



义务教育教科书(五·四学制)

# 物 理

八年级 上册



山东科学技术出版社

义务教育教科书(五·四学制)

# 物 理

---

八年级 上册



◎ 山东科学技术出版社

· 济南 ·

# 致同学们

同学们，本书将引领你畅游物理世界，成为你探索物理的好朋友。

本书倡导自主、合作、探究式的学习，强调科学与实际、科学与社会的联系。

为了方便同学们对物理课程的学习，我们设计了以下栏目：

 **观察与实验** 展示一些物理现象及事实，构架动手、动脑、动口的平台。

 **想想议议** 设计课堂学习活动，促进同学们的思考与讨论、交流与合作。

 **科学世界** 有关物理知识的拓展性内容。

 **科学 技术 社会** 介绍和探讨科学、技术与社会之间相互关联的问题。

 **相关链接** 提供形式多样的科学信息，扩大同学们的视野，提高自主学习的能力。

 **动手动脑学物理** 设计有助于完成学习任务的探究活动和作业，深化对知识的巩固和理解、迁移和运用。

 **做中学** 提供动手动脑的学习机会，学习应用物理知识解决生活实际问题的方法，增强创新意识和探究能力。

 **学到了什么** 引导同学们学会梳理、反思和整合。

设计这些栏目的目的，是希望同学们掌握打开科学殿堂大门的金钥匙，学到科学知识，体验科学方法，提高科学素养，逐步树立科学的价值观。

祝同学们快乐学习，健康成长！



# 目 录

## 走进物理 ..... 1

第一节 有趣有用的物理 ..... 2

第二节 走进实验室 ..... 6

第三节 像科学家一样探究 ..... 12

## 第一章 机械运动 ..... 20

第一节 运动和静止 ..... 21

第二节 运动的快慢 ..... 25

第三节 测平均速度 ..... 30

## 第二章 声现象 ..... 34

第一节 声音的产生与传播 ..... 35

第二节 声音的特性 ..... 39

第三节 声的利用 ..... 44

第四节 噪声的危害和控制 ..... 48

## 第三章 光现象 ..... 54

第一节 光的传播 ..... 55

第二节 光的反射 ..... 59

第三节 平面镜成像 ..... 64

第四节	光的折射	68
第五节	光的色散	72
第六节	看不见的光	76

## **第四章 透镜及其应用** ..... 82

第一节	透 镜	83
第二节	凸透镜成像的规律	87
第三节	生活中的透镜	91
第四节	眼睛和眼镜	95

## **第五章 质量和密度** ..... 100

第一节	质量及其测量	101
第二节	密 度	106
第三节	测量物质的密度	109
第四节	密度与社会生活	112

## ● 走进物理 ●

大千世界，蕴藏着无穷无尽的奥秘：

为什么我们看到的天空是蓝色的？

为什么声音千差万别？

电是从哪里来的？

雨、雪、霜、露是怎样形成的？

我们平常扔出去的物体都会落向地面，而发射的人造卫星为什么在天上掉不下来？

核能给我们带来了什么？

为了解开其中的奥秘，让我们沿着科学家走过的路，一起打开物理的大门，走进物理殿堂，探索物理世界吧！



## 第一节 有趣有用的物理 ●●●

物理学是一门非常有趣的科学，它研究力、声、光、热、电等形形色色的物理现象及其蕴涵的规律。让我们先观察几个有趣的实验，感受物理学的神奇。

### 有趣的物理



#### 观察与实验

##### 有趣的物理现象

1. 如图 0-1-1 所示，在倒置的漏斗里放一个乒乓球，用手指托住乒乓球，然后从漏斗口向下吹气，并将手指移开。乒乓球会下落吗？



图 0-1-1 吹不走的乒乓球

2. 如图 0-1-2 所示，用硬纸片把一个音箱的表面糊起来，做成一个“舞台”，台上的小人在音乐声中会翩翩起舞，你知道这是为什么吗？

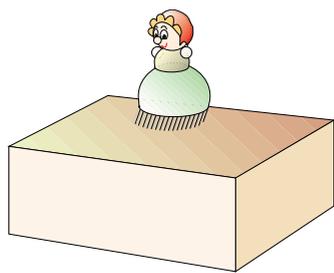


图 0-1-2 会跳舞的小人

3. 水沸腾后把烧瓶从火焰上拿开，水会停止沸腾。迅速塞紧瓶塞，把烧瓶倒置并向瓶底浇冷水，如图 0-1-3 所示，你看到了什么？

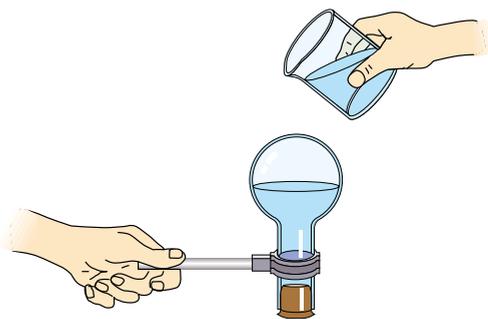


图 0-1-3 冷水“烧开水”

4. 如图 0-1-4 所示，将依次涂有红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫七种颜色的圆盘转动起来，你看到了什么？

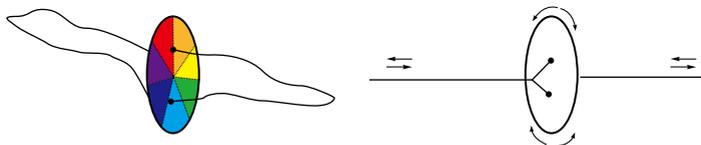


图 0-1-4 会变色的圆盘

5. 如图 0-1-5 所示, 双手戴化纤手套, 在一只充了气的气球上摩擦几下, 然后两手伸直, 慢慢地离开气球, 你看到了什么?

这些现象不仅有趣, 而且都蕴涵着物理学规律。随着学习的深入, 同学们就会弄清其中的奥秘。



图 0-1-5 “赶不走”的气球

## 有用的物理

物理学不仅有趣, 而且非常有用。

300 多年前, 英国科学家牛顿 (I. Newton, 1643-1727) 在实验时发现, 白光可以分解成不同颜色的光。没有这一发现, 我们就无法解释天空为什么是蓝色的、落日为什么是红色的、彩虹是怎样形成的, 也不可能制造出彩色电视机。牛顿常对人们习以为常的现象进行不懈的思考和探究, 万有引力定律就是他通过对“苹果落地现象”的思考而发现的。



图 0-1-6 牛顿的猜想对吗

牛顿猜想: 吸引月球使它不能逃离的力跟吸引物体使它落向地面的力, 也许是同一种力。

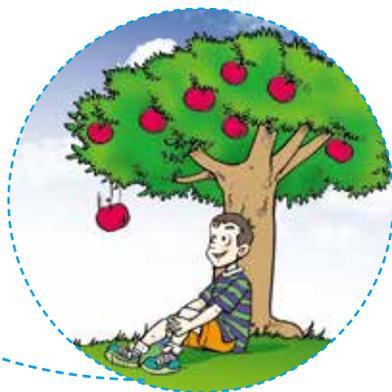
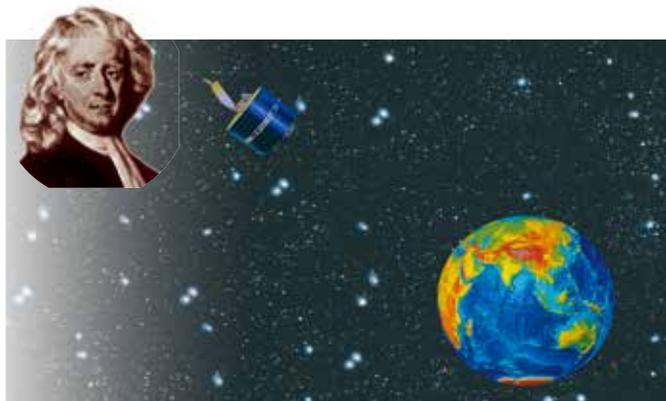
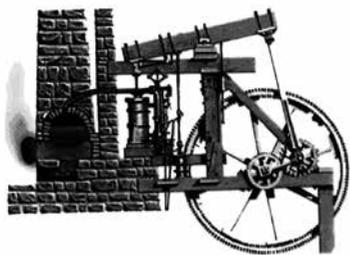


图 0-1-7 上面的猜想促使牛顿发现了万有引力定律, 这样才有了今天的人造卫星

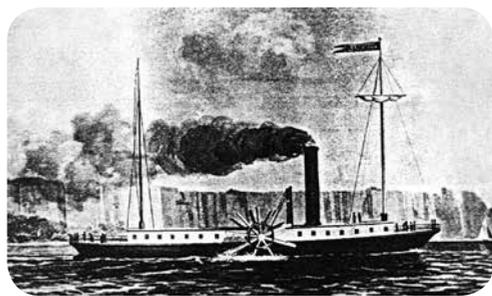


假如没有发现万有引力定律，今天的人造卫星、载人飞船上天都不可能成为现实。除夕夜，世界各地的华人也就不能同时观看中央电视台的春节联欢晚会了。

瓦特发明的改良蒸汽机，在世界范围内的工业生产中产生了革命性的作用，揭开了现代工业化的序幕，引发了第一次工业革命，对社会的进步产生了极大的推动作用。



18 世纪 70 年代瓦特发明的改良蒸汽机



19 世纪初富尔顿发明的蒸汽轮船



19 世纪初发明的蒸汽汽车



中国近代的蒸汽机车

图 0-1-8 各种蒸汽机

伏打电池的发明和法拉第发现电磁感应现象，开启了“电”的时代。19 世纪 70 年代，实用的发电机问世，大规模使用电变成了现实，人类从蒸汽时代步入电气时代，引发了第二次工业革命。电彻底改变了世界，促进了人类社会的快速发展。很难想象，如果没有电，我们的世界将会怎样！



图 0-1-9 各种家用电器

随着电子计算机技术、网络技术、光纤技术的发展，我们进入了快捷方便的信息化时代。现代网络已经覆盖了地球的每一个角落，广袤的地球变成了一个“地球村”。

科学技术是一把双刃剑。它可以造福人类，但如果使用不当、管理不善，也可能给人类带来灾难。苏联切尔诺贝利核电站事故，距今已20余年，危害还在继续；日本福岛核电站事故引发全球恐慌；空气污染、光污染、声污染、水污染、温室效应、热岛效应……对人类的生存环境造成了影响。



图 0-1-10 快捷方便的网络信息技术



切尔诺贝利核电站事故后的景象



水体污染

图 0-1-11 环境污染

因此，我们只有努力学习，掌握科学知识，提高应用科学技术的能力，才能遏制一些科学发明的负面作用，给人类带来幸福，避免灾难。



### 动手动脑学物理

1. 请到当地的科技馆参观，并写出参观收获。
2. 请通过网络或图书馆查询并了解物理学的最新成就及发展动态。

## 第二节 走进实验室 ●●●

### 观察实验室

实验室是科学的殿堂，是科学家成长的沃土，是我们学习物理的基地。让我们一起走进实验室，去体验科学实验带给我们的快乐吧！

实验室与你平日上课的教室有什么不一样？

观察实验室墙上的挂图介绍的科学家，你了解哪几位？记下他们的名字。

阅读实验室操作规程和安全守则，对其中不了解的内容特别是关于安全方面的要求，你一定要认真记下来。



实验室操作规程



实验室



实验课上的同学们

图 0-2-1 科学的“殿堂”——实验室

观察仪器柜里摆放的各种仪器。



弹簧测力计



温度计



托盘天平



验电器



气压计



电流表



电压表

图 0-2-2 物理实验室中的各种仪器

请将你的观察结果记录下来并与同学交流。

收集信息的途径	信息内容
视觉	
触觉	
嗅觉	
听觉	

我们是通过眼睛、手、耳朵、舌头、鼻子以及皮肤等来感知事物、收集信息的，而我们所获取的信息 80% 以上来自视觉。



### 观察

当你用一种或多种感官去收集信息时，就是在观察。为了提高观察的准确度，有时我们还需要借助仪器。

观察是科学探究的基本活动之一，带着问题进行观察可以使你的观察更有目的性。观察必须真实、客观。把观察的内容通过文字或绘图等多种形式及时记录下来，是观察结果的具体体现。

## 国际单位制



### 想想议议

1. 图 0-2-3 中的帽檐直径  $AB$  与帽子高度  $CD$  哪个更长？图 0-2-4 中，处于中心位置的两个圆哪个面积更大？先看一看，再用尺子量一量。我们的视觉总是可靠的吗？

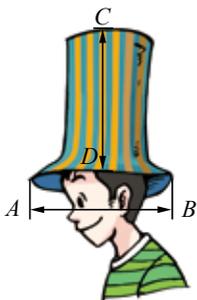


图 0-2-3  $AB$  长还是  $CD$  长

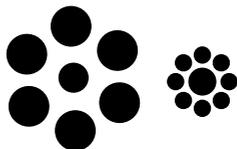
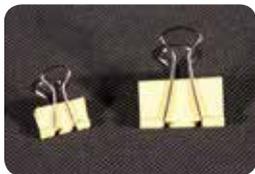


图 0-2-4 哪个中心圆面积大

2. 我们的生活中存在着各种各样的比较, 描述出图 0-2-5 中不同的比较结果。



比较长短



比较大小



比较冷热



比较快慢

图 0-2-5 各种比较

3. 从前, 有人送给国王一匹布。国王想知道布的长度, 于是有一胖一瘦两个大臣, 各自用自己的腰带测量这一匹布的长度, 结果, 一个认为是 70 个腰带长, 一个认为是 90 个腰带长。他们为什么会得出不一样的结论?



图 0-2-6 布长为什么“不一样”

凭我们的感觉来判断物体的大小并不可靠, 也不准确, 这就需要进行测量。测量就是比较, 但在比较时, 如果标准不一致, 就可能会出现问題, 所以测量需要有标准。测量某个物理量时用来进行比较的量叫做**单位 (unit)**。

随着经济、科技的发展, 人们逐渐认识到, 确定测量标准时, 应当选取自然界中比较稳定、世界各国都能接受的事物为标准。国际计量组织制定了一套统一的度量单位, 叫做**国际单位制** (简称 SI)。像我们生活中常用到的米、千克、瓦特、秒等, 都是国际单位制单位。

我国的法定计量单位也是以国际单位制为基础的。

## 长度的测量

长度测量是物理学中最基本的测量之一。

在国际单位制中, 长度的基本单位是**米 (meter)**, 符号是 **m**。比米大的单位有千米 (km), 比米小的单位有分米 (dm)、厘米 (cm)、毫米 (mm)、微米 ( $\mu\text{m}$ )、纳米 (nm) 等。

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 10^3 \text{ mm} = 10^6 \mu\text{m} = 10^9 \text{ nm}$$

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 10^2 \text{ cm} = 10^3 \text{ mm}$$

测量长度的基本工具是刻度尺。

小资料

1983年，国际计量大会做出规定：光在真空中  $\frac{1}{299\,792\,458}$  秒内所经过路程的长度定义为1 m。



刻度尺



卷尺



游标卡尺



螺旋测微器

图 0-2-7 常用的长度测量工具

## 观察与实验

### 观察刻度尺

仔细观察：

1. 刻度尺的零刻度线在哪里？
  2. 刻度尺的量程（测量范围）是多少？
  3. 刻度尺的分度值（相邻两条刻度线之间的长度，它决定测量的精确程度）是多少？
- 怎样读出被测物体长度的数值？

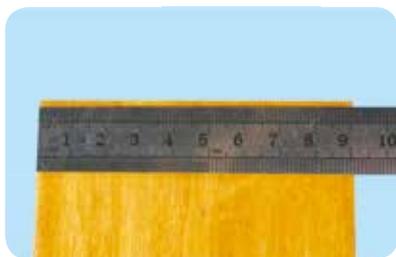


图 0-2-8 用尺测量

测量长度时，要先估计被测物体的长度，根据估计的结果和测量的要求，选择量程和分度值恰当的刻度尺，然后运用刻度尺进行测量。

在使用刻度尺测量长度时，要注意以下几个问题：

1. 刻度尺的刻度线要紧贴被测物体，让某一刻度线对齐物体的一端。刻度尺要正放。

- 观察时，视线必须正对刻度尺，不能歪斜。
- 读数时，要先读出准确数字。但是物体的长度往往不会正对某一刻度，所以要在分度值的后面加上一位估计数字，来表示物体的长度。
- 读数之后，一定要写上单位。

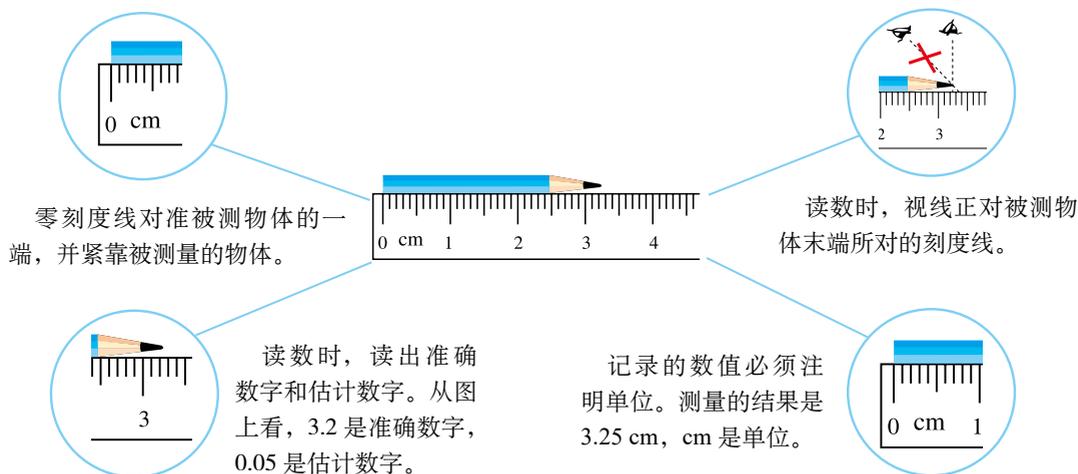


图 0-2-9 刻度尺的使用



小资料

一些物体的长度和距离  $s/m$ 

原子的半径	$(0.5 \sim 3) \times 10^{-10}$
链球菌的半径	$(3 \sim 5) \times 10^{-7}$
人头发的直径	$7 \times 10^{-5}$
一张纸的厚度	$10^{-4}$
我国铁道的标准轨距	1.435
南京长江大桥铁路桥全长	6 772
珠穆朗玛峰的海拔高度	8 848.86
地球的半径	$6.4 \times 10^6$
地球到月球的距离	$3.8 \times 10^8$
太阳的半径	$7 \times 10^8$
银河系的半径	$7.6 \times 10^{20}$

\* 部分数据为约数。

## 时间的测量

在国际单位制中，时间的基本单位是秒 (second)，符号是  $s$ 。时间单位还有小时 (h)、分 (min) 等。

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

我们现在通常使用钟表测量时间。

在运动场和实验室，经常用停表来测量时间。停表能快速地启动和停止，可以很方便地测量时间。随着科学技术的发展，人们还制造出了更精确的计时仪器，如铯原子钟。



**小资料**



1967年召开的国际计量大会上，修改了“秒”的定义，将铯-133的原子振动9 192 631 770次所需要的时间定义为1 s。



图 0-2-10 石英钟和停表

## 误差

测量时，受所用仪器和测量方法的限制，测量值与真实值之间总会有差异，这个差异叫做**误差**。

误差不是错误。错误是由于不遵守测量仪器的使用规则或读数时粗心而造成的，是不该发生的，是应当避免的。而误差可能是测量工具不够精确、测量方法不够完善、测量者本身的限制等因素引起的。选用精密的测量工具、改进测量方法等可以减小误差，但不能消除误差。

多次测量同一个长度，测量的数值可能不尽相同，有的大一些，有的小一些。求出多次测量数值的平均值，会更接近真实值。



**科学世界**

### 计时工具的变迁

随着科学和技术的发展，测量时间的工具也发生了演变。

日晷(gu)是古代的一种计时工具。它由晷盘和晷针组成。晷盘是一个有刻度的圆盘，它的中央装着一根与盘面垂直的晷针。我国日晷的晷针指向北极方向。晷针的影子随太阳在天空位置的移动而移动，其在刻度盘上指示的不同位置，表示不同的时刻。北京故宫里的一些建筑物前面安放有日晷。

沙漏也叫“沙时器”或“沙钟”，也是一种古代的计时仪器。它以沙从一个容器漏到另一个容器的数量来计算时间。

查询互联网，了解计时工具的变迁。



日晷



沙漏

图 0-2-11 古代的几种计时工具

### 动手动脑学物理

1. 同学间交流，怎样才能更精确地测量硬币的直径、硬币的周长、一页纸的厚度、铜丝的直径？你能想出多少种测量硬币周长的方法？
2. 测出早晨、中午、傍晚某一时刻身体的影长。
3. 用手表测量自己的脉搏跳动 10 次、50 次、100 次所用的时间。分别计算每次测量中脉搏跳动一次的时间。

## 第三节 像科学家一样探究 ●●●

通过前面的学习，同学们一定感受到了物理学的神奇和价值。毫无疑问，没有科学的发展，人类社会就不会有长足的进步，而所有推动社会发展的科学知识和规律，都是经过众多科学家长期的、艰苦的科学探究得来的。那么，科学家是怎样进行科学探究的呢？

## 思想议

1. 如果你出现了鼻塞、流鼻涕等症状，该怎样做呢？
2. 对于身体的症状，你提出了哪些疑问？根据经验，你对这些疑问做出了怎样的猜想？
3. 你是如何设计计划来治疗你的病症的？
4. 医生是通过哪些信息验证你的猜想、分析出你生了什么病的？
5. 仔细回忆，你从治病到痊愈的过程中，还经历了什么？

当你出现鼻塞、流鼻涕等症状时，你首先就会**提出问题**：“我是不是生了什么病呢？”然后自然会**猜想到**，不会是感冒了吧；这时候就要**制订计划**，去医院找医生检查治疗；医生为了给你诊断，会通过测量体温、检查血液等检测手段来**收集证据**；然后，医生根据检查结果确定你的病情，定出合理的治疗方案，这就是**分析论证**。

其实，科学探究并不神秘，科学探究的过程和治病的过程是一样的。如果你也按照上面的步骤经历科学探究的过程，你也就掌握了科学探究的方法。

下面，我们看一下科学家是如何进行科学探究的。

### 伽利略钟摆实验

1583年的一天，在比萨大学念书的年轻的伽利略早早来到教堂做礼拜。此时天刚亮，整个大厅还是漆黑一片。过了一会儿，伽利略觉得眼前一晃一晃地明亮起来。他下意识地抬起头：原来，一个勤杂工在点燃教堂里豪华的大吊灯之后，没

吊灯的摆动有什么特点和规律呢？



图 0-3-1

提出问题

善于观察，总能从别人司空见惯、习以为常的现象中领悟出新奇思路的伽利略猜想：“这灯在摆动时幅度越来越小，但每一次摆动的时间似乎是相等的。”

猜想与假设

于是，他马上开始进一步观察。16世纪以前，人们尚未发明时钟，科学家对于如何测量较短的时间都感到十分头痛。在没有任何计时器的条件下，伽利略就利用自己的脉搏跳动作为计时工具，开始了实验观察。



设计实验与制订计划

图 0-3-2



经过一段时间的按脉搏跳动计时观察，伽利略发现，吊灯摆动的幅度虽然在逐渐减小，但周期始终是相等的。他

为这一发现而兴奋，立即跑回住所，利用绳子和重物重新进行了多次实验，并且得到了大量的实验数据。

进行实验与收集证据

图 0-3-3

通过对实验数据的分析归纳，他总结发现：不管绳子吊着的物体多重，也不管振动的幅度多大，只要摆长一定，完成一次摆动的时间始终是相等的。这就是单摆的“等时性”。伽利略因此发明了钟摆，并公布了它的原理：无论钟摆摆动的幅度如何，完成一次摆动的时间都相同。

分析与论证

人们对摆动的研究是逐步深入的。伽利略逝世30年后，荷兰物理学家惠更斯通过研究单摆运动，找到了单摆的周期与摆长间的准确数学关系。后来，惠更斯和胡克还各自发现了螺旋式弹簧丝的振动等时性，这为近代游丝怀表和手表的发明创造了条件。

直到牛顿发现了万有引力定律，人们才从本质上认识了钟摆的等时性。

评估

### 玻尔与爱因斯坦的“世纪之争”



图 0-3-4 玻尔

津津乐道的学术合作与交流。玻尔和爱因斯坦的“世纪之争”，促进了量子力学的发展。

在物理学发展史上，玻尔与爱因斯坦关于微观世界粒子运动理论的学术之争被视为持续时间最长，争论最激烈，也

是最被后人



图 0-3-5 爱因斯坦

交流与合作

伽利略钟摆实验启示我们：学习物理，要仔细地观察周围的世界，从中发现问题，提出假设，甚至是异想天开的猜想；要善于动手，只有实验才能证明猜想和假设是否正确，也才能最终发现事物发展变化的规律。科学的事业不是一个人的事业，只有通过合作与交流，科学事业才能得到更大的发展。

## 你一定能学好物理

### 勤于观察，勤于动手

物理学是一门以观察、实验为基础的科学。人们的许多物理知识都是通过观察和实验，经过认真的思索总结出来的。观察，必须是有目的的，不然，很多常见的现象你都会“视而不见”。要学好物理，一定要勤动手，多做实验。



图 0-3-6 冰棍“冒”出的“白气”向上飘还是向下飘

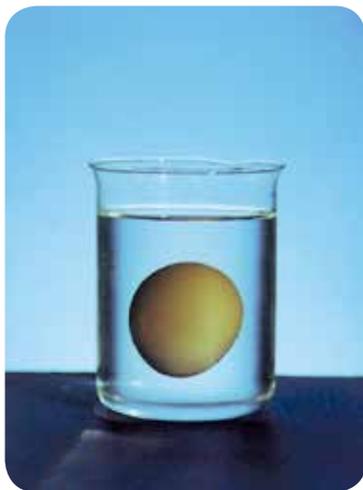


图 0-3-7 新鲜鸡蛋在水中会下沉。陆续向水中加盐并轻轻搅拌，你能看到什么现象，这说明了什么

### 勤于思考，重在理解

观察、实验、看书、听课，都要多动脑子，勤于思考。对于科学知识，不应满足于背诵条文，要力求理解；应养成爱问“为什么”的习惯。对实验中看到的现象、书本上讲的道理，要想一想为什么，自己想不通的就查阅资料，或询问老师、同学，还是解决不了的就要记在心里，今后学习的时候再寻找答案。

### 联系实际，联系社会

物理知识是从实际中来的，又要应用到实际中去。在日常生活中，要试着运用科学知识解释看到的现象，找到所学知识的应用，想一想科学技术给我们的社会带来了哪些好处，引起了什么问题，应该怎样解决，等等。

