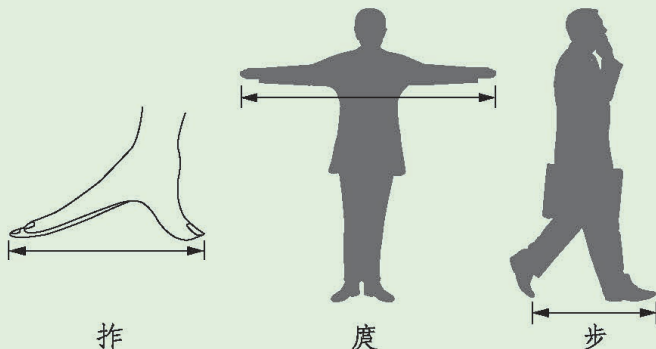


图2-9

张开手掌，大拇指与中指之间的最大距离叫作“一拃(zhǎ)”。  
伸平双臂，左手中指到右手中指之间的长度就是“一度(tuǒ)”。

行走时，两脚脚尖之间的距离就是“一步”。

测一测，你的一拃、一庹、一步的长度，并使用它们估测桌子的长度、黑板的长度和篮球场的宽度。

2.通过互联网或其他资料查阅太阳系中八颗行星的直径，按大小顺序列表。我们生活和居住的地球排第几？



### 作业

1.完成下列单位换算。

(1)我国最长的河流长江长约  $6\,300\text{ km} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m}$ 。

(2)月球的半径约  $1.7 \times 10^6\text{ m} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ km}$ 。

(3)一桶食用油的体积为  $5\text{ L} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m}^3$ 。

2.给下列测量数据填上适当的单位。

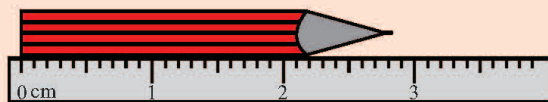
(1)物理课本的长度是  $26 \underline{\hspace{1cm}}$ 。

(2)一支钢笔的长度是  $168 \underline{\hspace{1cm}}$ 。

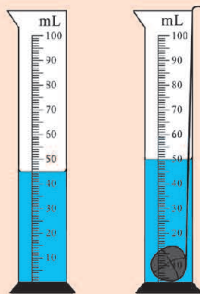
(3)一位同学的身高是  $170 \underline{\hspace{1cm}}$ 。

(4)课桌的宽度为  $0.65 \underline{\hspace{1cm}}$ 。

3.图2-10甲中铅笔的长度是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。图2-10乙表示用排水法测量石块的体积，则水的体积是  $\underline{\hspace{2cm}}$ ，小石块的体积是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



甲



乙

图2-10



### 用现代科技测量长度

月球距离地球有多远？1969年，航天员把特制的反光镜安置在月球上，人们从地球上发射出一束很强的激光，精确测出激光从地球射到这个反光镜再返回地球的时间，依据光速就可以算出月球表面到地球表面的距离。

激光测距仪(图2-11)已经渗透到日常工作和生活的各个领域，成为房地产测量、工业安装、建筑施工、室内装潢、电力设施维护、矿井作业、交通事故处理、体育竞赛中必备的测距工具。

在生产和生活中还有微波测距仪、超声波测距仪、超声波测厚仪等测量长度的仪器，这些仪器在测量中具有方便、快捷、准确的特点。



图2-11 激光测距仪

## 二、物体的质量及其测量



### 物体的质量

自然界中的一切物体都是由物质组成的。物体内所含物质的多少，称为物体的**质量(mass)**，符号为  $m$ 。

物体的质量与物体的形状、状态和所处空间位置的变化无关(图2-12)。



图2-12

在国际单位制中，质量的单位是千克，用符号  $\text{kg}$  表示。除此之外，质量的单位还有吨( $\text{t}$ )、克( $\text{g}$ )、毫克( $\text{mg}$ )、微克( $\mu\text{g}$ )等。

$$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}, \quad 1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g},$$

$$1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}, \quad 1 \text{ mg} = 10^3 \mu\text{g}.$$

表2-1列出了一些物体的质量。根据鸡蛋和西瓜的质量，估计一下你的物理课本和书包的质量。



## 小资料



表2-1 一些物体质量的近似值

						kg	
太阳	$2.0 \times 10^{30}$	鲸	$1.5 \times 10^5$	成人	50~70	鸡蛋	0.06
地球	$6.0 \times 10^{24}$	大象	$6.0 \times 10^3$	西瓜	5	大头针	$8.0 \times 10^{-5}$



## 科学窗

## 千克是怎样规定的

1889年，国际计量大会批准将国际千克原器作为1 kg标准物。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。由于国际千克原器质量发生了细微变化，难以适应现代精密测量要求，2018年11月16日，第26届国际计量大会通过了“修订国际单位制(SI)”的决议。根据决议，千克改为由常量定义，将1 kg定义为“对应普朗克常量为 $6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 时的质量单位”。新的定义取代了原来的国际千克原器，于2019年5月20日起正式生效。



图2-13 国际千克原器

## 物体质量的测量

台秤、天平是我们常用的质量测量仪器，如图2-14所示。



台秤



天平

图2-14 一些测量质量的仪器

托盘天平是学校实验室常用的质量测量仪器。它的结构和各部件名称如图2-15所示。

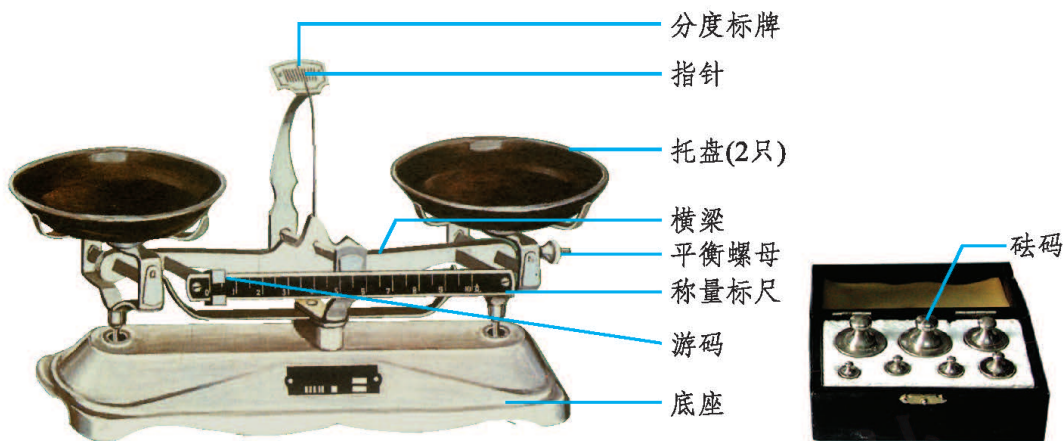


图2-15 托盘天平

### 学生实验

使用托盘天平前先要进行调节。调节的方法是：

- 1.把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侧零位。
- 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静止在中央刻度线上，或在中央刻度线左右摆动幅度相等。

调节好托盘天平后，就可以测量物体的质量了，测量的方法是：

- 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.用镊子轻拨游码，使横梁水平平衡。
- 4.把右盘中砝码的质量数和游码在标尺上的读数相加，就得到物体的质量，要写明单位。

砝码用毕必须放回盒中，不允许直接用手拿砝码。

用托盘天平测量水杯、水、圆珠笔、物理课本的质量。将测量结果记录在表2-2中。

表2-2 用托盘天平测量物体的质量

物 体	水 杯	水	圆珠笔	物理课本
质 量				



### 交流讨论

用天平测量物体的质量时，为什么要将待测物体放在左盘？为什么不允许直接用手拿砝码？关于天平的使用，你认为还应注意些什么？



### 科学窗

#### 测量质量的其他器具

某些科学实验(例如对物质的化学成分进行分析)中，需要精确测量微小的质量，常常使用图2-16甲、乙所示的分析天平和电子天平。称量几吨以至几十吨这么大的质量就需要使用另一种工具——地中衡，图2-16丙是一辆载货的大卡车开到地中衡的平台上进行称量。图2-16丁是我国传统的、现在中药店里仍然使用的质量测量工具——戥(děng)子。



甲 分析天平



乙 电子天平



丙 地中衡



丁 戥子

图2-16

## 作业

1. 完成下列单位换算。

(1) 地球的质量约为  $6.0 \times 10^{24} \text{ kg} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ t}$ 。

(2) 一粒药片的质量约为  $5 \times 10^{-4} \text{ kg} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg}$ 。

2. 给下列测量数据填上适当的单位。

(1) 一名普通中学生的质量约为 50           。

(2) 一个鸡蛋的质量约为 50           。

(3) 一桶 5 L 食用油的质量约为 5           。

(4) 一瓶矿泉水的质量为 500           。

3. 到附近的商场或集市上调查一下，有哪些常见、常用的测量物体质量的器具。

### 三、学生实验：探究——物质的密度



自然界中存在着各种各样的物质。不同的物质有不同的特性，我们可以根据物质的这些特性来区分、鉴别它们。

#### 问题与猜想

如图2-17所示，有些物质体积相同，质量却不同；有些物质体积不同，质量却相同。这种现象是否与物质本身的某种特性有关？如果找出表示这种特性的方法，可能会找出问题的答案。

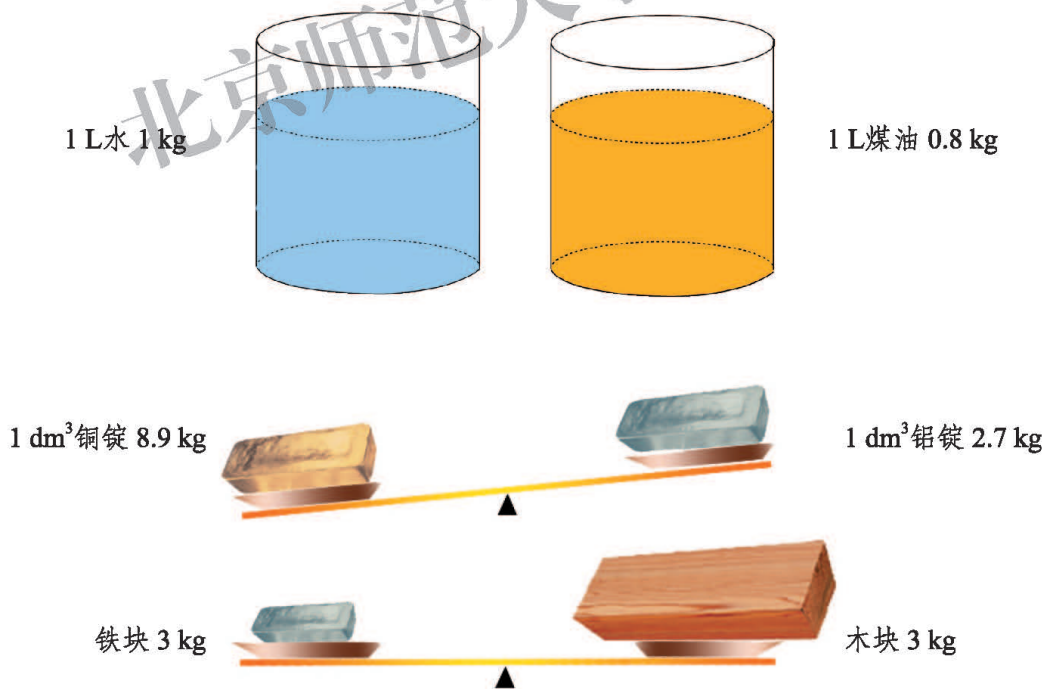


图2-17 不同物质的体积与质量



## 制订计划

根据上面的猜想，设计如下探究方案：

- 选体积、质量不同的水、铜、铁三种物质作为探究对象；
- 选用天平、量筒、刻度尺等作为探究工具；
- 分别测量三种物质的体积和质量；
- 求出质量与体积的比值，进行比较。

## 收集证据

根据实验器材，分小组进行实验，将实验数据填写在表2-3中(也可以自行设计记录表)。

表2-3 实验数据记录表

对象	数据项目	质量 $m/g$	体积 $V/cm^3$	比值(质量/体积)	
				数值	单位
水	1				
	2				
	3				
铜	1				
	2				
	3				
铁	1				
	2				
	3				

## 分析与结论

测量结果说明什么？由此能得出什么结论？你可以和同学们交流讨论。

大量实验表明：由某种物质组成的物体，其质量与体积的比通常是一个常量，它反映了这种物质的一种特性。不同物质质量与体积的比一般不同。在物理学中，把某种物质质量与体积的比叫作这种物质的密度(density)，它的物理含义是某种物质单位体积的质量。

用  $m$  表示物体的质量， $V$  表示物体的体积， $\rho$  表示物质的密度，则

$$\rho = \frac{m}{V}。$$

密度的单位是  $\text{kg/m}^3$  或  $\text{g/cm}^3$ ，读作“千克每立方米”或“克每立方厘米”。

自然界中的很多物质，已被人们认识。科学工作者已经测定了很多物质的密度。

表2-4 在常温常压下一一些固体的密度

		$\text{kg/m}^3$	
物 质	密 度	物 质	密 度
铂	$21.5 \times 10^3$	铝	$2.7 \times 10^3$
金	$19.3 \times 10^3$	花岗岩	$(2.6 \sim 2.8) \times 10^3$
铅	$11.3 \times 10^3$	玻 璃	$(2.4 \sim 2.6) \times 10^3$
银	$10.5 \times 10^3$	混凝土	$2.2 \times 10^3$
铜	$8.9 \times 10^3$	冰	$0.9 \times 10^3$
钢、铁	$7.9 \times 10^3$	石 蜡	$0.9 \times 10^3$
钻 石	$3.51 \times 10^3$	干松木	$0.5 \times 10^3$

表2-5 在常温常压下一一些液体的密度

		$\text{kg/m}^3$	
物 质	密 度	物 质	密 度
水 银	$13.6 \times 10^3$	柴 油	$0.85 \times 10^3$
硫 酸	$1.8 \times 10^3$	煤 油	$0.8 \times 10^3$
海 水	$1.03 \times 10^3$	酒 精	$0.8 \times 10^3$
纯 水	$1.0 \times 10^3$	汽 油	$0.71 \times 10^3$



表2-6 在温度为 0 ℃，压强为  $1.01 \times 10^5$  Pa 时一些气体的密度kg/m<sup>3</sup>

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	氮	0.18
空 气	1.29	氢	0.09

由于不同物质的密度通常不同，因此可以利用密度鉴别物质。

**例题** 体育锻炼用的实心“铅球”，质量为 4 kg、体积为  $0.57 \text{ dm}^3$ 。通过计算说明：这个“铅球”是纯铅做的吗？

**分析** 要知道“铅球”是不是用纯铅做的，可先求出它的密度，再与金属铅的密度进行比较便可得出结果。

**解** 根据密度公式

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \text{ kg}}{0.57 \times 10^{-3} \text{ m}^3} \approx 7.02 \times 10^3 \text{ kg/m}^3。$$

