



义务教育教科书

W U L I

物 理

八年级 | 上册



北京师范大学出版社

义务教育教科书

物理

八年级 | 上册

北京师范大学 组织编写

顾问：林海青

主编：郭玉英

执行主编：苏明义

本册主编：刘丹杰

编写人员：（按照姓氏笔画排序）

邓丽平 卢海军 付鹏娟 何艳阳

郑旭 姚建欣 蒋炜波

◆ 北京师范大学出版社

致 同 学

亲爱的同学，从现在开始，我们将要学习一门新课——物理。

物理学是研究物质基本结构、相互作用和运动规律的科学，是自然科学领域的一门基础学科。通过学习物理，你将逐渐掌握一些基础的物理知识，体会物理学的一些研究方法，并能运用物理知识和方法解决实际问题，了解物理学对科学技术进步的推动作用，以及对人类文明和社会进步的巨大贡献，进而形成严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度，养成保护环境、促进可持续发展的意识与良好的行为习惯，提升科学素养和社会责任感。

学习物理既要“动脑”又要“动手”。本套教材采用“情境 + 问题”的方式编排，引导你在真实的问题情境中学习物理。为了丰富学习形式，帮助你更好地学习物理，教材中设置了以下栏目。



学生实验

供你独立或通过小组合作完成的实验活动。



实验探究

师生共同开展的实验活动，有条件的同学也可以自己来完成。



交流讨论

供你和同学思考、讨论的问题。



科学窗

与本节内容密切相关的背景知识或前沿知识，属于拓展内容。



实践活动

供你课后完成的小实验、小制作及调查等实践类活动。



自我检测

供你巩固所学知识和方法、检测学习效果的练习题。

提示

物理研究方法、实验操作要点或注意事项等提示性内容。



拓展阅读

与本节内容相关的物理学史、科技应用、科学方法等资料，以及供你进一步思考和研究的问题，属于拓展延伸的内容。



教材中还设置了一些“跨学科实践”任务，帮助你在完成任务的过程中获得新知，掌握方法，提升综合运用多学科知识解决真实问题的能力。

教材在每一章的最后还安排了“整理与复习”，帮助你系统梳理本章物理知识和研究方法，建立概念和规律之间的联系，并在学以致用过程中提升问题解决能力和迁移创新能力。



梳理本章主要物理概念和基本物理规律，建立它们之间的联系。



提炼与本章内容相关的科学思维、科学方法和科学本质观。



供感兴趣的同学完成的综合性、实践性项目或课题。

让我们一起走进物理世界，领略物理的魅力吧！

目 录

走进物理世界 / 1



第一章

物态及其变化 / 6



- 第一节 物态变化 温度 / 7
- 第二节 熔化和凝固 / 15
- 第三节 汽化和液化 / 21
- 第四节 升华和凝华 / 28
- 第五节 设计海水淡化装置 / 31
- 整理与复习 / 35

第二章

机械运动 / 36

- 第一节 运动与静止 / 37
- 第二节 长度及其测量 / 41
- 第三节 比较物体运动的快慢 / 48
- 第四节 平均速度 / 54
- 第五节 平均速度的测量 / 60
- 整理与复习 / 66



第三章

声现象 / 67



- 第一节 声音的产生与传播 / 68
- 第二节 声音的特性 / 75
- 第三节 制作隔音箱 / 80
- 第四节 声波的应用 / 85
- 整理与复习 / 89

第四章

光现象 / 90



- 第一节 光的传播 / 91
- 第二节 光的反射 / 97
- 第三节 平面镜成像的特点 / 102
- 第四节 光的折射 / 108
- 第五节 设计舞台灯光秀 / 114
- 整理与复习 / 120

第五章

透镜及其应用 / 121

- 第一节 透镜 / 122
- 第二节 凸透镜成像的规律 / 126
- 第三节 生活中的透镜 / 132
- 第四节 爱眼宣传公益行 / 139
- 整理与复习 / 145



附录 本册书中用到的物理量及其单位 / 146

走进物理世界

物理世界美妙绝伦，异彩纷呈。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，我们将通过学习物理来感受、认识一个丰富多彩又不断运动和变化的物理世界。

无处不在的物理现象

在我们周围的自然界里，充满着各种神奇的现象（图1），发生着意想不到的变化。



图1 自然界中的物理现象

这些自然现象都蕴含着物理学原理。

生活中，你一定见过或听说过很多物理现象（图2），甚至对有些现象很熟悉，但你不一定知道这些现象背后的原理。通过学习物理，相信你会明白更多的科学道理。

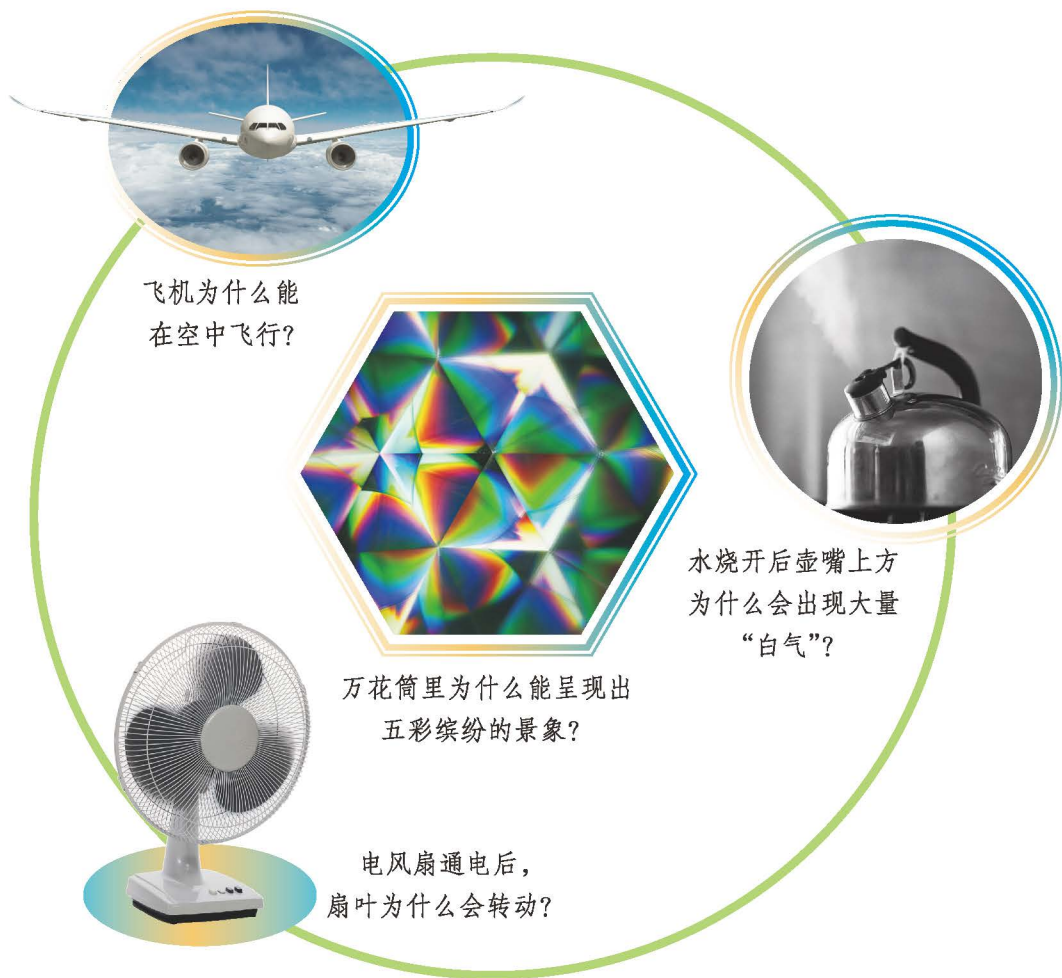


图2 生活中的物理现象

新奇有趣的物理实验

物理学是一门以实验为基础的学科。在物理学的发展过程中，很多重要的物理规律或是从实验中发现的，或是通过实验加以验证的。

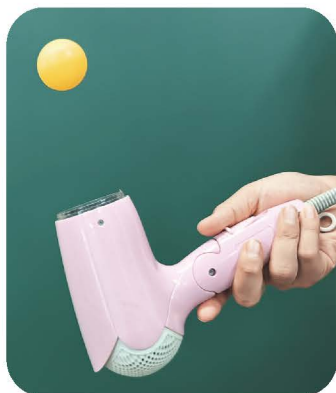
在学习物理的过程中，你会遇到许多新奇有趣的，甚至是难以理解的实验现象（图3）。通过仔细观察和动手实验，相信你能探究出更多的物理奥秘。



将气球在干燥的头发上摩擦后
靠近水流，水流为什么会弯曲？



向烧瓶底部浇冷水，烧瓶中的
热水为什么会沸腾？



用吹风机向斜上方吹乒乓球，
乒乓球为什么不会被吹跑？



旋转起来的陀螺，颜色为什么
看起来会发生变化？

图3 新奇有趣的物理实验

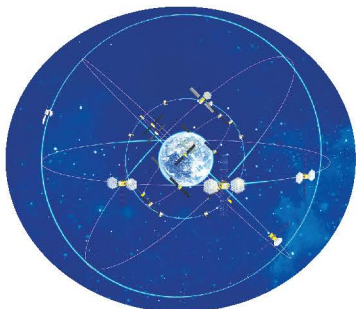
魅力无限的物理学

物理学改变了人类对自然界的认识，为人类创造了丰富的物质文明和科学文化。物理学的发展推动了现代科学技术的进步，改变了人类的生产生活方式，使人类实现了一系列伟大的梦想。

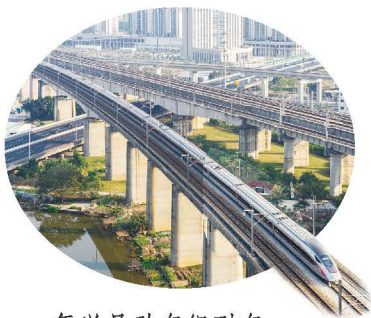
从“钻木取火”到水力发电、风力发电，再到太阳能等新能源的开发与利用；从“烽烟报信”到电报电话、移动通信和卫星通信，再到千家万户的移动互联；从蒸汽机车到内燃机车，再到现代高速运行的动车组列车和磁悬浮列车；从简单机械到机器人的研究与应用；从“万户飞天”的设想到载人航天……人类历史上重要的技术革命和工业革命都是建立在物理学基础上的（图4）。相信你还能举出更多实例来说明物理学的魅力。