科学探究无止境，目前依然有许多科学问题需要探索、突破。数风流人物，还看今朝！未来科学大厦的构筑由于你们的参加，会更加壮丽辉煌！

## 迟到的判决

伽利略，意大利物理学家，近代实验科学的先驱者。

1609年，伽利略发明了天文望远镜（后被称为伽利略望远镜），并用来观测天体。他通过一系列观察获得的结果，证明了哥白尼的“日心说”猜想，从根本上否定了宗教神学的“地心学说”，因而遭到了罗马教会的极端迫害，晚年生活十分凄惨。

1979年11月，伽利略逝世300多年后，在世界主教会议上，罗马教皇提出重新审理“伽利略案件”。为此，世界著名科学家组成了一个审查委员会，负责重新审理这一冤案。其实，还用得着审理什么呢？人造卫星、宇宙飞船已在太空飞行，人类的足印已深深地留在月球的表面，宇宙探测器已飞出太阳系发回电波……所有这些现代科学技术的进步，早已宣告了宗教神学的彻底破灭，人类将永远记住伽利略这个光辉夺目的名字。

爱因斯坦曾这样评价：“伽利略的发现以及他所用的科学推理方法，是人类思想史上最伟大的成就之一，标志着物理学的真正开端。”霍金也曾说过：“自然科学的诞生要归功于伽利略，他这方面的功劳大概无人能及。”

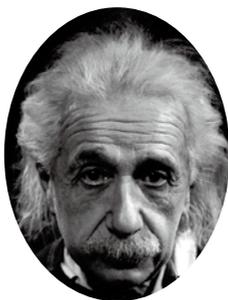


## 动手动脑学物理

1. 你熟悉下面这三位物理学家吗？请查阅资料，了解他们的事迹。



伽利略



爱因斯坦



霍金

图 0-3-8

2. 你知道人的身高与脚长之间的关系吗？设计一个方案来解决这个问题。



## 做中学

### 利用人体上的“尺”进行长度估测

估测在人们实际学习、生活中具有较为广泛的应用。在日常生活中，有时测量结果不需要很精确，只需要大致估测就可以了。

人们常用人体的一些部位充当“尺”，如“一拃(zhǎ)”“一庹(tuō)”等，估测物体的长度。

伸开手掌，从大拇指指尖到中指指尖的距离，称为“一拃”；双臂伸平，两手中指指尖间的距离称为“一庹”。测一测自己的一拃、一庹、一步、一个手指的宽度有多少。

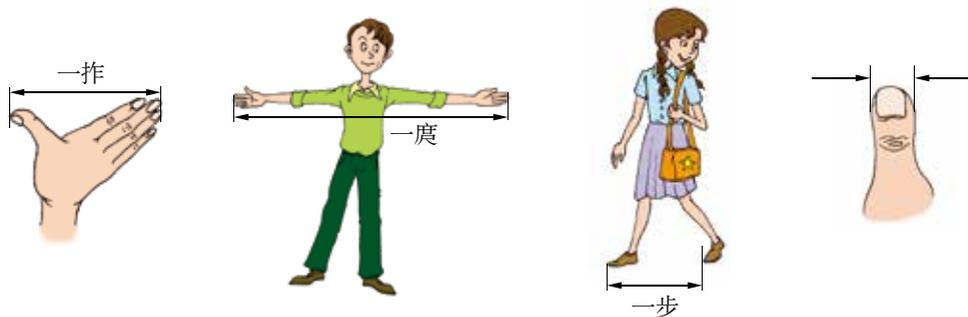


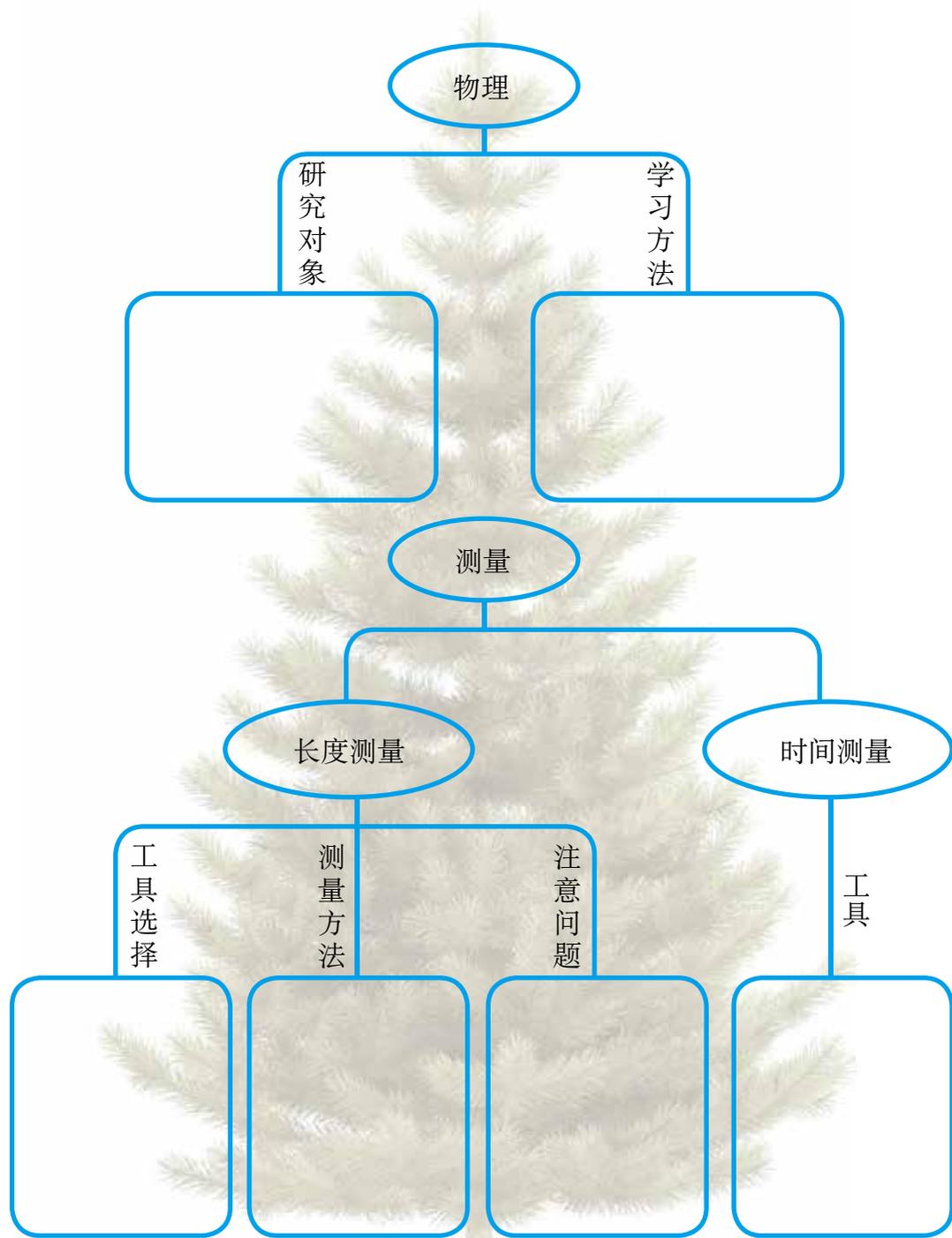
图 0-1

同学们可以利用它们来估测长度，如估测铅笔的长、课桌的长、教室的长和宽、自己的家到学校的距离等。

与同学交流你利用人体上的“尺”来估测的经验和收获。



# 学到了什么



## 第一章

# 机械运动

运动，对于我们每个人来说，并不陌生。

太阳东升西落，白云悠然自得，鸟儿自由翱翔，飞机追风逐月，汽车风驰电掣，行人健步如飞……这些景象，我们几乎天天都可以观察到。

运动是宇宙中的普遍现象。

大到天体的斗转星移，小到分子的永不停息，自然界是不断运动变化的。没有运动，就没有变化的世界！

那么，人类对运动都有哪些认识呢？从今天开始，我们要走进运动的世界，用物理的语言和方法来描述运动。



## 第一节 运动和静止

### 机械运动



#### 想想议议

和同学们一起讨论图1-1-1所示的运动。  
这些物体的运动有什么共同特征？



动车——陆地“航班”



哈雷彗星——每隔76年就造访地球一次



猎豹——奔驰如风



运动员——争先恐后

图1-1-1 形形色色的运动

奔驰如风的猎豹，快如闪电的动车，举步生风的速滑运动员，相对于地面都在发生位置的变化。

房屋、桥梁、树木，看似不动，却随地球的自转而运动着。天上的恒星也在不停地运动，只是距离太远，我们肉眼很难看出它们位置的变化。

在物理学中，我们把一个物体相对于另一个物体位置的变化叫做**机械运动**（**mechanical motion**）。

做机械运动的物体，它们运动的轨迹有的是直线，有的是曲线。运动轨迹是直线的运动，我们称之为**直线运动**。运动轨迹是曲线的运动，我们称之为**曲线运动**。短时间直击猎物的豹子、在平直轨道上行驶的动车等，它们的运动都可以近似地看成直线运动。而速滑运动员经过弯道、地球围绕太阳公转等，它们所做的运动都是曲线运动。

机械运动在生活中随处可见：都市中的车水马龙，大自然中的江河奔流，令人震撼的地壳运动，浩瀚太空中天体的运动，等等。机械运动是最简单的一种运动形式，是学习其他各种运动的基础。

运动是宇宙中最普遍的现象，除了机械运动，运动还有多种形式：微观世界里分子、原子的运动，电磁运动，生机盎然的生命运动……宇宙中万物都在以各种不同的形式运动着。

这一章，我们学习机械运动；关于分子、原子的运动及电磁运动等，我们将在后面的章节陆续学到。

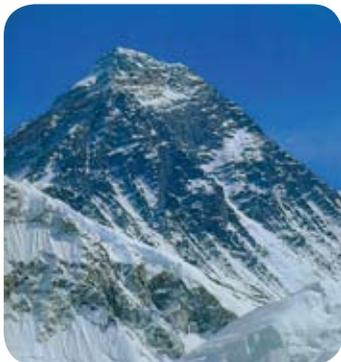


图1-1-2 地壳的运动使珠穆朗玛峰的高度发生变化

## 参照物

要判断物体是否运动，似乎是一件很容易的事。例如，公路上行驶的汽车是运动的，而路旁的树木是静止的。不过，事情就真的那么简单吗？



### 想想议议

战国时期，楚国有个人乘船渡江，一不小心，他的剑从船上掉进江里了，这个人急忙在船边刻下一个记号：“这是我的剑掉下去的地方！”然后，便悠然地等着船靠岸。船靠岸停下来以后，他就从刻记号的地方跳进水里去寻找剑，可是却没有找到。

为什么这个楚国人不能通过“刻舟”的方法达到“求剑”的目的呢？



图1-1-3 刻舟求剑

## 观察与实验

### 观察笔的运动

将笔放在课本上，笔帽与笔对齐放在桌面上。拖动课本，仔细观察笔及笔帽的位置变化。描述笔及笔帽的运动情况，并与同伴交流。



图1-1-4 笔动了么

如果以放置在桌面上的笔帽为标准，笔相对于笔帽的位置发生了变化，笔是运动的；如果以课本为标准，笔相对于课本的位置没有发生变化，笔是静止的。可见，说物体是运动的还是静止的，要看是以哪个物体作为标准。这个被选作标准的物体叫做**参照物 (reference object)**。描述一个物体的运动情况，参照物的选择是至关重要的。那个楚国人之所以没有找到他的剑，就是因为他选择了不恰当的参照物。

## 物体的运动和静止是相对的



### 想想议议

两列火车并排停在站台上，你坐在车厢中向另一列火车观望。一时间，你觉得自己乘坐的列车开始缓缓地前进了。但是，“驶过”对面列车的车尾时你才发现，实际上你乘坐的列车还停在站台上，是对面的列车向反方向开去了。这是怎么回事呢？



图1-1-5 火车“开动”了

如果以对面的列车为参照物，你乘坐的列车就是运动的；如果以地面为参照物，你乘坐的列车就是静止的。可见，**物体的运动和静止是相对的**。描述某一物体的运动情况，首先要选定参照物。参照物可以根据需要来选择，如果选择的参照物不同，描述同一物体的运动时，结论一般也不一样。

运动和静止是相对的，这一现象在生活中随处可见。同样快慢、向同一方向前进的拖拉机和联合收割机，选地面为参照物时，它们都在运动；选它们中的任何一个为参照物时，另一个都是静止的——相对静止。



图1-1-6 拖拉机和联合收割机相对静止



科学技术社会

## 早发白帝城

李白

朝辞白帝彩云间，  
千里江陵一日还。  
两岸猿声啼不住，  
轻舟已过万重山。

吟诵李白这首脍炙人口的七言绝句时，我们仿佛置身于满目翠绿的陡峭山崖之间，随着飞流直下的小舟，感悟诗人愉悦的心情。

不知道你是否体味到，这飘逸的诗文竟然也描绘出了一幅阐述运动相对性的完美画卷。

## 动手动脑学物理

1. 以火车头、车厢的坐椅、乘客、路边的树木、房屋为参照物进行回答：在平稳行驶的列车中，放在行李架上的物品相对于哪个物体是静止的？相对于哪个物体是运动的？

2. 坐在逆水行驶的船中的乘客，我们说他静止，是以（ ）为参照物的。

- A. 河岸上的树                      B. 船舱  
C. 迎面驶来的船                  D. 河水

3. 看电视转播的100 m短跑比赛时，我们常常感觉运动员跑得很快，但实际上他们的影像始终处于屏幕上。这是为什么？

4. 图1-1-7是放学路上发生的情景，路边的学生和车里的人竟然有不同的感受，他们谁说得对呢？



图1-1-7 运动和静止的相对性

## 第二节 运动的快慢



图1-2-1 100 m短跑比赛

## 速度

运动的物体，有的运动得快，有的运动得慢。

比较物体运动的快慢有两种方法：一种是在相同的时间内，比较物体经过的路程，路程越长，它运动得就越快；另一种是在物体运动相同路程的情况下，比较所用的时间，所用的时间越短，它运动得就越快。

在100 m赛跑的某个瞬间，运动员所用的时间相同，如果要比较谁跑得快，就要看谁经过的路程长，也就是谁跑在前面。运动员到达终点时，他们都经过了相同的路程，那么，用去时间最短的运动员跑得最快。可见，表示运动快慢必须考虑到路程和时间两个因素。

在物理学中，为了比较物体运动的快慢，采用“相同时间比较路程”的方法，也就是将物体运动的路程除以所用的时间，得到物体在单位时间内通过的路程。这个数值越大，表明物体运动得越快。我们把路程与时间之比叫做**速度** (velocity)。

$$\text{速度} = \frac{\text{路程}}{\text{时间}}$$

通常用字母  $v$  表示速度， $s$  表示路程， $t$  表示时间，速度的计算公式就是

$$v = \frac{s}{t}$$

速度的单位由长度单位和时间单位组合而成。在国际单位制中，速度的单位是**米每秒**，符号为  $\text{m/s}$  或  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在日常生活中，还常用千米每小时做速度的单位，符号为  $\text{km/h}$  或  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

$$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$$

一些交通工具中的速度表可以直接显示出速度，如图1-2-2所示。



图1-2-2 速度表

## 小资料

一些物体运动的速度  $v/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 

蜗牛爬行	$1.5 \times 10^{-3}$	喷气式客机	250
人步行	1.1	超音速歼击机	可达1000
自行车	5	子弹出膛时	1 000
高速公路上的小轿车	可达33	同步卫星轨道速度	3 070
高铁列车	可达80	第一宇宙速度	7 900
上海磁悬浮列车	可达120	真空中光速	$3 \times 10^8$

\*部分数据为约数。

## 匀速直线运动



## 想想议议

图 1-2-3 记录了两辆汽车在平直的公路上行驶时，在相同的时间内通过的路程。甲图中汽车在各段时间内的速度有什么特点？乙图中汽车在各段时间内的速度相等吗？

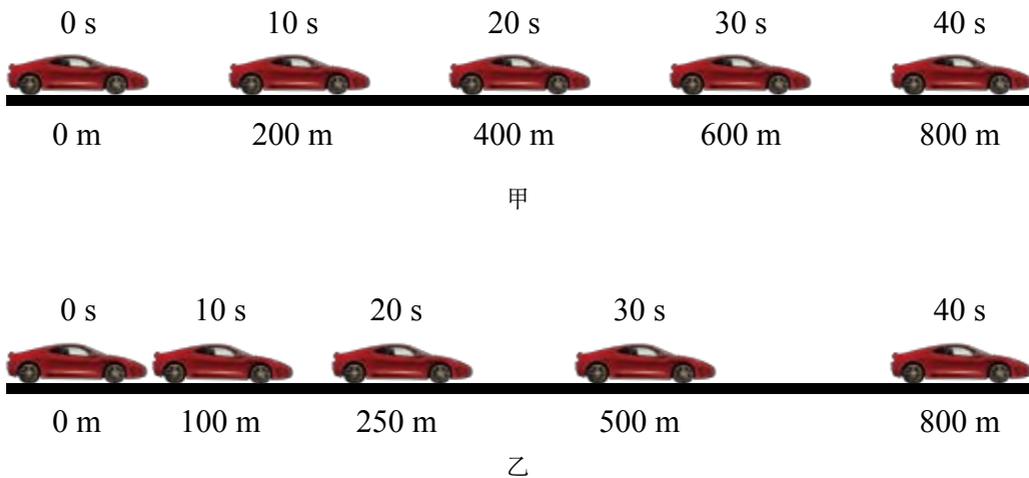


图1-2-3 行驶的汽车

物体沿着直线且快慢不变的运动，叫做**匀速直线运动**。

匀速直线运动是最简单的机械运动。在平直轨道上行驶的列车、平直高速公路上正常行驶的汽车以及空中正常飞行的飞机，它们的运动都可以近似地看做匀速直线运动。

常见物体的运动速度都在改变。例如，自行车运动员在上坡时速度会减慢，下坡时速度会加快；火车出站和进站时的速度小于在两站之间的运行速度。变速运动比匀速运动复杂，如果只做粗略研究，也可以用  $v = \frac{s}{t}$  来描述运动的快慢，这样算出来的速度叫做平均速度。



图1-2-4 自行车运动员做变速运动

## 例题

我国优秀运动员刘翔在2006年瑞士洛桑国际田联超级大奖赛男子110 m跨栏比赛中，以12.88 s的成绩打破了沉睡13年之久、由英国名将科林·杰克逊创造的12.91 s的世界纪录并勇夺冠军。刘翔跨栏的平均速度是多少？如果一辆行驶中的摩托车的速度表指示为30 km/h，与刘翔相比，哪一个的速度比较大？

解：利用公式  $v = \frac{s}{t}$ ，可以计算出刘翔的速度

$$v_1 = \frac{s}{t} = \frac{110 \text{ m}}{12.88 \text{ s}} \approx 8.54 \text{ m/s}$$

摩托车的速度

$$v_2 = 30 \text{ km/h} = 30 \times \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \\ \approx 8.33 \text{ m/s}$$

$$v_2 < v_1$$

所以，刘翔的速度比这辆摩托车的速度大。



## 交通工具的变迁



## 动手动脑学物理

1. 上海磁悬浮列车的速度最高可达423 km/h，大约是高铁列车的多少倍？
2. 北京南站到上海虹桥站的G11次高速列车运行时刻表（2012）如下：

站次	站名	到达时间	开车时间	运行时间	里程
1	北京南	始发站	08:00	0分	0 km
2	济南西	09:32	09:34	1小时32分	419 km
3	南京南	11:46	11:48	3小时46分	1 018 km
4	上海虹桥	12:55	终点站	4小时55分	1 302 km

根据列车运行时刻表，回答下列问题：

- (1) 列车由北京南站驶往上海虹桥站全程的平均速度是多少？
- (2) 列车在哪个路段运行得最快？在哪个路段运行得最慢？

### 第三节 测平均速度



#### 想想议议

龟兔赛跑是家喻户晓的寓言故事。行动缓慢的乌龟应该不是行动敏捷的兔子的对手，那乌龟又是如何赢得比赛的呢？



图1-3-1 龟兔赛跑



#### 观察与实验

##### 测量小车运动的平均速度

##### 实验器材

斜面，小车，刻度尺，停表（秒表），金属片（阻挡物）

##### 实验原理

根据平均速度计算公式  $v = \frac{s}{t}$ ，我们可以通过测量物体运动所经过的路程  $s$  和通过这段路程所用的时间  $t$ ，计算出物体在这段时间内运动的平均速度。实验装置如图 1-3-2 所示。

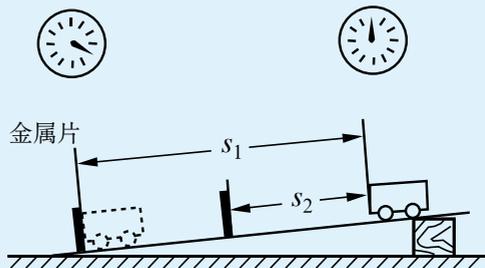


图1-3-2

### 实验过程 与方法

1. 使斜面保持很小的坡度，把小车放在斜面顶端，金属片放在斜面底端。测出小车通过的路程 $s_1$ 。
2. 测小车从斜面顶端滑下到撞击金属片的时间 $t_1$ 。在正式测量以前应该先练习几次，熟练以后会测得更准。
3. 根据测得的 $s_1$ 、 $t_1$ ，算出小车通过斜面全程的平均速度 $v_1$ 。
4. 将金属片移至 $s_1$ 的中点，测出小车从斜面顶端滑过斜面上半段通过的路程 $s_2$ 及所用的时间 $t_2$ ，算出小车通过上半段路程的平均速度 $v_2$ 。

### 记录数据

把实验数据记录在表格内，直观明了，便于分析。

路程	运动时间	平均速度
$s_1 =$	$t_1 =$	$v_1 =$
$s_2 =$	$t_2 =$	$v_2 =$

实验中，利用测量数据计算平均速度，或者求平均速度的平均数时，小数点后面的数字不必保留太多，与测量数字的位数一样就可以了。

### 交流与合作

与同学交流测得的数据，分析数据不同的原因。

写出测平均速度的实验报告。



## 实 验

当你通过观察发现并提出问题后，你就想了解问题背后的性质和规律，这就要运用仪器、设备使物理现象反复再现，从而有目的地多次进行观测研究，这个过程就是实验。物理学是一门以实验为基础的科学，实验是物理学最基本、最重要的研究方法。在物理课程学习中，做实验的目的就在于为同学们学习物理创造一个基本的探究环境，使同学们主动探索物理问题，经历实验的过程，体验实验的快乐，获得实验技能，掌握科学方法，提高科学素养。



## 动手动脑学物理

1. 在公路旁，每隔1 km就立着一个里程碑。利用里程碑如何估测自行车的速度？
2. 谁是我们班 100 m 跑的冠军？运用所学的知识实际测一下他的平均速度。
3. 查找乌龟和兔子运动的平均速度，论证龟兔赛跑的真实性。



## 做中学

### 设计一次出行方案

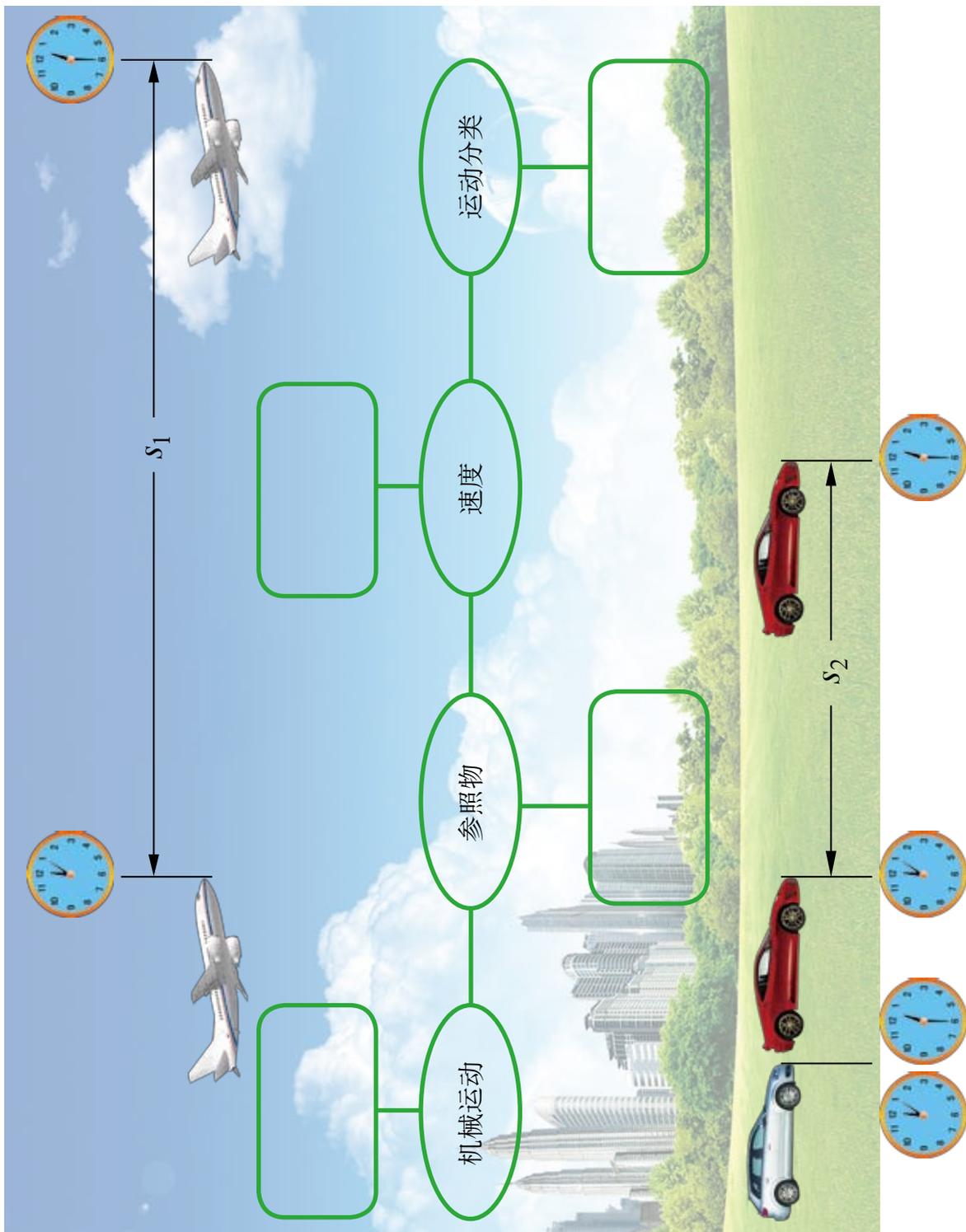
长假到来时，很多人都会选择旅游出行来放松身心、陶冶情操、增长见识。这个假期，你和你的同伴有什么出行计划？其实，一次完美出行的前提就是要有合理的出行计划和方案，现在，我们来动手设计一份出行方案吧。