**答** 由表2-4可知，铅的密度是  $11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，可见这个球不是纯铅做的。



### 科学窗

#### 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，我们把 10 000 记作  $10^4$ ，即  $10\,000 = 10^4$ ；把 0.000 1 记作  $10^{-4}$ ，即  $0.000\,1 = 10^{-4}$ 。

例如，地球的半径约为 6 400 000 m，用科学记数法则可写为  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ；一枚大头针的质量约为 0.000 08 kg，用科学记数法则可写为  $8 \times 10^{-5} \text{ kg}$ 。





若利用科学记数法记录的数据进行计算，在两数相乘时，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  $(2 \times 10^4) \times (3 \times 10^5) = 6 \times 10^9$ ， $(2 \times 10^4) \times (3 \times 10^{-7}) = 6 \times 10^{-3}$ ；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  $(6 \times 10^6) \div (3 \times 10^2) = 2 \times 10^4$ ， $(2 \times 10^4) \div (2 \times 10^{-7}) = 1 \times 10^{11}$ 。



### 作业

1. 从密度表中查找冰的密度，并计算  $1 \text{ cm}^3$  的冰融化成水后，质量是多少？体积是多少？
2. 长江三峡水库的总容量约为  $3.93 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ，这个水库的蓄水量是多少吨？
3. 人体的密度与水的密度差不多，一个体重正常的成年人的质量约为  $60 \text{ kg}$ ，其体积约为           $\text{m}^3$ 。
4. 实践活动：
  - (1) 猜想人民币的1元硬币和5角硬币各是用什么金属制造的，再测出它们的密度，看你的猜想是否正确。
  - (2) 找一块包装用的硬泡沫塑料，测量它的密度，并与水的密度做比较。

### 阅读材料



#### 细微差别中的重大发现

1882年，英国物理学家瑞利(1842—1919)在精确测量各种气体的密度时，发现由液态空气中取得的氮的密度是  $1.257 2 \text{ kg/m}^3$ ，从亚硝酸铵中取得的氮的密度是



1.250 5 kg/m<sup>3</sup>。虽经多次重复测量，仍然存在这个令人奇怪的差异。1894年，瑞利与化学家拉姆萨合作，从空气中取得的氮里分离出另一种当时还不知道的气体——氩，这个谜才终于解开了。原来，氩的密度较大，空气中的氮混有少量氩，它的密度就比从亚硝酸铵中取得的纯氮的密度稍大。瑞利由于不放过这一细微差异而执著地进行了深入的研究，终于导致氩的发现，并因此荣获1904年的诺贝尔物理学奖。拉姆萨也因此获得同年的诺贝尔化学奖。很多科学发现都来源于人们细心的观察，以及反复的推敲和精确的实验。希望同学们学习科学家严谨、认真、坚持的精神，力争今后有所成就。

北京师范大学出版社

## 四、新材料及其应用

随着科学技术的发展，新型材料被不断开发出来，并广泛应用于社会的各个领域。

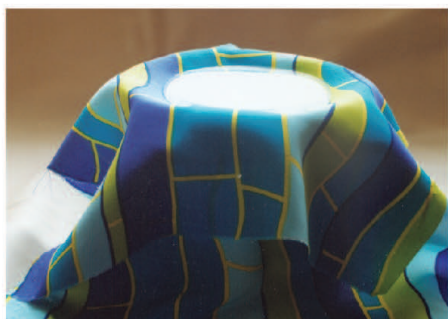
与传统材料相比，新材料在强度、刚度、硬度、耐高温性、耐磨性、耐腐蚀性、抗辐照等某一方面或其中多个方面具有优越的性能。

### 纳米材料

我们在本章之初学习物质的尺度时，知道了“纳米”这个长度单位。纳米这个长度单位其实非常小，过去我们在生活中很少关注它，但它现在却成了人们谈论的热门话题。人们发现，将某些物质的尺度加工到  $1\text{ nm}\sim 100\text{ nm}$  时，它们的物理性质或者化学性能与较大尺度时相比，发生了异常的变化，这种材料就称为纳米材料。一些新颖的纳米材料被应用到某些产品上，产生了神奇的效果。例如洗衣机桶的表面上用了纳米尺度的氧化硅微粒和金属离子的组合，就具有抑制细菌生长的功能。普通领带的表面经过纳米技术处理后，会有很强的自洁性能，不沾水也不沾油。陶瓷比一般的金属硬度高，耐磨损，耐高温，可惜陶瓷的质地太脆，非常易碎。现在用纳米陶瓷粉制成的陶瓷，具有一定的韧性，如果用它制造发动机的缸体，可以提高发动机的性能。



纳米抗菌奶瓶



纳米防水布



纳米防水材料(右侧)，在充满蒸汽的浴室内依然光亮。

图2-18 神奇的纳米材料

## “绿色”能源

人类一直在寻求各种高效和环保的“绿色”能源，新材料在这方面扮演了重要的角色。以电源为例，用锂作电极制造出的锂离子电池，具有体积小、重量轻、能够多次充电、对环境污染小等特点，已经被广泛地用于移动通信、小型摄像机等设备上。硅光电池能够把太阳能直接转换成电能，并且完全不会造成污染。近年来开发的多晶硅和非晶硅材料，能够制造出大面积的太阳能电池，使发电的效率提高、成本下降，面积为  $1 \text{ m}^2$  的太阳能电池可以为 100 多瓦的家用电器提供电能。人造卫星离不开它，家庭生活、庭院照明也可以使用它。氢燃料电池是使用氢制成的电池，具有无污染、无噪声、高效率的优点，是适用于汽车等动力设备的名副其实的“绿色燃料”。



锂离子电池



图2-20 硅太阳能电池的应用



图2-21 氢燃料电池

## 记忆合金

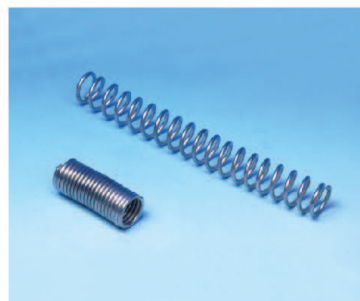
科普展览会上有一种神奇的金属花，灯光一照就会绽开，关上灯又会闭合。它的花瓣是用一种特殊的金属片——记忆合金制成的。它原本是开放状，后来被弯成合拢状的。当用灯泡把它加热到一定的温度时，它就会自动恢复原状，表现出了“记忆”能力。记忆合金的主要成分是镍和钛，它独有的物理特性是：当温度达到某一数值时，材料内部的晶体结构会发生变化，从而导致外形变化。现在已经有多种形状的记忆合金医用支架，可用于外科手术。与医用不锈钢、普通合金相比，形状记忆合金具有稳定性高、可实现智能安装等特点。还可以将记忆合金制成的弹簧安装在热水器的出水阀门内，当水温超过某一温度(例如  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ )时，弹簧自动伸长，将阀门关闭，避免发生烫伤事故。



记忆合金制成的“花朵”



记忆合金制成的管状骨内固定器



记忆合金制成的弹簧



图2-22 神奇的记忆合金



### 实践活动

调查一下，在你的生活中、在附近的工厂中、在农业生产中哪些地方用到了新材料。列一个表格，写出它们的名称、用途、性质和特性。

北京师范大学出版社



## 第三章 物质的简单运动

北京师范大学出版社

飞机、鸟儿在空中飞翔，船只在江河湖海里航行，车辆在陆地上行驶，行人在街道上漫步……这些都是我们常见的运动。宇宙万物都在永不停息地运动，没有运动，就没有世界！



## 一、运动与静止

在瞬息万变的世界里，一切物质都在永不停息地运动。在各种形式的运动中，最简单的一种是物体位置随时间的推移在变动。例如机器的运转、车辆的行驶、河水的奔流、鸟儿的飞翔、白云的飘动……这些都是物质运动的最简单的形式。



### 参照物与机械运动



#### 观察与思考



图3-1 刘东坐在行驶的列车上，树木风驰电掣般向后运动



图3-2 小小竹排江中游，巍巍青山两岸走

刘东是运动的还是静止的？竹排、青山是运动的还是静止的？你是怎么判断的？

以图3-1为例，如果把列车上的座位当作标准，刘东相对于列车座位的位置没有改变，刘东是静止的；而树木相对于列车座位的位置发生了变化，

所以树木是运动的。如果把地面上的树木当作标准，刘东相对于树木是运动的。

行驶的竹排与青山的情况也是类似的。

你能说出图3-3中小男孩相对大树、小女孩相对小男孩是运动的还是静止的吗？

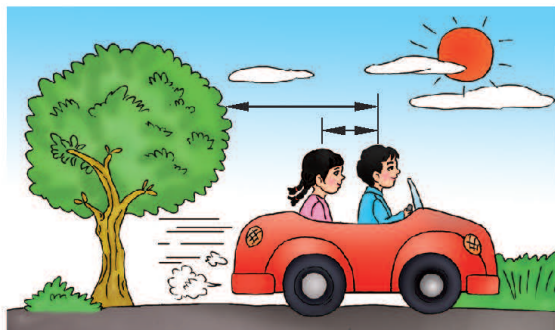


图3-3

可见，要描述一个物体是运动的还是静止的，要先选定一个物体作参照，这个被选定的物体叫作**参照物(reference object)**。相对于参照物，某物体的位置随时间改变，我们就说它是运动的；位置没有随时间改变，我们就说它是静止的。

**一个物体相对于另一个物体位置随时间发生变化，叫作机械运动(mechanical motion)，通常简称为运动(motion)。**

判断一个物体是静止的还是运动的，与我们所选的参照物有关。选不同的参照物，对同一物体运动的描述有可能不同。所以，尽管运动是绝对的，运动的描述却是相对的。

参照物是可以任意选择的，但在研究具体问题时，要根据问题的需要和研究的方便而选取。



### 交流讨论

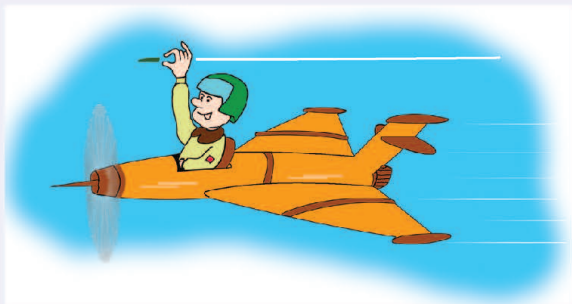


图3-4 运动与静止是相对的

传说在第一次世界大战期间，一名法国飞行员在 2 000 m 高空飞行时，发现脸旁有一个小东西。令他吃惊的是，当他抓到这个小东西时发现它竟是一颗子弹。你认为这种事情有可能发生吗？理由是什么？



## 直线运动与曲线运动

物体从一个位置运动到另一个位置，总要经过一定的路线。运动的路线虽然有多种多样，但可以将它们分为直线和曲线两种。**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。**你能举出直线运动和曲线运动的实例吗？



### 作业

1.在《刻舟求剑》这则寓言故事中，刻舟人最终没能寻到剑，是因为船相对于河岸是\_\_\_\_\_的，而剑相对于河岸是\_\_\_\_\_的。

2.有一句歌词：“月亮在白莲花般的云朵里穿行……”(图3-5)，这一描述是以什么物体作参照物的？

3.图3-2描述的“竹排江中游”、“青山两岸走”，各以什么作为参照物？

4.对于同一个物体，甲说它向北运动，乙说它向南运动，丙说它是静止的。这种情况会不会发生？请举例说明。



图3-5

### 阅读材料



### 相对静止

在我们的周围，运动是普遍存在的，相对静止也经常出现。为完成某些工作，常常需要运动物体间保持相对静止。比如，加油机在空中给战斗机加

油(图3-6)、花样跳伞运动员在空中完成各种造型(图3-7)、运动会上接力运动员传递接力棒(图3-8)、航天员在太空修复航天器材(图3-9)。



图3-6

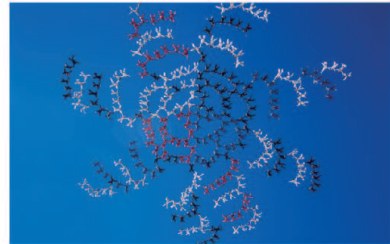


图3-7



图3-8



图3-9

## 二、探究——比较物体运动的快慢



### 学生实验



在国际单位制中, 时间的基本单位是秒(s)。除此之外, 时间的单位还有小时(h)、分(min)、毫秒(ms)、微秒( $\mu\text{s}$ )等常见单位。

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3\,600 \text{ s}, \quad 1 \text{ s} = 1\,000 \text{ ms}, \quad 1 \text{ ms} = 1\,000 \mu\text{s}.$$

用手表测量自己脉搏跳动 10 次、50 次、100 次所用的时间。10 次用时\_\_\_\_\_、50 次用时\_\_\_\_\_、100 次用时\_\_\_\_\_。

### 小资料



在日常生活中人们用钟表计时; 在物理实验中, 一般用停表(图3-10)、光电计时器等计时。机械停表可以精确到 0.1 s, 而现在的体育运动会上用的电子计时系统可以精确到 0.001 s。科学实验中使用的计时仪器还可以精确到  $1.0 \times 10^{-6}$  s, 甚至更小。



电子停表



机械停表

图3-10 停表(秒表)

### 问题与猜想

对于运动中的不同物体, 如何比较它们运动的快慢? 如何描述它们运动的快慢?