风力发电与太阳能发电



北斗卫星导航系统（示意图）



复兴号动车组列车



智能机器人



神舟十六号载人飞船
发射升空

图 4 物理学与科技发展

怎样学好物理

物理这么重要，怎样才能学好它呢？

敏于观察 勤于思考 观察是研究问题的基础。“近代科学之父”伽利略（Galileo Galilei, 1564—1642）就是在观察吊灯的摆动时提出问题，认识了摆的等时性。学习物理要注意观察和发现自然界、生活以及实验中的各种物理现象，注意这些现象的产生条件，思考其中的原理（图 5）。



图5 观察物理现象，思考物理原理

勇于实验 敢于探究 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，这就需要用实验的方法进行有控制的观察与测量，以确定各个因素的具体影响。实验时要正确操作和使用各种实验仪器，认真观察，实事求是地进行记录，科学分析数据，严谨推演结论，主动交流分享。学习物理还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，做出猜想与假设，进行实验探究，进而分析证据，得出结论。

善于整合 乐于实践 学习物理不能只满足于记住零散的概念和结论，或是做一些习题，而应关注物理概念和规律之间的联系，将物理知识与物理思想方法整合起来。学习物理还要注意理论联系实际，将课堂上所学的知识与生产生活实践有机结合起来，综合运用物理与其他学科的知识和方法解决实际问题，从而提升分析问题、解决问题和实践能力。

科学技术是第一生产力，科技自立自强是国家发展的战略支撑。让我们努力学好物理，增长科学文化知识，为国家的强盛、民族的复兴和人类文明的进步做出应有的贡献！

· 第一章 ·

物态及其变化

北国隆冬，银装素裹，地面的积雪、树上的冰霜、空中的云雾，构成了一幅幅美丽的画卷。这些雪、冰、霜、雾等都是水的不同状态，它们是怎么形成的？不同状态之间的变化过程各有什么特点？这些状态变化受到哪些因素影响？



第一节

物态变化 温度

图 1.1-1 是一幅我国北方春天冰雪消融的图景。你能否描述一下，随着季节的更替和气温的变化，河水的状态会发生怎样的变化？物质状态的变化与物质的冷热程度有关吗？



图 1.1-1 春天冰雪消融

物态 物态变化

物质在一定条件下所处的状态，称为**物态**（state of matter）。观察或感受图 1.1-2 所示的各种物质，思考一下：这些物质按状态可分为几类？各有什么特点？

自然界中常见的**物质**（matter）通常以三种状态存在。像石块、冰块这类具有一定形状和体积的物质，其状态称为**固态**（solid state）；像水、食用油这类没有固定形状，但有一定体积的物质，其状态称为**液态**（liquid state）；像空气这类没有固定形状和固定体积的物质，其状态称为**气态**（gaseous state）。

春天气温回升，河中固态的冰变成了液态的水，一些液态的水又变成了气态的水蒸气，气态的水蒸气在空中遇冷又变成液态的水。这些现象说明，在一定条件下，物质存在的状态是可以发生变化的。

物质由一种状态变为另一种状态的过程称为**物态变化**。



图 1.1-2 物质存在的状态



物质的其他状态

物质除固态、液态和气态外，还存在其他状态。

等离子态是物质原子内的电子脱离原子核的束缚而形成的带负电的自由电子和带正电的离子共存的状态，太阳表面附近的物质就处于这样的状态。处于等离子态的物质称为等离子体。如图 1.1-3 所示为等离子体导电的情景。



图 1.1-3 等离子体导电

除此之外，物质还存在超固态、液晶态、玻色-爱因斯坦凝聚态（Bose-Einstein condensate）等状态。物质在每一种状态下都有其特殊性质，研究物质存在的状态，有助于我们了解世间万物的特性和变化规律。感兴趣的同学可以查阅资料，进一步了解物质的状态和性质。

温度和温度计

生活经验告诉我们，物态变化通常与物质的冷热程度有关。物理学中用**温度**（temperature）表示物体的冷热程度，一般用符号 t （或 T ）表示。

怎样准确判断物体温度的高低呢？在日常生活中，我们常常凭感觉来判断物体温度的高低，这样判断物体的温度高低可靠吗？

如图 1.1-4 所示，用手触摸长时间放在教室中的金属块、木块和泡沫塑料块，感受一下它们的温度是否相同。

如图 1.1-5 所示，先把两只手分别放在冷水和热水中，停留一会儿，然后马上把两只手同时放在温水中，两只手对“温水”的感觉相同吗？



图 1.1-4 感受物体的冷热程度

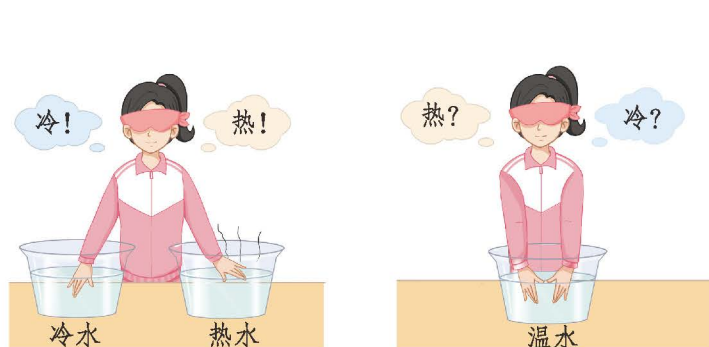


图 1.1-5 凭感觉判断物体的温度可靠吗

实验表明，要准确判断物体温度的高低，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），实验室和生活中常见的温度计是利用水银、酒精、煤油等液体热胀冷缩的性质制成的，如图 1.1-6 所示。

温度计上的符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示摄氏度。温度计的量程是它所能测量温度的范围；分度值是温度计上刻度的最小格所代表的值，它决定了温度计测量的精确程度。不同的温度计，量程和分度值会有所不同。观察图 1.1-6 中的各种温度计，说出它们的量程和分度值各是多少。

表 1.1-1 给出了自然界中的一些温度值，你还知道其他的温度值吗？

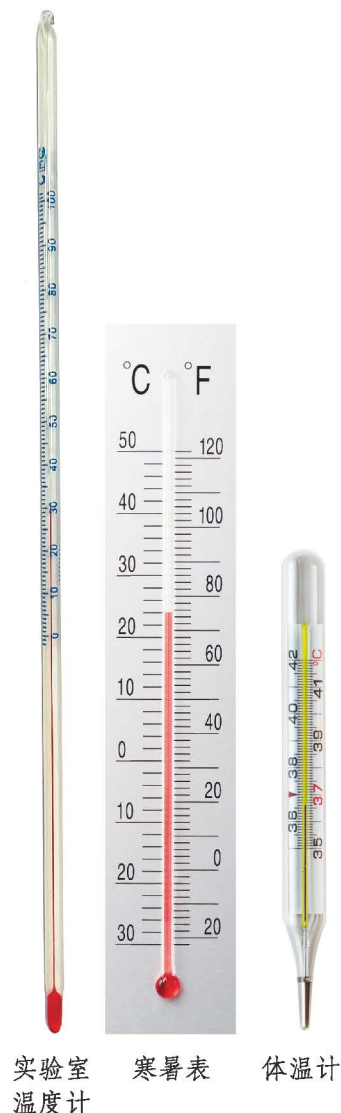


图 1.1-6 常见温度计

表 1.1-1 自然界中的一些温度值

单位: $^{\circ}\text{C}$

月球背面的温度	约 -183	人的正常体温	约 36.5
南极地区有记录的最低气温	-89.2 ①	新疆吐鲁番有记录的最高气温	52.2 ③
黑龙江漠河有记录的最低气温	-53 ②	太阳表面的温度	约 $6\,000$

资料来源：① 世界气象组织公布，1983 年 7 月 21 日，科学家在沃斯托克科考站采用地面测量的方式测得南极地区的最低气温为 -89.2°C 。② 央视网报道，2023 年 1 月 22 日，漠河市阿木尔镇劲涛气象站实测最低气温达 -53°C ，突破漠河市最低气温历史极值。③ 新华网报道，2023 年 7 月 6 日，吐鲁番市高昌区三堡乡气象站最高气温达 52.2°C ，突破高温历史同期极值。



摄氏温度与其他温度的关系

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）。热力学温度的单位是开尔文，简称开，用符号 K 表示。

在日常生活中，温度的量度使用摄氏温标。摄氏温标曾经是这样规定的：在大气压为 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时，把冰水混合物的温度规定为 0 摄氏度，把水沸腾的温度规定为 100 摄氏度；把 0 摄氏度到 100 摄氏度之间分成 100 等份，每一等份称为 1 摄氏度，记为 1°C 。1990 年国际温标对摄氏温标作了新规定：摄氏温标由热力学温标导出。摄氏温标的零点等于热力学温标中的 273.15 K。在体现温度变化时，每 1 K 与每 1°C 的大小是相同的。一般热力学温度用符号 T 表示，摄氏温度用符号 t 表示，热力学温度与摄氏温度之间的数量关系是 $T = t + 273.15$ 。

有些国家和地区日常生活中使用华氏温标，图 1.1-6 中寒暑表上的 $^\circ\text{F}$ 是华氏温度单位的符号。华氏温度 t_F 与摄氏温度 t 之间的数量关系是 $t_F = \frac{9}{5}t + 32$ 。

温度计的使用

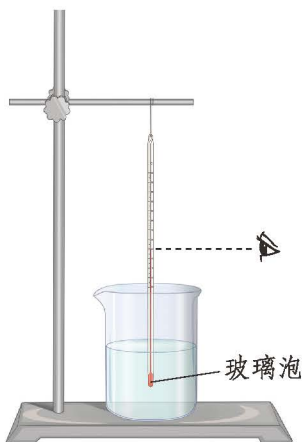


图 1.1-7 温度计的使用

实验室中使用液体温度计测量物体的温度时，一般按照以下步骤进行。

1. 估计被测物体的温度，选择量程和分度值合适的温度计。
2. 将温度计的玻璃泡与被测物体充分接触，不要碰到容器底或容器壁。
3. 使温度计的玻璃泡在被测物体中保持足够长的时间，待温度计的示数稳定后再读数。
4. 在读取数据时，温度计的玻璃泡不能离开被测物体，视线应跟温度计垂直且与温度计中的液柱顶端液面相平，如图 1.1-7 所示。

5. 在记录数据时，要标明单位。

如图 1.1-8 所示为常见的水银体温计。水银体温计的使用方法与实验室温度计类似，使用时需要将它前端的玻璃泡与人体充分接触并保持足够长的时间，待示数稳定后再读数。但水银体温计由于具有特殊构造，所以可以离开人体读数。在每次使用水银体温计前，需要拿着体温计有刻度的一端用力向下甩，使水银柱降至 35℃ 刻度线以下。