首先，根据实际情况讨论选出最佳的旅游目的地和旅游项目，选择合适的交通工具。

然后，查找列车时刻表、长途客车时刻表、飞机航班表等，选择合适的班次。最后，与同学交流，完善你们的出行方案。



# 学到了什么



## 第二章

## 声现象

这是一场充满激情的交响音乐会。

悠扬婉转的小提琴曲让人如痴如醉，高潮迭起的钢琴演奏让人心旷神怡，嘹亮的小号声让人热血沸腾……

当你在聆听这美妙的交响乐时，可能不禁要问：为什么不同的乐器会发出不同的声音？学完本章后，你就会明白其中的道理。



## 第一节 声音的产生与传播 ●●●

“风声雨声读书声，声声入耳。”声音对我们来说再熟悉不过了，但声音是怎么产生的，又是如何“让”我们听到的呢？

### 声的产生

#### 观察与实验

#### 声现象

1. 用两根手指触试喉咙处，轻轻发出“啊——”的声音，体会手指的感觉。
2. 把正在发声的音叉放入盛有水的水槽中，会看到“水花四溅”。



图2-1-1 感受物体发声

从上面的实验可以看出：声是由物体的**振动**（**vibration**）产生的。唱歌时，声带在振动，敲击音叉时，音叉在振动。物理学中把发声的物体叫做**声源**。

如果将发声时的振动记录下来，需要时再让物体按照记录下来的振动规律去振动，就会产生与原来一样的声音，这样就可以将声音保存下来。图2-1-2是早期木纹唱片表面的放大图。从图片上可以看到，唱片上有一圈圈不规则的沟槽。当唱片转动时，唱针随着划过的沟槽振动，就能把记录的声音重现出来。随着科学技术的进步，人们还发明了磁带、激光唱盘、磁盘、闪存盘等，用来记录声音。



图2-1-2 木纹唱片表面记录声音的沟槽

## 声音的传播

声音由发声的物体传播到远处，靠的是什么呢？

### 观察与实验

#### 真空罩中的闹钟

如图2-1-3所示，把正在响铃的闹钟放在玻璃罩内，逐渐抽出其中的空气，注意声音的变化。再让空气逐渐进入玻璃罩内，注意声音的变化。



图2-1-3 真空罩中的闹钟

这个实验告诉我们，正是平时大家并不十分留意的空气传送了声音。如果没有空气，人们就无法正常交流。太空中没有空气，哪怕离得再近，航天员也只能通过无线电进行交谈。

声音在空气中是怎样传播的呢？以击鼓为例（图2-1-4）：鼓面的振动带动周围的空气振动，形成了疏密相间的波动，向远处传播。这个过程跟水波的传播相似。用一支铅笔不断轻点水面，水面就会形成一圈一圈的水波，不断向远处传播。因此，声音以波的形式传播着，我们把它叫做**声波**（**sound wave**）。



图2-1-4 空气疏密相间的传播形成声波

### 观察与实验

#### 桌子传声

用一张桌子做实验。一个同学轻轻刮擦桌面，以附近的同学不能听到刮擦声为度，另一个同学把耳朵贴在桌面上，试试能否听到声音。由实验得出什么结论？



图2-1-5 桌子可以传声

从这个实验可以看出，桌子也能传声。气体、固体可以传播声音，液体也可以传播声音。将要上钩的鱼，会被岸上的说话声或脚步声吓跑；在花样游泳比赛中，运动员在水中也能听到音乐。这些都是因为水能传播声音。

大量实验表明：声音的传播需要物质。物理学中把这样的物质叫做**介质**。传声的介质既可以是气体、固体，也可以是液体。在真空中，声音不能传播。

## 声速



### 想想议议

学校举行运动会时，小明被安排在终点做计时员。老师告诉他：按表时要看发令枪冒出的白烟，而不能等听到发令枪响再按表。你知道这是为什么吗？与同学交流你的想法。



图2-1-6 回声

对着远处的高墙或山崖喊话，声音向前传播时遇到障碍物会反射回来，我们就听到了回声（图2-1-6）。从发出原声到听到回声要经过一段时间，可见声音传播一段距离要经过一段时间。声传播的快慢用声速描述，它的大小等于声在每秒内传播的距离。声速的大小跟介质的种类有关，还跟介质的温度有关。15℃时，空气中的声速约是340 m/s。

### 小资料



#### 一些介质中的声速 $v/m \cdot s^{-1}$

空气 (0℃)	331	海水 (25℃)	1 531
空气 (15℃)	340	冰	3 230
空气 (25℃)	346	铜 (棒)	3 750
软木	500	大理石	3 810
煤油 (25℃)	1 324	铝 (棒)	5 000
水 (常温)	1 500	铁 (棒)	5 200

## 我们是怎么听到声音的

人靠耳朵听声音。那么，耳朵通过什么途径感知声音呢？

生物课上大家已经知道了人们感知声音的基本过程：外界传来的声音引起鼓膜振动，这种振动经过听小骨及其他组织传给听觉神经，听觉神经把信号传给大脑，这样，人就听到了声音。

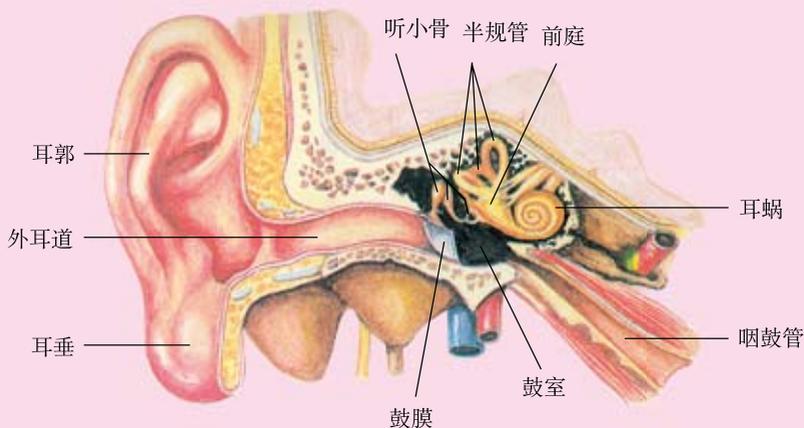


图2-1-7 人耳的构造

在这个过程中，任何部分发生障碍（例如鼓膜、听小骨或听觉神经损坏），都会损害人的听觉，甚至导致失聪。如果只是传导障碍，而又能够想办法通过其他途径将振动传递给听觉神经，人也能够感知声音。例如，声音通过头骨、颌骨也能传到听觉神经，引起听觉，这种传导方式叫做骨传导。

取两个棉花球塞住耳朵，用橡皮锤敲击音叉，这时你基本听不到音叉发出的声音；再把振动的音叉尾部先后抵在前额、耳后的骨头和牙齿上，你都能清楚地听到音叉发出的声音；一旦把音叉移开，声音便马上消失。实际上，第一种情况可以让我们体会到空气传导，第二种情况则是利用了骨传导。一些失去听觉的人可以利用骨传导来听声音。据说，音乐家贝多芬耳聋后，就是用牙咬住木棒的一端，另一端顶在钢琴上来听自己演奏的琴声，从而继续进行创作的。骨传导不利用空气传声，可以有效避免嘈杂环境的干扰，可应用在工业、军事等特殊场合。利用骨传导原理制成的助听器等更是在生活中得到了广泛的应用。

想一想，我们梳头、刷牙、吃饼干时，所发出的各种声音是怎样传进大脑、引起听觉的？



图2-1-8 用牙齿听声



### 动手动脑学物理

1. 我们知道，声是由振动的物体发出的。但有的时候，比如敲桌子时，我们能听到声音，却看不见桌子的振动。你能想办法证明桌子发声时也在振动吗？
2. 将耳朵贴在长铁管的一端，让一位同学敲一下铁管的另一端，你会听到几个敲打的声音？亲自试一试，并说出其中的道理。
3. 小明在一座大山前呼喊，经过2 s听到回声，试求小明与大山之间的距离。
4. 《梦溪笔谈》中有这样的记载：行军宿营，士兵常用“伏地听声”的方法来判断有无夜袭敌人的马蹄声。请你用学过的物理知识解释这样做的道理。

## 第二节 声音的特性 ●●●

现实生活中，我们所接触的声音各种各样，它们有强有弱，有高有低，有的浑厚，有的清脆。那么，声音有哪些基本特性呢？这些特性又与哪些因素有关呢？

### 声音的高低——音调



#### 想想议议

$$\underset{\cdot}{6} - - \overset{\frown}{\underset{\cdot}{6} \underset{\cdot}{3} \underset{\cdot}{2}} \mid \overset{\frown}{2} - \overset{\frown}{\underset{\cdot}{2} \underset{\cdot}{1} \underset{\cdot}{1} \underset{\cdot}{2}} \mid \underset{\cdot}{3} \underset{\cdot}{3} \overset{\frown}{\underset{\cdot}{5} \underset{\cdot}{3} \underset{\cdot}{5} \underset{\cdot}{6} \underset{\cdot}{1} \underset{\cdot}{2}} \mid$$
  
 呀 啦 索 那就是 青 藏 高

$$\overset{\frown}{\underset{\cdot}{3} - \underset{\cdot}{3} \underset{\cdot}{5} \underset{\cdot}{2} \underset{\cdot}{1}} \mid \overset{\frown}{\underset{\cdot}{5}} - \vee \overset{\frown}{6} - - - \mid \overset{\frown}{6} - - - \mid \overset{\frown}{6} 0 0 0 \parallel$$
  
 原!

这是歌曲《青藏高原》中音调最高的一句，为什么许多人唱到“高原”的“高”字就唱不下去了呢？自己尝试一下，谈谈你的想法。



## 观察与实验

### 探究影响声音高低的因素

如图2-2-1所示，将一把钢尺紧按在桌面上，使其一端伸出桌边。拨动钢尺，听它振动发出的声音，同时注意钢尺振动的快慢。改变钢尺伸出桌边的长度，再次拨动钢尺。注意使钢尺两次的振动幅度大致相同。

比较两种情况下钢尺振动的快慢和声音的变化。

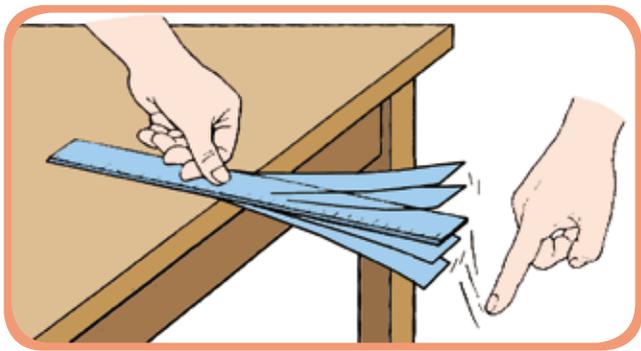


图2-2-1 钢尺的振动

在物理学中，把声音的高低叫做**音调**（pitch）。

物体振动得快，发出的音调就高；振动得慢，发出的音调就低。可见，发声体振动的快慢是一个很重要的物理量，它决定着音调的高低。物理学中用每秒振动的次数——**频率**（frequency）来描述物体振动的快慢。频率的单位为**赫兹**（hertz），简称**赫**，符号为**Hz**。频率决定声音的音调。人发出的声音频率，大约是85 ~ 1 100 Hz，男低音歌唱家可以低到65 Hz，女高音歌唱家可以达到1 180 Hz。人能感受到的声音频率也有一定的范围。大多数人能够听到的声音频率范围为20 ~ 20 000 Hz。人们把高于20 000 Hz的声音叫做**超声波**，因为它们已超过人类听觉的上限；把低于20 Hz的声音叫做**次声波**，因为它们已低于人类听觉的下限。通常，人们将人类能听到的声叫做声音，将声音、超声波和次声波统称为声。

动物的听觉范围通常和人不同。一些动物对高频声波反应灵敏。猫能够听到的声音频率范围是60 ~ 65 000 Hz，狗能够听到的声音频率范围是15 ~ 50 000 Hz，海豚能听到的声音频率的上限是150 000 Hz。有时，在你认为很安静、没有任何声音时，猫却会因为听到了超声波而突然变得非常警觉。

小资料

一些动物的发声和听觉的频率范围  $f/\text{Hz}$ 

图2-2-2 一些动物的发声和听觉的频率范围

有些动物对低频声波有很好的反应。大象可以用人类听不到的“声音”进行交流，实际上，这部分“声音”就是一种次声波。大自然的许多活动，如地震、火山喷发、台风、海啸等，都伴有次声波。一些机器在工作时，也会产生人耳听不到的次声波。有些次声波对人体的健康有害。



图2-2-3 大象可以用次声波交流

## 声音的强弱——响度

声音有音调的不同，也有强弱的不同。例如，用力击鼓比轻击鼓面产生的声音大。物理学中，声音的强弱叫做**响度**（loudness）。什么因素决定声音的响度呢？

## 观察与实验

### 声音的响度

如图2-2-4所示，用系在细绳上的乒乓球轻触正在发声的音叉，观察乒乓球被弹开的幅度。

使音叉发出不同响度的声音，重做上面的实验。



图2-2-4 声音的响度与什么因素有关

物理学中用**振幅** (**amplitude**) 来描述物体振动的幅度。振幅是影响声音响度的主要因素，物体的振幅越大，产生的声音的响度越大；振幅越小，响度越小。此外，响度还与距离发声体的远近有关，距发声体越近，响度就越大。

## 声音的品质——音色

“闻其声而知其人”。我们对熟悉的人，只要听到他的讲话声就知道他是谁。图2-2-5中的小白兔根据声音就能判断出叫门的不是妈妈。

发声物体振动的频率决定声音的音调，发声物体的振幅决定声音的响度。但是，不同的物体发出的声音，即便音调和响度相同，我们还是能够分辨它们。

这表明，声音还有一个十分重要的特征，它就是**音色** (**musical quality**)。发声体的材料、结构不同，发出声音的音色也就不同。



图2-2-5 聪明的小白兔

## 观察与实验

### 观察乐音的波形

将话筒接在示波器的输入端，用不同的乐器对着话筒发出相同音调的声音，例如都发C调的1 (Do)，比较各波形有何异同。

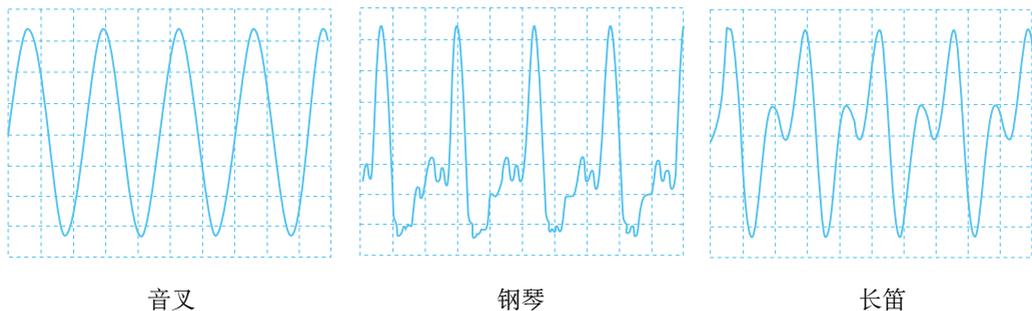


图2-2-6 不同乐器发声的波形图

观察不同乐器发出的声音波形可以发现，不同乐器发出音调相同的声音，其波形疏密程度是相同的（频率相同），只是波的形状不同（音色不同）。



## 科学 技术 社会

### 乐音和乐器

**乐音** 声音是多种多样的。许多声音悠扬、悦耳，听到时感觉非常舒服，例如歌唱家的歌声、演奏家演奏的乐曲声。人们把这类声音叫做乐音。

从钢琴和长笛发声的波形图中可以看出，乐音的波形是有规则的。

**乐器** 为了欣赏各种乐音，千百年来，世界各地、各民族的人民发明了各种各样的乐器。虽然各种乐器看上去千差万别，音色和演奏方式也各不相同，但所有乐器的原理都是一样的：通过振动发出声音。

乐器可以分为三种主要的类型：打击乐器、弦乐器和管乐器。

**打击乐器** 鼓、锣、编钟等乐器受到打击时会发生振动，产生声音。以鼓为例，鼓皮绷得越紧，振动得越快，音调就越高。击鼓的力量越大，鼓皮的振动幅度就越大，声音就越响亮。

**弦乐器** 二胡、小提琴和钢琴通过弦的振动发声。长而粗的弦发出的声音音调低，短而细的弦发出的声音音调高。绷紧的弦发出的声音音调高，不紧的弦发出的声音音调低。弦的振动幅度越大，声音就越响。弦乐器通常有一个木制的共鸣箱，使声音更加洪亮。

**管乐器** 长笛、箫等乐器，包含一段空气柱，吹奏时空气柱振动发声。抬起不同的手指，就会改变空气柱的长度，从而改变音调。长的空气柱产生低音，短的空气柱产生高音。小号、长号等各种号也是常见的管乐器。



图2-2-7 编钟是我国春秋战国时代的乐器，敲击大小不同的钟能发出不同的音调

## 动手动脑学物理

## 1. 制作音调可变的哨子。

在筷子上捆一些棉花（或碎布），做一个活塞。用水蘸湿棉花后插入两端开口的塑料管或竹管中。用嘴吹管的上端，可以发出悦耳的哨音。上下推拉“活塞”，音调就会改变（图2-2-8）。你能试着用它吹出一首歌吗？

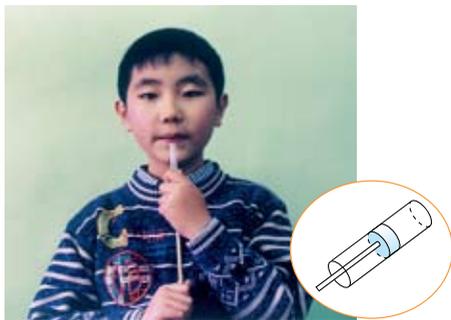


图2-2-8 音调可变的哨子

2. 某种昆虫靠翅的振动发声。如果这种昆虫的翅在2 s内做了700次振动，频率是多高？人类能听到吗？

3. 生活中经常用“高”“低”来形容声音。“女高音”“男低音”“引吭高歌”“低声细语”这4个词语中，“高”“低”描述的各是声音的哪些特性？

## 第三节 声的利用

人类从呱呱坠地时起，就知道利用声音了。妈妈会从婴儿的啼哭声中发现宝宝情绪的变化；经验丰富的水手在雾中航行时可以通过汽笛的回声判断悬崖的距离；医院里的大夫会用各种各样的超声仪器为患者服务……



### 想想议议

自然界中的声现象实在是太多了。除了人类，也有不少动物是利用声的高手。你能举出一些例子吗？

### 声与信息

不同的动物感受声波的频率范围不同。有些动物对高频声波有很好的反应，有些动物对低频声波有很好的反应。

次声波传播的距离很远。发生地震、台风、核爆炸时，即使在几千千米以外，使用灵敏的声学仪器也能接收到它们产生



图2-3-1 火山爆发会产生次声波

的次声波，从而可确定它们发生的方位和强度。

蝙蝠通常只在夜间出来活动、觅食，但它们从来不会撞到墙壁、树枝上，并且能以很高的精度确认目标。它们的这些“绝技”靠的是什么？原来，蝙蝠在飞行时会发出超声波（图2-3-2），这些声波碰到墙壁或昆虫时会反射回来，根据回声到来的方位和时间，蝙蝠就可以确定目标的位置和距离。



图2-3-2 蝙蝠靠超声波探测飞行中的障碍和发现昆虫

蝙蝠采用的方法叫做回声定位。根据这个原理制成的超声导盲仪，可以探测前进道路上的障碍物，帮助盲人出行；倒车雷达更是在汽车上得到了广泛的应用（图2-3-3）。科学家还利用这个原理发明了声呐。声呐系统可以帮助人们探知海洋的深度，绘出水下数千米处的地形图，也可以帮助渔民获得水中鱼群的信息（图2-3-4）。



图2-3-3 倒车雷达

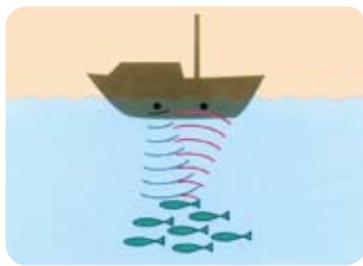


图2-3-4 利用声呐探测鱼群

中医诊病通过“望、闻、问、切”四个途径，其中“闻”就是听。医生利用听诊器（图2-3-5）获取人体内的声音信息，来诊断疾病。借助超声波，医生可以准确地获得人体内部脏器的图像信息。医生用B型超声波诊断仪向患者体内发射超声波，然后接收患者体内脏器的反射波，反射波携带的信息经过处理后显示在屏幕上。这就是通常所说的“B超”（图2-3-6）。



图2-3-5 听诊器



图2-3-6 医生用“B超”查看胎儿的发育情况

在生产实践中，超声的检测技术应用很广。利用超声波可以检测出锅炉有没有裂纹，甚至还可以知道裂纹有多大、多深。

## 声与能量

把一块石头扔进水里，可以看到一圈一圈的波纹向四周散去，水面上的树叶也随之起伏。

我们说，石头的能量通过水波传给了树叶。声波是一种波动，那么，声波能传递能量吗？



图2-3-7 水波



## 观察与实验

### 声波传递能量

找一个空饮料瓶，去掉饮料瓶底，蒙上橡胶膜，用橡皮筋扎紧。对着点燃的蜡烛火焰敲击橡胶膜，观察火焰的变化情况。



图2-3-8 声波使蜡烛熄灭

声波传递能量的性质可以应用在很多方面。

声波可以用来清洗钟表等精密的机械。使用超声波是因为它产生的振动更加强烈。如图2-3-9所示，就是利用超声波清洗眼镜。把眼镜放在清洗液里，超声波穿过液体会引起激烈的振动，使眼镜上的污垢被振动下来而不会损坏眼镜。

外科医生可以利用超声振动除去人体内的结石。向人体内的结石发射超声波，结石会被击成细小的颗粒，顺畅地排出体外。



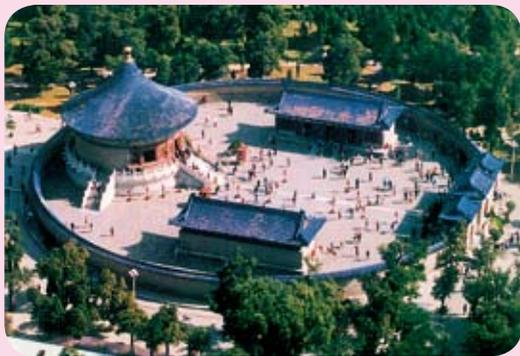
图2-3-9 利用超声波清洗眼镜



## 建筑师的杰作

驰名中外的北京天坛，是明清两代皇帝祈谷、祈雨、祈天的地方。天坛的回音壁、三音石、圜丘三处建筑，有非常奇妙的声音现象。

圜丘位于天坛公园的南部，始建于明嘉靖九年（公元1530年），是座分成三层的圆形平台，每层周边都有汉白玉栏杆，每根栏杆和栏板上都有精雕细刻的云龙图案，每层平台的台面都由光滑的石板铺成。第三层台面高出地面约5 m，半径约11.5 m，中心是一块圆形大理石，俗称天心石或太极石。当你站在天心石上说话或唱歌时，你会觉得声音特别洪亮。但是站在天心石以外的人听起来，却没有这种感觉，站在天心石以外说话，也没有这种感觉。



回音壁：人站在圆形围墙内的墙壁附近说话，声音经过多次反射，可以在围墙的任何位置听到



圜丘：人站在中央台上说话，会感到声音特别洪亮

图2-3-10 天坛的回音壁和圜丘

传说，皇帝每年都要到这里来祈祷上天，在圜丘的天心石上祷告：“苍天保佑，五谷丰登。”当他听到远比自己平时说话大得多的声音时，认为是上天显灵，觉得自己的虔诚感动了上天。

其实，这不过是建筑师利用声音反射造成的音响效果。圜丘第三层台面实际并不平，台面中心略高（图2-3-11），四周微微向下倾斜。当有人在台面中心大声说话时，传向四周的声音有一部分被四周的石栏杆反射，射到稍有倾斜的台后面，又反射到台中心。因为圜丘第三层半径仅11.5 m，从发声到回声返回中心仅需0.07 s，回声跟原来的声音混在一起，听起来格外响亮，让人感到似乎有声音从地下传来。

关于回音壁、三音石的声学特性，同学们可以通过各种方式寻找更多的材料。

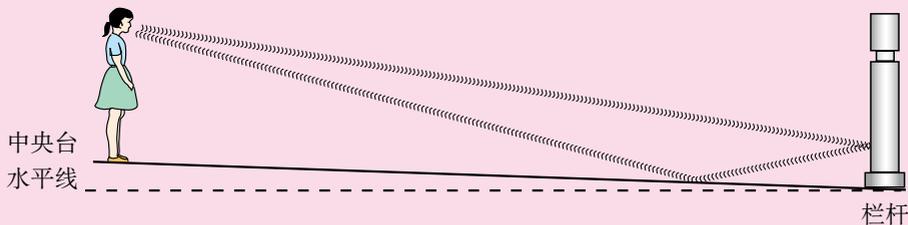


图2-3-11 圆丘声音反射示意图

### 动手动脑学物理

1. 请你分析下列事实是利用声传递能量还是利用声传递信息，再试着举出其他利用声的例子。

- (1) 利用超声波给金属工件探伤
- (2) 医生通过听诊器给病人诊病
- (3) 通过声学仪器接收到的次声波等信息，判断地震的方位和强度
- (4) 利用超声波排除人体内的结石

2. 用超声波测位仪向海底垂直发射声波，经过4s后收到回波。如果海水中声音的平均传播速度为1 500 m/s，此处海水约有多深？

3. 以“声的利用”为关键词，查询有关资料，了解声的主要应用，并与同学们交流。

## 第四节 噪声的危害和控制 ●●●

优美的乐音令人心旷神怡，而杂乱的声音——**噪声 (noise)** 则令人心烦意乱。噪声是严重影响我们生活的污染之一。噪声是怎样产生的？它对人们有哪些危害？怎样才能有效地防止或减弱噪声呢？