### 观察与思考

图3-11中哪辆车运动得快？图3-12中哪辆车运动得快？

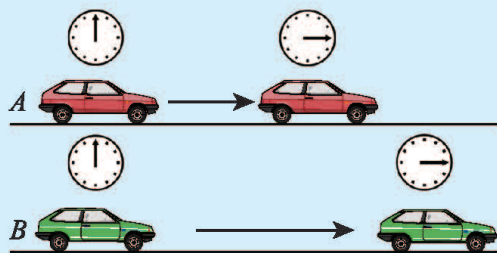


图3-11 A、B 两辆车在相同的时间内走过的距离不同

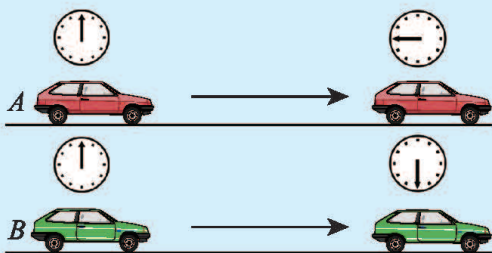


图3-12 A、B 两辆车到达终点的时间不同

### 制订计划

先让小车 A、B 分别在木板(或长条桌、光滑地板)上运动，观察、记录它们的运动情况，定性比较运动的快慢；然后在木板(或长条桌、光滑地板)上标记一段距离，记下长度，测量小车 A、B 通过这段距离的时间，定量比较运动的快慢；再测量小车 A、B 在相同时间内通过的距离，定量比较运动的快慢。

### 收集证据

#### 1. 定性比较小车 A、B 运动的快慢

实验：小车 A、B 分别在木板(或长条桌、光滑地板)上运动，观察它们的运动情况。

记录：A、B 的运动情况，比较 A、B 运动快慢的依据。

交流讨论：交流观察到的现象，讨论比较  $A$ 、 $B$  运动快慢的依据和条件。

结论：\_\_\_\_\_

## 2. 定量比较小车 $A$ 、 $B$ 运动的快慢

实验：在木板(或长条桌、光滑地板)上标记出一段距离(距离尽可能长一些，便于观察和记录)，比较  $A$ 、 $B$  运动的快慢。

用钟表计时，在相同的时间内，比较  $A$ 、 $B$  运动的快慢。

记录：在相同的距离内和相同的时间内， $A$ 、 $B$  运动快慢的比较。

交流讨论：交流实验情况，讨论比较的依据和条件。

结论：\_\_\_\_\_

如果两个运动的物体，在不同的时间内，通过了不同的距离。如何比较两个物体运动的快慢呢？

## 分析与结论

上面的探究实验表明，比较物体运动的快慢，要用到**路程(path)**和**时间(time)**两个物理量。我们把路程和通过这段路程所用时间的比叫作**速度(velocity)**。通常用  $v$  表示速度， $s$  表示路程， $t$  表示时间，则速度的公式是

$$v = \frac{s}{t}。$$



在国际单位制中，路程的单位是米，时间的单位是秒，速度的单位就是米/秒，读作“米每秒”，用符号 m/s 表示。例如，飞机在 1 s 内飞行 200 m，它的速度就是 200 m/s，读作“200 米每秒”。

**例题** 行进中的高速列车在 3 min 内通过的路程是 7.2 km。列车的运动速度是多少？

**解** 根据题意， $s = 7.2 \text{ km} = 7\,200 \text{ m}$ ， $t = 3 \text{ min} = 180 \text{ s}$ 。根据速度公式

$$v = \frac{s}{t} = \frac{7\,200 \text{ m}}{180 \text{ s}} = 40 \text{ m/s}.$$

**答** 列车的运动速度是 40 m/s。

如果物体沿直线运动，并且速度大小保持不变，那么我们称这种运动为**匀速直线运动**。图3-13中的斜线表示一个物体以 5 m/s 的速度沿直线运动时，它的路程随时间变化的关系图线。

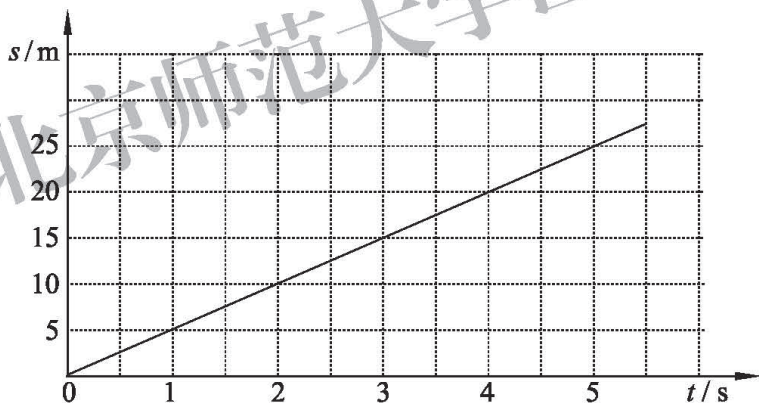


图3-13

匀速直线运动在现实生活中很少存在，如果物体在运动过程中速度变化不大，并且轨迹近似为直线，在这种情况下我们可以把物体的运动近似看作匀速直线运动。

## 表达与交流

能否像田径赛那样，用运动员(运动物体)运动一定距离(如 60 m、100 m)所用时间的多少来描述物体运动的快慢？与同学交流你的意见。

## 作业

1. 在《龟兔赛跑》的寓言故事中，兔子和乌龟赛跑，它们同时从同一地点出发。兔子在途中睡了一觉，醒来时发现乌龟已经到了终点。下列说法正确的是( )。

- A. 兔子始终比乌龟跑得慢
- B. 乌龟始终比兔子跑得慢
- C. 比赛采用相同时间比路程的方法
- D. 比赛采用相同路程比时间的方法

2. 在运动会的 60 m 短跑比赛过程中，小明跑完全程共用时 8 s。则他在该比赛中的速度是多少？

3. 根据图3-13中运动物体的路程随时间变化的关系图线，指出该运动物体在 3 s 内、4 s 内、4.5 s 内通过的路程。

4. 周末，小欣同学随父母一起驾车出游。图3-14所示为她在行驶途中看到的汽车仪表盘上车速表的情况。此时，汽车行驶的速度为多少千米每小时，合多少米每秒？



图3-14

### \*三、平均速度与瞬时速度



#### 平均速度

在现实生活中，运动员的 100 m 赛跑、50 m 游泳，飞机降落时在跑道上滑行，汽车在平直公路上行驶，都可以看作是直线运动，但它们的速度是变化的。如何描述它们运动的快慢呢？



图3-15 100 m 跑道上的运动员

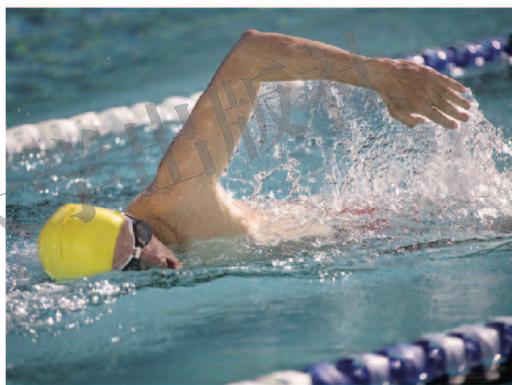


图3-16 游泳池中的运动员



图3-17 正在降落的飞机



图3-18 平直公路上行驶的汽车

在这些情况下，我们可以用**平均速度(average velocity)**来描述物体运动的快慢。它表示的是物体在某一段路程内(或某一段时间内)运动的快慢程度。用



$\bar{v}$  表示平均速度,  $s$  表示路程,  $t$  表示时间, 则平均速度的公式为

$$\bar{v} = \frac{s}{t}。$$

实际上, 我们在上一节的探究中得出的速度, 就是平均速度。



### 你知道吗

2004年8月27日, 在雅典奥运会男子110 m栏决赛上, 随着发令枪响, 我国运动员刘翔起跑完美, 在第一次跨栏后就已经处于领先的位置。随后的比赛, 他在栏间技术上的优势以及很好的节奏令他领先的优势扩大, 并最终领先亚军一个半身位冲过终点线, 以12.91 s的成绩平了英国名将科林·杰克逊1993年在德国斯图加特世锦赛上创造的世界纪录, 他也成了中国乃至亚洲第一个在田径短道项目上获得奥运会金牌的选手。表3-1是刘翔当时夺冠过程中跨栏以及冲过终点的时刻表, 通过表中提供的信息, 你认为刘翔在各阶段的平均速度相同吗?

表3-1 刘翔在雅典奥运会上的跨栏时刻

时间/s	0	2.1	3.3	4.3	5.2	6.2	7.3	8.3	9.3	10.3	11.3	12.91
栏数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	终点
距离/m	0	13.72	22.86	32	41.14	50.28	59.42	68.56	77.7	86.84	95.98	110

**例题** 表3-2为D41次列车[北京—济南(动车组)]时刻表。

表3-2 D41次列车运行时刻

站次	站名	到达时间	开车时间	运行时间	里程
1	北京	—	19:15	0	0
2	德州	21:35	21:36	2 h 20 min	377 km
3	济南	22:35	—	3 h 20 min	495 km

求 D41 次列车由北京行驶到德州和由北京行驶到济南的平均速度各是多少。

**分析** 要想求出某段路程内的平均速度，必须确定出这段路程的长度和通过此段路程的时间。由列车时刻表可知，列车由北京行驶到德州的时间  $t_1 = 2 \text{ h } 20 \text{ min} = 2.33 \text{ h}$ ，路程  $s_1 = 377 \text{ km}$ ；由北京行驶到济南的时间  $t_2 = 3 \text{ h } 20 \text{ min} = 3.33 \text{ h}$ ，路程  $s_2 = 495 \text{ km}$ 。

**解** 根据平均速度公式  $\bar{v} = \frac{s}{t}$  可得

$$\text{从北京到德州的平均速度为 } \bar{v}_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{377 \text{ km}}{2.33 \text{ h}} \approx 161.8 \text{ km/h,}$$

$$\text{从北京到济南的平均速度为 } \bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{495 \text{ km}}{3.33 \text{ h}} \approx 148.6 \text{ km/h.}$$

**答** D41 次列车由北京行驶到德州的平均速度约 161.8 km/h，由北京行驶到济南的平均速度约 148.6 km/h。

### 小资料

表3-3 一些物体的运动速度

	m/s					
物体	喷气客机	铁路列车	奔跑的野兔	骑自行车	人步行	蜗牛
速度	200~300	15~100	18	3~5	1.2~1.5	0.001 5~0.005 4

## 瞬时速度

在交通管理中，警察需要测定汽车是否超速行驶；在兵器试验中，需要测量子弹或炮弹冲出枪口或炮口时的速度，以检验武器是否合格。在这些情况下测量的速度，是运动物体在极短时间内的速度。运动物体在某一瞬间的速度叫作**瞬时速度**(instantaneous velocity)。

平均速度反映的是物体在一段运动过程中的运动快慢，而瞬时速度反映的是物体在运动过程中的某一时刻或者经过某一位置时的运动快慢。

如果物体做匀速直线运动，它在运动过程中速度保持不变，那么它任何时刻的瞬时速度都相同，并且任何时刻的瞬时速度和整个运动过程中的平均速度也相同。

## 四、平均速度的测量



### 观察与思考

图3-19所示为一苹果由静止自由下落的频闪照片。你需要知道哪些条件才可以测出苹果下落过程中任一阶段的平均速度?



图3-19

求平均速度一般需要测量路程和时间两个物理量。路程、时间的测量方法很多。比如我们可以用步长测量从家到学校的距离，可以用脉搏测量乘车时间等。你还能说出哪些测量路程和时间的方法呢?

### 学生实验

#### 1. 测量正常行走、竞走和跑步的平均速度

活动器材：停表或手表、卷尺、小红旗。

活动地点：操场。

活动过程：每个实验组至少有5人。

- (1) 在操场上，测出 30 m 的路程，每隔 10 m 做一记号。
- (2) 选出 3 位同学做计时员，分别站在 10 m、20 m、30 m 处。
- (3) 选 1 名发令员，以小红旗的下落表示计时开始。



图3-20

- (4) 选手可以分别采取正常步行、竞走或跑步的形式完成 30 m 的路程。
- (5) 组内同学互相交换角色，重复实验。
- (6) 将每一次的实验数据填在表3-4中。

表3-4 测量平均速度

$s/m$	$t/s$	$\bar{v}/(m/s)$
10		
20		
30		

写出实验报告。实验报告的内容包括：实验题目、实验目的、实验器材、简单的实验方法与步骤、实验数据的记录(一般用表格呈现)、实验结果。在实验报告的后面还可以提出问题并对本实验提出意见和建议。

### 2. 测量骑自行车的平均速度

请你设计实验方案，并且实际测量。记录实验数据，写出实验报告。

## 作业

1. 在一次百米赛跑中，一名运动员前 10m 的平均速度为 8 m/s，中间有一段距离的平均速度为 12 m/s，最后 10m 的平均速度为 9 m/s。如果他的成绩是 10s，则他全程的平均速度是\_\_\_\_\_ m/s = \_\_\_\_\_ km/h。

2. 小明步行的速度为 4.5 km/h，他家距离学校 1.5 km。为了不迟到，小明每天至少应提前\_\_\_\_\_ min 从家里出发。



3.小宇家到学校有一条 500 m 长的平直马路。一次他从学校回家,开始以 1 m/s 的速度行走,当走了一半路程时突然下起了大雨,他马上以 5 m/s 的速度跑回家。小宇在前一半路程中所用的时间是\_\_\_\_\_s,他从学校到家整个过程的平均速度是\_\_\_\_\_m/s。

4.“复兴号”动车组列车,是由我国自主研发、具有完全自主知识产权、达到世界先进水平的动车组列车,具有安全、高速、舒适等特点,受到广大乘客的青睐。由北京南开往上海虹桥的 G1 次“复兴号”CR 400 列车的时刻表如表 3-5 所示,请你计算一下列车由北京南到上海虹桥的平均速度,并比较一下列车从北京南到济南西、从济南西到南京南,哪段运行的平均速度较大。

表 3-5 G1 次列车时刻表 (2019 年)

站次	站名	到达时间	开车时间	里程
1	北京南	—	09:00	0
2	济南西	10:22	10:24	406 km
3	南京南	12:24	12:26	1 023 km
4	上海虹桥	13:28	—	1 318 km



## 现代测速方法

### 1. 车速表

在汽车驾驶座位前,有几个功能各异的仪表,其中有一个就是车速表(图 3-21)。车速表是通过复杂的传动机构并应用电磁感应原理进行工作的,它可以显示汽车行驶的瞬时速度。



图 3-21

它可以显示汽车行驶的瞬时速度。

### 2. 雷达测速

随着社会的发展,各种车辆急剧增加,交通状况变得越来越严峻,这就需要对车速进行适当的控制。那么交通警察是采用什么方式来发现超速并及时提醒司机的呢?测速雷达(图 3-22、图 3-23)就是发挥

这种作用的装置之一。根据发射功率的不同，测速雷达的有效测速距离为 300 m~800 m，测速范围为 17 km/h~199 km/h。当将测速雷达瞄准行驶车辆时，测速雷达的显示屏上立即就会显示出该车的瞬时速度，警察就可以判断其是否超速行驶。



图3-22 手持式测速雷达



图3-23 车载式测速雷达



## 第四章 声现象

人们每时每刻都要借助声音传递各种信息。一个没有声音的世界是无法想象的。

## 一、声音的产生与传播



自然界里处处有**声音(sound)**。我们能通过声音获取大量的信息，也可以得到艺术的享受。



图4-1 声音的世界

### 声音的产生



#### 观察与思考

声音是怎样产生的呢？物体发声时有什么特征？



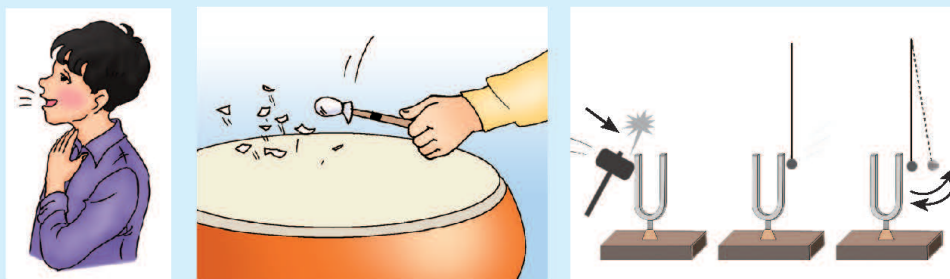


图4-2

在你说话或唱歌时，用手摸喉头会有什么感觉？在鼓面上放一些纸屑，击鼓时会看到什么现象？敲击音叉，音叉发声，将细线悬挂的轻质小球与音叉接触，你会观察到什么现象？还可以观察其他发声的物体，找出它们的共同特征。