由于水银体温计易破碎，并易造成水银污染，我国自 2026 年起将禁止生产含水银的体温计。近年来一些环保的新型体温计应运而生，如电子体温计、红外线体温计等。这些新型体温计具有操作方便、测温时间短、安全可靠等特点。



图 1.1-8 水银体温计



学生实验

用常见温度计测量温度

1. 测教室的气温。先估测教室的气温，再用温度计测量教室的气温。
2. 测水的温度。取一杯比较热的水和一杯自来水，先分别估测其温度，再用温度计分别测量它们的温度。然后将一部分自来水倒入较热的水中，得到一杯温水，同样先估测其温度，再用温度计进行测量。
3. 测人的体温。先估测自己的体温，再取一支体温计，用酒精棉球消毒后，用它测量自己的体温。

将实验数据记录在表 1.1-2 中。

表 1.1-2 用常见温度计测量温度

测量方法	教室的气温 /℃	热水的温度 /℃	自来水的温度 /℃	温水的温度 /℃	自己的体温 /℃
估 测					
用温度计测量					



实践活动

自制简易温度计

在玻璃瓶里装满带颜色的水，给玻璃瓶配一个橡胶塞，橡胶塞上插入一根两端开口的细玻璃管（或较硬的吸管），使玻璃管与橡胶塞、橡胶塞与瓶口均密封，如图 1.1-9 所示，这样就制成了一个简易的液体温度计。试着做一做，并思考以下问题。



图 1.1-9 自制
简易温度计

(1) 用这个自制的温度计“测量”凉水和温水的温度，观察一下当所测量的温度升高时，玻璃管中的液面高度如何变化，并思考其中的物理原理。

(2) 如果给这个温度计标出刻度，就可以用它来粗略地测量温度。为了提高测量精度，在制作这个温度计时，玻璃管应选择内径大一些的还是内径小一些的？为什么？

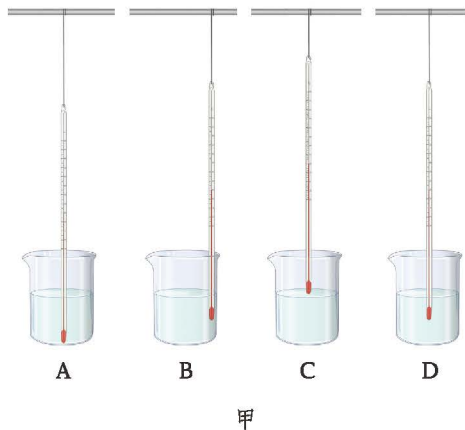


自我检测

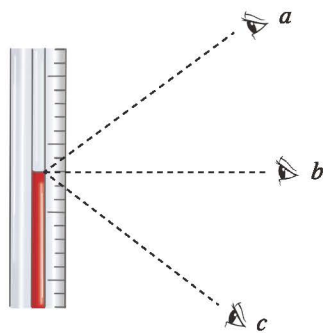
1. 请你举出 2 ~ 3 个物态变化的实例，并与同学交流、讨论。

2. 关于温度计的使用：

(1) 如图 1.1-10 甲所示测量水温的做法中正确的是_____；在观察温度计的示数时，三位同学的眼睛分别处在如图 1.1-10 乙所示的 a 、 b 、 c 三个不同的位置，其中正确的是_____。



甲



乙

图 1.1-10

(2) 如图 1.1-11 甲所示的温度计的示数为_____℃, 如图 1.1-11 乙所示的体温计的示数为_____℃。

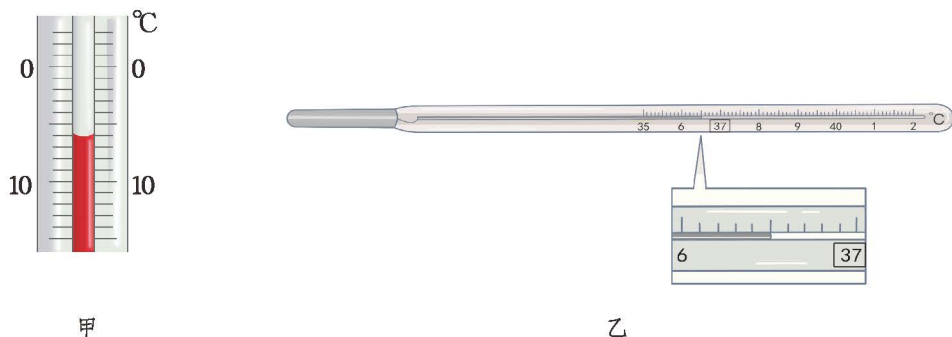


图 1.1-11

3. 温度与人们的生活息息相关。下列温度值, 你认为不合理的是()。

- A. 人的正常体温约为 $36.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B. 我国南方夏天最高气温可达 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C. 冰箱冷冻室的最低温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D. 适合人们洗澡的热水温度约为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

4. 小红记录了 9 月 2 日一天中不同时刻的气温, 数据如表 1.1-3 所示。

表 1.1-3 9 月 2 日不同时刻的气温

时 刻	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
气温 / $^{\circ}\text{C}$	14	15	16	19	22	25	27	29	29	28	27

(1) 请你根据表中的数据, 绘制出 7:00 至 17:00 这段时间内气温随时间变化的图像。(提示: 可以用柱状图、折线图或曲线图表示)

(2) 根据画出的图像推测 9 月 2 日 13:30 的气温大致为_____℃。



拓展阅读

各种各样的温度计

测量温度的仪器, 除了常用的液体温度计外, 还有气体温度计、红外温度计、双金属片温度计、电阻温度计和热电偶温度计等(图 1.1-12)。



图 1.1-12 各种各样的温度计

气体温度计是利用气体的某些性质（如体积或压强）随温度变化而变化的特点制成的，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。红外温度计靠接收热辐射来测量温度，这种温度计能测量 $1\,000\,^{\circ}\text{C}$ 以上的高温，通常用来测量高温物体的温度。双金属片温度计是利用不同金属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。电阻温度计是利用金属或半导体的电阻随温度变化而变化的性质制成的，这种温度计测量精度高，往往用作测量温度的标准仪器。热电偶温度计是以热电效应为基础的测温仪表，它结构简单，测量范围大，使用方便，测温准确可靠，信号便于远距离传送、自动记录和集中控制，因而普遍应用于工业生产中。

随着技术的不断进步，测温原理的不断丰富，人们可以制造出测温范围更大的温度计，也可以制造出使用更加便捷的温度计，如用红外额温计测体温就非常便捷（图 1.1-13）。请查阅资料，了解一下红外额温计是依据什么原理来测量温度的。



图 1.1-13 用红外额温计测体温

第二节

熔化和凝固

如图 1.2-1 所示，某工厂在铸造金属零件时，先将块状金属原料进行高温熔炼，再浇注到模具中冷却定型。你能描述在这一过程中金属的物态发生了怎样的变化吗？金属发生物态变化的条件是什么？



图 1.2-1 铸造金属零件

熔化、凝固

在上述铸造金属零件的过程中，金属经历了由固态变为液态、再由液态变为固态的物态变化过程。

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）。

在日常生活中，我们知道冰可以熔化成水（图 1.2-2），水也可以凝固成冰；蜡烛烧热后可以变成液态的“蜡油”，“蜡油”冷却后又可以凝固成固态的蜡（图 1.2-3）。熔化需要什么条件？不同物质的熔化过程相同吗？各有什么特点？



图 1.2-2 冰熔化成水



图 1.2-3 “蜡油”
凝固成蜡



实验探究

探究不同物质熔化的特点

按图 1.2-4 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和一个搅拌勺，再将试管放在盛水的烧杯中。用酒精灯对烧杯缓慢持续加

热，并用搅拌勺适时对海波和蜂蜡进行搅拌，使其受热均匀。观察温度计示数的变化及海波和蜂蜡的物态变化情况。

当被测物质的温度升至 40℃ 左右时开始记录温度计的示数，每隔 1 min(分)记录一次，在被测物质完全熔化后再记录几次，之后停止加热。

将测得的温度值和对应的时间及观察到的现象记录在表 1.2-1 中。

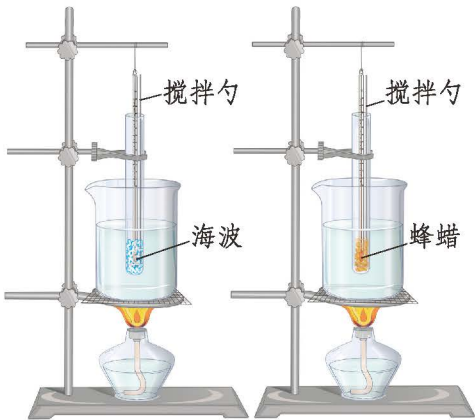


图 1.2-4 探究海波和蜂蜡
熔化特点的实验装置

表 1.2-1 探究不同物质熔化的特点

时间 / min														
海 波	温度 /℃													
	实验现象													
蜂 蜡	温度 /℃													
	实验现象													

如图 1.2-5 所示的坐标纸，横坐标表示时间，纵坐标表示所测温度。将记录的一组数据分别用“+”在坐标纸上标出数据点，然后分别将海波和蜂蜡的数据点用平滑的曲线连接起来，就得到了海波和蜂蜡熔化的温度-时间图像。

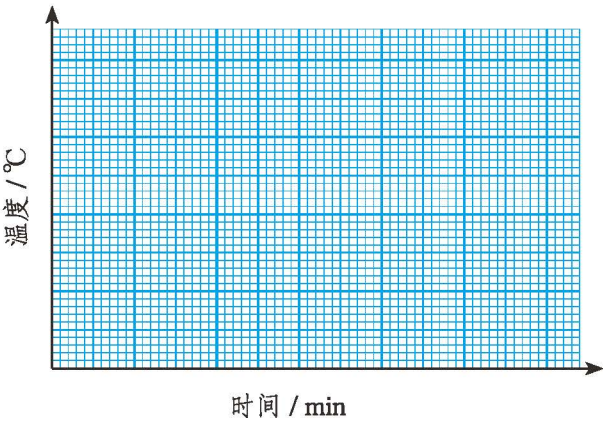


图 1.2-5 物质熔化的温度-时间图像

从实验现象及描绘出的图像可以看出，海波经过缓慢持续加热，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，温度才继续升高。

蜂蜡的熔化过程则不同。由图像可以看出，随着缓慢持续加热，蜂蜡的温度_____。在此过程中，蜂蜡_____，最后熔化为液体。

熔点 and 凝固点

大量实验表明，固态的海波、金属、天然水晶等物质在加热到某一温度时开始熔化，这些物质在熔化过程中持续吸热，但温度保持不变，这个温度叫作**熔点**（melting point）。像这样具有确定熔化温度的固体叫作晶体。反之，固态的蜂蜡、石蜡、松香、玻璃等物质在熔化过程中持续吸热，温度不断升高，没有确定的熔化温度，它们叫作非晶体。