## 噪声的来源

### 观察与实验

#### 观察噪声的波形

用塑料泡沫在平板玻璃上摩擦，感受发出的声音，并观察它的波形（图2-4-1）。



图2-4-1 噪声的波形

噪声是发声体做无规则振动时发出的声音。噪声的波形是杂乱无章的。观察图2-4-2，结合自己的生活经验，探讨噪声的主要来源。

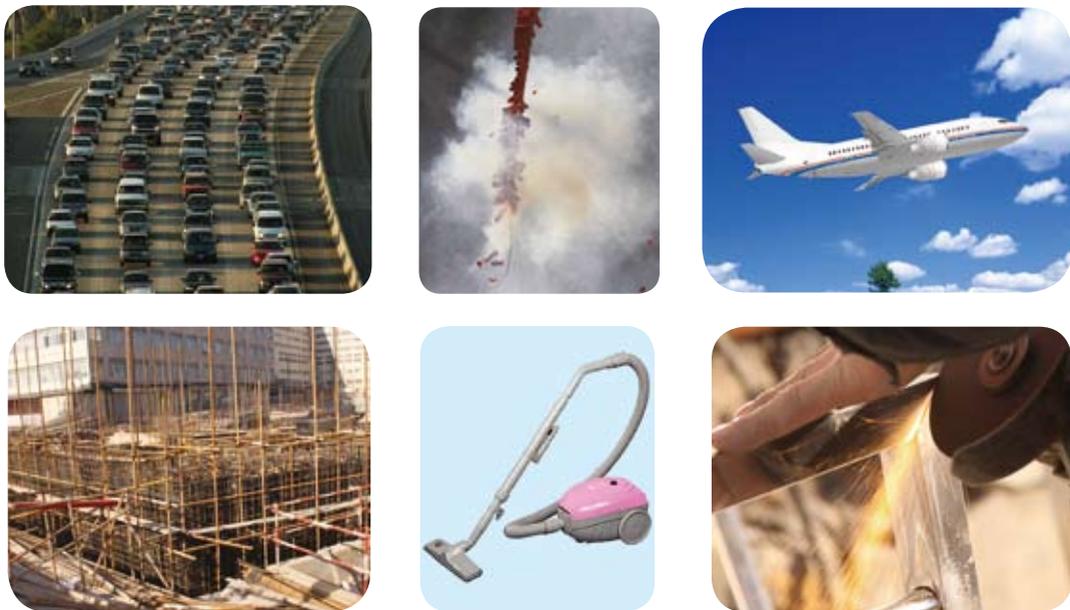


图2-4-2 生活中常见的噪声源

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，以及对人们要听的声音产生干扰的声音，都属于噪声。从这个意义上说，噪声的来源是非常多的。街道上的汽车声，安静的图书馆里的说话声，建筑工地上的机器声，邻居家电视机过大的声音，都是噪声。即使有些本来很好听的乐曲或歌声，如果干扰了他人的工作和休息，给人不愉快的感觉，也是噪声。

在日常生活中，我们尽量不要制造噪声。例如，在公共场所不要喧闹，在楼房内搬动物品时动作要轻，收音机、录音机、电视机的音量不要开得太大。

## 噪声强弱的等级和危害

人们以分贝（decibel，符号dB）为单位来表示声音强弱的等级。0 dB是人

刚能听到的最微弱的声音；30~40 dB是较为理想的安静环境；70 dB会干扰谈话，影响工作效率；长期生活在90 dB以上的噪声环境中，听力会受到严重影响并产生神经衰弱、头疼、高血压等疾病；如果突然暴露在高达150 dB的噪声环境中，鼓膜会破裂出血，导致双耳完全失去听力。

为了保护听力，声音强弱的等级不能超过90 dB；为了保证工作和学习，声音强弱的等级不能超过70 dB；为了保证休息和睡眠，声音强弱的等级不能超过50 dB。



图2-4-3 街道上显示噪声等级的装置



小资料



### 人对不同声音强度的感觉

主观感觉	声音强弱的等级/dB	声音来源	
无法忍受	150	火箭、导弹发射	140 dB 
	140	喷气式飞机起飞	
	130	螺旋桨飞机起飞	
感到疼痛	120	球磨机工作	90 dB 
	110	电锯工作	
很吵	100	拖拉机开动	60 dB 
较吵	90	很嘈杂的马路	
	80	一般车辆行驶	20 dB 
较静	70	大声说话	
	60	一般说话	
安静	50	办公室	
	40	图书馆阅览室	
极静	30	卧室	
	20	轻声耳语	
	10	风吹落叶沙沙声	
	0	刚刚引起听觉	

图2-4-4 几种声源的声音强弱的等级

## 控制噪声

噪声会严重影响人们的工作和生活，因此，控制噪声十分重要。控制噪声、减小噪声是当前优化人们生活环境的一个重要课题。我们知道，声音从产生到引起听觉有这样三个阶段：

声源的振动产生声音——在空气等介质中的传播——引起鼓膜的振动

因此，控制噪声也要从这三个方面着手，即防止噪声产生、阻断噪声的传播、防止噪声进入耳朵。

想想看，图2-4-5中控制噪声的措施分别属于哪一类？



摩托车的消声器



城市道路旁的隔声板



工厂用的防噪声耳罩

图2-4-5 几种控制噪声的措施

噪声严重影响人们的工作和生活，被称为“隐形杀手”。控制噪声正成为城市环境保护的重要项目之一。我国许多城市都制定了针对不同环境的声音强弱等级控制标准，在需要安静环境的医院、学校和科学研究部门附近，都有禁止鸣喇叭的标志。



图2-4-6 禁止鸣喇叭的标志

在有些情况下我们可以利用噪声。例如，工人通过机器的噪声情况可以判断机器的工作是否正常，并寻找故障，消除隐患；飞行员根据发动机轰鸣的噪声可以判断其运转情况。

### 动手动脑学物理

1. 调查校园里或者你家周围有什么样的噪声。针对这些噪声，应该采取什么控制措施？与同学交流，看看谁的调查更详细，采取的措施更好。

2. 为避免教室内学生上课时受到周围环境噪声干扰，下面的方法有效、合理的是（ ）。

- A. 老师讲话声音大一些
- B. 每个学生都戴一个防噪声耳罩
- C. 在教室周围植树
- D. 教室内安装噪声监测装置

3. 春节燃放鞭炮是我国的民间习俗。从环境保护与欢庆佳节、和谐统一的角度，发表你对此事的看法，并且根据所学的知识，提出合理的建议。



## 制作简易弦琴

### 工具与材料

做琴弦的材料（如橡皮筋、细线、钓鱼线、尼龙线、钢丝、铁丝、铜丝等），带环的木螺钉若干，长方形木块1个，纸盒1个。

### 制作方法与步骤

#### 1. 制作三弦琴：

把有环的木螺钉固定在长方形木块上（图2-1）。

把做琴弦的细线两端分别绕在木螺钉的环孔上，通过转动螺钉把琴弦绷紧（图2-2）。

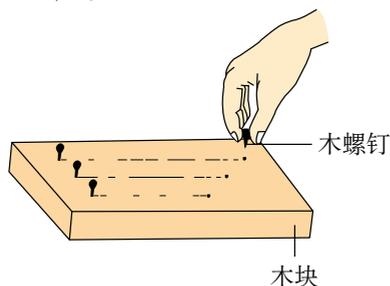


图2-1

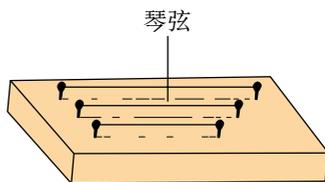


图2-2

#### 2. 制作六弦琴：

在盒子的宽面上剪个椭圆形的孔。在盒子上绕6根粗细不同的琴弦，使它们横跨在椭圆孔上。在盒子的两边分别插1支圆柱形铅笔，使琴弦悬空在椭圆孔的上方（图2-3）。

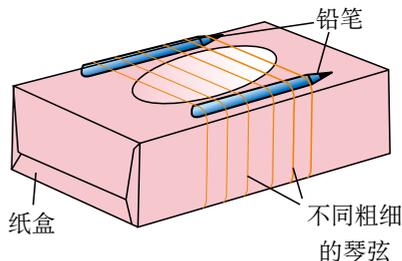


图2-3

3. 分别拨动琴弦，描述听到的声音。

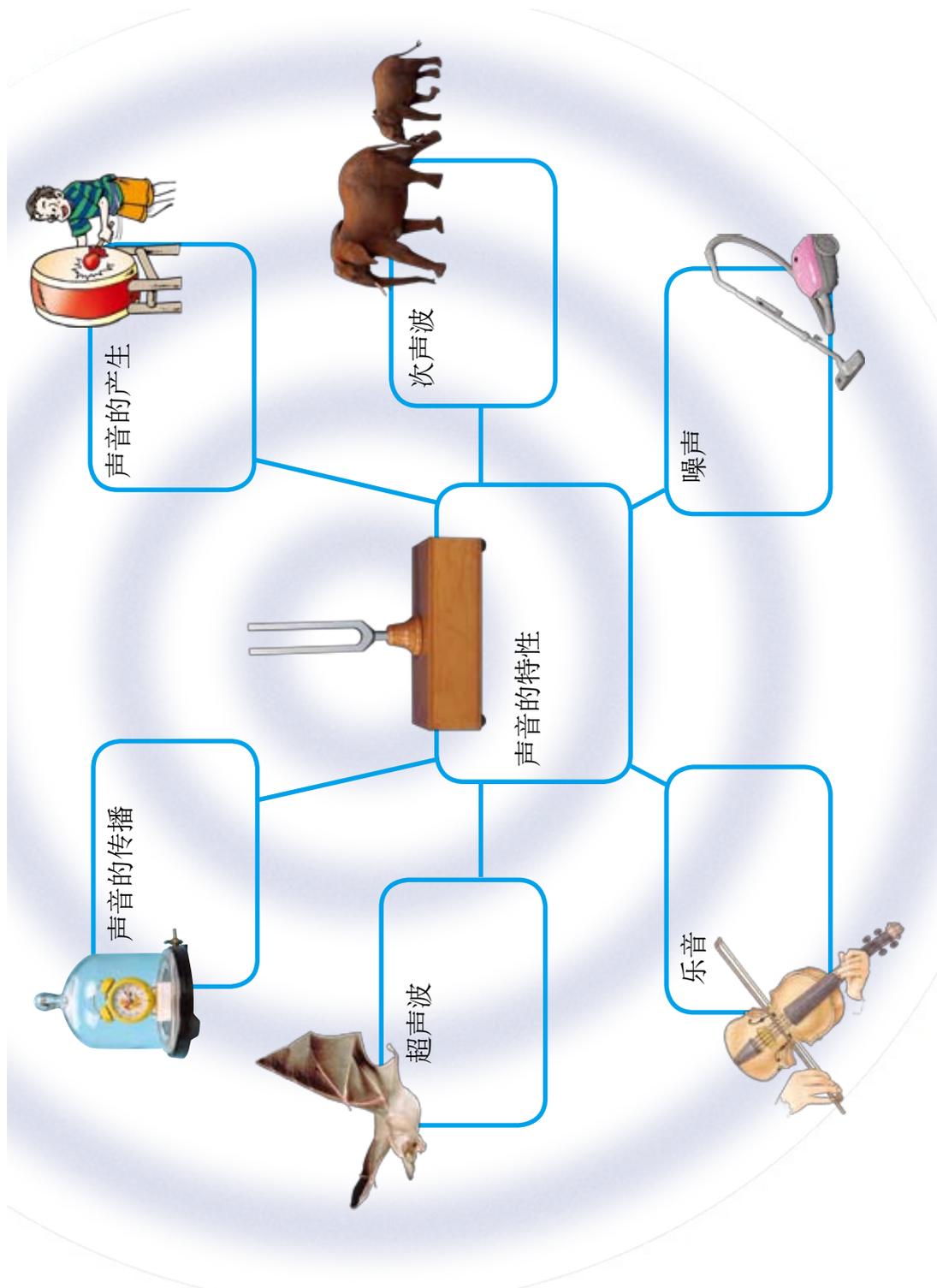
4. 换用其他材料的琴弦，重复上面的制作过程。分别拨动琴弦，描述听到的声音。

### 交流与评估

1. 你所选用的做琴弦的材料，哪种发出的声音更好听一些？
2. 琴弦变短了，声音有什么变化？
3. 同种材料做成的琴弦，声音的高低跟材料的哪些因素有关？
4. 试着用你的简易弦琴演奏一首曲子，同学之间互相欣赏。



# 学到了什么



灯塔上的聚光灯射出一束束强光，为海上航行提供了可靠的保障。

五颜六色的光掩映着平静的港湾，描绘出一幅色彩斑斓的美丽画卷。光把港口装扮得如此美丽，令人心旷神怡。

光是从哪儿发出的，又是怎样传播的？光的颜色及物体的颜色是怎样呈现的？

让我们一起走进光的世界，探究光现象的规律吧！



## 第一节 光的传播 ●●●

### 光源

太阳、电灯等物体能够发光，这些物体叫做**光源**。

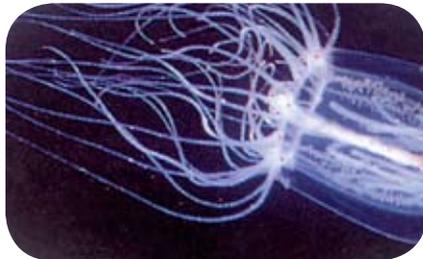
宇宙中的恒星能够发光：晴朗的夜晚，我们可以看到闪烁的星光，这些星星多数是恒星。许多动物也可以发光：夏天的夜晚，常有淡淡的绿光在草丛中闪烁，这是萤火虫在发光。有些海洋生物也能发光：在大海深处，灯笼鱼、斧头鱼、水母等发出的光，使幽深的海底世界显得更加神秘。



太阳



萤火虫



水母

图3-1-1 天然光源

生活中的人造光源很多（图3-1-2）。你周围有哪些人造光源？



蜡烛



白炽灯



上海世博园中的LED灯

图3-1-2 常见的人造光源

## 光是如何传播的



### 想想议议

“匡衡，字稚圭，勤学而无烛。邻舍有烛而不逮，衡乃穿壁引其光，以书映光而读之。”

通过“凿壁借光”的故事，总结光的传播特点。



图3-1-3 凿壁借光



### 观察与实验

#### 观察光的传播径迹

1. 打开激光笔，观察光在空气中传播的径迹。在空气中摇动一支点燃的香，让香产生一团烟雾，再次打开激光笔，观察光在这团烟雾中传播的径迹。
2. 观察光在水中传播的径迹。

实验表明，**光在真空中或均匀介质中是沿直线传播的**。空气、水、玻璃都可以做光传播的介质。

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径迹和方向。这样的直线叫做**光线 (light ray)**。



图3-1-4 光线

由于光在均匀介质中沿直线传播，在开凿较长的隧道时，工程师常用激光束引导掘进机，使掘进机沿直线前进，以免掘进方向出现偏差（图 3-1-5）。

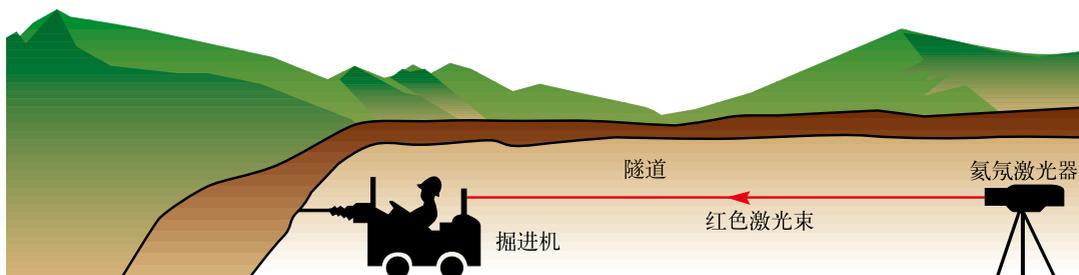


图3-1-5 激光引导掘进方向

光在均匀介质中沿直线传播，当光照射到不透明或半透明物体上时，就会被物体遮挡，在物体后面光照射不到的地方形成较暗的区域，就是我们常说的影子。我们熟悉的手影（图3-1-6）就是利用了光沿直线传播的规律。

排队（图3-1-7）时要向前看齐、向右看齐，也是利用了光的直线传播的规律。



图3-1-6 手影



图3-1-7 排队

## 观察与实验

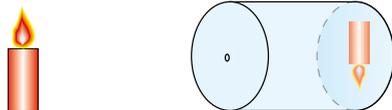
### 小孔成像

如图3-1-8甲所示，在一个空罐的底部中央打一个小孔，再用一片半透明的塑料膜蒙在空罐的口上。将小孔对着烛焰，我们可以看到烛焰在薄膜上呈现的像。

仔细观察小孔成像的特点。从烛焰的不同位置发出的光穿过小孔后是怎样传播的？试着在图3-1-8乙中画一画，也许能帮助你解释为什么能成这样的像。



甲 小孔成像的装置



乙 小孔成像的原理

图3-1-8 小孔成像

## 光的传播速度

打雷时，雷声和闪电是在同时同地产生的，但我们总是先看到闪电，后听到雷声。这表明，光的传播速度比声音快。

真空中的光速是宇宙间最快的速度。在物理学中，真空中的光速用字母  $c$  表示。

$$c = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m/s}$$

光在其他介质中的传播速度都比真空中的小。空气中的光速大约为  $2.997\,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。在要求不是非常精确的计算中，真空和空气中的光速通常取为

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$



图3-1-9 如果一个“飞人”以光速绕地球飞行，在1 s的时间内，能够绕地球运行7.5圈



小资料



### 在常见介质中的光速 $v/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

空气	$3 \times 10^8$	钠蒸气 (特定条件)	6
水	$2.25 \times 10^8$	冰	$2.3 \times 10^8$
酒精	$2.2 \times 10^8$	玻璃	$2.0 \times 10^8$

## 相关链接

### 激光

激光是20世纪继半导体、计算机、原子能之后，人类的又一重大发明，被称为“最快的刀”“最准的尺”和“最亮的光”。激光原理早在1916年就被著名的物理学家爱因斯坦发现，但直到1960年才被首次制造成功。激光是在有充足的理论准备和迫切的生产实践需要的背景下产生的。它一问世，就获得了异乎寻常的飞速发展。激光的发展不仅使古老的光学科学和光学技术获得了新生，而且由此产生了一种新兴产业。激光可使人们有效地利用前所未有的先进方法和手段，去获得空前的效益和成果，从而促进社会的发展。

请同学们到网上查找关于激光的相关知识。

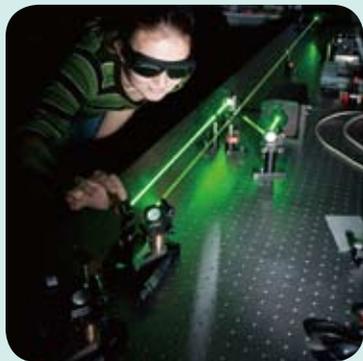


图3-1-10 激光束



## 动手动脑学物理

1. “井底之蛙”这个成语大家都很熟悉。你能解释为什么“坐井观天，所见甚小”吗？请根据光的直线传播原理画图说明。

2. 举例说明光的直线传播在生活中的应用。



图3-1-11 井底之蛙

## 第二节 光的反射 ●●●

奥地利蒂罗尔山中的拉滕贝格村的村民，整个冬天都见不到阳光，因为他们处于山脉背阴的一面。现在，他们用电脑控制反射镜，将太阳光送进村子，驱走了山村的阴暗，迎来了明媚的阳光。



图3-2-1 阳光反射镜

## 光反射的规律

光遇到水面、玻璃以及其他许多物体的表面都会发生**反射 (reflection)**。我们之所以能够看到不发光的物体，是因为经过该物体反射的光进入了我们的眼睛。



图3-2-2 激光束的反射

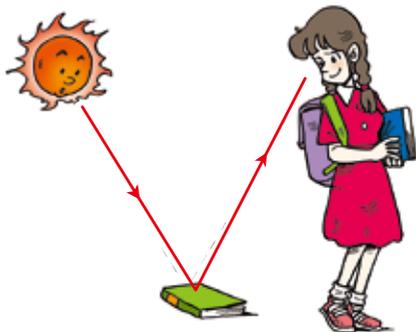


图3-2-3 物体反射的太阳光进入眼睛

## 观察与实验

### 探究光的反射规律

#### 提出问题

在光的反射现象中，改变入射光的方向，反射光的方向也随着改变。反射光和入射光有怎样的关系？光反射时遵循什么规律？

#### 设计实验与制订计划

为了探究光的反射规律，我们用平面镜再现光反射现象，用纸板呈现并记录入射光和反射光的路径。

实验装置如图3-2-4所示。把一个小平面镜平放在水平桌面上，再将纸板 $ENF$ 竖直地立在平面镜上。纸板 $ENF$ 是用两块纸板 $E$ 和 $F$ 连接起来的，纸板 $E$ 和纸板 $F$ 的交线 $ON$ 垂直于镜面，作为研究光的反射规律的参考直线。

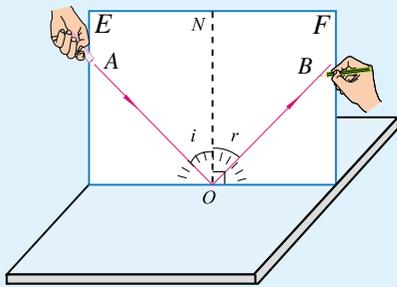


图3-2-4

使用激光笔，沿着纸板 $E$ 的表面，让光斜射到平面镜上，观察反射光。用笔描出入射光和反射光的径迹。

通过测量反射光线 $OB$ 与 $ON$ 的夹角 $r$ 和入射光线 $AO$ 与 $ON$ 的夹角 $i$ ，研究反射光线的方向与入射光线的方向之间的关系。

#### 进行实验与收集证据

1. 打开激光笔，让激光沿着垂直于镜面的直线 $ON$ 入射，观察反射光的径迹并记录。

2. 使用激光笔，沿着纸板的表面，让光斜射到平面镜上的 $O$ 点，观察反射光。用笔记录入射光线 $AO$ 和反射光线 $OB$ 的径迹，使用量角器测量角 $i$ 和角 $r$ ，把测量数据填入表格。

3. 保持镜面的位置不变，多次改变入射光线 $AO$ 与参考直线 $ON$ 的夹角，按照步骤2重复做实验。

将测得的数据填入下面的表格：

实验次数	入射角 <i>i</i>	反射角 <i>r</i>
第一次		
第二次		
第三次		

4. 把纸板*F*向后折或者向前折，观察是否存在反射光。

### 分析与论证

比较表格中的反射角与入射角的数据，我们发现了什么规律？

当纸板*F*沿*ON*弯折时，我们发现了什么？

### 评估

1. 为什么要多次改变入射光的方向进行实验？
2. 探究过程中，你感到最为困难的操作有哪些？与同伴交流你是如何克服这些困难的。
3. 分析评估探究方案，指出其成功与不足，并尝试设计新的方案。

如图 3-2-5 所示，我们把垂直于镜面的直线 *ON* 叫做**法线**；入射光线与法线的夹角 *i* 叫做**入射角**；反射光线与法线的夹角 *r* 叫做**反射角**。

在反射现象中，**反射光线、入射光线和法线都在同一平面内；反射光线、入射光线分居法线两侧；反射角等于入射角。**这就是**光的反射定律 (reflection law)**。

如果让光逆着反射光线的方向射到镜面，那么，它被反射后就会逆着原来的入射光的方向射出（图 3-2-6）。这表明，**在反射现象中，光路是可逆的。**

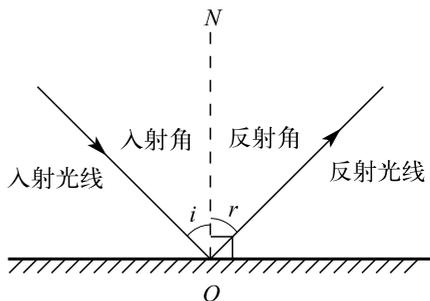


图 3-2-5 光的反射

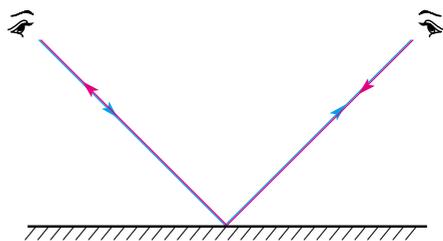


图 3-2-6 光路可逆

生活中有很多现象可以说明光路的可逆性。例如，如果你在一块平面镜中看到了另一位同学的眼睛，那么，这位同学也一定能通过这面镜子看到你的眼睛。

## 镜面反射和漫反射



### 想想议议

在桌面上铺一张白纸，把一小块镜子平放在纸上，让手电筒的光正对着镜子照射（图3-2-7）。从侧面看去，白纸和小镜子哪个是亮的，哪个是暗的？原因是什么？



图3-2-7 用手电筒照射小镜子

阳光照射到镜子上，迎着反射光的方向可以看到刺眼的光，而在其他方向却看不到反射的阳光。如果阳光射到白纸上，则无论从哪个方向看，都能看到纸被照亮了，但不会感到刺眼。这是为什么？

原来，镜面很光滑，一束平行光照射到镜面上后，会被平行地反射（图3-2-8甲），这种反射叫做**镜面反射**。而看上去很平的白纸，如果在显微镜下观察，可以看出它其实是凹凸不平的。凹凸不平的表面会把平行的入射光线向四面八方反射（图3-2-8乙），这种反射叫做**漫反射**。正是由于桌椅、书本等物体会对照射到其上的光线产生漫反射，我们才可以从不同方向看到它们。

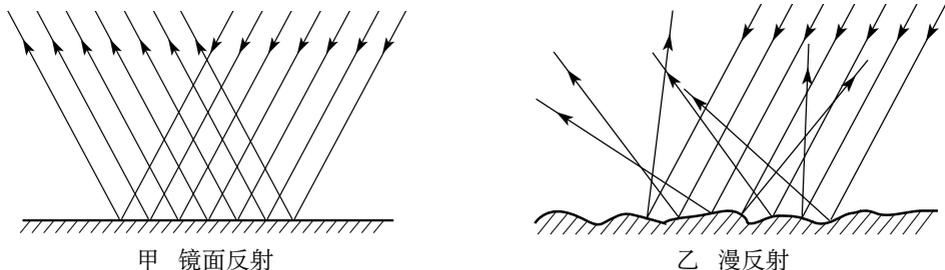


图3-2-8 镜面反射和漫反射示意图

现在，城市里越来越多的高楼大厦采用玻璃幕墙、磨光的大理石作为外墙装饰。当强烈的太阳光照射到这些光滑的表面时，就会发生镜面反射，产生眩目的光，干扰人们的正常生活，造成“光污染”。



## 光污染

2008年7月，一位出租车司机正在乌鲁木齐市市区驾车行驶。突然，他被半空中一道强光刺痛了眼睛，顿时眼前一片漆黑。他连忙刹车，但还是发生了车祸。这起事故的罪魁祸首是路口一座高层建筑的玻璃幕墙，玻璃幕墙反射的太阳光刺得他睁不开眼睛。这是一起光污染的典型事例。

光污染是光对人的视觉环境和身体健康产生不良影响的现象。窗户玻璃、幕墙玻璃、墙面涂料反射的强光，路边广告灯光等，都是光污染。我们在充分利用光的同时，还要注意解决光污染的问题。



图3-2-9 白光污染



图3-2-10 彩光污染



## 动手动脑学物理

1. 一条光线与镜面成  $30^\circ$  角射在平面镜上（图 3-2-11），反射角是多大？试画出反射光线，标出入射角和反射角。如果光垂直射到平面镜上，反射光如何射出？画图表示出来。