大量实验告诉我们，一切发声的物体都在某一位置附近做往复运动，这种运动叫作**振动(vibration)**。发声的物体叫作**声源(sound source)**。图4-2中，人的声带、皮制的鼓面、振动的音叉都可以是声源。



### 交流讨论

如图4-3所示，箜篌是我国特有的一种大型拨弦乐器，笛子是一种最常见的管乐器，木琴是一种打击乐器，你知道它们各是靠什么发声的吗？

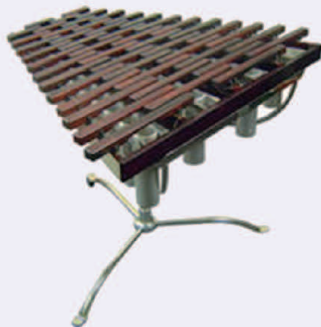
你还能再举出一些有趣的发声现象吗？



箜篌



笛子



木琴

图4-3 能发声的乐器

## 声音的传播需要介质



### 观察与思考

两位同学可通过“土电话”进行交流，水下的花样游泳运动员在音乐伴奏声中做出整齐优美的艺术动作(图4-4)。你能说出她们是通过什么物体或物质听到声音的吗？



甲 两位同学通过“土电话”对话 乙 花样游泳运动员在水下伴随音乐表演

图4-4 声音的传播

你能再举一些气体、液体和固体传播声音的实例吗？在同学中交流讨论你列举的实例。

事实表明，声音的传播需要一定的物质。能传播声音的物质叫作**介质(medium)**。空气、水、玻璃、金属等物质都是传播声音的介质。

真空能不能传播声音呢？

如图4-5所示，把正在发声的手机放在玻璃罩内，逐渐抽出罩内的空气，你听到的手机声音有什么变化？再让空气逐渐进入罩内，你听到的手机声音又有什么变化？

实验表明，声音\_\_\_\_\_ (能/不能)在真空中传播。

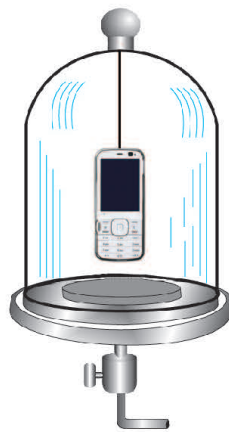


图4-5 真空罩中的手机

## 人怎样听到声音

如图4-6所示,音叉的振动使它附近的空气时而变密、时而变疏,周围的空气就形成了疏密相间的状态,并且不断地向远方扩展,这就叫作**声波(sound wave)**。声波传播到耳道中,引起鼓膜振动,再经过其他组织刺激听神经,把这种信号传递给大脑,就产生了听觉。

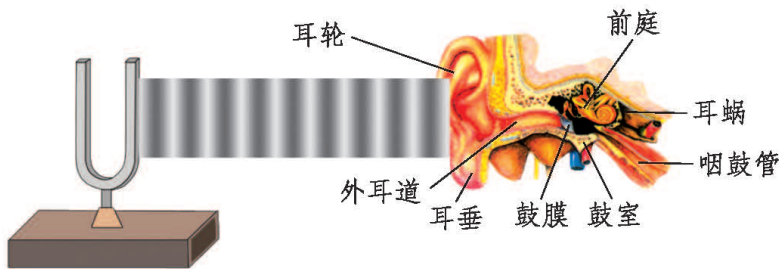


图4-6 人耳接收声波

声音的传播需要时间,在不同的介质中声音传播的快慢不同。声音的传播还会受到温度的影响。一般情况下,气体中的声速小于液体和固体中的声速。

表4-1 常温常压下一些物质中的声速

		m/s	
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



### 科学窗

#### 立体声

人靠两只耳朵来判断发声物体的方位,从而对周围的声音世界有了立体的感觉。但是要使收音机传出的音乐有立体感,却要想一些办法。最简单的办法是在演奏音乐的舞台上左右两侧各放置一个话筒,将接收到的声音分别放大,最终分别由左右两只扬声器(喇叭)*A*、*B*播放出来,如图4-7所示。人的双耳分别与

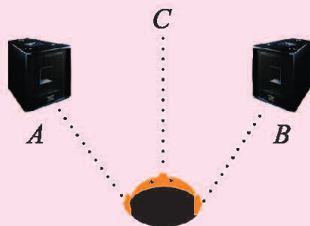


图4-7 立体声

$A$ 、 $B$  等距离，当某个乐器的声音从  $A$ 、 $B$  发出时强弱相同，人就感觉到这个乐器位于正前方  $C$  处。如果另一个乐器的声音是  $A$  强  $B$  弱，或者只从  $A$  发出，人就感觉到这个乐器处在偏左的位置。



### 实践活动

1. 设计一个测量空气中声速的方案并且实施，与其他同学交流你的测量方案。

2. 找机会考察北京天坛内建筑的声学奇观，或从互联网上搜集天坛建筑声学特点的信息资料。

3. 声音在传播过程中遇到障碍物会反射回来，遇到多孔或柔软的物质会被吸收。观察音乐厅、影剧院内的建筑装饰(图4-8)。想一想，顶上的许多吊板、墙面的特殊形状和材料，对于大厅的音响效果各起了什么作用。

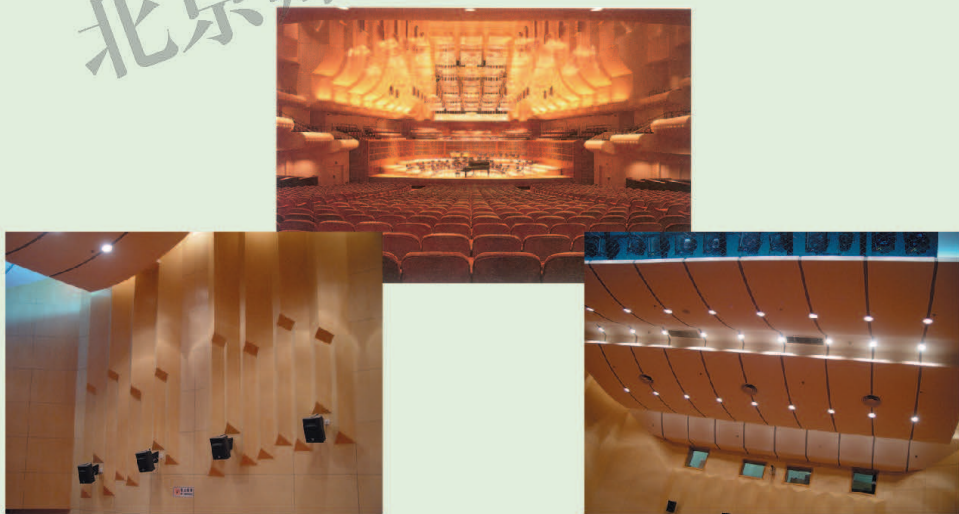


图4-8 音乐厅内的建筑装饰

## 作业

1. 胡琴是一种弓弦乐器，它是靠什么发出声音的？口琴是一种小型的吹奏乐器，它是靠什么发出声音的？

2. 两名航天员到国际空间站外工作时(图4-9)，他们还能像在地球上那样面对面交谈吗？为什么？

3. 音乐家贝多芬 28 岁时不幸患了耳疾，因此失去了正常的听觉。为了继续进行创作，他用一段木棍一端顶在钢琴的盖板上，另一端咬在牙齿中间，这样来“听”自己作品的音响效果。用这样的方法他完成了《第九交响曲》等举世闻名的不朽之作。贝多芬的木棍起了什么作用？

4. 某人想测量前面的山崖有多远，于是他大喊一声，用停表测出 1.2 s 后听到回声(图4-10)。那么这座山崖离他有多远？



图4-9 航天员在太空工作



图4-10 回声测距

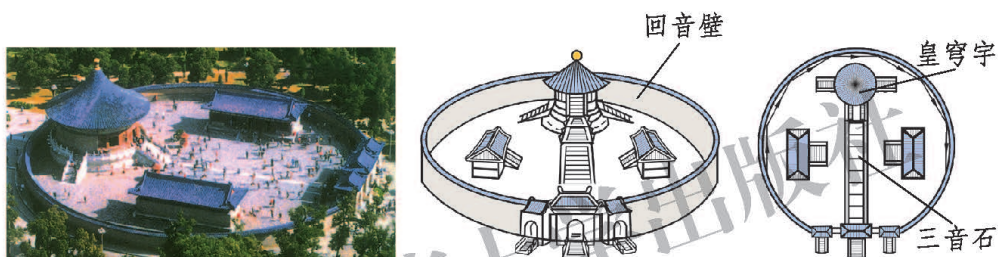
## 阅读材料

## 天坛的声学奇观

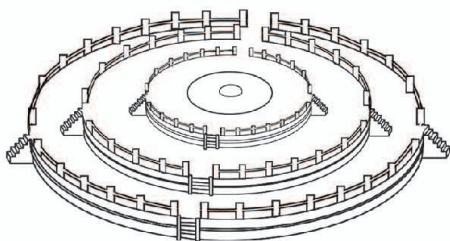
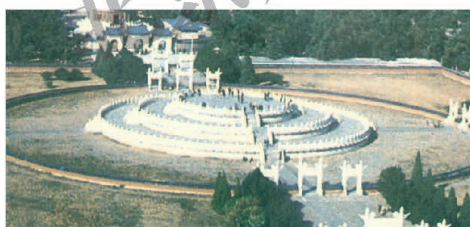
天坛中的回音壁和圜丘(图4-11)建于明朝嘉靖九年(1530年)，是我国古代最伟大的建筑之一，其声学奇观中外闻名。



回音壁是围绕在皇穹宇外的一道圆形围墙，它的表面比较光滑，非常有利于声音的反射。在回音壁的圆心处有一块铺在地上的石块，站在它上面拍手或喊一声，可以听到三次回声，因而称它为三音石。从三音石处发出的声波向四面传播，同时到达墙面，被反射后又同时会聚到圆心处，人听到第一次回声；声波继续传播，当第二次经墙壁反射会聚到圆心处时，人听到第二次回声，但是比第一次回声弱；第三次回声更弱，以后的就不容易听出来了。想一想：如果站在偏离圆心的其他位置上拍手，还能听到三次回声吗？为什么？



回音壁和回音壁示意图



圆丘和圆丘示意图

图4-11 北京天坛的回音壁和圆丘

圆丘是由汉白玉砌成的三层露天圆台，最上面一层半径约 11.5 m，四周围绕着栏杆和栏板，台面中心的圆形石板称为天心石。人站在天心石上讲话，会觉得自己的声音特别洪亮。这是因为讲话的声音向四周传播，有一部分先后被栏杆、栏板和台面反射，很快地回到头部附近会聚，反射的声音和原来的声音几乎同时引起了我们的听觉，因此听到的声音被加强了。

## 二、乐音

悠扬的琴声令人陶醉，美妙的歌声使人愉悦。我们把听起来优美动人的声音称为**乐音(musical sound)**。



现在让我们一起来研究乐音有哪些特征。

### 音调

拨动吉他上不同的弦，会听到高低不同的声音。声音的高低是由什么因素决定的？

#### 做一做



如图4-12所示，将一根较窄的、长度约 30 cm 的钢尺紧压在桌面的边沿，使钢尺的绝大部分都伸出桌面。拨动钢尺的端部，可以看出它在振动。然后将钢尺收回一些，伸出全长的  $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{3}{4}$ ，再拨动它，可以看出振动变快。由此可以得知，钢尺越短振动越快。再缩短钢尺伸出的长度(大约为全长的  $\frac{1}{3}$ )，拨动后不但能看到钢尺在快速地振动，还能听到钢尺振动发出的声音。继续将钢尺伸出的长度缩短几次，注意听钢尺振动时发出的声音高低有什么不同。

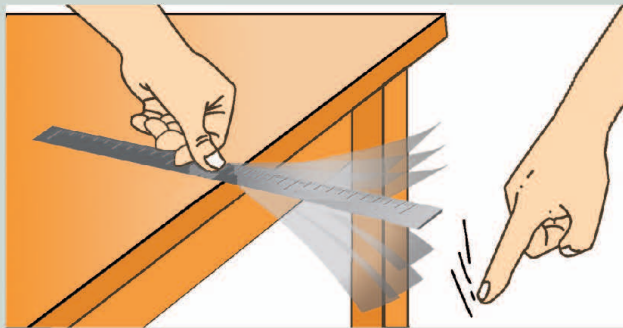


图4-12 研究音调

物体振动的快慢用每秒内振动的次数来表示，这个物理量叫作**频率(frequency)**，它的单位是赫兹，简称赫，用符号 Hz 表示。

物理学中用**音调(pitch)**表示声音的高低，音调是乐音的一个要素。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。



如图4-13所示，用话筒  $M$  接收音叉发出的声音，送到示波器  $S$  去显示。保持示波器的工作状态不变，乙图中音叉  $B$  的频率高于甲图中的音叉  $A$ 。音叉  $B$  发出的声音听起来音调较高，从示波器上看到的波形较密。

音调的高低跟发声物体的形状、尺寸和所用材料的性质等多种因素都有关系。例如，笛子是靠竹管内空气柱的振动发声的，用手指按住或放开它上面不同的孔，改变空气柱的长度(图4-14)，就能发出高低不同的声音。

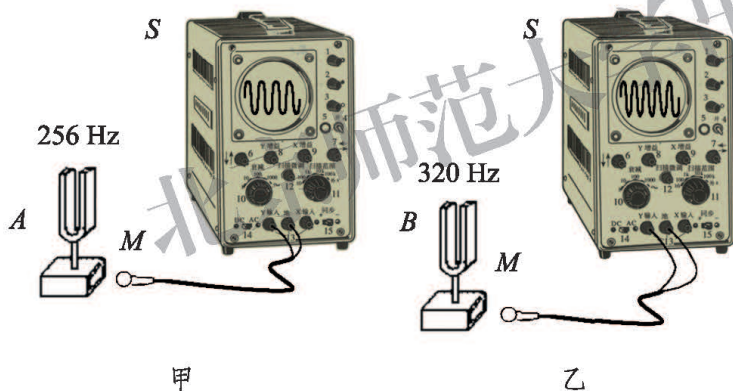


图4-13 用示波器显示声音的频率



图4-14 手按笛孔

人能感受的声音频率是有一定范围的。大多数人能够听到频率为 20 Hz~20 000 Hz 的声音。人们把频率高于 20 000 Hz 的声波叫作**超声波(supersonic wave)**，把频率低于 20 Hz 的声波叫作**次声波(infrasonic wave)**。动物的听觉范围一般和人不同，有的动物能听到超声波，有的动物能听到次声波。