与晶体在熔化过程中吸热相反，液态物质在凝固形成晶体的过程中放热，温度也保持不变，这个温度叫作**凝固点**（solidifying point）。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）的变化而变化。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 1.2-2 给出了在 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 大气压强下一些物质的熔点。

表 1.2-2 在 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 大气压强下一些物质的熔点

物 质	熔点 / $^{\circ}\text{C}$	物 质	熔点 / $^{\circ}\text{C}$	物 质	熔点 / $^{\circ}\text{C}$	物 质	熔点 / $^{\circ}\text{C}$
钨	3 414	银	962	萘	80.5	固态酒精	-117
铁	1 538	铝	660	海 波	48.5	固态氮	-210
铜	1 083	铅	327	冰	0	固态氧	-218.8
金	1 064	锡	232	固态水银	-38.8	固态氢	-259

我国古代劳动人民很早就将物质的熔化和凝固规律应用于生产生活中，如铸钟业就是我国历史悠久的手工行业。《天工开物》中有对铸钟技术、铸钟工具的名称和形状、铸钟工序等的详细描绘（图 1.2-7）：先用石灰三合土制作内模，内模干燥后涂上油蜡，待油蜡凝固后在上面雕刻文字、图案。然后用绝细土与



金属



天然水晶



石蜡

图 1.2-6 晶体与非晶体



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气温吗？

炭粉调和成泥，逐层涂在油蜡上制成较厚的外模。接着加热油蜡使其熔化，蜡油从模下部的孔隙中流净后，内外模之间就形成了一个空腔。最后将经熔炉熔化后的铜水或铁水注入空腔，待液态的铜或铁凝固，便铸成了表面带有文字和图案的钟。

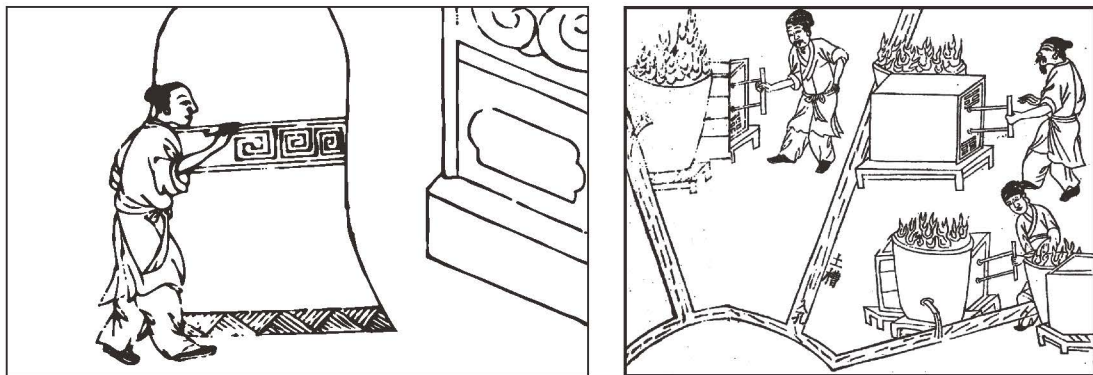


图 1.2-7 古代铸钟图（出自《天工开物》）



科学窗

影响熔点的因素

物质的熔点并不是一成不变的，改变外界的压强或掺杂其他物质等，都会影响物质的熔点。

将两块 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的冰用力压紧在一起，可以看到接触处的冰熔化成水，这说明增大压强能使冰的熔点降低。滑冰时，冰刀与冰面接触处的压强很大，使刀口下的冰熔化成水，起到润滑作用。

多数情况下，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 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，这类合金常用来制作熔丝（保险丝）、焊丝等。

在烧杯中放一些碎冰块，然后撒一些盐。轻轻搅动碎冰块，在其熔化时测其温度，可以看到冰的熔点低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。饱和食盐水晶体的熔点可降低到约 $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。



自我检测

1. 超市里出售的海鲜周围要铺一层碎冰块, 用低温的冰来为海鲜降温, 同时因为冰块_____ (填物态变化名称) 时要_____ (选填“放”或“吸”) 热, 能进一步起到降温保鲜的作用。

2. 把一块温度为 $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰从室外拿到室温为 $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的房间内, 它会不会立即开始熔化? 为什么?

3. 糖画 (图 1.2-8 甲) 是我国的一种民间艺术, 被列入非物质文化遗产。用糖汁在石板上画出戏曲人物、小动物等造型, 待糖汁_____ (填物态变化名称) 后, 栩栩如生的“糖人”就制成了。工艺师吹制玻璃工艺品的过程中, 需不断给玻璃加热使玻璃处于比较软的状态 (图 1.2-8 乙)。在对玻璃加热的过程中, 玻璃的温度不断升高, 但没有确定的熔化温度。由此可推断玻璃是_____ (选填“晶体”或“非晶体”)。



甲



乙

图 1.2-8

4. 某探究小组的同学用图 1.2-9 所示的装置探究某种晶体熔化的特点。

(1) 图 1.2-9 所示实验的一个不当之处为_____。实验中使晶体受热均匀的措施是_____ (写出一条即可)。

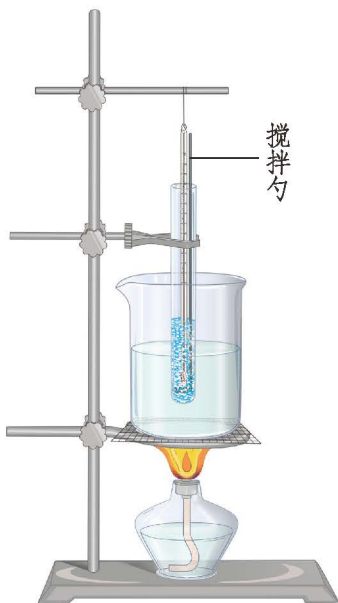


图 1.2-9

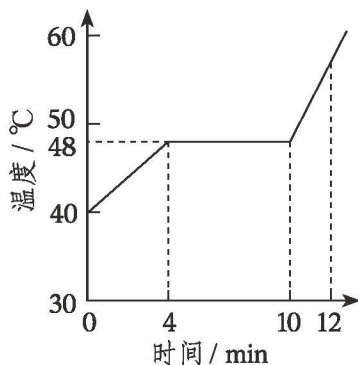


图 1.2-10

(2) 改正不当之处后进行实验, 待温度升高到 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 每隔 1 min 记录一次温度计的示数, 根据记录的数据作出图 1.2-10 所示的图像, 则该晶体的熔点是_____ $^{\circ}\text{C}$, 熔化过程经历了_____ min。



我国古代冶铁技术

我国古代冶铁的历史可追溯到公元前一千多年。战国和两汉时期，铁犁和牛耕的使用极大地促进了农业生产，铁兵器制造也得到蓬勃发展，此后我国冶铁技术长期处于世界顶尖水平。

早期的冶铁技术主要是“块炼法”。用木炭作燃料，炉温在 $1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右，与纯铁的熔点 ($1\,538\text{ }^{\circ}\text{C}$) 相差很远，炼出的铁是海绵状的固体块，称为“块炼铁”。春秋中期开始使用铸造技术，将铁矿石加热熔化成液态来铸造生铁，冶炼时炉温可达 $1\,100\sim 1\,200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。冶炼过程中，铁离子被还原成铁原子时，碳会渗入其中，且温度越高，碳渗入的速度越快。铁掺杂了碳后，熔点降低，炉温可使其完全熔化成液态，从而可以将其直接浇铸成器。

古代冶铁技术的进步离不开鼓风助燃系统的发展。公元前 4 世纪，我国发明了用牛皮制成的鼓风机——橐 (tuó, 图 1.2-11)。东汉后期，制造出了水力鼓风的“水排”(图 1.2-12)。“水排”是利用水力驱动水轮，通过曲柄连杆机构将回转运动转变为连杆的往复运动，从而带动皮囊鼓风助燃。“水排”不但节省了人力、畜力，而且提高了鼓风能力，促进了冶铁技术的发展。

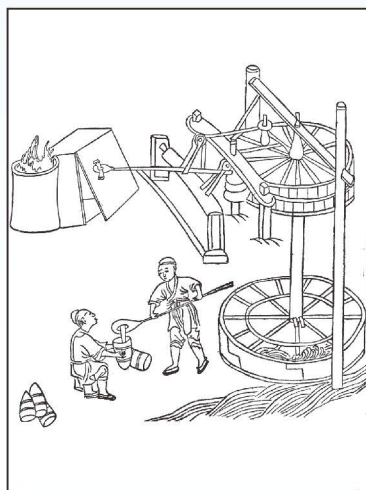
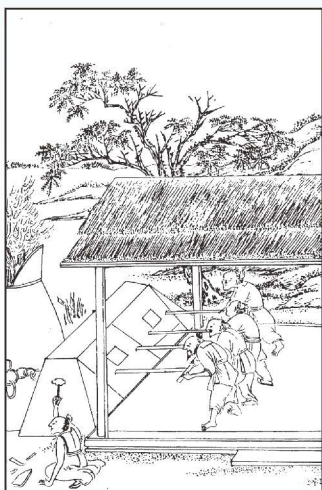


图 1.2-11 橐 (出自《熬波图》)

图 1.2-12 水排 (出自《农书》)

请思考：为什么早期人们只能生产“块炼铁”？在“块炼铁”生产过程中，铁有没有熔化？

第三节

汽化和液化

清冷的早晨，我们经常能看到花草叶片上挂着晶莹剔透的露珠（图 1.3-1），而到了温暖的中午，我们却发现这些露珠消失了。这些露珠从何而来，又到哪里去了？其中包含着怎样的物态变化？发生这些物态变化的条件是什么？



图 1.3-1 草叶上的露珠

草叶上的露珠是空气中的水蒸气遇冷凝结成的小水珠；露珠不见了，是因为小水珠受热又变成了水蒸气。物质由液态变为气态的过程，称为**汽化**（vaporization）；物质由气态变为液态的过程，称为**液化**（liquefaction）。

汽化

晾晒在阳光下的湿衣服会变干，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，减少的水到哪里去了？湿衣服变干和壶中的水变少的方式相同吗？