2. 有时，黑板反射的光能“晃”着一些同学的眼睛。为了保护同学们的眼睛，请你根据所学的知识提出改善这种状况的建议。

3. 自行车尾灯的结构如图 3-2-12 所示。夜晚，用手电筒照射尾灯，看看它的反光效果。试着在图 3-2-12 左图上画出反射光线来。

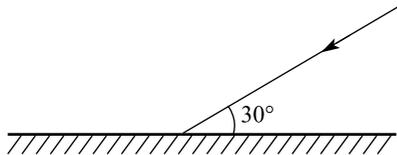


图3-2-11

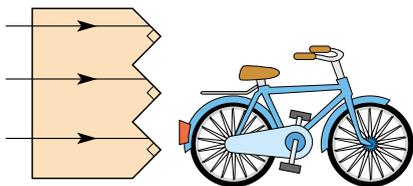


图3-2-12 自行车尾灯

## 第三节 平面镜成像

照镜子的时候，可以在镜子里看到另外一个“你”。镜子里的这个“你”就是你的像（**image**）。在平静的水面，亭子与它的倒影相映成趣，浑然一体（图3-3-2）。为什么物体在水中的像是倒立的？探究平面镜成像的特点后，你就会知道其中的道理了。



图3-3-1 古代女子用铜镜梳妆



图3-3-2 水中倒影

表面平整且光滑的镜子都是平面镜。比如，家里的穿衣镜、平静的水面、抛光的平整金属表面，都是平面镜。

### 平面镜成像的特点

#### 观察与实验

#### 探究平面镜成像的特点

平面镜成像时，像的位置、大小跟物体的位置、大小有什么关系？

如图3-3-3所示，在桌面上铺一张白纸，纸上竖立一块玻璃作为平面镜。在纸上记下平面镜的位置。把一支点燃的蜡烛放在玻璃板的前面，可以看到它在玻璃板后面的像。再拿一支外型相同但不点燃的蜡烛，竖立着在玻璃板后面移动，直到看上去它跟前面那支蜡烛的像

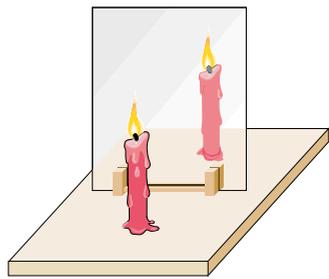


图3-3-3 探究平面镜成像的装置

完全重合。这个位置就是前面那支蜡烛的像的位置。在纸上记下这两个位置。实验时注意观察蜡烛的大小和它的像的大小是否相同。

移动点燃的蜡烛，重做实验。

用直线把每次实验中蜡烛和它的像在纸上的位置连起来，并用刻度尺分别测量它们到平面镜的距离。

	蜡烛到平面镜的距离 $u/cm$	像到平面镜的距离 $v/cm$	蜡烛的像与蜡烛的大小关系
第一次			
第二次			
第三次			

蜡烛及蜡烛的像在位置上有什么关系？它们的大小有什么关系？

实验表明：**平面镜所成像的大小与物体的大小相等，像和物体到平面镜的距离相等，像和物体的连线与镜面垂直。**

利用数学课中有关“对称”的知识，平面镜成像的规律也可以表述为：**平面镜所成的像与物体关于镜面对称。**

## 实像与虚像

在小孔成像实验中，景物的像可以呈现在塑料薄膜上。这种像是由实际的光线会聚而成的，叫做**实像 (real image)**。使用胶卷的照相机中，胶片记录的就是景物经过镜头所成的实像。

在平面镜成像的实验中，虽然我们看到平面镜后面好像有烛焰，但如果你在像的位置放一张白纸，纸上却不会出现蜡烛的像。这是为什么？

在图3-3-4中，光源 $S$ 向四处发光，一些光经平面镜反射后进入了人的眼睛，引起视觉。由于光沿直线传播，我们会感觉光好像是从进入人眼的光线的反向延长线交点 $S'$ 发出的。 $S'$ 就是 $S$ 在平面镜中的像。

由于平面镜后并不存在光源 $S'$ ，进入眼睛的光并非真正来自 $S'$ ，所以把 $S'$ 叫做**虚像 (virtual image)**。

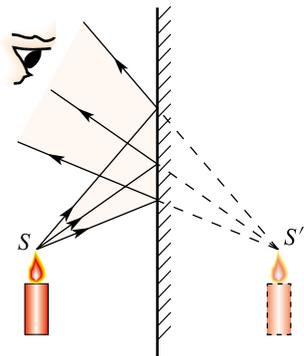


图3-3-4 平面镜中的像是虚像

## 平面镜的应用

在我们的生活中，平面镜的用途非常广泛。因为平面镜能够成与物体对称的虚像，所以既可以用来整理仪容，又可以用来矫正舞姿（图3-3-5）。平面镜还具有扩大视觉空间的作用（图3-3-6）。



图3-3-5 利用平面镜矫正舞姿



图3-3-6 利用平面镜扩大视觉空间

平面镜不但能够成像，还能够改变光路。军事上，利用平面镜的这个特点制造了潜望镜（图3-3-7）。

潜望镜在我国古籍中早有记载，汉代早年的《淮南万毕术》中记载：“取大镜高悬，置水盆于下，则见四邻矣。”这个装置是世界上有记载的最早的潜望镜（图3-3-8）。

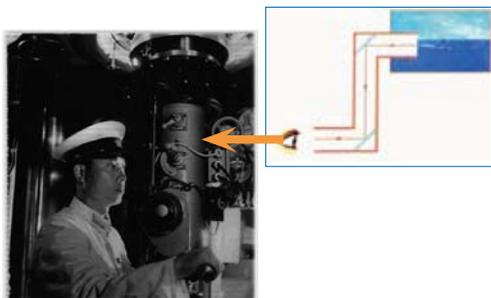


图3-3-7 利用潜望镜观察敌情

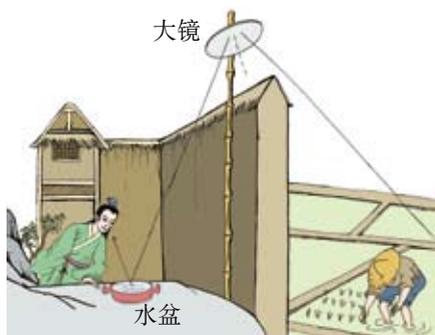


图3-3-8 《淮南万毕术》中记载的潜望镜

如果把许多平面镜按照一定的规律排列起来，就可以把太阳光反射后会聚到同一个位置，利用太阳能来发电。这就是塔式太阳能电站（图3-3-9）的原理。



图3-3-9 塔式太阳能电站



### 凸面镜和凹面镜

除了平面镜外，生活中也常见到凸面镜和凹面镜。餐具中的不锈钢勺子，它的里外两面分别相当于凹面镜和凸面镜。

凸面镜和凹面镜在实际中有很多应用。例如，汽车的后视镜和街头路口的反光镜（图3-3-10）都是凸面镜。凸面镜能起到扩大视野的作用。汽车前灯的反光装置（图3-3-11）则相当于凹面镜，它可以使射出的光接近于平行光。用凹面镜制成的太阳灶（图3-3-12）利用会聚的太阳光可以烧水、做饭，既节省燃料，又不污染环境。凹面镜的面积越大，会聚的太阳光越多，温度也就越高。大的凹面镜太阳炉甚至可以用来熔化金属。



图3-3-10 凸面镜可以扩大视野

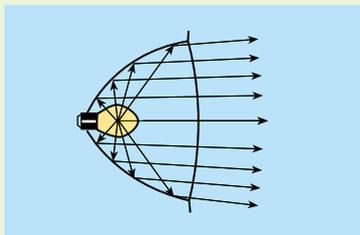


图3-3-11 汽车前灯的反光装置



图3-3-12 太阳灶



### 动手动脑学物理

1. 如图3-3-13所示， $AO$ 是平面镜前的一个物体。画出 $AO$ 在平面镜中成的像。
2. 试着分析为什么猴子捞月总是一场空。

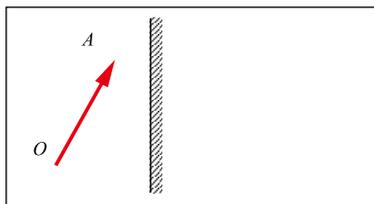


图3-3-13



图3-3-14

3. 检查视力的时候，视力表放在被测者头部的后上方，被测者识别对面墙上镜子里的像（图3-3-15）。视力表在镜子中的像与被测者相距多远？与不用平面镜的方法相比，这样安排有什么好处？

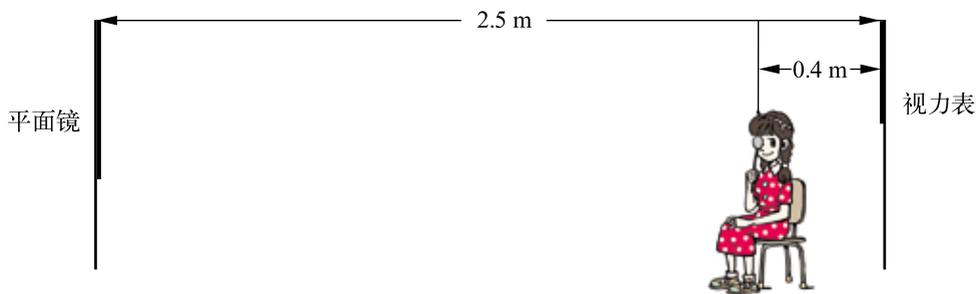


图3-3-15

## 第四节 光的折射 ●●●

### 光的折射的特点

我们说光沿直线传播，是指光在同一种均匀介质中传播的情景。如果光从一种介质进入另一种介质，例如从空气进入水中时，情况又会怎样呢？让我们通过实验来探究。

#### 观察与实验

##### 观察光的折射

把一束光以不同角度从空气射入水中（图3-4-1），观察光束在空气中和水中的径迹。



图3-4-1 光射入水中时的折射现象

由实验可以发现，光从空气斜射入水中时，传播方向发生了偏折，这种现象叫做光的**折射**（**refraction**）。

如图3-4-2所示，以经过入射点 $O$ 并垂直于水面的直线为法线，入射光线与法线的夹角 $i$ 叫做入射角，折射光线与法线的夹角 $\theta$ 叫做**折射角**。实验表明，光折射时有如下特点：

**光从空气斜射入水或其他介质中时，折射光线向法线方向偏折，折射角小于入射角。当入射角增大时，折射角也增大；当入射角减小时，折射角也减小。当光从空气垂直射入水中或其他介质中时，传播方向不变。**

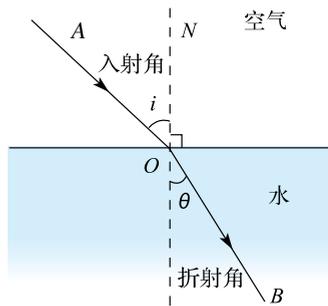


图3-4-2 光从空气斜射入水中或其他介质中，折射光线向法线方向偏折

如果让光逆着折射光线的方向从水或其他介质中射入空气中，可以看到，进入空气的折射光线逆着原来入射光线的方向射出，也就是说，折射时光路可逆。

### 生活中的折射现象

鱼儿在清澈的水中游动，然而，沿着你看见鱼的方向去叉它，却又不到。有经验的渔民都知道，只有瞄准鱼的下方才能把鱼叉到（图3-4-3）。



图3-4-3 鱼在哪儿

从上面看水、玻璃等透明介质中的物体，看到的物体的位置要比实际位置高一些，这是由光的折射现象引起的。

由于光的折射，池水看起来比实际的浅。所以，当你站在岸边，看到清澈见底、深度不过齐腰的水时，千万不要贸然下去，以免因为对水深估计不足而发生危险（图3-4-4）。

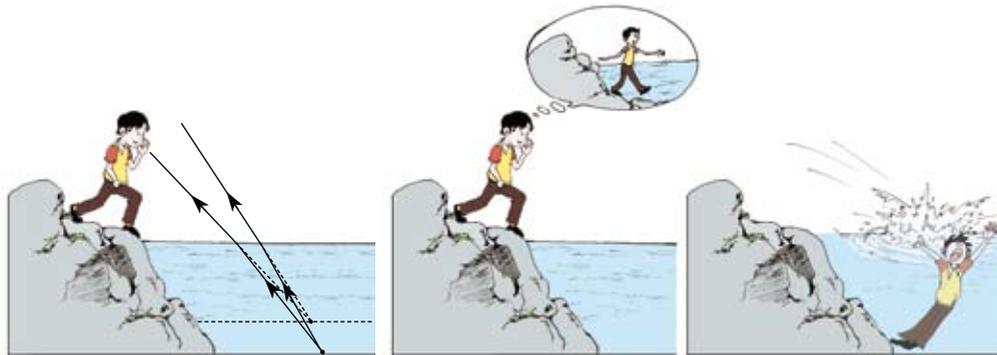


图3-4-4 池水“变”浅



## 海市蜃楼



### 海市蜃楼夜现蓬莱 傍晚时分出现 持续两个小时

2009年5月23日傍晚时分，蓬莱海滨、蓬莱阁和八仙渡景区以东海域上空出现了极为罕见的夜色海市蜃楼奇观，前后持续两个多小时。

我国的古书《史记》《梦溪笔谈》中，都有关于海市蜃楼的记载，宋代大诗人苏轼在《登州海市》一诗中也描述过海市蜃楼的奇观。可见，海市蜃楼是一种不算少见的自然现象。

海市蜃楼是怎样发生的？

我们已经知道，光是沿直线传播的。严格地说，光只有在均匀的介质中才沿直线传播。如果介质疏密不均，光线就会发生折射。

海市蜃楼是一种由光的折射产生的现象，多发生在夏天的海面上。夏天，较热的空气笼罩海面，但海水比较凉，海面附近空气的温度比上层空气的低，空气热胀冷缩，导致上层的空气比底层的空气稀薄。来自地平线以外物体的光线本来不能到达我们的眼中，但有一些射向空中的光线，由于不同高度空气的疏密不同而发生弯曲，逐渐弯向地面（图3-4-5），进入我们的眼睛。逆着光线望去，就感到看见了远处的景物。

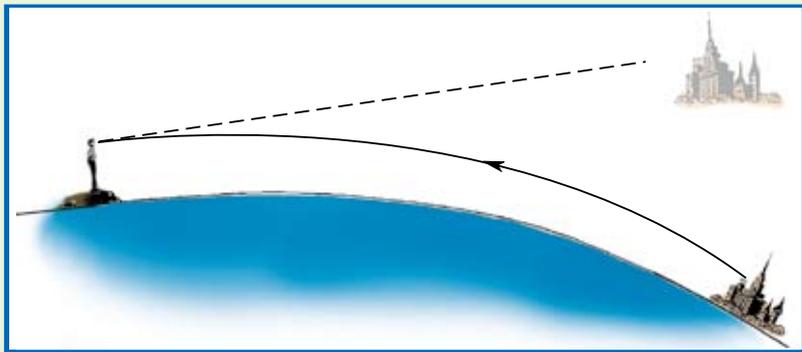


图3-4-5 海市蜃楼的成因



动手动脑学物理

1. 图3-4-6中，哪一幅图正确地表示了光从空气进入玻璃中的光路？

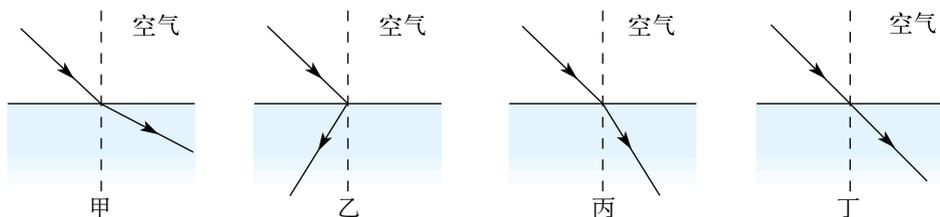


图3-4-6

2. 一束光射向一块玻璃砖（图3-4-7）。画出这束光进入玻璃和离开玻璃后的径迹（注意标出法线）。

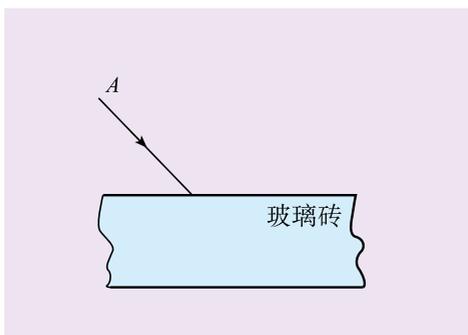


图3-4-7

3. 图3-4-8中，从侧面望去，茶杯是空的，但当你慢慢往茶杯中倒水时，就会发现杯中原来还藏着一枚硬币。想一想，这是为什么？



加水前



加水后

图3-4-8

## 第五节 光的色散 ●●●

雨过天晴，一条美丽的弧状彩色光带悬挂在天空，十分壮丽，这就是彩虹。彩虹是如何产生的呢？

### 色散

太阳发出的光，照亮了地球，使万物生辉。17世纪以前，人们一直认为白色是最单纯的颜色。直到1666年，英国物理学家牛顿用玻璃三棱镜使太阳光发生了**色散**（**dispersion**），这才揭开了光的颜色之谜。



图3-5-1 彩虹

### 观察与实验

#### 观察光的色散

让一束太阳光照射到三棱镜上（图3-5-2）。从三棱镜射出的光有什么变化？



图3-5-2 光的色散（模拟图）

太阳光通过棱镜后，被“分解”成各种颜色的光。如果用一个白屏来承接，在白屏上就会形成一条彩色的光带，颜色依次是红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫。这就是光的色散现象。这个现象说明，白光是由各种色光混合而成的。彩虹是太阳光在传播过程中被空气中的水滴色散而产生的。

## 色光的混合

人们发现，红、绿、蓝三种色光按不同比例混合，可以产生各种颜色的光（图3-5-3）。因此，把红、绿、蓝叫做**色光的三原色**。

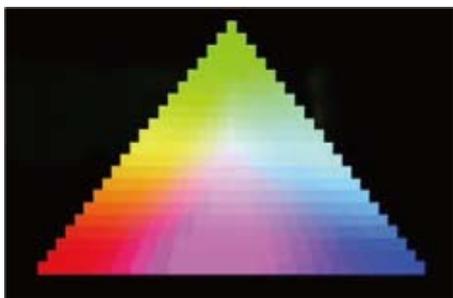


图3-5-3 三原色金字塔

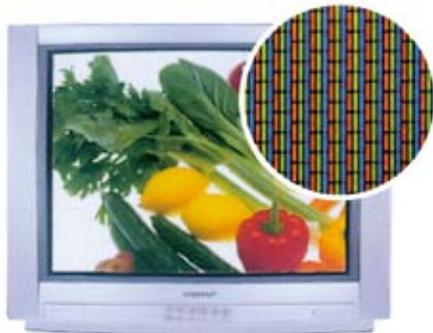


图3-5-4 电视画面的颜色是由红、绿、蓝三种色条合成的

### 观察与实验

#### 观察色光的混合

分别用红色、绿色、蓝色的透明塑料片挡在三只手电筒的前面，观察它们射出的红光、绿光、蓝光在白纸上重叠部分的颜色。

实验表明，几种色光可以混合成另外颜色的光。例如：红光和蓝光混合成品红色光；蓝光和绿光混合成青色光；红光和绿光混合成黄色光；红、绿、蓝三种色光按一定比例可以混合成白色光。

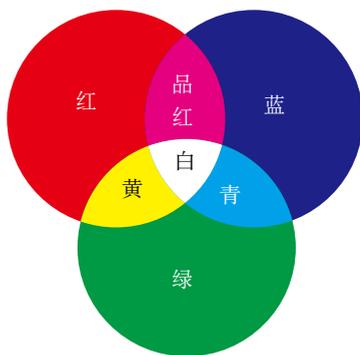


图3-5-5 色光的混合

## 物体的颜色

光照射到物体上时，一部分光被物体反射，一部分光被物体吸收。如果物体是透明的，还有一部分光透过物体。不同物体对不同颜色光的反射、吸收和透过的情况不同，因此呈现不同的色彩。

在图3-5-2的色散实验中，如果在白屏前放置一块红色玻璃，则白屏上其他颜色的光消失，只留下红色光。这表明，其他色光都被红色玻璃吸收了，只

有红光能够透过（图3-5-6）。如果在白屏前放置一块蓝色玻璃，则白屏上只呈现蓝色光。

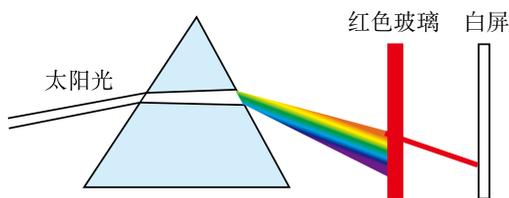


图3-5-6 红色透明玻璃只允许红色光透过，其他色光被玻璃吸收了，白屏上只能呈现红色

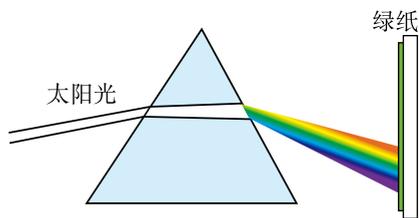


图3-5-7 绿色纸板上只能反射绿光，其他色光全部被吸收了

所以，**透明物体的颜色由通过它的色光决定。**

在图3-5-2的色散实验中，如果把一张红纸贴在白屏上，则在红纸上看不到彩色光带，只有被红光照射的地方是亮的，其他地方都是暗的；如果把绿纸贴在白屏上，则在屏上只有绿光照射的地方是亮的（图3-5-7）。

这表明，**不透明物体的颜色是由它反射的色光决定的。**



### 光的散射

散射是指光线被无数小微粒各自反射到四面八方。比如，晚上在外面打开手电筒会看见光柱。按理说，手电筒不对着你的眼睛，光线不会自己拐弯钻进你的眼睛。你怎么会看见光柱呢？那是因为手电筒的光被小尘埃阻挡并反射到四面八方，一部分光反射到你的眼睛里。光散射的强度与光的波长有关，波长越短的光散射越强。在可见光中，红光的波长最长，紫光的波长最短，因此空气对蓝紫色光的散射最强，对红黄色光的散射最弱。

晴朗的天空为什么呈蓝色？这是因为大气对阳光中波长较短的蓝光散射得较多，我们看到被大气散射的蓝光，天空就呈现蓝色。

晚霞为什么呈红色？这是因为傍晚太阳的高度低，阳光在穿透厚厚的大气层的过程中，蓝紫色光都被散射了，只有红色光能穿透大气层。如果



图3-5-8 晚霞

这时空中云层较多，就会被染成红色，形成晚霞。

大海为什么呈蓝色？因为大海中的水分子对波长较短的蓝紫色光不容易吸收，散射最强；而对波长较长的红黄色光最容易吸收，散射最弱。所以，射入海中的红黄色等长波色光被海水吸收了，而蓝色光散射回来被我们看到，大海就呈现了蓝色。

太阳为什么呈红黄色？这是因为大气对波长较长的红黄色光散射较少，红黄色光更容易穿透大气。所以，当我们看天空的太阳时，看到更多的是穿透大气的红黄色光，所以太阳呈现红黄色。

汽车雾灯等交通警示灯为什么是红色或黄色？因为在有雾的天气下，波长较长的红黄色光在空气中的散射最弱，而穿透能力最强，所以交通警示灯一般用红色或黄色。



### 动手动脑学物理

1. 如果一个物体能反射所有色光，则该物体呈现什么颜色？如果一个物体能吸收所有色光，则该物体呈现什么颜色？一个物体在什么情况下才是无色透明的？
2. 在一张白纸上用红颜料写一个“光”字，把它拿到暗室。只用红光照射时，你将看到什么现象？只用绿光照射时，你又将看到什么现象？
3. 放电影用的银幕为什么做成白色的？
4. 在暗室里用红光照射一幅绚丽多彩的油画作品，将会看到什么现象？为什么？
5. 如果没有三棱镜，也可以用图3-5-9所示的装置来“分解”太阳光。在深盘中盛一些水，盘边斜放一个平面镜。使太阳光照射在平面镜上，并反射到白色的墙壁或白纸上。观察墙壁或白纸上反射光的颜色。

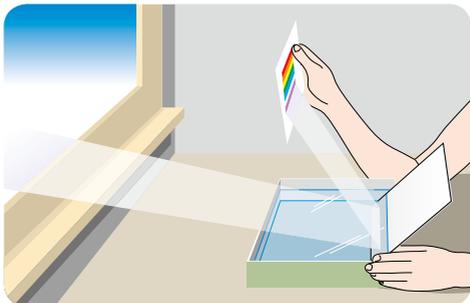


图3-5-9

## 第六节 看不见的光 ●●●

棱镜可以把太阳光分解成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫几种不同颜色的光。把它们按这个顺序排列起来，就是**光谱**（**spectrum**，图3-6-1）。



图3-6-1 太阳光的光谱

### 红外线

太阳的能量以光的形式辐射到地球。如果把非常灵敏的温度计放到棱镜下面，让光照射，能够检测到温度的上升。值得注意的是，在光谱上红光以外的部分，温度也会上升，说明这里也有能量辐射，不过人眼看不见。我们把这样的辐射叫做**红外线**。

一个物体，当它的温度升高时，尽管看起来外表还跟原来一样，但它辐射的红外线却大大增强。人体生病的时候，局部皮肤的温度异常，如果在照相机里装上对红外线敏感的胶片，给皮肤拍照（图3-6-2），将病人的照片与健康人的照片对比，有助于对疾病做出诊断。

红外线还可以用来治疗疾病（图3-6-3）。在红外线照射下，人体组织温度升高，毛细血管扩张，血流加快，物质代谢增强，细胞活力及再生能力提高。所以，红外线经常用来治疗慢性炎症、慢性感染性伤口、扭挫伤等，促进组织生长和血肿消散。

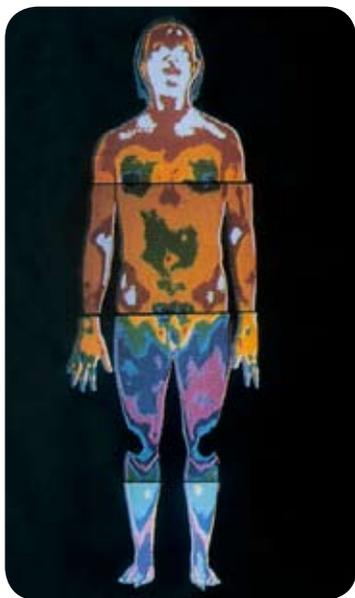


图3-6-2 用红外胶片拍出的“热谱图”