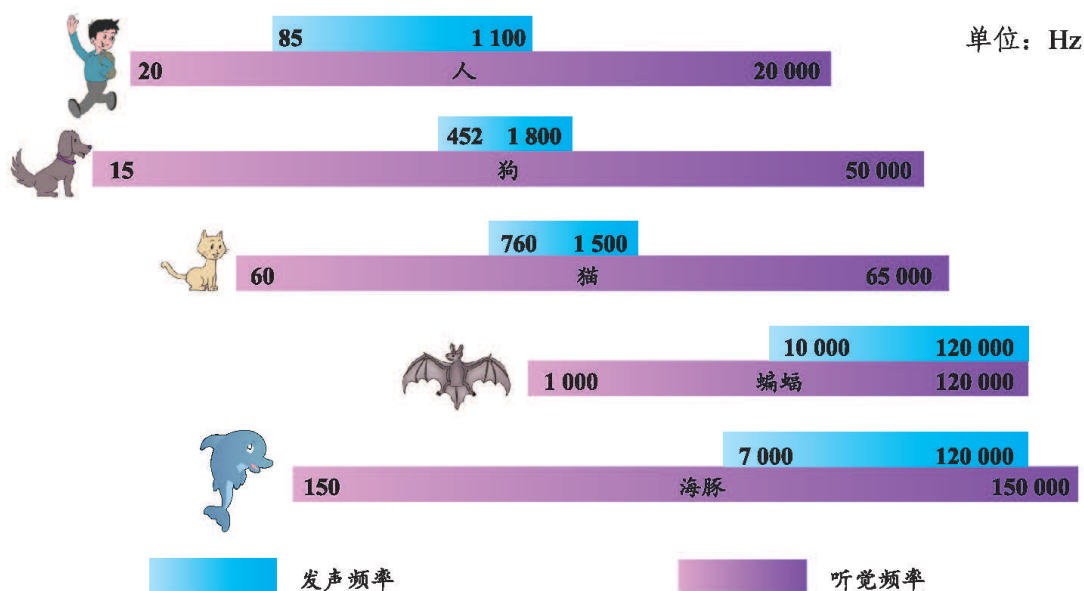


图4-15 人和一些动物的发声频率范围和听觉频率范围

## 响 度

## 观察与思考

在鼓面上撒些纸屑(图4-16), 击鼓时先轻敲后重敲, 使鼓发出的声音由弱到强, 你看到纸屑的跳动情况与听到的鼓声大小有什么关系?



图4-16

物理学中把声音的强弱称为**响度(loudness)**。响度主要与声源振动的幅度大小有关。声源振动的幅度越大，响度越大。用示波器也能显示响度与声源振动振幅的关系，如图4-17所示。

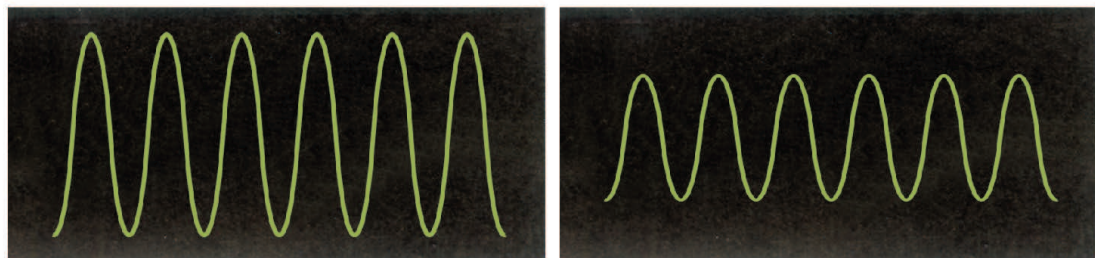


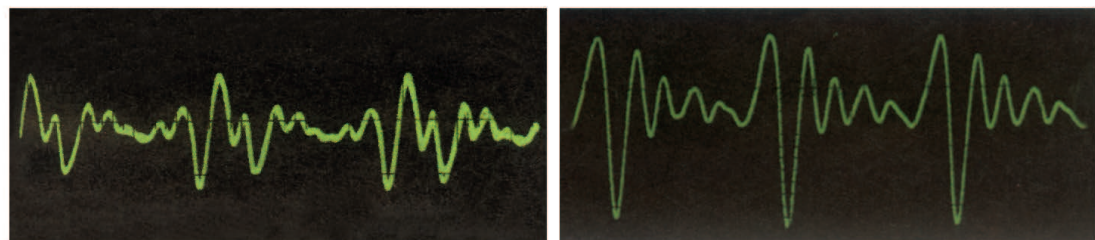
图4-17 响度不同，振幅不同

响度还跟人到声源的距离有关。距离越远，听到的声音越弱。

## 音色

用你熟悉的两种不同的乐器演奏同一首乐曲，你能够把它们区分开。这是什么缘故？这表明乐音还有另一个要素——**音色(musical quality)**。

音色也叫音质或音品，它反映了每个物体发出的声音特有的品质。用不同乐器演奏同一乐曲时，用示波器观察，发现它们的波形不同(图4-18)。这直观地向我们展示了不同乐器的音色是不同的。音色与发声体的材料、结构和振动方式(如弹奏的手法)等因素有关。



二胡

圆号

图4-18 不同音色的波形不同

乐音的音调、响度和音色，称为乐音的三要素。



## 科学窗

## 电子琴

电子琴为什么能模仿不同乐器的声音？这是因为电子琴里的电子电路可以合成跟不同乐器所发出的声音波形变化相同的电流。将这个电流通入扬声器，电子琴就模拟出了该种乐器的声音。另外，电子琴还设有混响、回声、延长音、震音和颤音等多项功能装置，使演奏出的乐曲更加动听。



图4-19 电子琴



## 实践活动

1. 自己做一套水杯琴(图4-20)，调节杯中的水量使它们形成七声音阶，然后用筷子敲击杯口来演奏乐曲。

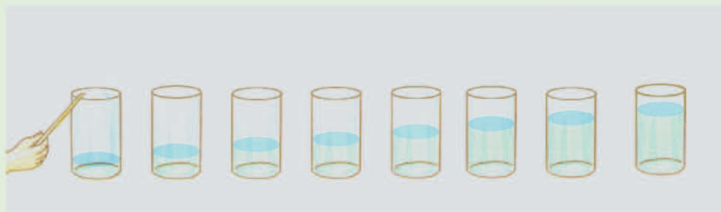


图4-20 水杯琴

2. 找一件弦乐器(胡琴、吉他、提琴等)，研究它上面不同的弦所发出声音的高低是否相同，以及怎样改变同一根弦发声的高低。由此总结出弦的音调与哪些条件有关。

## 作业

1. 体育课上, 体育老师发出的口令, 近处的学生听到了, 而远处的学生没有听清楚, 其原因是( )。

- A. 远处学生听到的声音响度小    B. 老师发出的声音音色不好  
C. 老师发出的声音频率低        D. 远处学生听到的声音振动幅度大

2. 管乐器是靠什么发出声音的? 用什么方法改变音调? 举例说明。

3. 听朋友打来的电话, 凭声音就知道他是谁, 这是什么缘故?

4. 向暖瓶中灌水时, 听声音就能知道水是否将要灌满, 这是什么缘故?

## 阅读材料

## 编 钟

1978年在湖北省发掘战国时期的曾侯乙墓时, 出土了一套完整的打击乐器——青铜铸造的编钟(图4-21)。它由3种共65件钟组成, 至今仍可使用。敲击大小不同的钟, 能发出音调不同的声音。它按照七声音阶制造, 音域宽达五个八度, 发声洪亮, 音色优美, 更特别的是从正面和侧面敲同一个钟会发出不同音调的声音。这表明在公元前4世纪, 我们的祖先在乐理和乐器制造方面, 已经达到了很高的水平。

我国的科学家不仅仿造了曾侯乙编钟并且让它进入民族乐队, 还按照天子的礼制, 设计铸造了108件的编钟——中华和钟, 作为国庆50周年的献礼。



图4-21 曾侯乙编钟

## 三、噪声与环保



电锯尖厉的声音使人紧张，工程车轰鸣的声音令人心烦意乱。我们把听起来杂乱刺耳的声音，称为**噪声(noise)**。

### 噪声及其来源

从物理角度看，噪声一般是指发声物体做无规则振动时发出的声音。图4-22是噪声的波形图。

从环境保护的角度看，凡是妨碍人们正常休息、学习和工作的声音都是噪声。从这个意义上说，噪声的来源非常多。街道上的汽车声、建筑工地的机器声、安静的图书馆里的说话声都是噪声。在你的生活环境中，还有哪些噪声的来源？

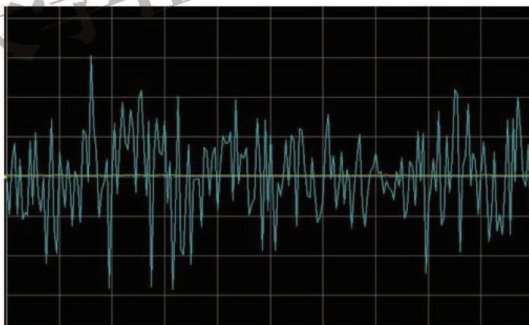


图4-22 噪声的波形

### 噪声的等级和危害

声音的大小用声级表示，单位是分贝(dB)。我们把人们刚刚能听到的声音定为 0 dB。15 dB~40 dB 是较好的生活环境，超过 70 dB，人们就会心烦意乱，学习和工作效率下降；长期生活在 90 dB 以上的环境中，听力会受到严重影响并产生神经衰弱、头痛、高血压等疾病；在 150 dB 的环境中，鼓膜会破裂出血，双耳完全失去听力。



表4-2 一些声音的声级和人们相应的主观感觉

dB

声音	声级	主观感觉
风吹落叶沙沙声	10	极静
理想的睡眠环境	20~30	安静
阅览室、办公室	40~50	较静
一般说话	60	
大声说话	70	较吵
繁华街道的喧闹	80	
汽车鸣笛	90	很吵
摇滚音乐会	100	
电锯工作	110	震耳
飞机起飞	120	感到疼痛
喷气式飞机起飞, 火箭起飞	140~150	无法忍受、永久性耳聋

我国政府 2008 年发布的《声环境质量标准》对城市环境噪声限值做出了规定, 如表4-3所示。

表4-3 城市环境噪声标准

dB

适用范围	声级	
	白天	夜间
特别需要安静的住宅区	50	40
居民、文教区	55	45
商业中心区	60	50
工业中心区	65	55
交通干线两侧	70	60

为了更有效地控制噪声, 我国在 1996 年 10 月 29 日第八届全国人民代表大会上通过了《中华人民共和国环境噪声污染防治法》。这是用法律的手段, 保护和改善生活环境, 保障人体健康, 促进经济和社会的发展。

## 噪声的防治



## 观察与思考

观察图4-23所示的情景，你能说说可以从哪些环节减弱噪声吗？



甲 摩托车的消声器

乙 道路边噪声隔离墙

丙 射击运动员戴耳罩

图4-23

控制噪声这种公害，要从以下三个环节着手：

1.在噪声的发源地减弱它。如给机器加橡皮垫来吸收它的振动，给汽车和摩托车安装消声器。

2.在传输路径上隔离和吸收声波。如在公路和住宅区设置噪声隔离墙或植树。

3.阻止噪声进入耳朵。如在高噪声环境下工作的工人要戴耳罩。

噪声的声级可以用仪器检测。噪声检测仪(图4-24甲)是检测噪声是否超标的一种仪表，仪表中正显示出家用电冰箱的噪声为 31.2 dB。



甲 噪声检测仪



乙 噪声显示牌

图4-24

现代化大城市一般在主要街道上设置噪声显示牌，以监控噪声情况，图4-24乙是北京街道上的噪声显示牌。



## 实践活动

调查学校(或社区)噪声污染的情况及所采取的防护措施，提出进一步减小噪声污染的建议。



## 作业

1. 为了使教室内的学生在上课时免受周围环境噪声干扰, 下列方法有效、合理的是( )。

- A. 老师讲话时声音小一些      B. 每位学生都戴防噪声耳罩  
C. 在教室周围植树              D. 教室内安装噪声监测装置

2. 说出下面几种情形各是通过什么方式控制噪声的。

摩托车的消声器: \_\_\_\_\_。

城市道路旁的隔声板: \_\_\_\_\_。

道路旁植树: \_\_\_\_\_。

工厂用的防声耳罩: \_\_\_\_\_。

3. 噪声是城市环境污染的来源之一, 噪声污染主要有三大部分: 工业噪声、交通噪声、居民噪声。请你分别举出一个工业噪声和一个交通噪声的实例。

工业噪声: \_\_\_\_\_。

交通噪声: \_\_\_\_\_。

## 阅读材料

## 噪声的利用

科学家发现, 不同的植物对不同的噪声敏感程度不一样。根据这个现象, 人们制造出噪声除草器。这种噪声除草器发出的噪声能使杂草的种子提前萌发, 这样就可以在作物生长之前用药物除掉杂草, 保证作物顺利生长。

美妙、悦耳的音乐能治病, 其实噪声也能用于诊病。科学家制成一种激光听力诊断装置, 它由光源、噪声发生器和计算机测试器三部分组成。使用时, 先由微型噪声发生器产生微弱短促的噪声, 振动耳膜, 然后计算机测试器就会根据回声, 把耳膜功能的数据显示出来, 供医生诊断。它测试迅速, 不会损伤耳膜, 没有痛感, 特别适合儿童使用。此外, 还可以用噪声测温法来探测人体的病灶。



## 四、声现象在科技中的应用



### 超声波

利用超声波的特性可以做很多事情。

超声波频率高、波长短，容易会聚成一束定向发射，在水中能够传播得很远，遇到物体又会反射回来。于是人们利用它制造出水声仪器——声呐。用声呐向海中射出一束超声波，依靠回波，可以在船上探测出海洋的深度(图4-25)，鱼群、礁石和敌方潜艇的方位等。

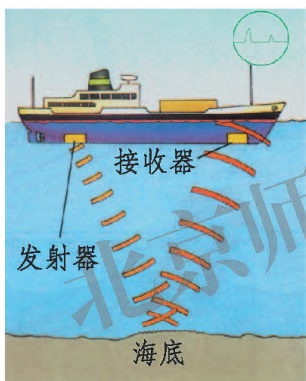


图4-25 超声波探测海深

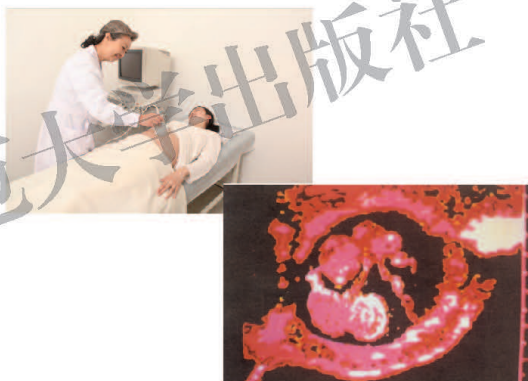


图4-26 超声波检查

超声波在人体内不同组织的交界面上也会反射，利用“B超”(B型超声仪)在屏幕上生成的声学图像，可以观察到人体内的脏器或胎儿，帮助医生做出诊断(图4-26)。医生用超声波击碎人体内的结石，使之可以顺畅地排出体外。工业上使用超声探伤仪，探查金属零件内部的裂纹等隐患。