湿衣服上的水以蒸发的方式变成气态，而壶中的水主要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

如图 1.3-2 所示，一杯水放在桌面上，过一段时间后，杯中的水会因不断蒸发而变少。大量事实表明，蒸发是在液体表面发生的汽化现象，蒸发在任何温度下都能发生。



图 1.3-2 水的蒸发

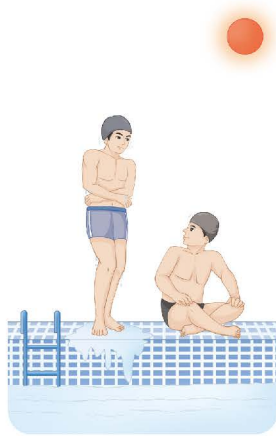


图 1.3-3 刚从游泳池中上岸会感觉冷

生活中我们都有这样的经验：刚从游泳池中上岸，会感觉到冷（图 1.3-3）；夏天在地面上洒水，会感觉到凉快。这些都是由液体在蒸发过程中吸热导致的。

观察图 1.3-4 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？

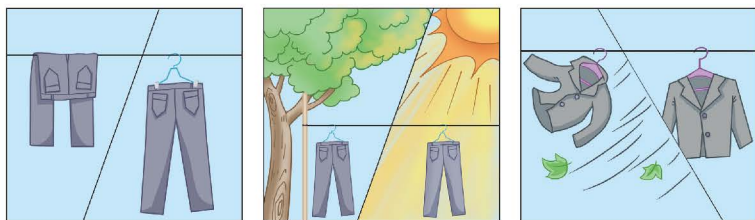


图 1.3-4 比较水蒸发的快慢

通常情况下，液体的表面积越_____，液体的温度越_____，液体表面附近的空气流动越_____，蒸发就越快。

2. 沸腾

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



学生实验

探究水在沸腾前后温度变化的特点

实验装置如图 1.3-5 所示，在烧杯中倒入适量水，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 $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，每隔 0.5 min 记录一次水的温度，直到水沸腾后再持续几分钟为止。将测得的温度值和对应的时间及观察到的现象记录在表 1.3-1 中。

根据记录的数据，在图 1.3-6 中作出水的温度-时间图像，从实验现象和图像中你能得出什么结论？



图 1.3-5 探究水沸腾的实验装置

表 1.3-1 探究水在沸腾前后温度变化的特点

时间 / min														
水的温度 / °C														
实验现象														

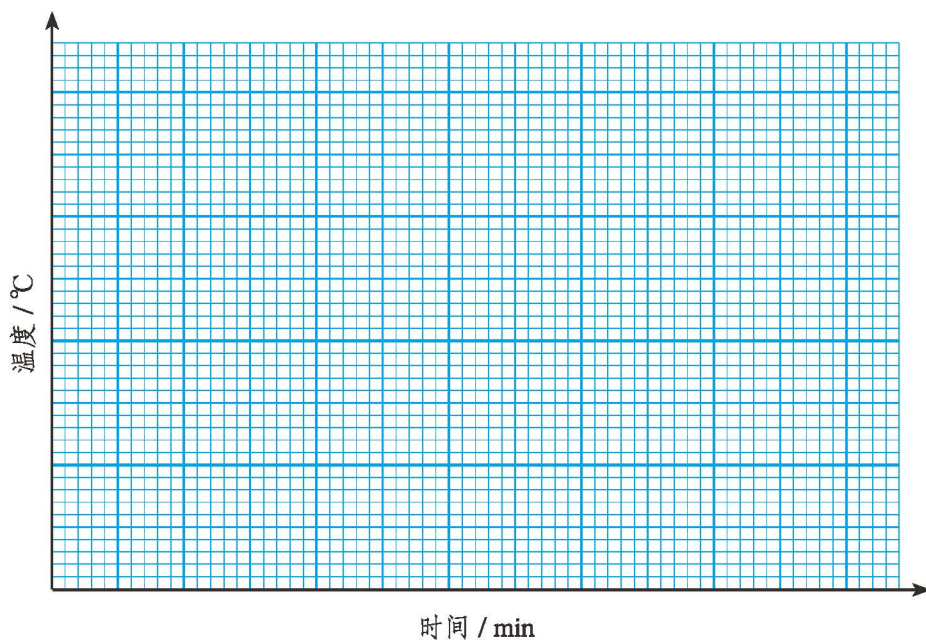


图 1.3-6 水的温度-时间图像

在上述实验中，随着对水不断加热，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，但水温保持不变。大量实验表明，液体在沸腾过程中要不断吸热，但温度保持不变。

水沸腾时形成的大量气泡不断上升、变大，到水面破裂，放出气泡中的水蒸气（图 1.3-7）。由此可知，沸腾是在液体内部和表面同时发生的剧烈的汽化现象。

各种液体沸腾时都有确定的温度，这个温度叫作**沸点**（boiling point）。不同液体的沸点不同。表 1.3-2 给出了 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 大气压强下一些液体的沸点。

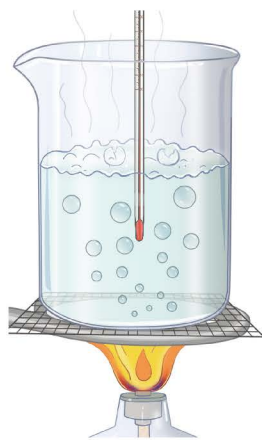


图 1.3-7 水沸腾时的气泡变化

表 1.3-2 在 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 大气压强下一些液体的沸点

液 体	沸点 / $^{\circ}\text{C}$	液 体	沸点 / $^{\circ}\text{C}$
液态铁	2 861	液态氮	-33.5
液态铅	1 749	液态氧	-183
水 银	357	液态氮	-196
甘 油	290	液态氟	-246
水	100	液态氢	-253
酒 精	78.5	液态氦	-269



科学窗

沸点与气体压强

液体的沸点与液体表面上方的气体压强（见第八章）有关：气体压强越小，沸点越低；气体压强越大，沸点越高。在高海拔地区，由于大气压强较小，水的沸点低于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，会出现沸腾的水很难煮熟食物的现象，我们可以用高压锅解决这样的问题。用高压锅煮食物时，与外界相通的放气孔被限压阀封闭，随着锅内水蒸气的增多，以及锅内温度的升高，锅内水面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，随着温度继续升高，压强也继续增大。当锅内气体的压强大到可以将限压阀顶起时，放气孔被打开，锅内气体的压强就不再增大，锅内的水开始沸腾。一般家用高压锅中的水沸腾时内部的温度可达 $110 \sim 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。



图 1.3-8 水蒸气遇冷
液化成小水滴

液 化

就像凝固是熔化的逆过程一样，液化是汽化的逆过程。如图 1.3-8 所示，壶嘴上方的“白气”就是水蒸气液化后形成的小水滴。

将乙醚吸入注射器内，用橡皮帽封住前端的小孔。向外拉动活塞，你会发现原来的液态乙醚不见了，说明液态乙醚变成了乙醚蒸气。如图 1.3-9 所示，向里推动活塞压缩乙醚蒸气，又可以得到液态的乙醚。

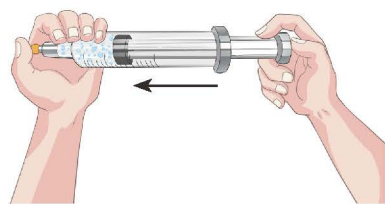


图 1.3-9 压缩体积使乙醚蒸气变成液态乙醚

通过上述两个事例，你能说出液化发生的条件吗？

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



科学窗

热 管

热管是一种高效的传热装置，不同热管的具体结构和工作物质可能不同，但其基本原理都是利用工作物质汽化吸热和液化放热实现热量的快速传递。有一种热管的主体结构及工作原理如图 1.3-10 所示。一根两端封闭的金属管，管内衬了一层由多孔材料制成的吸收芯。吸收芯的中间充以酒精之类易汽化的液体。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，在冷端放热而液化后进入吸收芯，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。

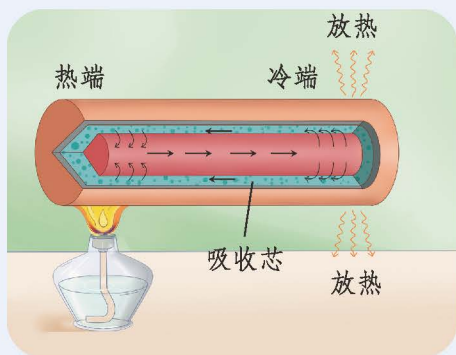


图 1.3-10 某种热管的结构及工作原理

热管被广泛应用于航天、军工、交通及建筑工程等领域。以航天领域为例，人造卫星等航天器在太空中运行，由于没有空气对流，其向阳面与背阴面的温度差可高达 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在航天器的表面安装热管，可以利用热管高效的传热能力减小向阳面与背阴面的温度差，从而避免航天器外壳因温差过大而造成损伤，确保航天器内部仪器正常工作。



交流讨论

冬天手冷时，用嘴向手上“哈气”，手会感到暖和。若使劲儿向手上“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？



自我检测

- 下列措施可以让水减慢蒸发的是（ ）。
A. 用电热吹风机将湿头发吹干
B. 用扫帚把地面上的积水向周围扫开
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放入冰箱的冷藏室内
- 蒸发和沸腾都是汽化现象，它们有相同点，也有不同点。请你将蒸发与沸腾的异同点填入表 1.3-3 中。

表 1.3-3 蒸发与沸腾的异同点

汽化方式		蒸 发	沸 腾
相同点			
不同点	发生位置		
	剧烈程度		
	温度条件		

3. 闷热的夏天，从冰箱中取出一瓶冰镇汽水放在桌面上，过一段时间后观察瓶的外壁，会看到什么现象？这是什么缘故？

4. 我国新疆的吐鲁番市，常年高温少雨，水贵如油。当地流行使用“坎儿井”，可以大幅减少输水过程中水的蒸发，充分体现了我国古代劳动人民的聪明才智。“坎儿井”由明渠、暗渠、竖井、涝坝组成，如图 1.3-11 所示。井内的水温在夏季比外界低 5 ~ 10 ℃。请你分析一下“坎儿井”是如何减少水分蒸发的。

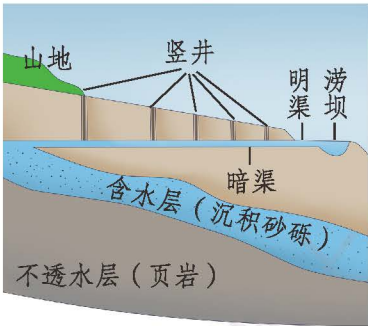


图 1.3-11



拓展阅读

低温技术与低温下的有趣现象

热力学温标的零度约为 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，称为绝对零度，它是热力学的最低温度。近代科学理论研究表明，绝对零度虽然可以无限接近，但是绝对无法达到。我们平时能见到的低温通常只有零下几十摄氏度，那么如何获得更低的温度呢？