图3-6-3 红外线治疗

夜间，人的体温比野外的草木、岩石的温度高，人辐射的红外线比草木、岩石强。根据这个原理，人们制成了红外线夜视仪，可以用在步枪的瞄准器上。

红外线可以用在红外遥感技术（图3-6-4）上。在卫星上安装红外遥感器，可以获取地球表面的温度信息，这在城市热岛效应监控，林火监测，旱情监测，探测火山、地热、地下水以及军事侦察等方面有很好的应用。

红外线还可以用来进行遥控。电视机遥控器的前端有一个发光二极管，按下不同的键时，可以发出不同的红外线，实现对电视机的遥控。

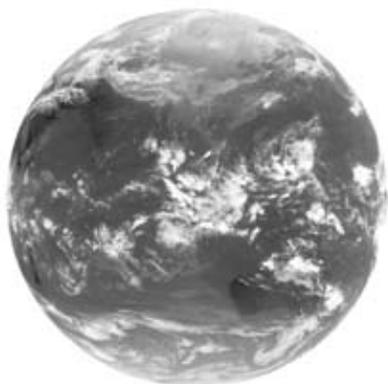


图3-6-4 红外气象卫星遥感照片

## 紫外线

在光谱的紫光端以外，也有一种看不见的光，叫做**紫外线**。紫外线也和人类生活有非常重要的关系。

适当的紫外线照射有助于人体合成维生素D，维生素D能促进身体对钙的吸收，对于骨骼的生长和身体健康都有好处。紫外线能杀死微生物。医院的手术室、病房常用紫外线灯（图3-6-5）灭菌。

紫外线能使荧光物质发光。在钞票或商标的某些位置用荧光物质印上标记，放在紫外线下识别这些标记，是一种有效的防伪措施（图3-6-6）。

过量的紫外线照射对人体有害，轻则使皮肤灼伤，重则引起皮肤癌。

太阳光是天然紫外线的最重要来源。地球的周围包围着厚厚的大气层，阳光中的紫外线大部分被大气层上部的臭氧层吸收，不能到达地面。如果太阳辐射的紫外线全部到达地面，地球上的植物、动物和人类都不可能生存。



图3-6-5 病房用的紫外线消毒灯



图3-6-6 紫外线使钞票上的荧光物质发光

## 红外制导

响尾蛇眼睛的前下方有一种特殊的器官——探热器，能够接收动物身上发出的红外线。这种探热器反应非常灵敏，温度差别即使只有 $0.001^{\circ}\text{C}$ ，它也能感觉到。所以，只要有小动物从旁边经过，响尾蛇就能立刻发觉，并且准确地判断出猎物的方向和距离，窜过去把它咬住。

科学家模仿响尾蛇的“探热器”制造了人造的红外线定位器，把它装在导弹上，用来探测目标发出的红外线，引导导弹命中目标。这种导弹的引导方式叫做红外制导。红外制导设备简单，重量轻，成本低，而且分辨力高，抗干扰性强，被广泛应用在飞机、导弹、坦克、舰船上。



图3-6-7 响尾蛇的“探热器”

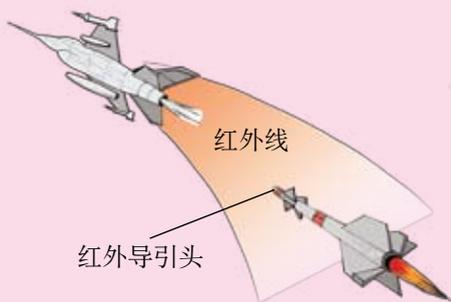


图3-6-8 红外制导示意图



图3-6-9 中国“霹雳”9C红外制导导弹

### 动手动脑学物理

1. 调查你的生活中有哪些装置用到了红外线或紫外线。
2. 查询最近几天当地天气预报中的紫外线指数。与同学讨论，在户外活动时，有哪些措施可以有效地对紫外线进行防护？



## 制作万花筒

### 工具与材料

长15 cm、宽4 cm的平面镜镜片3片，多色透明塑料片或塑料珠适量，挂历纸1张，透明塑料纸1张，宽胶带，剪刀，壁纸刀。



图3-1

### 制作方法与步骤

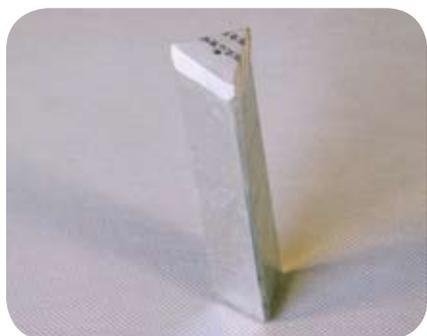
1. 把3片镜片用胶带粘成筒状，注意反光面朝内（图3-2甲）。
2. 用透明塑料纸和胶带把万花筒的一端封住，并在其中放入适量各种颜色的塑料片或塑料珠（图3-2乙）。
3. 用挂历纸和胶带把万花筒的另一端封住，并在挂历纸的中间开一个小孔，用于观看（图3-2丙）。
4. 最后用漂亮的挂历纸或其他包装纸把万花筒的外壁包装好（图3-2丁）。



甲



乙



丙



丁

图3-2

### 观察与思考

1. 眼睛从挂历纸的小孔处对着明亮的地方看，你看到了什么景象？
2. 慢慢转动万花筒，你看到的景象变化了吗？你能否再次看到与原来完全相同的图案？
3. 如果用4片（或更多）镜片制作万花筒，筒中会成什么样的像呢？试试看。

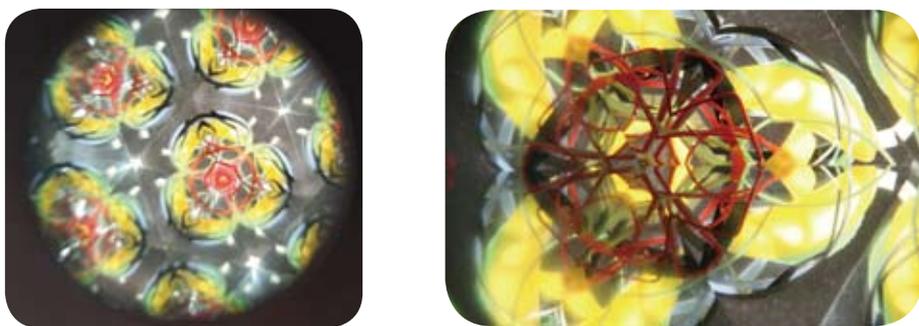


图3-3

### 交流与评估

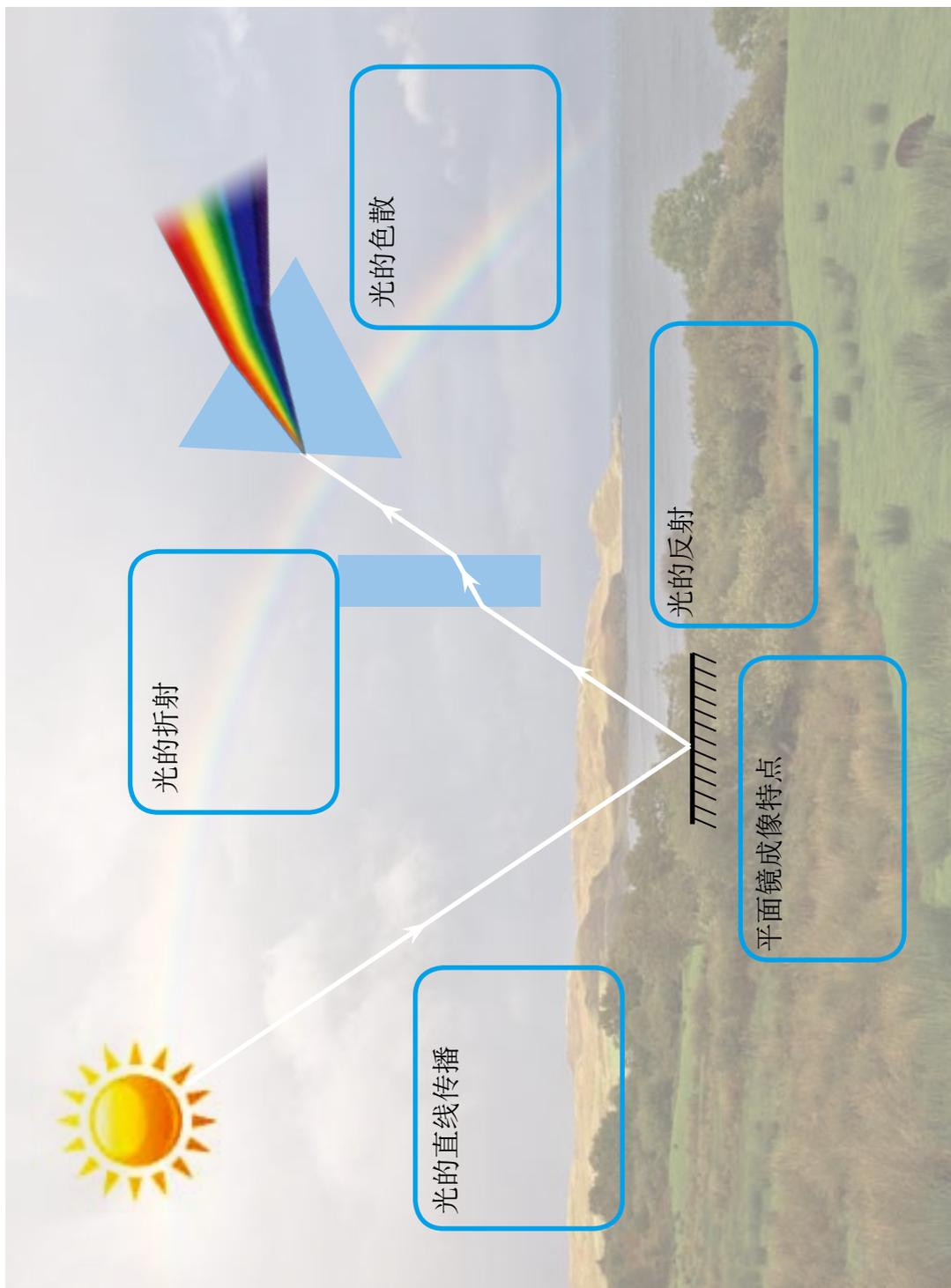
同学之间相互比较一下，看谁做的万花筒成像的效果更好，成像更漂亮。同学之间相互讨论一下，是什么造成成像的差别的？怎样才能让万花筒中的景象更漂亮、更多变？

### 特别注意

1. 没有经过磨边的平面镜镜片非常容易割破手指，所以刚裁好的镜片的边要磨圆滑，防止受伤。
2. 使用剪刀或壁纸刀时要注意安全，不要伤到自己或他人。



# 学到了什么



## 第四章

## 透镜及其应用

世界究竟有多大？宇宙是什么样的？自古以来，这些问题一直困惑着人类。望远镜的发现与应用开阔了人类的视野，人们借助它走进了浩瀚神秘的宇宙，对宇宙奥秘的了解越来越多了。

眼镜可以矫正视力；照相机可以把生活中的精彩瞬间化为永恒的记忆；显微镜下，我们观察到了肉眼看不到的奇妙世界；投影仪让放大后的精彩画面呈现在我们面前。

这些常用光学仪器的主要部件都是透镜。这一章我们就来学习透镜的知识。



## 第一节 透 镜

### 凸透镜和凹透镜

#### 观察与实验

##### 观察眼镜镜片

观察老花镜和近视镜镜片的外形，描述你观察到的结果。

各种透镜外形各异。仔细观察你会发现，不同镜片的中间和边缘的厚薄不一样。远视镜镜片中间厚、边缘薄，叫做**凸透镜 (convex lens)**，图 4-1-1 甲)；近视镜镜片中间薄、边缘厚，叫做**凹透镜 (concave lens)**，图 4-1-1 乙)。透镜的两个表面一般至少一个表面是球面的一部分。如果透镜的厚度远小于球面的半径，这种透镜就叫做薄透镜。

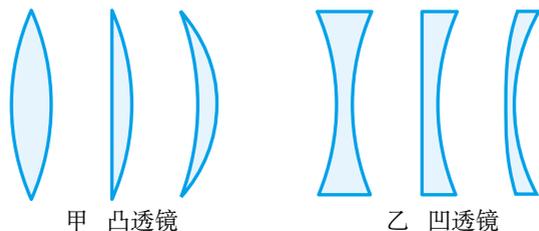


图4-1-1 凸透镜和凹透镜

图4-1-2是凸透镜和凹透镜的示意图。透镜上，通过两个球心的直线 $CC'$ 叫做主光轴，简称主轴。每个透镜主轴上都有一个特殊点，凡是通过该点的光，其传播方向不变，这个点叫做**光心 (optical center)**。薄透镜的光心就在透镜的中心。

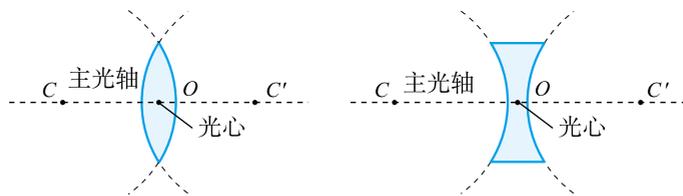


图4-1-2 透镜的主光轴和光心

### 透镜对光的作用

#### 观察与实验

##### 观察透镜对光的作用

1. 让一束激光照射到三棱镜上 (图4-1-3甲)，观察从三棱镜射出的光。

2. 让两束互相平行的激光穿过三棱镜，观察从三棱镜射出的光（图4-1-3乙）。

3. 让一束跟透镜主轴平行的光射向凸透镜，观察它的折射光（图4-1-3丙）。

4. 让两束互相平行的激光穿过三棱镜，观察从三棱镜射出的光（图4-1-3丁）。

5. 让一束跟透镜主轴平行的光射向凹透镜，观察它的折射光（图4-1-3戊）。

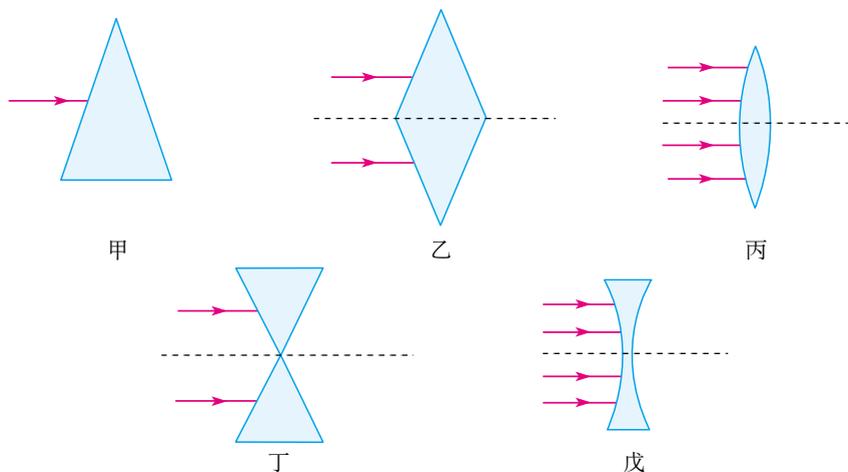


图4-1-3 透镜对光的作用原理

实验表明，**凸透镜对光有会聚作用，凹透镜对光有发散作用。**

## 焦点和焦距

### 观察与实验

#### 在太阳光下观察透镜

1. 拿一个凸透镜正对着太阳光，再把一张纸放在它的另一侧，改变透镜与纸的距离，直到纸上的光斑变得最小、最亮（图4-1-4）。

2. 测量这个最小、最亮的光斑到凸透镜的距离，记录下来。

3. 持续一段时间，观察纸片被烧焦的现象。

4. 换另一个凸透镜，重做上面的实验。

5. 换一个凹透镜，重做上面的实验。纸上能够得到很小、很亮的光斑吗？持续一段时间，能观察到纸片被烧焦的现象吗？

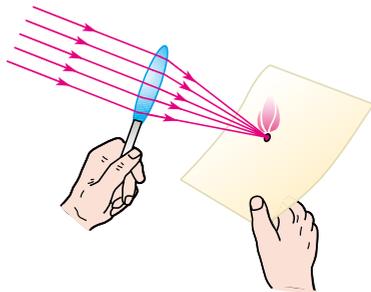
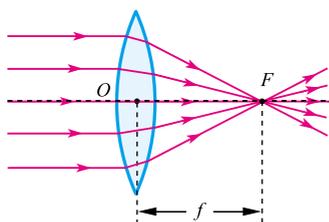
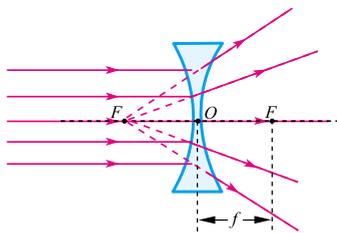


图4-1-4 凸透镜使光会聚

射到地面上的太阳光可以看成是平行光。实验表明，跟凸透镜的主光轴平行的光，经凸透镜后会聚于一点  $F$  (图 4-1-5)，这个点  $F$  叫凸透镜的**焦点 (focus)**。而跟凹透镜的主光轴平行的光，经凹透镜后形成发散光。如果我们迎着发散的光望去，会觉得这些光好像是从凹透镜后的某一点  $F$  发出来的 (图 4-1-6)，这个点  $F$  叫凹透镜的虚焦点。凸透镜的焦点是实际光会聚而成的，称为实焦点；凹透镜的焦点是折射光反向延长相交而成的，不是实际光的交点，称为虚焦点。焦点到光心的距离叫**焦距 (focal length)**，用  $f$  表示。

图4-1-5 凸透镜的焦点  $F$  和焦距  $f$ 图4-1-6 凹透镜的焦点  $F$  和焦距  $f$ 

### 想想议议

给你一个透镜，你能用几种方法判断它是凸透镜还是凹透镜？



### 科学技术社会

#### 矿泉水瓶引发火灾

市民李某举家到沿海度假。行前李某将家中自来水、天然气的阀门都关闭，同时还切断了电源的总开关，关好了门窗，认为一切都万无一失了，安心携带家人登上了列车。第二天，天气晴朗，烈日炎炎，他和家人终于到达目的地。可让他万万没有想到的是，中午时分，他接到了邻居的电话，说他家中发生了火灾。李某开始根本不敢相信自己的耳朵。当他匆匆赶回家中，家里已经面目全非。

令李某百思不得其解的是，这无名之火从何而来呢？后来，经过深入调查，谜底终于揭晓。原来李某家中靠着窗户的桌子上，放着一堆报纸、书本。他在关窗户时随手将一瓶矿泉水放在窗台上，火辣辣的阳光照在矿泉水瓶上，装满水的矿泉水瓶像一个凸透镜一样将强烈的阳光聚焦到报纸、书本上，致使报纸因局部温度过高而被点燃，从而引发了火灾……

回答以下问题：

1. 一瓶矿泉水为什么会成为引发火灾的罪魁祸首呢？
2. 阅读了本文，你有什么感想？你认为，在生活中我们应该注意哪些问题？和同学交流一下。



### 动手动脑学物理

1. 请在图4-1-7中将入射光线或折射光线补画完整。

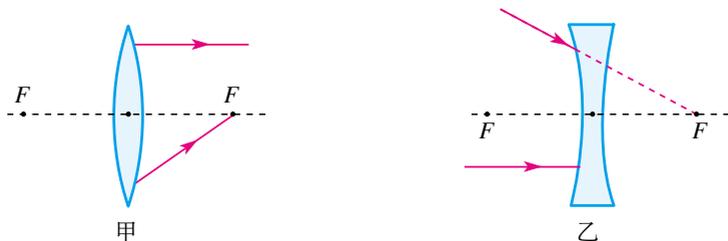


图4-1-7

2. 如图4-1-8所示，甲、乙是两个口径相同的凸透镜，它们的焦距分别是1.5 cm和2 cm。按照实际尺寸画出平行光经过它们之后的径迹。哪个凸透镜使光偏折得更多些？



图4-1-8

3. 根据入射光线和折射光线，在图4-1-9中的虚线框内画出适当类型的透镜。

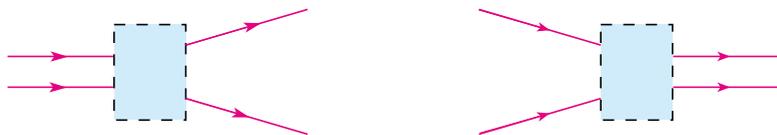


图4-1-9

## 第二节 凸透镜成像的规律

### 观察与实验

#### 观察凸透镜成像

1. 将一支点燃的蜡烛放在凸透镜前较远的位置，在透镜的另一侧拿一块白纸屏（光屏）来回移动，直到光屏上出现清晰的像为止。观察光屏上的像，你能描述像的特点吗？

2. 将蜡烛逐渐靠近透镜，重复上述实验，你发现光屏上的像有什么变化？

3. 在蜡烛接近光屏的过程中，你在光屏上始终能观察到蜡烛的像吗？如果无论怎样移动光屏，在光屏上都看不到像，请将光屏拿开，用眼睛通过透镜观察蜡烛的火焰（图4-2-1）。你又有有什么新的发现？你能描述看到的现象吗？



图4-2-1 通过透镜观察蜡烛

实验表明，当蜡烛（物体）距凸透镜较远时，蜡烛发出的光通过凸透镜射出后会聚在一起形成像（图4-2-2），这个像是实际光会聚而成的，叫做实像。这个像到凸透镜的距离叫做**像距**（**image distance**，通常用  $v$  表示）。蜡烛（物体）到凸透镜的距离叫做**物距**（**object distance**，通常用  $u$  表示）。

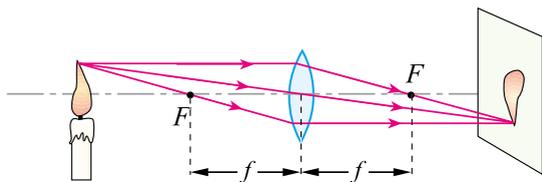


图4-2-2 凸透镜成实像情景：光屏能承接到所成的像，物和实像在凸透镜两侧

当物体距凸透镜很近时，来自物体某点的光通过凸透镜射出后是发散的，当迎着出射光的方向看去时，这些发散光好像是从凸透镜另一侧的某一点发出的，这个点不是实际光会聚而成的，叫做**虚像点**（图4-2-3）。物体上各点的虚像点就组成了物体的虚像。

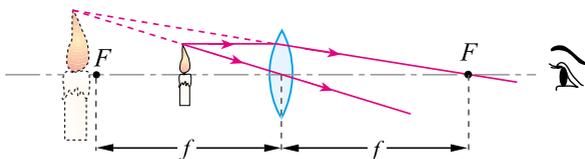


图4-2-3 凸透镜成虚像情景：光屏不能承接到所成的像，物和虚像在凸透镜同侧

## 观察与实验

### 探究凸透镜成像的规律

#### 提出问题

物体与凸透镜的距离逐渐变小时，来自物体的光通过凸透镜依次成倒立缩小的实像、倒立放大的实像、正立放大的虚像。可见，像的虚实、大小、正倒跟物距有关。它们跟物距有什么样的关系呢？

选定一个凸透镜，在阳光下测定凸透镜的焦距。  
用一只蜡烛做物体，利用光具座调整蜡烛、凸透镜和光屏的位置，研究烛焰透过凸透镜在光屏上所成的像（图4-2-4）。



图4-2-4

#### 设计实验与 制订计划

##### 方案一：

把蜡烛放在距凸透镜较远处，调整光屏到凸透镜的距离，使烛焰在屏上成清晰的实像。观察实像的大小和正倒，测出物距  $u$  和像距  $v$ （像到凸透镜的距离）。

保持凸透镜的位置不动，把蜡烛向凸透镜靠近，多次改变物距，重复以上操作。

继续移近蜡烛，当蜡烛距凸透镜很近时，移动光屏，观察屏上是否总能得到蜡烛的像。如果屏上得不到蜡烛的像，则通过凸透镜观察像的大小和正倒。

##### 方案二：

把蜡烛固定在光具座的一端，使凸透镜从较远处逐渐向蜡烛移动，同时调整光屏的位置，重复上述实验。

设计合理的实验记录表格。

### 进行实验与 收集证据

根据你选定的器材和实验方案，进行实验操作。把观察到的像的大小、正倒、虚实及测量的物距、像距的数值填到你设计的实验表格中。

### 分析与论证

分析表格中的记录，找出凸透镜成像的规律。

1. 成倒立、放大的实像时，物距和像距与焦距有什么关系？
2. 成倒立、缩小的实像时，物距和像距与焦距有什么关系？
3. 成正立、放大的虚像时，物距与焦距有什么关系？
4. 凸透镜所成的像有没有倒立的等大的实像？若有，此时物距和焦距有什么关系？

### 评估

- 你的实验结果是否准确？看到的实像是否清晰？读数是否有误？
- 当物距  $u$  较小时，你在光屏上看不到像，此时一定成虚像吗？会不会是因为像距过大，像的位置超过了光具座的范围？遇到这样的问题，你将怎样处理？
- 你的实验方案是否完整？还存在什么问题？你有什么改进的建议？
- 你有没有新的发现，值得我们进一步探究？
- .....

### 交流与合作

- 与同学交流，实验过程中你是如何快捷地观察到烛焰的像的。
- 如果烛焰、透镜、光屏中心不在同一水平线上，实验会怎样？
- 当光屏上得到清晰的实像时，保持透镜位置不动，把蜡烛和光屏对调一下位置，你将观察到什么现象？
- 同学之间交流：当凸透镜的焦距过大或过小时，对实验操作会有什么影响？选用焦距多大的凸透镜更好些？
- .....