在干燥的冬季，如果把超声波通入水中，剧烈的振动会使水“破碎”成许多小雾滴，再用小风扇把雾滴吹入室内，就可以增加室内空气的湿度。这就是超声波加湿器(图4-27)的原理。



图4-27 超声波加湿器

利用超声波使清洗液产生剧烈的振荡，可以在不损伤物体表面的情况下把污物除掉，用它清洗眼镜片或首饰更具有优势。



## 科学窗

### 超声波测速仪

超声波测速仪是利用超声波测定运动物体速度的仪器。超声波测速仪固定在道路旁，向着驶来的车辆发射一定频率的超声波。超声波遇到车辆后会被反射回来再被测速仪接收到，而接收到的超声波的频率已经改变了。根据频率的变化，就能确定车辆的行驶速度(图4-28)。

测速仪除利用超声波外，还可利用电磁波，如雷达测速仪就是利用电磁波测定运动物体速度的。



图4-28 交通民警在路上测汽车速度

### 次声波

由于次声波的频率很低，因而它显示出了种种奇特的性质。其中最显著的特点是在空气中传播的距离远，而且不容易被吸收。1961年，在北极圈内新地岛进行的一次核试验激起的次声波绕地球转了5圈。

次声波的传播速度大于风暴传播的速度。因此，人们利用仪器监测风暴发出的次声波，可在风暴到来之前发出警报。利用类似方法，也可预报火山爆发、雷暴等自然灾害。

次声波在大气层中传播时，也会受到大气介质的影响，这种影响与大气层中的风和温度分布等因素有着密切的联系。因此，可以通过测定自然或人工产生的次声波在大气中的传播特性，探测出某些大规模气象活动的性质和规律，如沙尘暴、龙卷风及大气中电磁波的扰动等。这种方法的优点在于可以对大范围大气进行连续不断的探测和监视。

在大气层内进行核爆炸会产生很强的次声波，用高灵敏度的监测装置可以探测到核爆炸的强度和位置(图4-29)。目前，全球性核试验监测网已经建成，可监测地球任何一个角落进行的核试验。

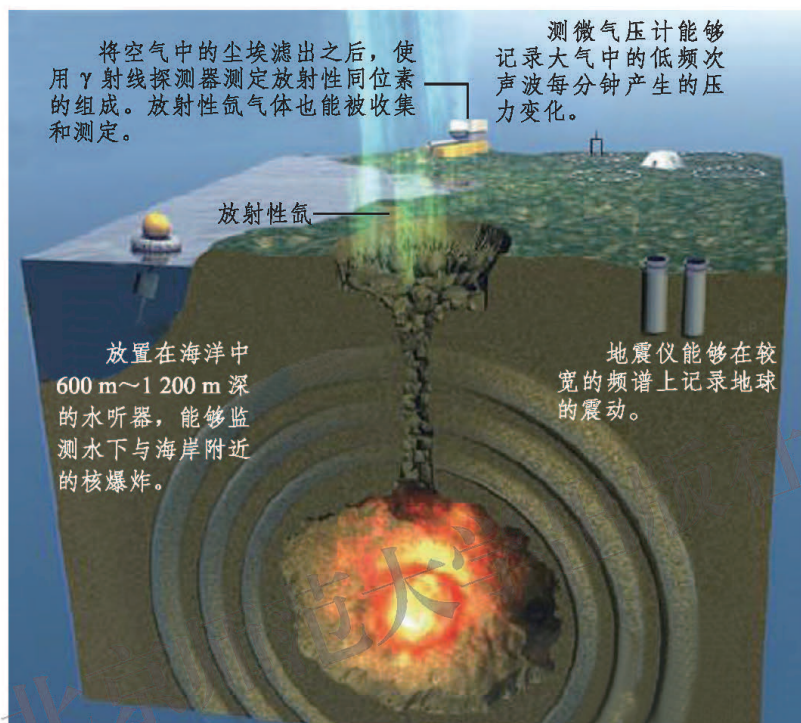


图4-29 核爆监测示意图

## 语音识别

与机器进行语音交流，让机器明白你说什么，这是人们长期以来梦寐以求的事情。语音识别技术就是让机器把语言信号转变为相应的文本或命令的高技术。近20年来，语音识别技术取得了显著进步，开始从实验室走向市场。

与指纹一样，世界上没有两个人的声音是完全相同的。当语音识别系统掌握了用户个人独有的声音后，用户只需讲出某些词句或数字，系统便会核对预先收录的声音样本，然后根据声音的特征迅速验证用户的身份(图4-30)。与其他生物识别技术(如指纹识别、掌纹识别、虹膜识别等)相比较，声音具有不会遗失或忘记、不需记忆、使用方便等优点，因此在保护人们的财产，防止盗窃或者其他经济犯罪方面会有更大的用途。利用声音进行身份识别可能是最



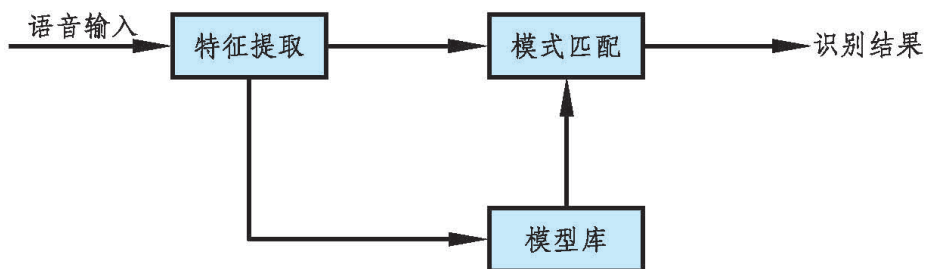


图4-30 语音识别的实现

自然和最经济的方法之一，更适用于电话银行、电话炒股、电子购物等领域。

我国语音识别技术的研究水平已经基本上与国外同步，在汉语语音识别技术上还有自己的特点与优势，并达到国际先进水平。图4-31是我国自主研发的语音识别机器人。

21世纪是信息和网络的时代，语音识别技术研究应用的重要发展趋势是，让人在任何地方、任何时间，都能够通过语音交互的方式，更加方便地享受到更多的社会信息资源和现代化服务。我们将体会到语音识别带来的种种便利。



图4-31 可利用语音控制的机器人

### 实践活动

1. 查询资料，详细了解超声波的应用。
2. 查询资料，了解次声波的产生和危害。



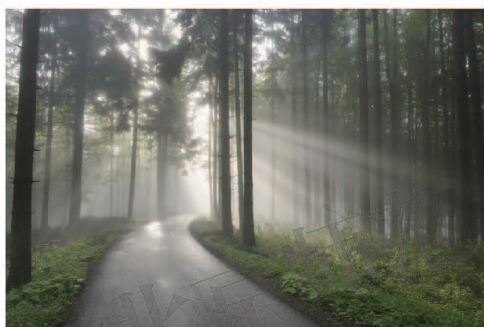
## 第五章 光现象

因为有了光，世界才会如此绚丽多彩。你知道光是怎样传播的吗？为什么物体会会有不同的颜色？水中的倒影是怎样形成的？现代科技怎样利用光来为人类服务？本章将引导你探索这些问题，进入神秘的光世界。

## 一、光的传播



晴朗的清晨，阳光穿过森林照亮大地(图5-1甲)，给大地带来光明和色彩；夜晚，高大建筑物上部的装饰灯发出的光束射向夜空(图5-1乙)，给世界带来勃勃生机。天上的恒星、闪电，建筑物上的照明灯、霓虹灯、发光二极管，夏夜在草丛中闪烁的萤火虫，深海中游弋的烛光鱼等都能够发**光(light)**，这类发光的物体叫作**光源(light source)**。



甲



乙

图5-1

根据图5-1所示的情景，你能猜出光源发出的光是怎样传播的吗？

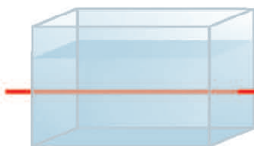
### 学生实验



在暗室中，将一束光(激光或者白光)分别射入空气、水和有机玻璃中(图5-2)。观察光在空气、水、有机玻璃中的传播路径。



激光穿过空气



激光穿过水



激光穿过有机玻璃

图5-2

从以上实验可知：

光在空气中的传播路径是\_\_\_\_\_。

光在水中的传播路径是\_\_\_\_\_。

光在有机玻璃中的传播路径是\_\_\_\_\_。

概括起来，可得出结论：光在同种均匀介质中是沿\_\_\_\_\_传播的。

※ 注意不要让激光照射在眼睛上。

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，如图5-3所示。

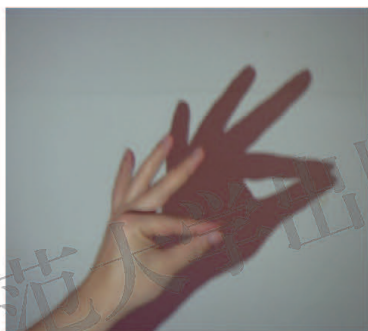


图5-3 影子

图5-4 日晷

中国古代，人们很早就会使用日晷(guǐ)(图5-4)判断时间。你还能举出生活中光沿直线传播的实例吗？

自然界中还有许多神奇的现象都与光的直线传播有关，例如日食(图5-5)和月食。



日全食



日偏食



日环食

图5-5

为了表示光的传播情况，我们通常用一条带有箭头的直线表示光的传播路径和方向，这样的直线叫**光线(light ray)**。

光的传播是需要时间的，太阳光传到地球上需要的时间约为 8 min 20 s，织女星的光传到地球上约需 25 年。我们今天看到的北极星光，实际上是它 430 多年前发出来的。

光在不同物质中的传播速度是不同的。光在真空中的速度是 299 792 458 m/s，用字母  $c$  表示，一般我们说光在真空中的速度  $c = 3 \times 10^8$  m/s。

光在空气中的速度十分接近它在真空中的速度。光在水中的速度大约是在空气中的  $3/4$ ，光在玻璃中的速度大约是在空气中的  $2/3$ 。



### 科学窗

#### 光速的测量

光速的测定在光学的研究历程中有着重要的意义，人们从设法测量光速到测量出较为精确的光速经历了几百年的时间。在激光得以广泛应用以后，人们开始利用激光测量光速。当代计算出的最精确的光速都是通过波长和频率求得的。其方法是测出激光的频率和波长，应用  $\text{光速} = \text{波长} \times \text{频率}$  计算出光速。1983年，第17届国际计量大会把真空中的光速值规定为 299 792 458 m/s。



### 作业

- 关于光的直线传播，下列说法正确的是( )。
  - 光只在空气中才沿直线传播
  - 光在任何情况下都沿直线传播
  - 光在玻璃中不能沿直线传播
  - 光在同种均匀介质中沿直线传播

2. 光从月球传到地球约用时 1.3 s，由此可以估算出月球到地球的距离大约是多少？

3. 图5-6为日食的成因图。根据光沿直线传播的道理，画出月全食的成因图。

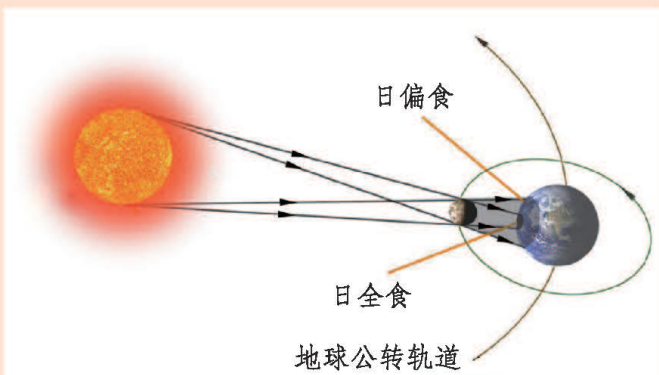


图5-6



## 二、光的反射



### 光的反射定律

当你漫步在池塘边时，在波光粼粼的水面上常可以看到水中游弋的鸭子及其在水中的倒影(图5-7)。水面上为什么会泛起粼粼的波光？鸭子在水中的倒影又是怎样形成的呢？这些都与光的反射现象有关。光的反射现象有哪些规律呢？



图5-7

### 学生实验



实验装置如图5-8所示，其中  $M$  是一面水平放置的小镜子，上面竖立着一块用来显示光的传播路径的半圆形的屏。这个屏由两个大小相同的扇形面  $E$ 、 $F$  连接而成。 $E$  与镜子  $M$  固定在一起， $F$  可绕接缝  $ON$  转动。

1. 探究反射光线、入射光线和法线的关系。

如图5-9所示，让一细光束沿平面  $E$  射到镜面  $O$  点，在平面  $E$  上

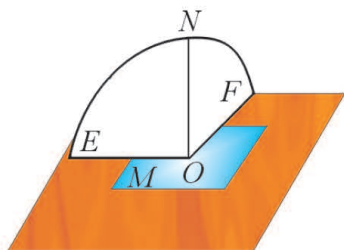


图5-8

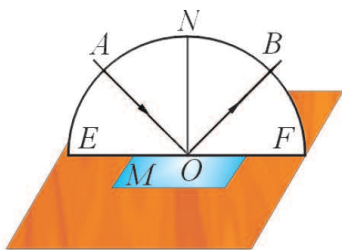


图5-9



可看到入射光线  $AO$ 。 $O$  点称为这束光的入射点，过入射点且垂直于镜面的直线  $ON$  称为镜面的**法线(normal line)**。

前后转动  $F$ ，当  $F$  处在什么位置的时候，可以在它上面看到反射光线  $OB$ ？

2.探究反射角和入射角的关系。

当改变入射光线  $AO$  的方向时，反射光线  $OB$  的方向是否改变？每次反射角与入射角各有什么关系？用量角器测量入射角和反射角，把测量结果记录在表5-1中。

表5-1 探究光的反射规律

实验次数	入射角/ $^{\circ}$	反射角/ $^{\circ}$
1		
2		
3		

提示：

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  $\angle NOB$  叫作反射角。

由上述实验，我们可以得到结论：**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)。**

## 镜面反射和漫反射

太阳光穿过教室的窗户，射到放在桌面的小镜子上。观察室内的墙壁，你看到了什么？在桌面的同一位置放一张大小相同的白纸，观察到的现象有什么不同？想想其中的原因。

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)**，如图5-10甲所示。但一般物

体的表面往往都比较粗糙，平行光经反射后，反射光不再平行，而是射向各个方向，这种现象叫作**漫反射(diffuse reflection)**，如图5-10乙所示。