我们知道，液体汽化可以吸热，因而我们可以先在常温下利用压缩气体体积的方法将某些气体液化，然后再利用液体汽化吸热从而获得更低的温度。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 $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的液态氨。1898 年，杜瓦 (James Dewar, 1842—1923) 在 $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温下液化了氢气。1908 年，卡末林-昂内斯 (Heike Kamerlingh Onnes, 1853—1926) 在 $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温下液化了氦气。

2021 年 4 月，中国科学院承担的国家重大科研装备研制项目“液氮到超流氮温区大型低温制冷系统研制”通过验收及成果鉴定，标志着我国具备了研制液氮温度 ($-269\text{ }^{\circ}\text{C}$) 千瓦级和超流氮温度 ($-271\text{ }^{\circ}\text{C}$) 百瓦级大型低温制冷装备的能力。

物质在超低温的环境下会发生许多奇妙而有趣的现象。比如氦在 $1.01 \times 10^5\text{ Pa}$ 大气压强下，温度约为 $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时会成为液体；温度继续降至 $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右时，液态的氦变为超流氦，即具有超流动性。超流氦几乎没有黏滞阻力，能沿极细的毛细管 (管径约 $0.1\text{ }\mu\text{m}$) 流动而几乎不呈现任何黏滞性。常温下含有铁、钴、镍等金属的材料可以获得磁性，然而人们发现非金属材料在超低温下也能表现出磁性，这种磁体适用于制造新型计算机存储设备等。某些物质在一定的温度条件下会变为超导体 (即电阻降为零)，比如水银在液氮温度 ($-269\text{ }^{\circ}\text{C}$) 下会变为超导体。

随着科学技术的发展，在科学家致力于对绝对零度的探索、研究和实验的同时，低温技术也得到了非常广泛的应用，如食品工业和医疗等领域。请你查阅资料，了解一下低温技术在生产生活中有哪些实际应用，以及未来还可能有哪些应用。

第四节

升华和凝华



图 1.4-1 固态到气态的变化

在我国北方的冬季，我们会看到如图 1.4-1 所示的现象：冰冻的衣服也能变干，“雪人”没有熔化却变小了。这些现象说明了什么？

冰冻的衣服变干、“雪人”变小的过程中都没有出现液态的水，表明这一过程中水从固态直接变成了气态。其他物质也可以发生这样的物态变化吗？



实验探究

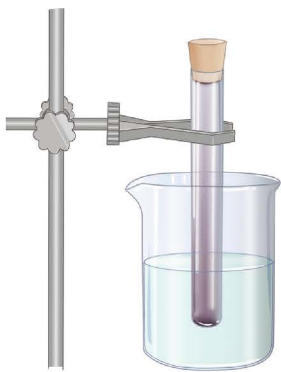


图 1.4-2 探究碘的物态变化的实验装置

探究碘的物态变化

如图 1.4-2 所示，在试管底部放入少量的碘颗粒，用橡胶塞将试管口塞紧，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，橡胶塞、试管壁上出现了什么现象。这些变化和现象说明了什么？

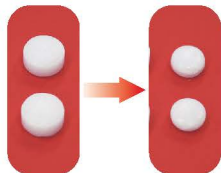
实验中，可以观察到试管底部的碘逐渐减少，试管内出现紫色的气体。与此同时，橡胶塞及其附近的试管壁上出现了固态的碘，且逐渐增多。这说明碘受热后变成碘蒸气，碘蒸气遇冷后又变成了固态的碘。

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**（deposition）。物质在升华过程中吸热，在凝华过程中放热。



交流讨论

图 1.4-3 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。



樟脑球变小



雾凇



窗户上的冰花



站岗军人帽子上的霜

图 1.4-3 几种升华或凝华现象



实践活动

人造雾凇

准备一个耐热的玻璃瓶、一小段松枝、适量樟脑球。把樟脑球放在纸上, 碾成粉末, 倒入玻璃瓶中。将小松枝放进玻璃瓶里, 盖上瓶盖。用蜡烛或酒精灯对玻璃瓶缓慢加热。一段时间后, 你就可以看到在玻璃瓶的内壁上出现冰花一样的东西, 同时玻璃瓶里的小松枝上也会挂满洁白的“霜”, 就像雾凇一样(图 1.4-4)。



图 1.4-4 人造雾凇



自我检测

1. 如图 1.4-5 所示的冰雕作品连续一个月放置在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的环境中展示, 其体积和质量会逐渐变小, 这是因为该冰雕发生了_____现象(填物态变化的名称)。



图 1.4-5

2. 判断下列现象属于什么物态变化, 并说明哪些过程吸热, 哪些过程放热。

A. 冰块化成水

B. 洒水的地面变干

C. 樟脑球越放越小

D. 树枝上生成霜

E. 用铁水浇铸工件

F. 蒸锅上方生成“白气”

3. 北宋人宋敏求在《春明退朝录》中记载, 青州“盛冬浓霜, 屋瓦皆成百花之状”。这里“百花”状的霜是怎么形成的? 其形成过程需要吸热还是放热?

4. 将刚从电冰箱冷冻室取出的碎冰块放入易拉罐中并加入适量的食盐。用筷子搅拌碎冰块, 同时用温度计测量易拉罐中冰与盐水混合物的温度, 你会看到温度计所测出的冰和盐水混合物的温度值低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。过一会儿, 在易拉罐下部和底部的外表面会出现一层白霜(图 1.4-6)。请你分析形成白霜的原因。



图 1.4-6



拓展阅读

升华干燥法

为了使某些物品能够长时间贮存而不变质, 需要对这些物品进行干燥处理, 即去除这些物品内部所含的水分, 因为水分是一切生物生长的必要条件之一。当物品所含水分减少到一定程度时, 微生物不能或不易生长繁殖, 因而物品能较长时间地贮存而不变质。

干燥的方法有很多, 如晒干、烘干、煮干、晾干、喷雾干燥、真空干燥、升华干燥等, 其中升华干燥法是保存生物活性物质的理想方法。

升华干燥法的物理原理是首先将物品中的水冷冻成冰, 再将冰直接升华成水蒸气, 因而升华干燥法也称冷冻干燥法。

升华干燥技术是在第二次世界大战期间, 因需要保存大量血浆和青霉素而发展起来的, 现在已广泛应用于化学、制药工业、食品工业等方面, 特别是在含有生物活性物质的生物药品保存方面应用最为普遍。

在使用升华干燥法去除物品中水分的过程中, 发生了哪些物态变化? 请结合本节所学内容进行分析, 并查阅资料了解升华干燥法的实际应用情况, 从中体会科学技术给人类生活带来的重大影响。

水是生命之源，它滋润了万物，哺育了生命。我们赖以生存的地球，其表面约有 70% 被水覆盖，而地球上的海水大约占总水量的 97%。与我们生活关系最为密切的淡水，仅占地球总水量的 2.5% 左右，而淡水中又有约 70% 储藏在南极和北极的巨大冰川中。因此，人类能利用的淡水资源十分有限。

如果能从海水中获取淡水，就能有效解决淡水资源短缺的问题。那么，要实现海水淡化需要解决哪些问题呢？请尝试设计并制作海水淡化装置。

任务分解

1. 认识自然界的水循环，了解我国和当地的水资源状况。
2. 了解海水的主要成分，认识晒盐过程中的物态变化。
3. 设计并制作海水淡化装置，进行实验测试。

任务一 认识自然界的水循环

地球上的水以气态、液态和固态的形式在陆地、海洋和大气间不断循环，这就构成了自然界的水循环（图 1.5-1）。水循环使地球上的各种水体处于不断更新的状态，从而维持全球水量的动态平衡。

水循环是多环节的自然过程，全球性的水循环涉及蒸发、水汽输送、降水、地表径流、

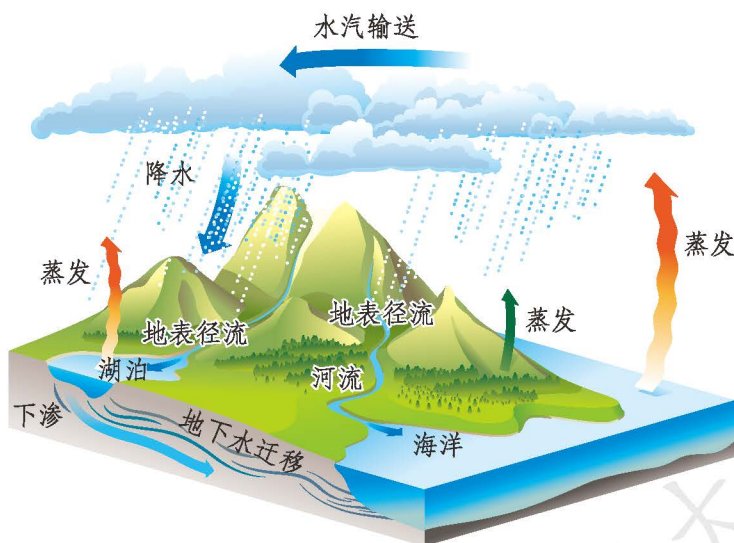


图 1.5-1 自然界的水循环



交流讨论

自然界的水循环过程包含很多物态变化，这些物态变化形成了丰富的天气现象。云、雾、雨、露、雪、霜、冰雹等天气现象是怎样形成的？它们的形成过程涉及哪些物态变化？

下渗和地下水迁移，以及多种形式的水量贮蓄。降水、蒸发和径流是水循环过程中的三个关键环节，决定着全球的水量平衡，也决定着一个地区的水资源总量。

水循环可以分为海上内循环、海陆间循环和陆上内循环等形式。海水蒸发形成的水蒸气大部分以降水的形式回到海洋，构成海上内循环。但仍有一些降落到陆地上，一部分顺着地面流动，形成地表径流；另一部分通过土壤和岩石的缝隙渗透到地下，形成地下径流。二者汇入江河，最终回到海洋，构成海陆间循环。部分地表水还会被蒸发或通过植物蒸腾作用重新回到空中，在空中遇冷形成降水，构成陆上内循环。



实践活动

请查阅资料，了解我国水资源分布情况。小组合作，调研当地水资源的来源，以及利用和保护状况，提出利用和保护水资源的建议。生活中有哪些节水措施？请以“节约用水，从我做起”为题，以黑板报或手抄报的形式在班级或学校进行展示交流。

任务二 认识海水晒盐过程中的物态变化

我们知道，海水是不能直接饮用的。因为海水中多种元素的浓度远超过饮用水的卫生标准，大量饮用海水会导致人体过量摄入某些元素，影响人体正常的生理功能，严重的还会引起中毒。此外，海水中含有大量盐类，其中大部分是氯化钠（食盐），大量饮用海水会引起人体脱水，甚至可能危及生命。利用海水晒盐（图 1.5-2），是人类利用海洋资源的重要方式之一。我国古代的沿海居民就会利用海水来制取食盐，把海水引入盐田，利用日光和风力蒸发浓缩海水，进一步使盐结晶出来。这种方法在化学上称为蒸发结晶。