通过实验探究，总结凸透镜的成像规律，列于下表：

物距与 焦距的关系	像的性质			像距与焦距的关系
	正倒	大小	实虚	
$u > 2f$	倒立	缩小	实像	$f < v < 2f$
$u = 2f$	倒立	等大	实像	$v = 2f$
$f < u < 2f$	倒立	放大	实像	$v > 2f$
$u = f$	不成像			
$u < f$	正立	放大	虚像	——

实验表明，利用凸透镜既可以成实像，也可以成虚像。实像可能是放大的，也可能是缩小的。实像是倒立的，与物体分居凸透镜的两侧。虚像是正立的、放大的，与物体位于凸透镜的同侧。



### 动手动脑学物理

1. 找一个圆柱形的玻璃瓶，里面装满水。把一支铅笔水平地放在水瓶的一侧，透过水瓶，可以看到那支铅笔。把铅笔由靠近水瓶的位置向远处慢慢地移动，透过水瓶，你可以看到一个有趣的现象。试描述这个现象。这次实验与前面用凸透镜所做的实验有什么相同之处？有什么不同之处？

2. 在探究凸透镜成像规律的实验中，如果蜡烛从距离凸透镜3倍焦距的位置，沿主光轴向距离凸透镜2倍焦距的位置移动，蜡烛经凸透镜所成的像的大小及像距会如何变化？

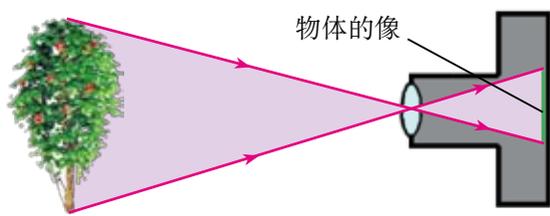
3. 一位同学在利用图4-2-4所示装置探究凸透镜的成像规律时，先用焦距为10 cm的凸透镜甲进行实验，在屏上得到了清晰的缩小的实像。接下来，他想改用焦距为20 cm的凸透镜乙继续进行实验，情况会怎样？

## 第三节 生活中的透镜 ●●●

### 照相机

仔细观察照相机你会发现，所有照相机的前面都有一个镜头，镜头就相当于一个凸透镜。来自物体的光经过照相机镜头后会聚在胶卷上，形成被照物体（人、景物）的像（图4-3-1甲）。胶卷上涂着一层对光敏感的物质，它在曝光后发生化学变化，物体的像就被记录在胶卷上。胶卷经过显影、定影后成为底片，再用底片洗印就可以得到相片。

照相时，物体离照相机镜头比较远，像是缩小、倒立的实像（图4-3-1乙）。现在的相机利用光学或电子技术把倒立的像转变成正立的，以便于观察。数码相机使用感光元件把光信号转换成电信号，经处理后，将获取的图像保存到半导体存储器中。



甲 照相机光路图



乙 人站立时头在上面，而像的头在下面

图4-3-1 照相机原理



### 想想议议

用照相机拍照时，景物与镜头之间的距离为物距，胶卷与镜头之间的距离为像距。你能说出照相机利用了凸透镜成像的哪条规律吗？如果全班同学一起郊游，大家提议合影留念，拍照时，边上的部分同学没有进入取景框，作为摄影师的你将如何调节？和同学交流一下。

## 照相机的发展史

从我国宋代的“小孔成像匣”，到16世纪文艺复兴时期欧洲出现的绘画“成像暗箱”，再到1839年法国科学家达盖尔发明的世界第一台可携式木箱照相机，直至今日的数码相机，照相机的发展经历了漫长的岁月。查询相关资料，了解照相机的发展历史。



达盖尔及其发明的照相机



数码相机

图4-3-2 照相机

## 投影仪

投影仪（图4-3-3）也是利用凸透镜来成像的。



## 观察与实验

## 投影仪

把投影仪上的平面镜（反光镜）取下，把投影片放到载物台上。调节镜头，在天花板上就能得到投影片上图案清晰的像。观察像的大小、正倒。

投影仪上有一个相当于凸透镜的镜头，来自投影片上图案（物体）的光，通过凸透镜后会聚在天花板上，形成图案的像。由于物体离投影仪镜头比较近，像是放大、倒立的实像。

平面镜的作用是改变光的传播方向，使得射向天花板的光能在屏幕上成像。

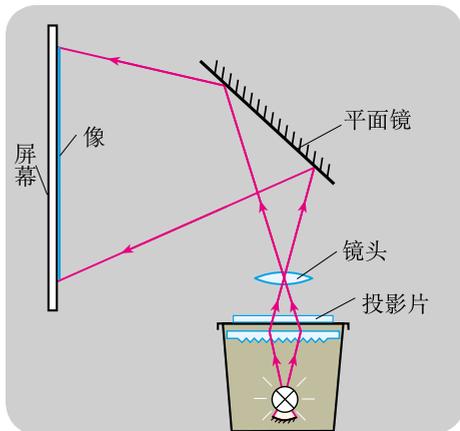


图4-3-3 投影仪



图4-3-4 把这张投影片放在投影仪的载物台上，观察像的大小和正倒

## 放大镜

### 观察与实验

#### 放大镜的作用

1. 手持放大镜靠近课本，观察课本上的字。
2. 使课本始终位于放大镜的焦点以内，调节课本到镜头的距离，观察像的大小如何变化。

放大镜就是一个凸透镜，是最常用的光学仪器之一。把放大镜放在物体跟眼睛之间，适当调整距离，我们就能看清物体的细微之处。放大镜所成的像是放大、正立的虚像。



图4-3-5 放大镜的作用



#### 显微镜

一般的放大镜，放大的倍数有限。要想看清楚动植物的细胞等非常小的物体，就要使用显微镜。

显微镜镜筒的两端各有一组透镜，每组透镜的作用都相当于一个凸透镜。靠近眼睛的凸透镜叫做目镜，靠近被观察物体的凸透镜叫做物镜（图4-3-6）。

来自被观察物体的光经过物镜后，成一个放大的实像，道理就像投影仪的镜头成像一样；目镜的作用则像一个普通的放大镜，把这个像再放大一次。经过两次放大作用，我们就可以看到一些肉眼看不见的小物体了。

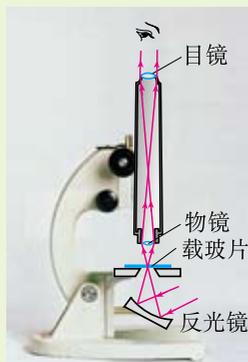


图4-3-6 显微镜的结构



图4-3-7 显微镜下的植物细胞

## 望远镜

天文爱好者使用的望远镜也是由两组凸透镜组成的。靠近眼睛的透镜叫做目镜，靠近被观测物体的透镜叫做物镜（图4-3-8）。

物镜的作用是使远处的物体在焦点附近成实像，目镜的作用相当于一个放大镜，用来把这个像放大。

有的同学可能会有疑问：物体距离物镜很远，它的像却离物镜很近，根据前面探究的结果，所成的像应是缩小的。为什么使用望远镜观察物体时会感到物体被放大了？

原来，我们能不能看清一个物体，关键在于物体对我们眼睛所成“视角”（图4-3-9）的大小。望远镜的物镜所成的像虽然比原来的物体小，但它离我们的眼睛很近，再加上目镜的放大作用，视角就可以变得很大。

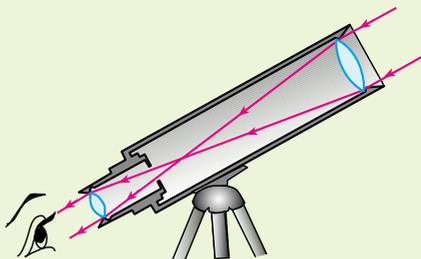


图4-3-8 天文爱好者用的望远镜



图4-3-9 物体对眼睛所成视角的大小不仅和物体本身的大小有关，还和物体到眼睛的距离有关

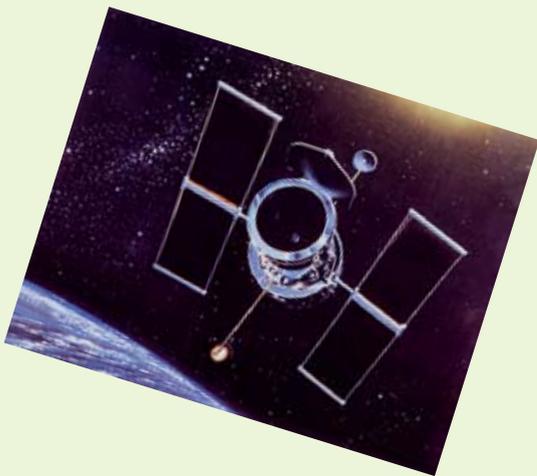


图4-3-10 哈勃空间望远镜：把天文望远镜安置在大气层外，可以免受大气层的干扰，得到更清晰的天体照片

望远镜物镜的直径比我们眼睛的瞳孔大得多，这样它可以会聚更多的光，使所成的像更加明亮。这一点在观测天空中的暗星时非常重要。现代天文望远镜都力求把物镜的口径加大，以期观测到更暗的星。



### 动手动脑学物理

1. 照相机的镜头相当于一个凸透镜，来自物体的光经过照相机镜头后会聚在底片上，形成被照物体的像。判断图4-3-1甲中的树所成像的正倒。

2. 凸透镜是许多光学仪器的重要元件，可以呈现不同的像。应用凸透镜，在照相机中成\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_立的\_\_\_\_\_像；在投影仪中成\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_立的\_\_\_\_\_像；而直接用凸透镜做放大镜时，成\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_立的\_\_\_\_\_像。

3. 若要使图4-3-5中邮票的像大一些，你将怎样调节？

4. 为了丰富市民业余文化生活，某市开展了露天电影走进社区活动。在放映电影时，若屏幕上的画面太小，电影放映人员该怎么做？

## 第四节 眼睛和眼镜 ●●●

### 眼睛

你知道眼睛是如何看到物体的吗？

眼球好像一架照相机。晶状体和角膜的共同作用相当于一个凸透镜，能把来自物体的光会聚在视网膜上，形成物体的像。视网膜上的视神经细胞受到光的刺激，把这个信号传输给大脑，我们就看到了物体。

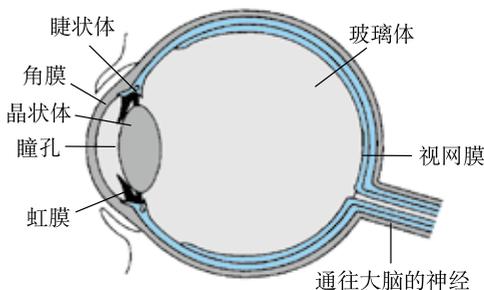


图4-4-1 眼的结构

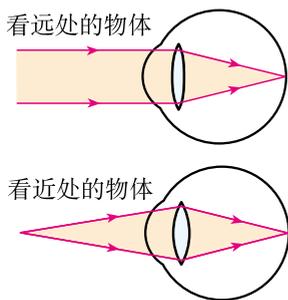


图4-4-2 正常的眼睛调节 4-4-2)。

照相机通过调节感光底片到镜头的距离，使远近不同的物体在感光底片上始终成清晰的像。眼睛是如何看清远近不同的物体的呢？

眼睛通过睫状体来改变晶状体的形状：当睫状体放松时，晶状体比较薄，远处物体射来的光刚好会聚在视网膜上，可以看清远处的物体；当睫状体收缩时，晶状体变厚，对光的偏折能力变大，近处物体射来的光会聚在视网膜上，就可以看清近处的物体（图

依靠眼睛调节所能看清的最远和最近的两个极限点分别叫做眼睛的远点和近点。正常眼睛的远点在无限远，近点在大约10 cm处。正常情况下，眼睛观察近处物体最清晰而又不疲劳的距离大约是25 cm，这个距离叫做明视距离。

### 近视眼及其矫正

近视眼只能看清近处的物体，看不清远处的物体。近视眼是怎样形成的？

## 观察与实验

### 模拟近视眼

1. 将蜡烛、凸透镜、光屏依次摆放在光具座上，将凸透镜看做眼睛的晶状体，将光屏看做视网膜。
2. 将蜡烛放在离凸透镜较远的位置，给“眼睛”戴上近视镜（图4-4-3甲），移动光屏直到光屏上成清晰的像。标出此时光屏的位置，即“视网膜”的位置。
3. 取走近视镜，光屏上的像变得模糊，这就是近视眼看物体的景象。
4. 前后移动光屏，直到光屏上成清晰的像。此时光屏的位置就是近视眼看远处物体时所成的像的位置（图4-4-3乙）。

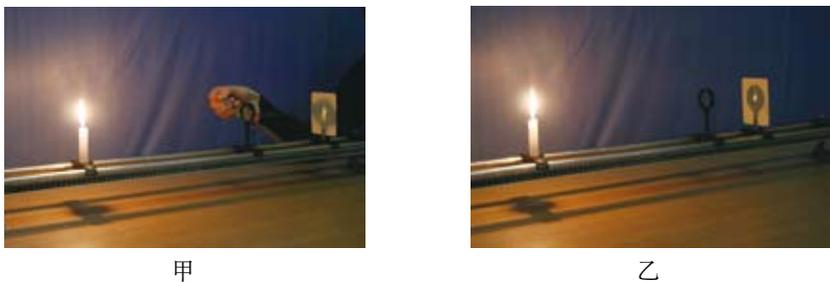


图4-4-3 模拟近视眼成因

实验表明：近视眼看远处的物体时，像成在视网膜的前方。形成近视眼的原因是晶状体太厚，折光能力太强，或者眼球在前后方向上太长，因此来自远处某点的光会聚在视网膜前方（图4-4-4甲）。近视镜是凹透镜。利用凹透镜能使光线发散的特点，在眼睛前面放一个凹透镜，就能使来自远处物体的光会聚在视网膜上（图4-4-4乙）。

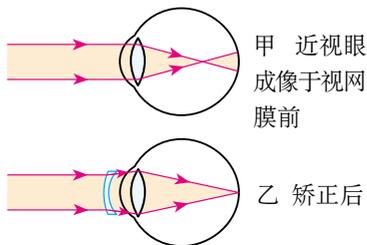


图4-4-4 近视眼及其矫正

预防近视眼的措施之一，就是读写时眼睛与书本的距离至少保持在 25 cm。

## 远视眼及其矫正

远视眼只能看清远处的物体，看不清近处的物体。远视眼又是怎样形成的？

## 观察与实验

### 模拟远视眼

1. 将蜡烛、凸透镜、光屏依次摆放在光具座上，将凸透镜看做眼睛的晶状体，将光屏看做视网膜。

2. 将蜡烛放在离凸透镜较近的位置（物距必须大于2倍焦距），给“眼睛”戴上远视镜（图4-4-5甲），移动光屏直到光屏上成清晰的像。标出此时光屏的位置，即“视网膜”的位置。

3. 取走远视镜，光屏上的像变得模糊，这就是远视眼看物体的景象。

4. 前后移动光屏，直到光屏上成清晰的像。此时光屏的位置就是远视眼看近处物体时所成的像的位置（图4-4-5乙）。



甲



乙

图4-4-5 模拟远视眼成因

实验表明：远视眼看近处物体时，像成在视网膜的后方。形成远视眼的原因是晶状体太薄，折光能力太弱，或者眼球在前后方向上太短，因此来自近处的光还没有会聚成一点就到达视网膜了（图4-4-6甲）。远视镜是凸透镜。利用凸透镜能使光会聚的特点，在眼睛前面放一个凸透镜，就能使来自近处物体的光会聚在视网膜上（图4-4-6乙）。进入老年后，眼睛睫状体对晶状体的调节能力减弱，可能导致太近、太远的物体都看不清楚，俗称“老花眼”。

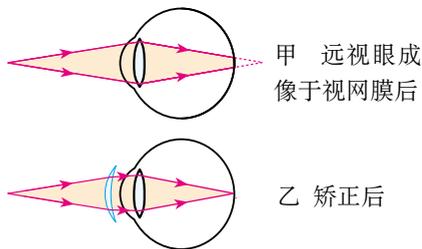


图4-4-6 远视眼及其矫正



### 眼镜的度数

透镜焦距  $f$  的长短标志着折光本领的大小。焦距越短，折光本领越大。通常把透镜焦距的倒数叫做透镜焦度，用  $\Phi$  表示，即

$$\Phi = \frac{1}{f}$$

如果某透镜的焦距是0.5 m，它的焦度就是

$$\Phi = \frac{1}{0.5 \text{ m}} = 2 \text{ m}^{-1}$$

如果远视很严重，眼镜上凸透镜的折光本领应该大一些，透镜焦距就要大一些。平时说的眼镜片的度数，就是镜片的透镜焦距乘以100的值。例如，100度远视镜片的透镜焦距是 $1\text{ m}^{-1}$ ，它的焦距是1 m。

凸透镜（远视镜片）的度数是正数，凹透镜（近视镜片）的度数是负数。

回答以下问题：

1. +300度和-200度的眼镜片，哪个是远视镜片？它的焦距是多少，焦距是多少？
2. 取一副老花眼镜，测定它的两个镜片的度数。



### 动手动脑学物理

1. 看书上的字，测出你的近点，和其他同学的近点比较一下。正常眼、近视眼、远视眼的近点相同吗？有什么规律？

2. 如果一束来自远处某点的光经角膜和晶状体折射后所成的像落在视网膜\_\_\_\_\_（选填“前”“后”），这就是近视眼。矫正的方法是戴一副由\_\_\_\_\_透镜做的眼镜。所配眼镜的“度数”越高，矫正前像离视网膜越\_\_\_\_\_（选填“远”“近”）。

3. 仔细观察近视眼镜和远视眼镜，“度数”大的和“度数”小的眼镜有什么不同？你能判断一副远视眼镜的两个镜片的“度数”是否相同吗？说明方法和理由。



### 做中学

#### 制作模型照相机

用硬纸板做两个粗细相差很小的纸筒，使一个纸筒能够套入另一个，如图4-1所示，在一个纸筒的一端嵌上一个焦距为5~10 cm的凸透镜，在另一个纸筒的一端蒙上一层半透明纸（或塑料薄膜）。这样就做成了模型照相机。

在较暗的室内，把凸透镜对着明亮的室外，拉动纸筒，改变透镜和半透明纸间的距离，就可以在半透明纸上看到室外景物清晰的像。

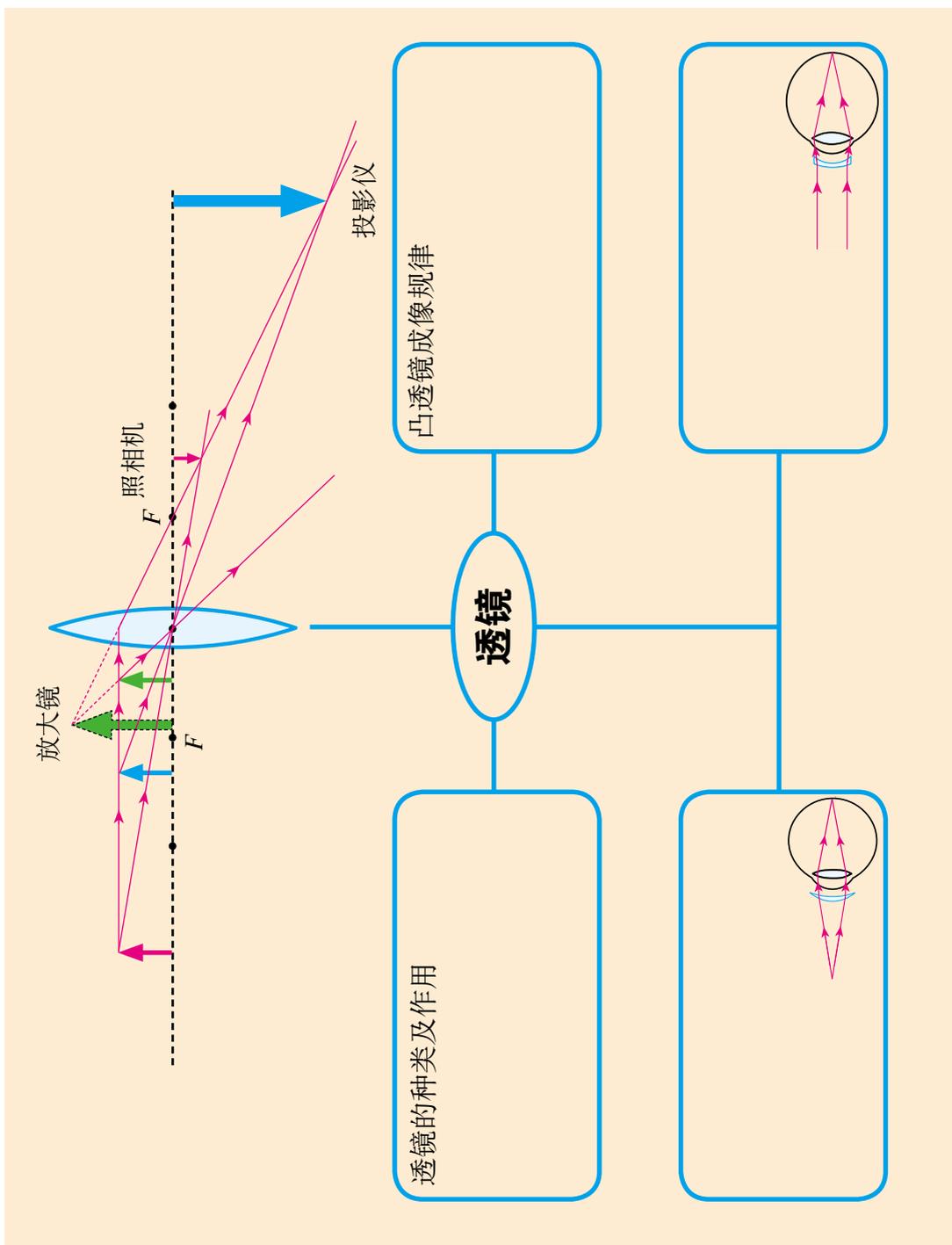
观察时请注意，半透明纸上的像是否是倒像。



图4-1



# 学到了什么



鸡尾酒是以含酒精的饮料为原料制成的。层次分明、五彩斑斓的鸡尾酒的调兑，融合了人类对科学的理解，挥洒着人类对美的追求。在我们欣赏鸡尾酒的调制艺术时，你知道它利用了物质的什么属性吗？



## 第一节 质量及其测量 ●●●

浩瀚的宇宙拥有数十亿个星系，银河系只是数十亿个星系中的一个，太阳只是银河系中几千亿颗恒星中的一员，地球是太阳系中的一颗普通行星。地球上有高山、大海、空气，有树木、花草、鸟兽，有人类赖以生存的生活用品。尽管这些物体形态各异，但它们都是由物质组成的。

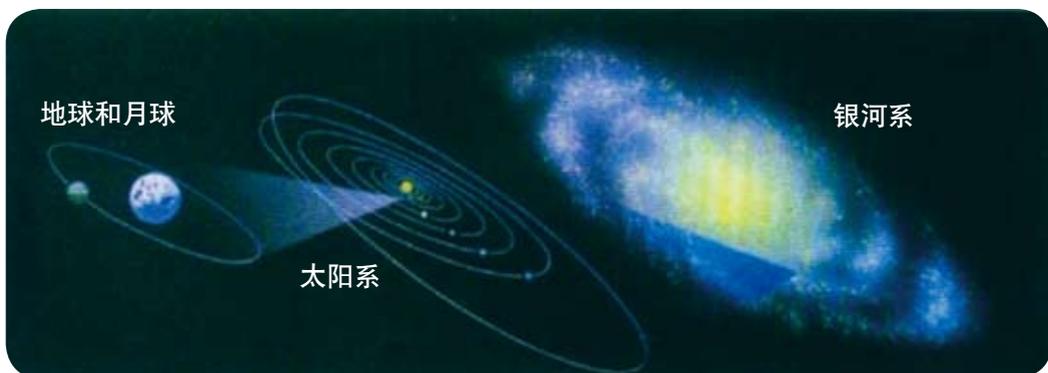


图5-1-1 银河系结构图

### 质量



#### 想想议议

如图5-1-2所示，撬杠和铁钉、木桌和木凳分别是由什么材料组成的？它们含有的这种材料的多少相同吗？



图5-1-2 它们的材料一样吗

我们生活中的物体，像撬杠、铁钉、木桌、木凳等，是由铁、木头等物质组成的。由各种物质构成的物体，它们所含的物质有多有少。物理学中，物体所含物质的多少叫做**质量**（**mass**），通常用字母  $m$  表示。

在国际单位制中，质量的单位是**千克**（**kilogram**），符号是**kg**。常用的比千克小的单位有克（g）、毫克（mg），比千克大的单位有吨（t）。它们同千克的关系是

$$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g} = 10^6 \text{ mg}$$

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

小资料



### 一些物体的质量 $m / \text{kg}$

电子	$10^{-31}$	大象	可达 $6.0 \times 10^3$
氢原子	$1 \times 10^{-27}$	鲸	可达 $1.5 \times 10^5$
流感病毒	$10^{-19}$	大型远洋货轮	$10^7$
细菌	$10^{-11}$	地球	$6.0 \times 10^{24}$
大头针	$8.0 \times 10^{-5}$	太阳	$2.0 \times 10^{30}$
一元硬币	$1 \times 10^{-2}$	银河系	$10^{41}$
新生儿	2~5	目前观测所及的宇宙总质量	$10^{53}$
成人	40 ~ 90		

\*部分数据为约数。

把一个铁块压成铁片，其形状变了，但所含铁的多少没有变，质量也就不变。一块冰融化成水，状态变了，但质量也没有变。一个罐头，不论放在地球上什么地方，或是被宇航员带到太空中，它的质量都不会变。物体的质量不随其形状、状态和位置的改变而改变。



图5-1-3 从地球带到太空的物体，质量变了吗

## 质量的测量

你到商场里去买粮、买菜、买水果，售货员都要称货物的质量。图5-1-4所示的是生活中我们常用的秤。



磅秤



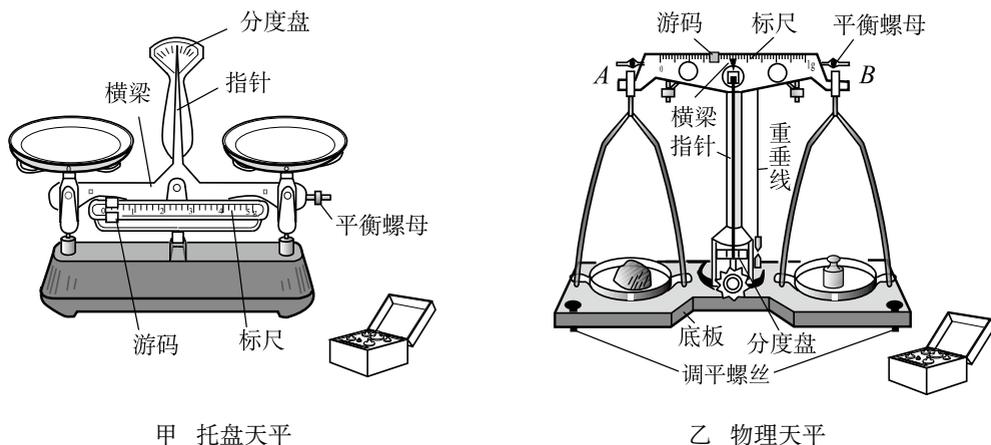
案秤



电子秤

图5-1-4 生活中常用的秤

天平是实验室测质量的常用工具。常用的天平有托盘天平和物理天平，其结构和各部件的名称如图5-1-5所示。



甲 托盘天平

乙 物理天平

图5-1-5 天平的结构

## 天平的使用

为了不使天平损坏，使用天平时要注意以下几个问题：

1. 每个天平都有自己的“称量”，也就是它所能称的最大质量。被测物体的质量不能超过天平的“称量”。
2. 向盘中加减砝码时要用镊子，不能用手接触砝码，不能把砝码弄湿、弄脏。
3. 潮湿的物体和化学药品不能直接放到天平托盘中。

## 观察与实验

### 用天平测物块的质量

1. 把天平放在水平桌面上，用镊子把游码拨至标尺最左端的零刻线处（图5-1-6甲）。
2. 调节天平横梁右端的平衡螺母，使指针指在分度盘的中央，这时横梁平衡（图5-1-6乙）。
3. 将被测物块放在天平的左盘内，根据估测，用镊子向右盘加（减）砝码，并调节游码在标尺上的位置，直到横梁恢复平衡（图5-1-6丙、丁）。
4. 砝码的质量加上游码所对应的刻度值，即为物块的质量。