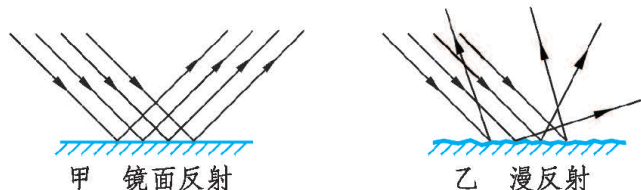


图5-10

我们能看到身边的物体，是由于有光从这些物体射入了我们的眼睛。书本、文具、课桌都不发光，但它们的表面比较粗糙，当光照射到这些物体表面上时，光向各个方向反射。正是由于有了这些漫反射的光，才使得我们能从不同方向看到这些不发光的物体。



### 你知道吗

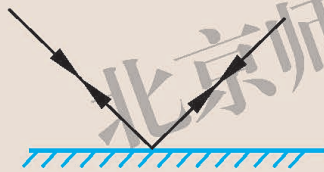


图5-11

如果让光逆着反射光的方向射到镜面，那么，它被反射后就会逆着原来的入射光的方向射出(图5-11)。这表明，在反射现象中，光路是可逆的。



### 作业

- 下列说法正确的是( )。
  - 光照射到书本、衣服上将发生漫反射
  - 当入射光线彼此平行时，经漫反射后的光线将彼此不平行
  - 电影屏幕对光的反射是镜面反射
  - 只有光照射到物体上发生镜面反射时，我们才能看清被照射的物体



2.如图5-12所示,欲用一平面镜将斜射的阳光竖直向下射入井中,请你用作图的方法确定应怎样放置平面镜。

3.在图5-13中,  $MN$  为平面镜,根据所给出的入射光线或反射光线,判断并画出相应的反射光线或入射光线。



图5-12

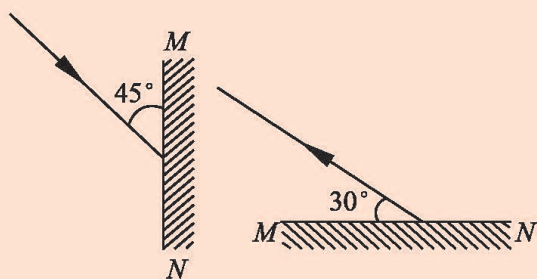


图5-13

4.在暗室里用手电筒照射一块毛玻璃,观察反射光的方向。然后用蘸水的湿毛巾擦毛玻璃,再用手电筒照射毛玻璃,观察反射光的方向。比较前后两次反射光有何变化。讨论产生这一现象的原因。

### 实用的反射——角反射器



把三面镜子两两相互垂直地对接在一起,就像房间的一个墙角一样,我们把这种装置叫作“角反射器”,如图5-14甲所示。光无论从什么角度射到它上面,其出射光总与入射光平行(图5-14乙)。

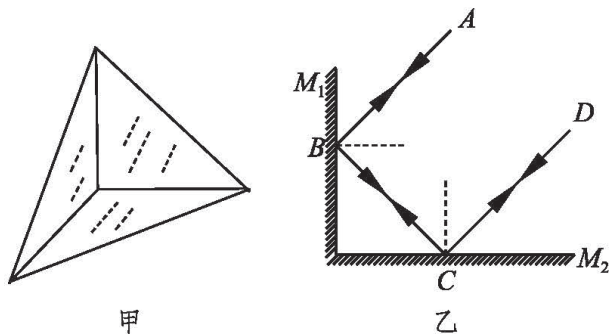


图5-14 角反射器的原理



仔细观察自行车尾灯的红色塑料片上的凸起部分，每个凸起部分的内侧都是一个角反射器(图5-15)。汽车前灯发出的光照在自行车尾灯上时，它就能把入射光按入射方向的反方向反射回去，提醒司机。公路上镶嵌在路边的标志也是一种简易的角反射器，夜间驱车行驶在高速公路上，你就会发现它们在车灯的照射下发亮。

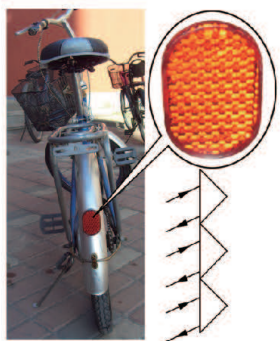


图5-15 自行车上的角反射器及其构造

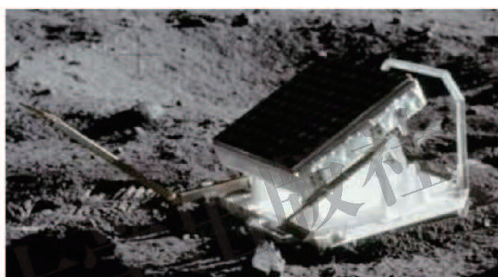


图5-16 月球上的角反射器

1969年7月，“阿波罗11号”的航天员首次登上月球时，他们把一种特制的角反射器装在了月球上(图5-16)，这个角反射器由100块熔融石英直角棱镜组成。此外，在太空中飞行的不少人造卫星上，也都装有大大小小不同的角反射器。

当从地面向月球或这些人造卫星发射激光时，无论月球或人造卫星运行到什么方位，这些角反射器总能把光反射回到原来发射激光的地方。根据激光往返的时间和光的传播速度，就可以方便地计算出月球或人造卫星与地球之间的距离了。对于与地球相距  $3.84 \times 10^8$  m 远的月球的测量只需几秒钟，测量误差仅为 10 cm。



### 三、学生实验：探究——平面镜成像的特点

如图5-17所示，平静的水面、建筑物外面的玻璃幕墙、舞蹈练功房里的大镜子等都可以看成**平面镜(plane mirror)**。通过平面镜我们能观察到物体的**像(image)**。



图5-17



#### 科学窗

#### 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。只能用眼睛观察，而不能在光屏上呈现的像，叫作**虚像(virtual image)**。

#### 问题与猜想

平面镜成像有什么特点呢？具体地说，像的位置有什么特点？像的大小有什么特点？

如图5-18所示，将一支蜡烛放在平面镜前。若使蜡烛到平面镜的距离变远，蜡烛的像到镜面的距离如何变化？



图5-18

镜子里的像的大小与蜡烛距镜面的远近有关系吗？镜子里的像与蜡烛左右关系一致吗？

依据你的生活经验对上述问题进行猜想，并把你的猜想写下来。

### 制订计划

我们虽然可以看到物体在平面镜里的像，但如果在平面镜后面放置一块光屏，屏上不会呈现物体的像。因此我们无法用尺子去测量像的位置和大小。怎样解决这个问题呢？为此，你选用什么样的“平面镜”？你准备怎样寻找像的位置？用什么办法比较物到平面镜的距离与像到平面镜的距离关系？用什么办法比较像与物的大小关系？



实验中，为了解决上述问题，你选取了哪些实验器材？

### 收集证据

同学们分成若干小组，讨论各自的探究计划，按照计划进行实验并采集数据，来验证自己的猜想和假设。

将你的实验现象和数据记录在表5-2中。

表5-2 探究平面镜成像的特点

实验次数	物到平面镜的距离/cm	像到平面镜的距离/cm	像与物大小比较 (放大、缩小或相等)
1			
2			

### 分析与结论

- 1.平面镜所成像的大小和物体的大小\_\_\_\_\_ (相等/不相等)。
- 2.像到平面镜的距离与物到平面镜的距离\_\_\_\_\_ (相等/不相等)。
- 3.平面镜所成的像是\_\_\_\_\_ (实/虚)像。

## 表达与交流

实验完毕后，各实验小组在全班交流自己的设计思路和实验结论。

1. 同学们的探究结果是否相同？
2. 改变物体与平面镜间的距离，像的大小是否会改变？
3. 平面镜所成的像与物体是左右相反的吗？
4. 关于平面镜成像的特点你还有哪些猜想？准备怎样去验证它？



## 交流讨论

测量视力时，要求人距离视力表 5 m，但是房间可利用的宽度只有 3 m。你能利用平面镜成像的规律来解决这个问题吗？如果能，请画出示意图说明怎样解决。



## 科学窗

### 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。我们称这种关系为像与物关于镜面对称。

## 做一做



### 望不到尽头的长廊

找一个大小合适的立方体木箱或硬纸箱， $A$  面开口。在  $B$  面内侧贴一块平面镜，使得镜面与  $A$  面相对(图5-19甲)。在箱子内的两个侧壁上安装一个或两个小灯泡(图5-19乙，图为俯视图)，并将灯泡引线引出箱外与电池盒及开关(图中未画出)相连。最后在  $A$  面处安装一块半透明的茶色玻璃。

打开电源开关，从  $A$  面的茶色玻璃向箱内望去，你就会看到一个



安装有无数灯泡的长廊(图5-19丙)。

如果你制作成功了,还可以尝试着改变半透明玻璃和平面镜的角度,会有意想不到的现象发生呢。亲手试一试吧!

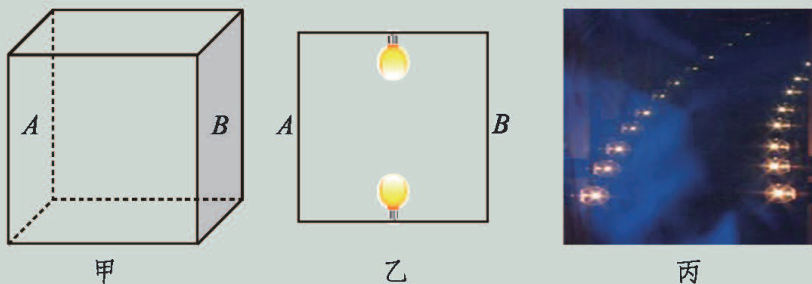


图5-19



## 作业

1.人站在平面镜前,当他向平面镜走近时,发生的现象是( )。

- A.像变大,像到镜面的距离变小
- B.像变大,像到镜面的距离变大
- C.像不变,像到镜面的距离变小
- D.像不变,像到镜面的距离不变

2.我们参观舞蹈演员的练功房时,会感到房间既宽敞又明亮,这是为什么?

3.通过平面镜看到钟上时针、分针的位置如图5-20所示(钟竖直放置),则钟所指示的时间是\_\_\_\_点\_\_\_\_分。

4.小明身高为 1.70 m,站在竖直放置的平面镜前约 1 m 处,他在镜中所成的像高是 1.70 m。当他再后退 1 m 时,他在镜中的像高为\_\_\_\_\_m,像到镜面的距离约为\_\_\_\_\_m。



图5-20

## 阅读材料



## 球面镜

反射面是球面的一部分的镜子叫作**球面镜(spherical mirror)**。其中，反射面是凹面的叫作**凹面镜(concave mirror)**，反射面是凸面的叫作**凸面镜(convex mirror)**。

凸面镜对光有发散作用(图5-21);凹面镜对光有会聚作用(图5-22)。入射到凹面镜上的平行光的反射光会聚到  $F$  点,这一点是凹面镜的焦点。

太阳灶(图5-23)、大型反射式望远镜、医生观察耳道的医用反光镜等,都是利用了凹面镜会聚光的性质制作的。2008年北京奥运会圣火火炬,就是用凹面镜会聚太阳光点燃的。根据光路的可逆性,若把光源放在凹面镜的焦点上,反射光将平行射出,如手电筒、汽车头灯、探照灯等都利用了这一性质。

如图5-24所示,汽车的观后镜、马路拐弯处的大反射镜等都使用的是凸面镜。

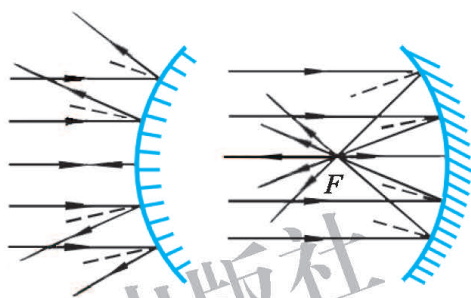


图5-21

图5-22



图5-23



图5-24

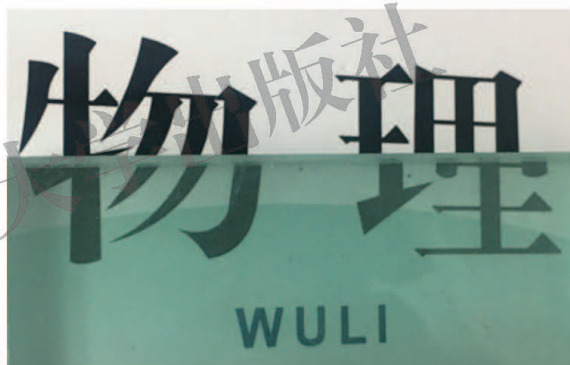
## 四、光的折射



如图5-25所示，把一根筷子插入水中，筷子看起来弯折了；透过压在书页上的玻璃砖看书，书上字的位置有些偏移。这些都是光从一种介质射入另一种介质时发生**折射(refraction)**现象的结果。



甲 水中的筷子发生弯折



乙 透过玻璃砖看字出现错位现象

图5-25

那么光的折射现象有哪些规律呢？



### 实验探究

如图5-26所示，用激光器射出一束光，光从空气斜射入玻璃或水中，观察光进入玻璃或水中后传播方向是否改变。如果传播方向改变，用什么方法描述这种改变呢？

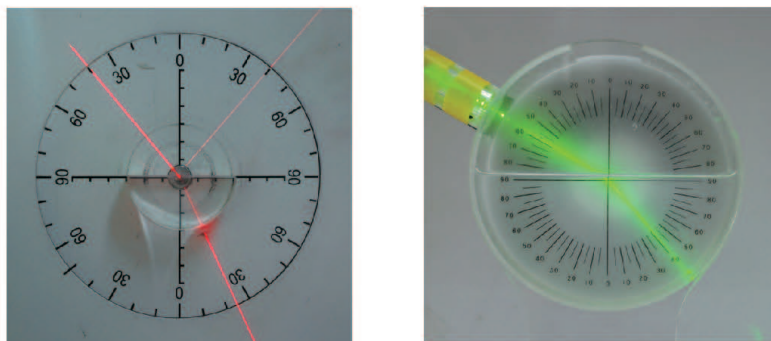


图5-26

借鉴研究光的反射规律的经验，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)**，如图5-27所示。

1. 观察光从空气中斜射入水中时，折射光线、入射光线与法线的位置关系，比较折射角与入射角的大小。改变入射角的大小，观察折射角的大小怎样变化。设计表格，记录入射角和折射角。

2. 观察光从水中斜射入空气中时，折射角、入射角的大小如何，改变入射角的大小，再观察折射角怎样变化。设计表格，记录入射角和折射角。

3. 把水换成玻璃砖，重复步骤 1、2。

各实验小组独立完成实验操作，分析实验数据，找出规律。

实验数据表明：光在发生折射时，折射光线跟入射光线和法线在\_\_\_\_\_，折射光线和入射光线分别位于法线的\_\_\_\_\_；光从空气中斜射入水或玻璃中时，折射角\_\_\_\_\_入射角，入射角增大(或减小)时，折射角\_\_\_\_\_；当光从水或玻璃中斜射入空气中时，折射角\_\_\_\_\_入射角。