图 1.5-2 海水晒盐



实践活动

查阅资料，了解我国有哪些盐场，以及这些盐场有利于晒盐的自然条件是什么。请思考：晒盐过程中有哪些物态变化？晒盐的过程对你设计海水淡化装置有什么启发？

任务三 设计并制作海水淡化装置

海水淡化主要是使海水脱盐获得淡水的过程。要设计并制作海水淡化装置，首先需要思考采用什么原理和方法从海水中获取淡水。

海水淡化的方法有很多，其中常用的方法有冷冻法、反渗透法和蒸馏法。冷冻法就是冷冻海水使之结冰，在液态海水变成固态冰的同时盐被分离出去。反渗透法，通常又称超过滤法，是利用只允许溶剂透过、不允许溶质透过的半透膜，将海水中的盐分离出去。蒸馏法则是先把海水加热，使海水产生水蒸气，再让水蒸气遇冷液化变成蒸馏水。如图 1.5-3 所示是利用太阳能蒸馏技术淡化海水的原理示意图。

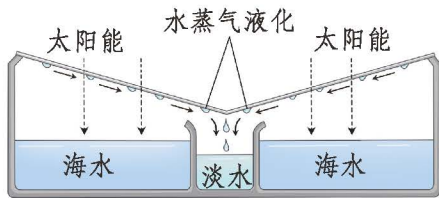


图 1.5-3 太阳能蒸馏技术淡化海水原理（示意图）



交流讨论

我国西北部一些干旱地区的地下水和湖水是苦咸水，盐碱度大。如果要将这样的水进行淡化，你会采取怎样的方法？将你的想法与同学交流。



实践活动

运用蒸馏法，利用身边的物品，设计并制作海水淡化装置。重点考虑以下问题：

- (1) 你的装置是怎样加快海水的汽化，从而获得大量水蒸气的？
- (2) 你的装置是如何使从海水中汽化出来的水蒸气迅速液化的？
- (3) 你的装置是怎样将水蒸气液化后形成的水收集起来，从而获得淡水的？

制作好海水淡化装置后，进行实验测试，并根据测试效果改进你的装置。

将你改进后的海水淡化装置在同学中进行展示，分享和交流你的设计思路、实验效果，以及你做了哪些改进。与同学一起讨论：如果要建造一座海水淡化工厂为城市提供淡水，还需要解决哪些问题？



自我检测

1. 水是人类生存环境的重要组成部分，地球上的水通过固态、液态和气态三种状态之间的变化不停地循环。下列关于地球上的水循环的说法正确的是（ ）。

- A. 海水吸热，汽化形成水蒸气
- B. 空气中的水蒸气与冷空气接触，熔化形成小水滴
- C. 高空中的小水滴遇到更寒冷的气流，凝华形成小冰晶
- D. 高空中的小冰晶在降落过程中液化形成雨水

2. 关于节气的谚语，下列分析正确的是（ ）。

- A. “惊蛰云不停，寒到五月中”，云的形成是升华现象，该过程吸热
- B. “伏天三场雨，薄地长好麻”，雨的形成是液化现象，该过程吸热
- C. “霜降有霜，米谷满仓”，霜的形成是凝华现象，该过程放热
- D. “小寒冻土，大寒冻河”，河水结冰是凝固现象，该过程吸热

3. 如图 1.5-4 是水循环示意图，请填写水循环过程中物态变化的名称或吸放热情况。

过程①发生的物态变化是_____。

过程②中部分水蒸气_____形成小冰晶，部分水蒸气_____形成小水滴，同时伴随着_____热，小冰晶和

小水滴混在一起就形成了千姿百态的云。过程③中，温度较高时云中的小冰晶会_____成小水滴，同时伴随着_____热，与空中下落的水滴一起形成雨。

4. 人类应用物态变化规律来满足一定的需要时，可能会对生态环境造成不利影响。请举出一个实例，并谈一谈你的看法。

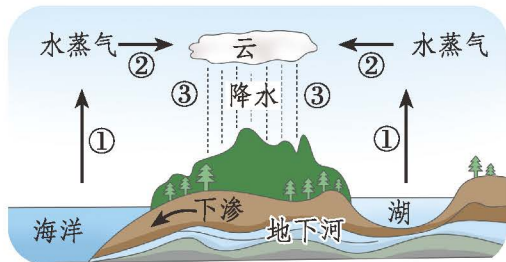
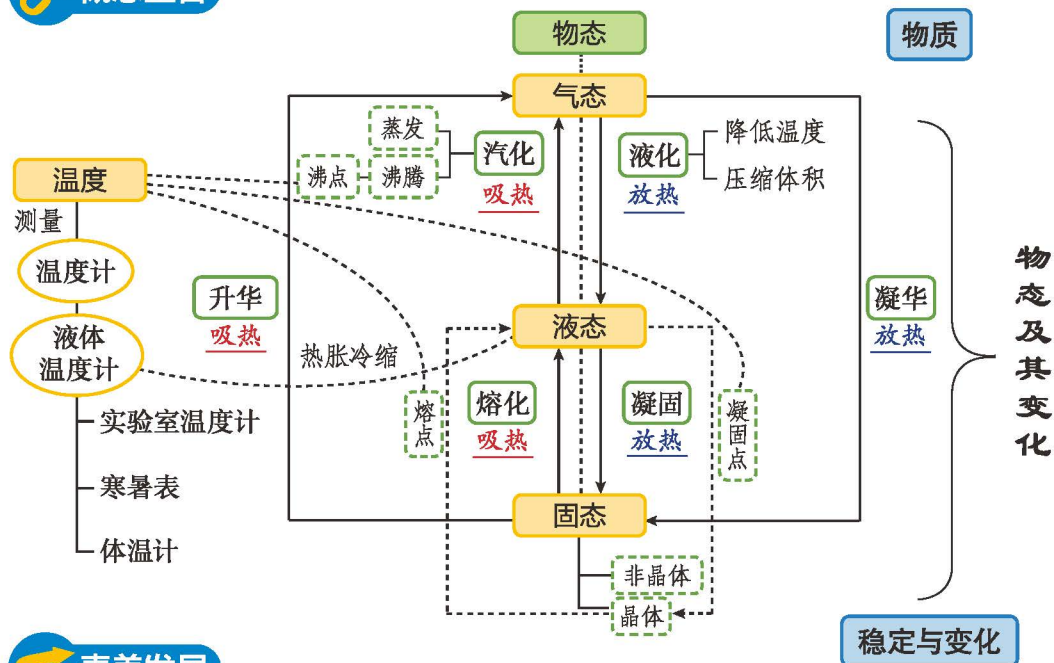


图 1.5-4

整理与复习

概念整合



素养发展

本章在探究不同物质熔化的特点、水在沸腾前后温度变化的特点过程中，都使用了简单的物理图像来描述物理过程。图像法具有直观、形象、简明的特点，是物理实验中常用的数据处理方法，在以后的学习中还会经常用到。

我们通过一系列生活经验和对实验证据的分析与总结，归纳出发生物态变化的条件，这是科学推理中常用的归纳概括的方法。

液体温度计是利用液体热胀冷缩的性质制成的。用温度计内液柱的长度来表示温度，这是一种转换的方法，即将不便于直接观察的物理量转换为容易直接观察和测量的物理量。

问题解决

“二十四节气”蕴含着中华民族悠久的文化内涵和历史积淀，已被正式列入联合国教科文组织人类非物质文化遗产代表作名录。在国际气象界，“二十四节气”被誉为“中国的第五大发明”。“二十四节气”中包含哪些物态变化？“二十四节气”与气温变化和降水变化有怎样的关系？请以此为课题，分小组完成研究报告。

· 第二章 ·

机 械 运 动

地球绕着太阳运动，月亮绕着地球运动，飞机、鸟儿在空中飞行，船在江河湖海里航行，车辆在陆地上行驶，人在街道上行走……宇宙万物都是在不断运动着的。我们如何描述物体的运动呢？物体的运动有什么规律可循吗？



第一节

运动与静止

在瞬息万变的世界里，物体在做着各种各样的运动，例如鸟儿的飞翔（图 2.1-1）、白云的飘动、车辆的行驶、河水的奔流……你是怎样判断这些物体是否在运动的？如何描述物体的运动状态？



图 2.1-1 鸟儿飞翔

参照物与机械运动

在图 2.1-2 中，小明是运动的还是静止的？在图 2.1-3 中，竹排、青山是运动的还是静止的？你是怎么判断的呢？与大家交流你的观点。

以图 2.1-2 为例，如果以列车上的座位为参照，小明相对于列车座位的位置没有改变，所以小明是静止的；如果以地面上的树木为参照，小明相对于树木的位置发生了改变，则小明是运动的。

竹排与青山的情况也是类似的，你能说出竹排和青山是运动的还是静止的吗？

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，某物体的位置发生了变化，我们就说它是运动的；位置没有变化，我们就说它是静止的。

一个物体相对于另一个物体的位置发生变化，叫作**机械运动**（mechanical motion），简称**运动**。

判断一个物体是静止的还是运动的，与我们所选



图 2.1-2 小明感觉树木
风驰电掣般向后运动

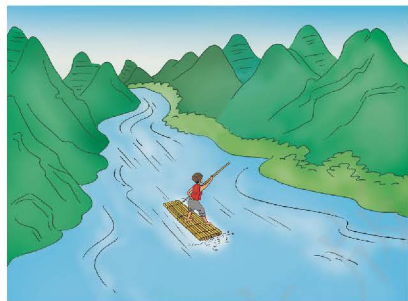


图 2.1-3 小小竹排江中游，
巍巍青山两岸走



交流讨论

据说在第一次世界大战期间，一名法国飞行员在高空飞行时，发现脸旁有一个小东西。当他抓到这个小东西时，他吃惊地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？

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，所以运动具有相对性。

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

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。观察图 2.1-4 中沿平直轨道运行的列车和沿着弯曲山路行驶的汽车，分析列车和汽车的运动路线各有什么特点。

物体的运动路线多种多样，路线是直线的运动叫作**直线运动** (rectilinear motion)，路线是曲线的运动叫作**曲线运动** (curvilinear motion)。你还能举出直线运动和曲线运动的其他实例吗？