甲



乙



丙



丁

图5-1-6 天平的操作

## 相关链接

### 千克的由来

历史上，各国采用过各种不同的质量单位。例如，我国曾经用斤、两、钱做质量单位；英、美等国曾经用磅做质量单位。现在世界各国普遍采用国际单位制。在国际单位制中，质量的基本单位是千克。

1791年，法国为了改变计量制度的混乱情况，在规定了长度的单位米的同

时，在米的基础上规定了质量单位，即规定 $1\text{ dm}^3$ 的纯水在 $4\text{ }^\circ\text{C}$ 时的质量为 $1\text{ kg}$ ，并且用铂制作了标准千克原器，保存在法国档案局。因此，这个标准千克原器也叫做“档案千克”。

1872年，科学家通过国际会议，决定以法国档案千克为标准，用铂铱合金制作标准千克的复制品，分发给其他国家。1883年，在复制品中选了一个与“档案千克”质量最接近的作为国际千克原器，保存在国际计量局（设在巴黎）。1889年，第一届国际计量大会决定，以保存在国际计量局的国际千克原器为质量的单位标准。



图5-1-7 国际千克原器



## 动手动脑学物理

1. 一艘船把货物从赤道附近运到南极，假设在运输过程中货物没有损失，这些货物的质量改变了吗？
2. 如何称出一枚大头针的质量？说出你的测量方法，并实际测一测。
3. 一块质量为 $100\text{ g}$ 的冰化成水后，它的质量（ ）。  
A. 仍是 $100\text{ g}$     B. 大于 $100\text{ g}$     C. 小于 $100\text{ g}$
4. 某同学用天平测量一块金属的质量时，使用了3个砝码，分别是1个 $100\text{ g}$ 、1个 $50\text{ g}$ 、1个 $20\text{ g}$ ，游码在标尺上的位置如图5-1-8所示。这块金属的质量是多少？

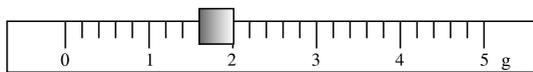


图5-1-8

5. 有些商店里使用一种台秤（图5-1-9），它的工作原理与天平相同，不过两臂长度不等。这种台秤的哪两部分相当于天平的两个盘？什么相当于天平的砝码、游码？怎样判定它的横梁是否平衡？它的平衡螺母在什么位置？怎样调整才能使横梁平衡？

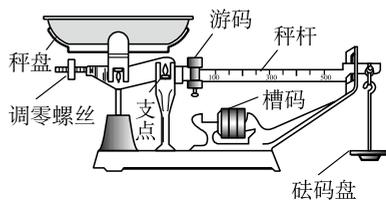


图5-1-9

## 第二节 密度

### 物质的质量与体积的关系



#### 想想议议

用天平分别称量几组体积相同的木块、铝块和铁块，它们的质量相同吗？换用与之前不同体积的木块、铝块和铁块，再测几组体积相同的木块、铝块和铁块的质量。称量的结果对你有什么启示？你能提出什么问题？



#### 观察与实验

#### 探究同种物质的质量与体积的关系

体积相同的木块、铝块和铁块，它们的质量并不相同，铁块质量最大，铝块较小，木块最小。而同一种物质，体积越大，质量越大。如果体积增大到原来的2倍，质量也会增加到原来的2倍吗？也就是说，同一种物质的质量与它的体积成正比吗？

我们用铝块做实验。取大小不同的若干铝块，分别用天平测出它们的质量，用直尺测出边长后计算出它们的体积，列出表来，然后以体积 $V$ 为横坐标，以质量 $m$ 为纵坐标，在方格纸上描点，再把这些点连起来，看看它们更接近直线还是曲线。

	$m/g$	$V/cm^3$	$\frac{m}{V}$
铝块1			
铝块2			
铝块3			
铝块4			
……			

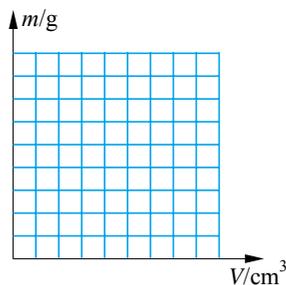


图5-2-1

通过所作的图象，可以直观地看到铝块的质量随体积的变化关系，你从中得到了什么结论？

在上面的探究中，计算的是铝块质量与体积的比值。如果是铁块或者木块，这个比值会跟铝块的一样吗？

## 物质的密度

由上面的实验可知，同种物质的质量与体积的比值是一定的，物质不同，其比值一般也不同。这反映了不同物质的不同性质，物理学中用**密度**（**density**）表示这种性质。我们把某种物质质量与体积之比叫做这种物质的密度，用公式写出来就是

$$\rho = \frac{m}{V}$$

符号的意义及单位：

$\rho$  —— 密度 —— 千克每立方米（ $\text{kg}/\text{m}^3$ ）

$m$  —— 质量 —— 千克（ $\text{kg}$ ）

$V$  —— 体积 —— 立方米（ $\text{m}^3$ ）

密度  $\rho$  的单位是由质量单位和体积单位组成的，常用的质量单位是千克，体积单位是立方米，密度的单位就是**千克每立方米**，符号是 $\text{kg}/\text{m}^3$ ，这种单位叫做组合单位。有时，密度的单位也用克每立方厘米，符号是 $\text{g}/\text{cm}^3$ 。这两个密度单位的关系是

$$1 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$$

小资料



### 1. 一些固体的密度 $\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ （常温常压下）

钨	$22.5 \times 10^3$	铝	$2.7 \times 10^3$
金	$19.3 \times 10^3$	花岗岩	$2.8 \times 10^3$
铅	$11.3 \times 10^3$	砖	$1.8 \times 10^3$
银	$10.5 \times 10^3$	冰	$0.9 \times 10^3$
铜	$8.9 \times 10^3$	蜡	$0.9 \times 10^3$
钢、铁	$7.9 \times 10^3$	干松木	$0.5 \times 10^3$

### 2. 一些液体的密度 $\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ （常温常压下）

水银	$13.6 \times 10^3$	植物油	$0.9 \times 10^3$
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	$0.71 \times 10^3$

### 3. 一些气体的密度 $\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ （ $0^\circ\text{C}$ ，在标准大气压下）

二氧化碳	1.98	一氧化碳	1.25
氧	1.43	氮	0.18
空气	1.29	氢	0.09

\*部分数据为约数。

## 例题

矗立在天安门广场的人民英雄纪念碑，高37.94 m，由17 000多块花岗岩石块砌成。碑心石是一块整的花岗岩，长14.7 m、宽2.9 m、厚1 m，它的质量有多大？

**分析：**碑心的巨石不能直接称量。

从密度的计算公式  $\rho = \frac{m}{V}$  可以得出  $m = \rho V$ 。

如果从密度表中查出花岗岩的密度，再用密度乘以碑心石的体积，就能得到碑心石的质量。

**解：**由题目知道碑心石的体积为

$$\begin{aligned} V &= l_1 \cdot l_2 \cdot l_3 \\ &= 14.7 \text{ m} \times 2.9 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 42.63 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

查表得到花岗岩的密度为

$$\rho = 2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

将数据代入公式  $m = \rho V$ ，得

$$\begin{aligned} m &= 2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 42.63 \text{ m}^3 \\ &= 119.364 \times 10^3 \text{ kg} \approx 119.36 \text{ t} \end{aligned}$$

所以，碑心巨石的质量为 119.36 t。

这道例题告诉我们，物体的质量等于它的密度与体积的乘积。因此，知道了物体的体积，查出组成该物体的物质的密度，就可以算出它的质量。对于不能直接称量的庞大物体，这是求质量的简便办法。



### 相关链接

#### 细微差别中的重大发现

19世纪末，英国物理学家瑞利在精确测量各种气体的密度时，发现由空气中取得的氮的密度是  $1.2572 \text{ kg/m}^3$ ，由氨中取得的氮的密度是  $1.2508 \text{ kg/m}^3$ 。虽经多次重复测量，仍然存在这个令人奇怪的差异。后来，他和化学家拉姆塞合作，于1894年在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，它的密度就比由氨中取得的纯氮的密度稍大。这个事件说明，在科学实验中精确的测量是多么重要。瑞利由于不放过这一细微差异而执著地研究下去，最终发现了氩，并因此荣获1904年的诺贝尔物理学奖。



### 动手动脑学物理

1. 用一个容积为2.5 L的塑料瓶装水，最多装多少千克？若用它装汽油呢？（1 L=1 dm<sup>3</sup>）
2. 你知道教室里空气的质量有多少吗？请估测出教室的长、宽、高，计算一下里面空气的质量。
3. 人体的密度跟水的密度差不多。根据你的质量，估计一下自己身体的体积。
4. 一块长方形的均匀铝箔，用天平和刻度尺能不能求出它的厚度？说出你的办法。

## 第三节 测量物质的密度 ●●●



### 想想议议

观察桌子上的两个杯子，里面分别装有水和盐水，你能确定哪一杯是盐水吗？



图5-3-1 水和盐水

从密度表中可以看出，各种物质的密度是一定的，不同物质的密度一般不同。要知道一个物体是用什么物质做的，只要测出它的密度，把测得的密度跟密度表中各种物质的密度比较一下，就可以知道答案了。

要测出物体的密度，需要测出它的质量和体积，然后通过  $\rho = \frac{m}{V}$  计算出物质的密度。物体的质量可以用天平测出，液态物质的体积可以用量筒或量杯测出。

## 量筒的使用方法



### 思想议议

观察你所用的量筒，思考下面几个问题。

1. 量筒的测量范围（量程）是多少？
2. 量筒的分度值是多少？
3. 图5-3-3中画出了使用量筒时的两种错误，它们分别错在哪里？

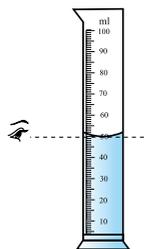
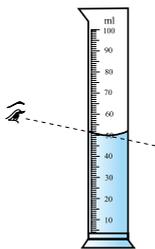
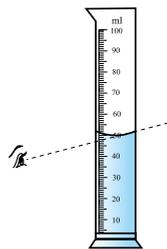


图5-3-2 用量筒测量液体的体积



甲



乙

图5-3-3 使用量筒时的两种错误

量筒壁上有刻度，相邻的两条刻度线之间所代表的容量为分度值，表示量筒的精确程度。量筒上标有100 mL、200 mL、500 mL等字样，表示量筒的最大测量值。读数时，应把量筒放在水平桌面上，视线与量筒内液体的凹（凸）液面的最低（高）处保持水平。否则，读数会偏大或偏小。

## 测量液体和固体的密度



### 观察与实验

#### 测量盐水的密度

1. 用调好的天平称出烧杯和盐水的总质量 $m_1$ 。
  2. 把烧杯中的盐水倒入量筒中一部分，记下量筒中盐水的体积 $V$ 。
  3. 称出烧杯和杯中剩下的盐水的质量 $m_2$ 。
- 把步骤1、2、3中测得的数据填入下表中，求出盐水的密度。

烧杯和盐水的 质量 $m_1/g$	烧杯和剩余盐 水的质量 $m_2/g$	量筒中盐水的 质量 $m/g$	量筒中盐水的 体积 $V/cm^3$	盐水的密度 $\rho/g \cdot cm^{-3}$



### 想想议议

形状规则的物体的体积，可以通过测量长、宽、高等数据计算出来。那么，形状不规则的物体的体积如何测量呢？我们都知道乌鸦喝水的故事，这个故事给你什么启示？



图5-3-4 乌鸦喝水



### 观察与实验

#### 测量小石块的密度

1. 用调好的天平称出石块的质量  $m$ 。
  2. 在量筒内倒入适量的水，记下水的体积  $V_1$ 。
  3. 用细线拴好石块，慢慢放入量筒中，直到石块全部被水浸没。记下石块和水的总体积  $V_2$ 。
- 把步骤1, 2, 3中测得的数据填入下表中，求出石块的密度。

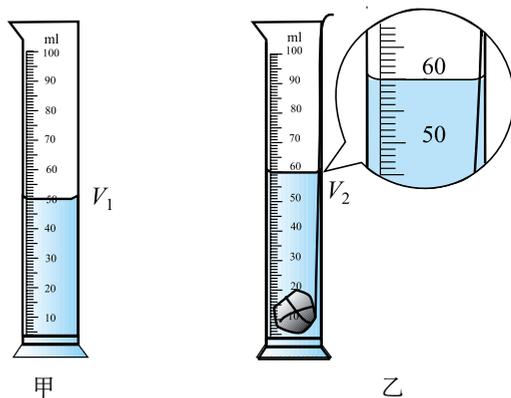


图5-3-5 用量筒测量形状不规则的物体的体积

石块的质量 $m/g$	石块放入前水的 体积 $V_1/cm^3$	石块和水的总 体积 $V_2/cm^3$	石块的体积 $V/cm^3$	石块的密度 $\rho/g \cdot cm^{-3}$



## 中子星

中子星的密度为 $10^{11} \text{ kg/cm}^3$ ，也就是 $1 \text{ cm}^3$ 的质量竟为1亿吨之巨！中子星是除黑洞外密度最大的星体。乒乓球大小的中子星物质的质量就和地球上一座山的质量差不多。中子星的发现是20世纪激动人心的重大发现，为人类探索自然开辟了新的领域，对现代物理学的发展产生了深远影响，成为20世纪60年代天文学的四大发现之一。

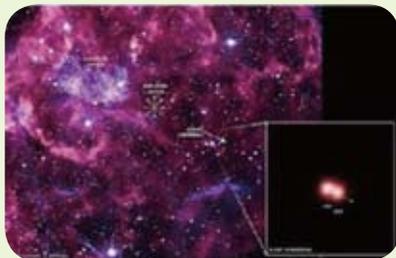


图5-3-6 天文照片中的中子星



## 动手动脑学物理

小明家住在黄河边上，他想利用所学知识监测黄河水的含沙量变化，请你帮助小明设计一个方案。（提示：含沙量是指每立方米黄河水含有多少千克的泥沙，泥沙的密度为 $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）

## 第四节 密度与社会生活

密度是物质的基本属性之一，每种物质都有自己的密度。密度在我们的社会生活中有重要的价值。例如，勘探队员在野外勘探时，通过对样品密度等信息的采集，可以确定矿藏的种类及其经济价值；汽车、飞机和航天器常采用高强度、低密度的合金材料、玻璃钢等复合材料。可见，密度的知识与人们社会生活的关系十分密切。



采集的样品



飞机的涡轮发动机

图5-4-1 密度的应用

物质的密度是不是不变的？有没有什么因素能影响物质的密度呢？

## 密度与温度

### 观察与实验

#### 温度对体积的影响

1. 将小玻璃瓶里装满染成红色的水，用中间插有细玻璃管的橡胶塞塞紧瓶口，在玻璃管的液面处做一个记号。将小玻璃瓶放入热水中，观察玻璃管中的液面有什么变化。

2. 按图5-4-3所示做一个纸风车。如果把风车放在点燃的酒精灯上方，风车能转动起来。你知道是什么推动了风车吗？



图5-4-2 装满红色水的玻璃瓶放入热水中



图5-4-3 纸风车

由上述实验可以看出，物体受热后体积膨胀。根据公式  $\rho = \frac{m}{V}$ ，物体质量不变，体积膨胀后，密度变小。在实验中，空气因受热体积膨胀，密度变小而上升。热空气上升后，温度低的冷空气就从四面八方流过来，从而形成风。根据这个道理，房间里的暖气一般都安装在墙壁的下部，这样可以使房间内的温度迅速升高。



图5-4-4 暖气

可见，温度能够改变物质的密度。在我们常见的物质中，气体的热胀冷缩最为显著，它的密度受温度的影响也最大；一般固体、液体的热胀冷缩不像气体那样明显，密度受温度的影响比较小。

### 想想议议

在我们的北方，冬天对自来水管的保护十分重要。如果保护不好，水管内的水结了冰，不仅影响正常的生活用水，有时还会把水管冻裂，造成送水设备的损坏。自来水管为什么会被冻裂？



图5-4-5 冻裂的自来水管

一般来说，同种物质随着温度降低，密度会增大，但水比较特殊。事实表明， $4^{\circ}\text{C}$  的水的密度最大。温度高于 $4^{\circ}\text{C}$  时，随着温度的升高，水的密度越来越小；温度低于 $4^{\circ}\text{C}$  时，随着温度的降低，水的密度也越来越小。水凝固成冰时体积变大，密度变小。人们把水的这种特性叫做水的反常膨胀。

自来水管遵从“热胀冷缩”的规律，水结冰时遵从“热缩冷胀”的规律。从这两方面入手思考，你知道自来水管被冻裂的原因了吗？

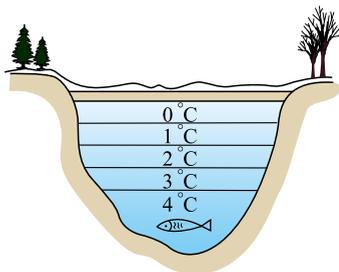


图5-4-6 冬季河水温度分布图

由于水的反常膨胀，在严寒的冬天，河面封冻了，较深河底的水却保持 $4^{\circ}\text{C}$  的温度，鱼儿仍然可以自由自在地游动。

## 密度与物质鉴别



### 想想议议

你知道体育课用到的铅球是什么材料的吗？

### 例题

一个铅球的质量是 $4\text{ kg}$ ，经测量知道它的体积是 $0.57\text{ dm}^3$ 。这个铅球是用纯铅制造的吗？

**分析：**要知道铅球是否是用铅制造的，应先求出它的密度，再与金属铅的密度进行比较。

**解：**已知  $m = 4\text{ kg}$ ， $V = 0.57\text{ dm}^3 = 0.57 \times 10^{-3}\text{ m}^3$ ，  
根据密度公式得

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

铅的密度是 $11.3 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ ，可知这个铅球不是纯铅制成的。

可见，利用密度这一重要特性，可以鉴别物质。但是，要准确地鉴别物质，有时还需要多种方法并用。例如，酒精和煤油都是液体，它们的密度都是

$0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。通过对二者气味的判断,在知道密度的基础上可以鉴别出酒精和煤油。再如,冰和蜡都是固体,它们的密度也相同,从它们的颜色、透明度、硬度,以及能否燃烧等性质的差异,我们也能区分它们。

## 材料与社会发展

历史学家以人类对材料的利用作为一个时代的重要标志,把人类发展的过程划分为石器时代、青铜时代、铁器时代等。在历史发展的长河中,材料的作用可以作为人类文明进步的里程碑。在群居洞穴的旧石器时代,人类通过简单加工获得石器,随着石器加工制作水平的提高,出现了原始手工业,如制陶和纺织,人们称之为新石器时代。青铜器的出现,极大地提高了社会生产力。青铜是由铜、锡、铝等组成的合金。与纯铜相比,青铜熔点低、硬度高,比石器坚固耐用。青铜器大大促进了农业和手工业的发展。战国时代,用铁制作的农具、手工工具及各种兵器得到广泛应用,大大促进了当时社会的发展。随着钢铁、水泥等材料的出现和广泛应用,人类社会开始从农业和手工业社会进入工业社会。



旧石器时代的石器



青铜器



钢筋混凝土材料

图5-4-7 不同时代的材料

从20世纪中期以后,历史进入新技术革命时代,人们将信息、能源和材料并列为现代文明和生活的三大支柱。在这三大支柱中,材料又是能源和信息的基础。在这个时期中,半导体等新材料的出现和广泛应用,把人类由工业社会推向信息和知识经济社会。超导材料、纳米材料等都已在不同的领域大显身手。新材料的发展给人们的社会生活带来巨大的改变。在以后的学习中我们将会了解这些新材料。



图5-4-8 航天材料制成的宇航服

### 纳米科学技术

纳米是一个长度单位，符号是nm。 $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$ 。一般分子的直径大约为 $0.3\sim 0.4\text{ nm}$ ，蛋白质分子比较大，可达几十纳米；病毒的大小为几百纳米。纳米科学技术是纳米尺度内（ $0.1\sim 100\text{ nm}$ ）的科学技术，研究对象是一小堆分子或单个的原子、分子。

人们在纳米尺度内发现很多新的现象，给技术上带来很多新进展。借助扫描隧道显微镜观察和操纵原子、分子，实际上就是一种纳米技术。科学工作者正在通过对分子或原子的操纵，实现心中的理想。例如，在电子和通信方面，用纳米薄层和纳米点制造纳米电子器件——存储器、显示器、传感器等，使器件的尺寸更小、运行的速度更快、耗能更少。在医疗方面，制造纳米结构药物以及生物传感器，研究生物膜和DNA的精细结构，在生命科学领域实现技术突破。在制造业方面，可以利用纳米机械制造各类微小的探测器，在救援、侦查等方面发挥巨大作用。

纳米科学技术是现代科学技术的前沿，在国际上备受重视，这个领域内的竞争非常激烈。我国科学家也在进行纳米科学技术的研究，并取得了一些成绩，处于世界先进水平的行列。

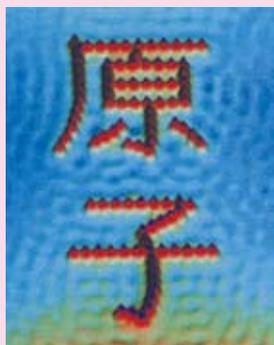


图5-4-9 移动物质表面的原子，呈现出的“原子”字样

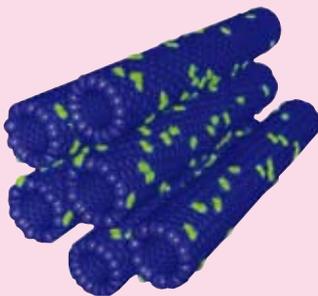


图5-4-10 碳纳米管外貌

### 动手动脑学物理

1. 下表列出了几种金属的密度、熔点、导热性能及导电性能等物理特性。研究表中的数据，你有什么新的发现？

金属	全球年产量/ $10^4\text{ t}$	密度/ $10^3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$	熔点/ $^{\circ}\text{C}$	导热性能 1表示最强 9表示最弱	导电性能 1表示最强 9表示最弱	市场价格 /元·吨 $^{-1}$ (大约)
铝	15 000	2.7	660	4	4	16 000
铜	8 000	8.9	1 083	2	2	17 700
金	2	19.3	1 063	3	3	88 000 000
钢铁	301 430	7.9	1 540	8	7	2 200
铅	3 000	11.3	327	9	9	4 900
镍	800	8.9	1 453	7	6	103 000
银	8	10.5	961	1	1	1365 000

综合考虑上表中各方面的因素，通过小组讨论，回答以下问题。不仅要阐明你的观点，还要说清楚理由。

(1) 哪两种金属的导电性能好？在你认为导电性能好的金属中，哪种更适宜做导线？

(2) 哪一种金属的导热性能好？生活中常用的各种锅是用什么金属做的？为什么人们炒菜时宁愿用铁锅而不愿用铝锅？

(3) 哪一种金属的密度最小？生活中什么地方使用这种金属？综合评价为什么使用它。

2. 1 kg水结成冰，体积怎样变化？

3. 现在流通的面值1角的硬币，看上去好像是铝制的。请你通过测量它的密度来验证一下。写出你选用的实验器材、实验方法及所采用的实验步骤。1角、5角和1元硬币所用的金属一样吗？

4. 美国有一家工厂要制造一种特殊用途的钢铝罐，即钢罐内表面要压接一层厚度为0.25 mm的铝膜。对此，焊接专家和锻压专家都束手无策。后来，圣迪亚实验室的科学家解决了这一难题。他们先把薄薄的铝膜装到钢罐内与内表面相贴，再往钢罐内灌满水，水中插入冷冻管使水结冰，铝膜就与钢罐接牢了。你知道这是为什么吗？



## 自制鸡尾酒

某同学即将过生日，你能利用所学的密度知识为他提供一份鸡尾酒吗？

提示：各种饮料都可以试试。所选液体的密度差别越大，颜色越分明，效果可能越好。



图5-1



## 学到了什么

质量及其测量



应用

密度

测量

量筒的使用

体积的测量



# 后 记

本套教科书第一版于2005年经全国中小学教材审查委员会初审通过,改编自人民教育出版社出版的义务教育教科书《物理》。2011年,我们在广泛征询实验区意见和建议的基础上,组织相关人员对教科书进行了修订。新教科书力求全面贯彻《义务教育课程标准》(2011年版)的精神,以素质教育为出发点,适当体现物理科学的新进展,强调知识、技能在实际生活中的应用;同时着重关注五四制学校的特点和学生的学习情况,贴近学生生活,满足多样化的学习要求。

本套《物理》教科书共四册,供八、九年级学生使用。本书是八年级上册。参加人民教育出版社教材编写的有:彭前程、杜敏、付荣兴、谷雅慧、金新喜、彭征、张颖。参加本册教材编写的有:彭前程、孙忠武、王成、林海波、曲晶、孙良君、闫大伟、张新英、赵剑锋、张敏莉。全书由孙忠武、王成统稿,由彭前程审稿。

教科书的改编得到了山东省教育厅、山东出版集团、人民教育出版社、山东省教学研究室、烟台市教育科学研究院、威海市教育教学研究中心、淄博市教学研究室、莱芜市教学研究室、济宁市教学研究室、泰安市教育局基础教育教学研究室和青岛莱西市教体局教研室等单位领导和各学科专家的帮助与支持,在此我们表示衷心的感谢!

本套教材中的个别图片引自相关图书和资料,因各种原因未能及时联系到相关作者及出版单位,在此谨表感谢与歉意。

欢迎广大师生在使用过程中提出修改意见和建议,以利于教科书不断改进和完善。

义务教育教科书（五·四学制）

物理 八年级上册

YIWU JIAOYU JIAOKESHU (WU · SI XUEZHI)

WULI BANIANJI SHANGCE

本书编写组 编

---

主管单位：山东出版传媒股份有限公司

出版者：山东科学技术出版社

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：（0531）82098088

网址：[www.lkj.com.cn](http://www.lkj.com.cn)

电子邮件：[sdkj@sdebcn.com](mailto:sdkj@sdebcn.com)

发行者：山东新华书店集团有限公司

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：（0531）82797666

印刷者：山东新华印务有限责任公司

地址：济南市世纪大道 2366 号

邮编：250104 电话：（0531）82079112

---

规格：16 开（184mm×260mm）

印张：7.75 字数：155 千

版次：2012 年 7 月第 2 版 2021 年 6 月第 17 次印刷

定价：7.41 元

著作权所有·请勿擅自用本书制作各类出版物·违者必究



责任编辑 何慧颖 刘大诚 孙 博  
封面设计 魏 然 刘 翌

义务教育教科书（五·四学制） 物理（八年级上册）  
价格批准文号：鲁发改价格核（2021）609001 举报电话：12345



山东教育出版社

ISBN 978-7-5331-5969-6



9 787533 159696 >

定价：7.41 元