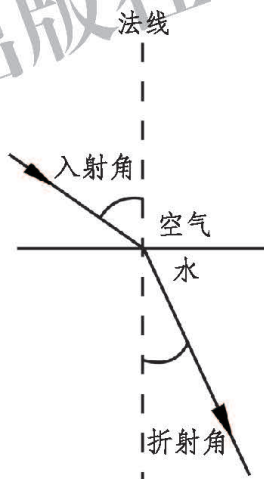


图5-27

在图5-25甲中，将一根笔直的筷子斜放在盛有清水的碗里，水中的筷子为什么看起来会上翘呢？设水面下有一个发光物体  $A$ ，它从水面下发出的光在进入空气时传播方向发生改变，光线  $AO$  和  $AO'$  的折射光线分别为  $OB$  和  $O'C$ ，当折射光射入眼睛时，观察者会认为光是从  $A'$  处射来的（图5-28）。这样观察者所看到的物体位置比它实际的位置升高了。人看到筷子没入水中的部分上翘就是这个道理。你能解释图5-25乙所示的现象吗？

我国古代人民很早就对光的折射现象有所观察和研究，在古诗文中就有“潭清疑水浅”的描述。

“潭清疑水浅”说的是从潭底射出的光由水中进入空气时发生折射，人从岸上逆着折射光的方向看去，看到的潭底的位置比实际的要高，就会觉得水比较浅。所以，大家一定不要进入情况不明的池塘中戏水！

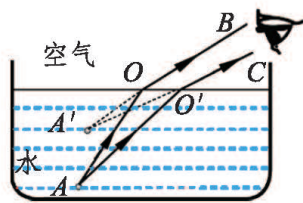


图5-28



## 科学窗

## 海市蜃楼

远处景物的像呈现在空中或地面上的奇妙景观叫作海市蜃楼。海市蜃楼是由于光的折射产生的一种现象，它多发生在夏天的海面上或沙漠中。夏天，较热的空气笼罩海面，但是海水比较凉，从而造成海面上空气密度的不均匀。这样密度分布变化较大的空气相当于一层层密度不同的物质，光从密度较大的空气层射到密度较小的空气层时，光的传播方向发生偏折。远方景物发出的光经过多次折射，从整体上看，光就逐渐向地面弯曲进入观察者眼中，逆着光望去，光好像是从海面上空的物体射来的一样，如图5-29所示，我们就看见了“天上的仙境”。

夏日，当你沿一条很热的黑色柏油马路向路的前方望去时，会看到在远方的路面上仿佛有一片水塘。而当你走近时，会发现原以为是水塘的地方其实是干燥的。你能解释这一现象吗？

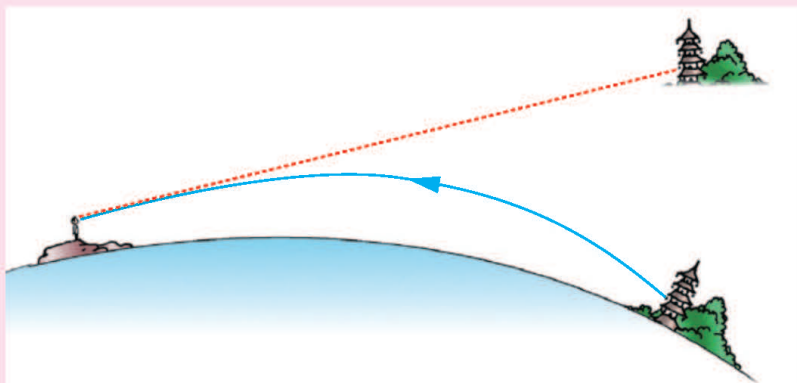


图5-29

做一做



将一枚硬币粘在搪瓷杯底部。将你的头部向后移一点，使硬币刚好被杯口边缘遮住而看不见(图5-30)。请另外一位同学把水徐徐加入杯中(不要使硬币改变位置)，虽然眼睛的位置、杯和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，并画图解释原因。

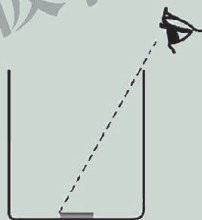


图5-30

作业

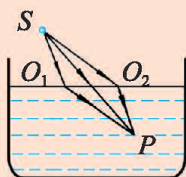


图5-31

1.如图5-31所示，点光源  $S$  发出的光照到水中  $P$  点的3条光线中，只有光路\_\_\_\_\_是正确的。

2.我国宋代诗人梅尧臣用“晨登日观峰，海水黄金熔。浴出车轮光，随天行无踪”来形容在泰山上观日出的壮观景象。由于地球周围大气层对太阳光的折射，当看见太阳刚从云海升起时，太阳实际的位置位于云海\_\_\_\_\_（选填“上方”或“下方”）。假设地球

表面不存在大气层，那么人们观看到日出的时刻与实际存在大气层的情况相比将\_\_\_\_\_（选填“提前”或“延后”）。



3.将一根筷子贴着杯壁竖直插入盛满清水的玻璃杯内。视线垂直于玻璃杯壁，从不同角度观察玻璃杯中的筷子。说说你看到了什么现象，能用光的折射规律解释你所见到的现象吗？

4.一盏探照灯的灯光朝西，斜向下射入原来没有水的游泳池底中央，在池底形成一个光斑。在水缓慢灌满该池的过程中，池底的光斑将( )。

- A.始终在原地不动      B.先向东移再向西移，最后静止  
C.一直向西移动      D.一直向东移动

### 阅读材料



### 全反射与光导纤维

当光从空气中斜射入玻璃(或水)中时，在交界面上同时发生反射和折射。入射角增大，反射角和折射角也增大，但折射角总小于入射角。当光从玻璃(或水)中斜射入空气中时，在交界面上也同时发生反射和折射，但折射角总大于入射角。这样，当入射角增大到一定程度时，折射角会达到  $90^\circ$ 。入射角继续增大时，便没有折射而只有反射了(图5-32)。这种反射叫作全反射。当光由其他介质射向空气中时也会发生全反射现象。

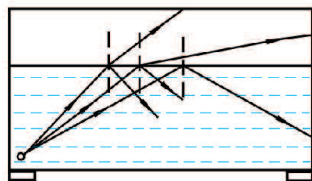


图5-32

如果把某种介质做成细丝，使光以合适的角度由一端射入，光就可以在里面连续不断地发生全反射，最后由另一端射出。光导纤维就是利用了这一原理。1966年，33岁的华裔博士高锟首次提出，直径仅几微米的透明玻璃纤维有可能作为光波导和传输光信号的有效手段。1970年，美国康宁公司首次拉制出了这种玻璃纤维，这就是光导纤维。高锟因此获得2009年诺贝尔物理学奖。

现代技术中的光导纤维，是一种比头发还要细的玻璃丝，玻璃

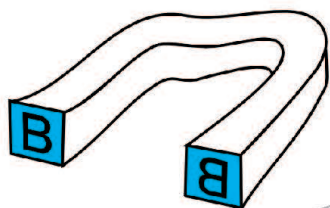


丝外包一层折射本领较小的材料，如图5-33所示。把许多光导纤维并成一束，且使这一束中各条光导纤维相互间的位置保持不变，这样的光导纤维束就可以用来传递图像了(图5-34)。医学上用光导纤维制造了用来观察人体内脏的内窥镜，如胃镜(图5-35)。



图5-33

光导纤维还可以用来传递信息，进行通信。许多有线电视网和通信线路都是用光导纤维传输信息的(图5-36)。



光导纤维传输图像

图5-34



光导纤维可以做成直径只有 0.5 cm 的胃镜

图5-35



光导纤维传输光信号

图5-36



## 五、物体的颜色



### 光的色散

古代的人们早就学会把金刚石、水晶石打磨成项链等各种装饰品，在阳光的照耀下，它们发出彩虹一般的颜色，令人赏心悦目。这么美丽的色彩是从哪里来的呢？难道阳光是由这些美丽的色彩构成的吗？

在图5-37所示的实验中，中间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形成一条由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等色光组成的光带。这种现象叫作**光的色散**。

色散现象表明：白光不是单色光，而是由不同颜色的光组成的。

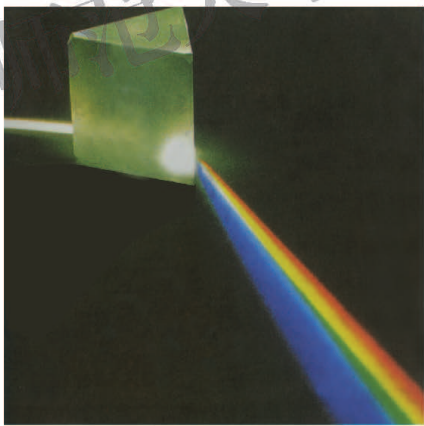


图5-37 光的色散示意图

### 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，这叫作三原色原理。

如图5-38所示，把红光和蓝光按照一定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比例同时重叠地照在白墙上，

你看到的的就是黄光。当红、绿、蓝三色光按照一定比例同时重叠地照在白墙上的时候，你看到的便是白色或灰白色。

彩色电视机屏幕上丰富多彩的画面，就是由三原色的光叠合而成的。

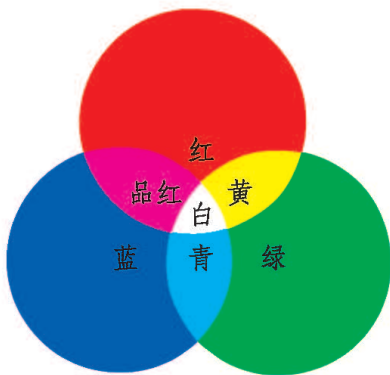


图5-38 色光的组合三原色是红、绿、蓝

## 物体的颜色



### 观察与思考

1. 让经三棱镜折射后的光带分别通过红、绿、蓝三种颜色的玻璃片，你在白屏上看到了什么？这一现象说明了什么？
2. 在太阳光照射下分别呈白、红、蓝、黑四种颜色的不透明物体，在红光的照射下分别呈现什么颜色？这一现象说明了什么？

我们从实验中看到，绿玻璃片只让绿光透过，而把其他颜色的光几乎全部吸收了。同样，彩色光带分别通过红、蓝玻璃片后，在白屏上也只分别呈现出红色光带和蓝色光带。此实验表明：**透明物体的颜色是由它能够透过的色光决定的**。允许所有颜色的光都通过的物体，看上去就是无色透明的。

在太阳光照射下分别呈白、红、蓝、黑色的四个物体，用红色光照射时，“白色”物体呈红色，“红色”物体仍然是红色，而原来蓝、黑色的物体都呈黑色。这说明：“白色”、“红色”物体能反射红色光，而“蓝色”、“黑色”物体吸收了红色光，于是没有反射光射入我们的眼睛，它们看起来就成了黑色。实验表明：**不透明物体的颜色是由它反射的色光决定的**。

## 做一做



## 小实验——人造彩虹

当太阳倾斜照射时，背对着阳光站立，用喷雾器将水喷成雾状。在一个合适的角度就可以从雾中看到彩虹(虹的后面有房屋或树木等较暗的背景)。



图5-39 人造彩虹

## 作业

1.用放大镜观察家中彩色电视机的屏幕，对比并记录下列几种情况：

- (1)未开机和开机时；
- (2)有信号(图像)区和无信号(黑色)区；
- (3)蓝(红)光区和白光区。

2.在没有其他光照射的情况下，舞台追光灯发出的红光照在穿白色上衣、蓝色裙子的演员身上，观众看到她( )。

- |               |               |
|---------------|---------------|
| A.全身呈蓝色       | B.全身呈红色       |
| C.上衣呈红色，裙子呈蓝色 | D.上衣呈红色，裙子呈黑色 |

## 附录

## 一、本册书中用到的物理量及其单位

物理量		单 位		备 注
名 称	符 号	中文名称	符号	
温 度	$T$ $t$	开【尔文】 摄氏度	K ℃	
长 度	$L$	米	m	$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ $1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm} = 10^3 \text{ mm}$
质 量	$m$	千克	kg	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$ $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ $1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$
密 度	$\rho$	千克每立方米	$\text{kg/m}^3$	$1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$
速 度	$v$	米每秒	m/s	
时 间	$t$	秒	s	$1 \text{ h} = 3.6 \times 10^3 \text{ s}$
频 率	$f$	赫【兹】	Hz	

## 二、物理名词汉英对照表

物质	matter
固态	solid state
液态	liquid state
气态	gaseous state
物态变化	change of state
温度	temperature
温度计	thermometer
融化	melting
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
长度	length
米	meter
体积	volume
质量	mass
密度	density
参照物	reference object
机械运动	mechanical motion
运动	motion
路程	path
时间	time
速度	velocity
平均速度	average velocity
瞬时速度	instantaneous velocity



续表

声音	sound
振动	vibration
声源	sound source
介质	medium
声波	sound wave
乐音	musical sound
频率	frequency
音调	pitch
超声波	supersonic wave
次声波	infrasonic wave
响度	loudness
音色	musical quality
噪声	noise
光	light
光源	light source
光线	light ray
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
像	image
实像	real image
虚像	virtual image
球面镜	spherical mirror
凹面镜	concave mirror
凸面镜	convex mirror
折射	refraction
折射角	refraction angle

# 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)充分体现物理课程标准的基本理念，以提高学生的科学素养为宗旨。教材编写的指导思想是：注重学生的发展，面向全体学生，培养学生对科学探究的兴趣和热爱，养成科学的学习习惯、求实的科学精神；贴近生活、社会，密切联系实际，突出科学·技术·社会的精神；体现学习方式和师生关系的转变，突出学生主动参与，发展学生的探究乐趣；加强实验操作、实验探究和实践活动，培养学生的实践能力和创新意识。

《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：闫金铨。执行主编：苏明义。副主编：王杏村、邓丽平。编写人员有：苏明义、胡祖康、王邦平、刘彬生、张维善、赵薇、李桂福、梁志国、邓丽平、刘丹杰。

参与讨论和修改的人员有：杨帆、毛桂芬、孟卫东、马朝华、郑玲、何艳阳、李天印、张长磊、刘建国。还有很多实验区的教研员和一线教师为教材的修改提供了宝贵的意见，在此一并表示感谢！

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。

北京师范大学出版社

# 北京师范大学出版社

谨向为本书提供图片的人士和机构致谢

- 第一章 第一章章首图 八达岭特区办事处 李恩；图1-5 何艳阳，邓丽平  
图1-25 何艳阳
- 第二章 图2-18 图2-22 朱磊
- 第三章 图3-8 朱磊，吴祖义，郭晨跃；图3-21 邓丽平
- 第四章 图4-4甲 何艳阳；图4-11 圜丘示意图 高霞  
图4-13 图4-18 梁志国，项华；图4-22 苏明义  
图4-24 李吉
- 第五章 图5-3 邓丽平；图5-4 郭晨跃；图5-7 苏明义；图5-15 兰小银，邓丽平  
图5-17 张盈盈，邓丽平；图5-19 赵江；图5-24 李吉，梁志国  
图5-25 乙 李维；图5-26 郭晨跃；图5-39 何艳阳