图 2.1-4 直线运动与曲线运动



自我检测

1. 鲁迅的《社戏》中有这样的描写：“淡黑的起伏的连山，仿佛是踊跃的铁的兽脊似的，都远远地向船尾跑去了……”这一描述是以什么物体作为参照物的？

2. 在《刻舟求剑》这则寓言故事中,刻舟人最终没能寻到剑,是因为剑从船上掉落到河底以后,船相对于河岸是_____的,而剑相对于河岸是_____的,所以剑相对于船是_____的。

3. 神舟十三号载人飞船顺利入轨后,于北京时间 2021 年 10 月 16 日采用自主快速交会对接模式成功对接于天和核心舱径向端口,与此前已对接的天舟二号、天舟三号货运飞船一起构成四舱(船)组合体,如图 2.1-5 所示。对接完成后,若认为神舟十三号处于静止状态,则选取的参照物可能是()。

- A. 天舟二号 B. 天舟三号
C. 天和核心舱 D. 地球

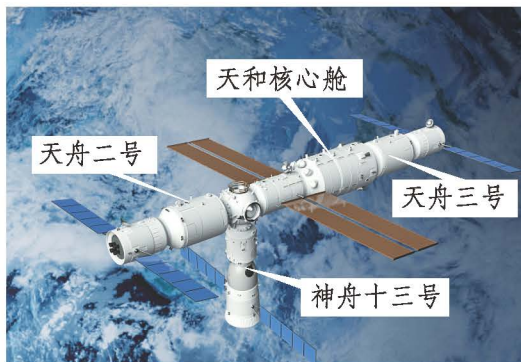


图 2.1-5

4. 图 2.1-6 是庆祝中华人民共和国成立 70 周年空中阅兵的情景。空中领队机梯队由 1 架空警-2000 预警机和 8 架歼-10 飞机组成,它们保持稳定队形拉出红、蓝、黄、绿 4 种颜色的 7 道彩烟,为后续梯队铺出华丽的航路。

(1) 如果以空警-2000 预警机为参照物,则歼-10 飞机是运动的还是静止的? 如果以地面上的建筑物为参照物,则歼-10 飞机是运动的还是静止的?

(2) 如果以正在向西飞行的歼-10 飞机为参照物,则地面上的建筑物是向哪个方向运动的?



图 2.1-6



拓展阅读

相对静止

在我们的周围,运动是普遍存在的,但相对静止也经常出现。一个物体相对于另一个物体的位置不随时间发生变化,则称该物体与另一个物体相对静止。

相对静止是针对所选参照物而言的,因而相对静止的物体并不是绝对的静止。比如在公交车运动过程中,坐在车上的乘客相对于公交车是静止的(即相

对静止)，但是公交车和乘客相对于地面都是运动的。

处于相对静止的一组物体，它们相对于其他物体的运动情况是完全相同的。相对静止在生产生活中有很多实例，比如正在执行空中加油任务的加油机和战斗机、在空中保持固定队形的跳伞运动员、食品车间随着传送带一起运动的糕点、同一条缆绳上正在运行的缆车等（图 2.1-7）。

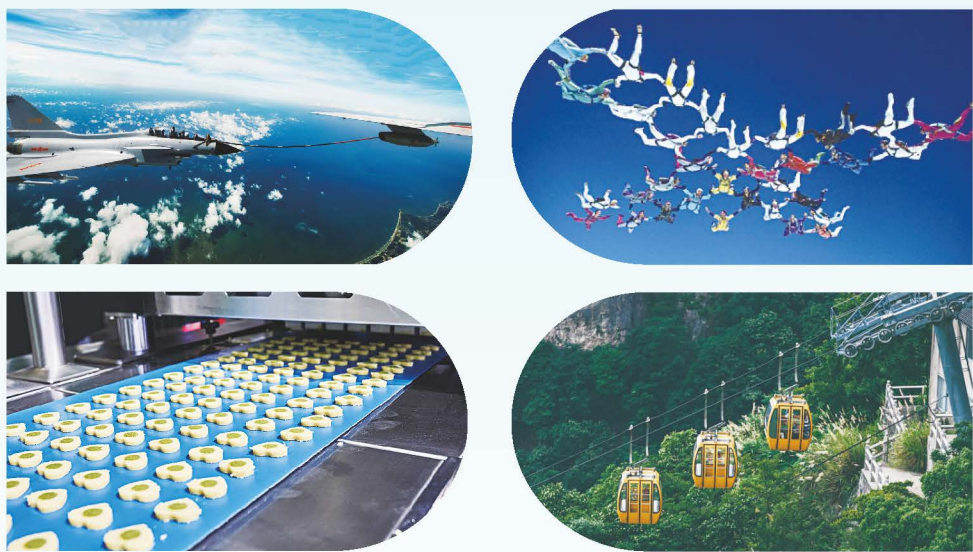


图 2.1-7 相对静止的物体

地球静止轨道卫星在地球赤道上空运行，运行方向与地球自转方向相同，运行周期与地球自转周期相同。因此，人们从地球上观察这种卫星时，会感觉它们悬挂在太空始终静止不动。

地球静止轨道卫星实际上在围绕地球做圆周运动，与钟表指针上各点的运动相似。卫星做的是直线运动还是曲线运动？钟表上转动的指针尖端和该指针中点是相对静止的吗？思考并与同学交流你的观点。

第二节

长度及其测量

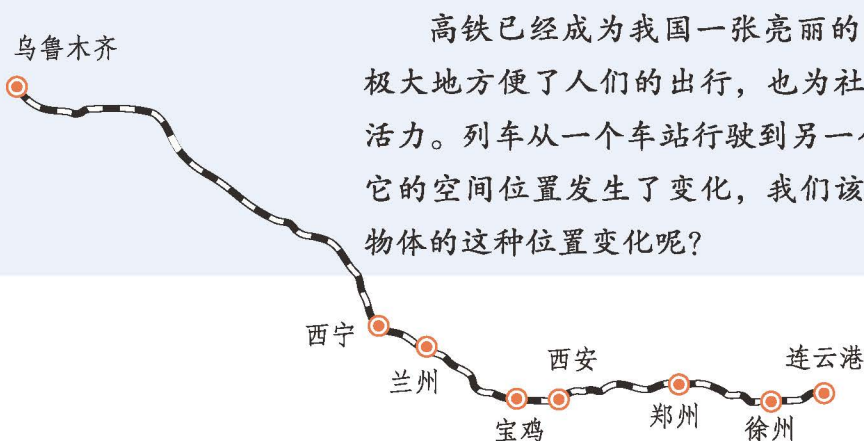


图 2.2-1 我国高铁网络中的“陆桥通道”

物质世界的空间尺度

生活中我们经常用长度、宽度、高度、厚度、直径、半径、距离、路程等来描述空间的尺度，在物理学中将**长度**（length）作为描述空间尺度的基本物理量，长度一般用符号 L （ l ）表示。

在国际单位制中，长度的基本单位是米（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（ μm ）、纳米（ nm ）等。它们之间的换算关系是：

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

$$1\text{ cm} = 10^{-2}\text{ m}, \quad 1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m},$$

$$1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}, \quad 1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}.$$

宇宙万物，从纷繁的星体到我们生活的地球，从莽莽群山到滔滔江河，从高大的建筑物到微小的分子、

提示

2018 年国际计量大会通过如下定义：当真空中光速以 m/s 为单位表示时，将其固定数值取为 299 792 458 来定义 m 。

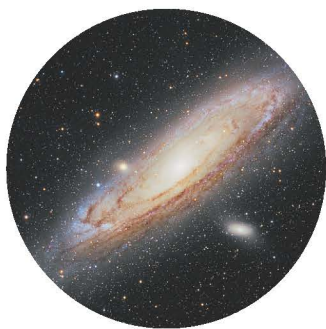


图 2.2-2 仙女星系的直径约为 16 万光年，距离我们约 220 万光年



图 2.2-3 地球的平均半径约为 6 400 km

原子，都有一定的空间尺度（图 2.2-2 ~ 图 2.2-5）。例如，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。



图 2.2-4 上海中心大厦，高 632 m



图 2.2-5 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

科学技术的进步极大地拓宽了人类的视野。随着望远镜分辨率的逐步提升，人类能够看到越来越远的天体。随着显微镜和加速器的改进，人类能够看到越来越小的空间尺度，从细胞到组成物质的分子、原子……图 2.2-6 给出了物质世界空间尺度的数量级。

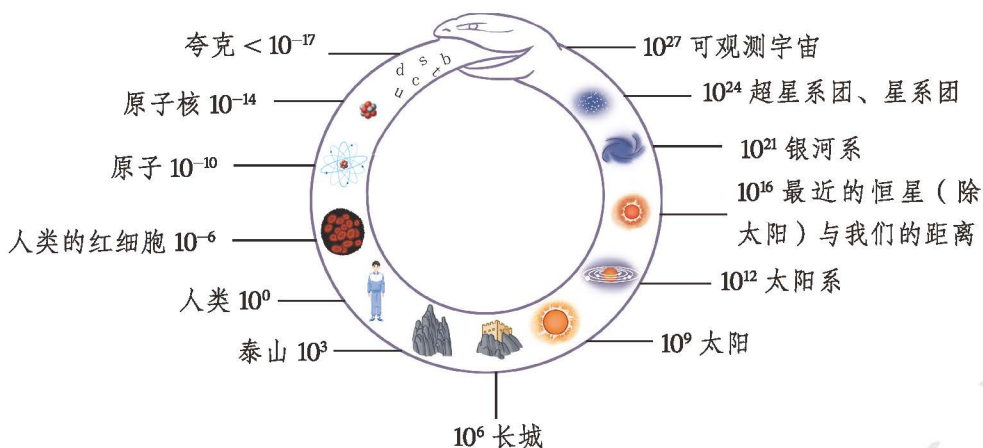


图 2.2-6 物质世界空间尺度的数量级 (单位: m)



光年和天文单位

光年也是长度单位，用来表示天体之间的距离。1 光年是光在真空中一年内传播的距离，约为 $9.46 \times 10^{15} \text{ m}$ 。

天文单位是天文学中计量天体之间距离的一种单位，用符号 AU 表示，其数值取地球和太阳之间的平均距离。国际天文学联合会于 2012 年决定取 $1 \text{ AU} = 1.495\,978\,707 \times 10^{11} \text{ m}$ 。

除了长度之外，描述空间尺度还需要用到其他物理量，例如我们用**面积**（area）来描述物体表面的大小，用**体积**（volume）来描述物体所占空间的大小。面积一般用符号 S 表示，体积一般用符号 V 表示。在国际单位制中，面积的单位是平方米（ m^2 ），体积的单位是立方米（ m^3 ）。



交流讨论

实际应用中，面积和体积还有哪些单位？它们和国际单位之间有怎样的换算关系？

长度的测量

长度的测量由来已久，早在春秋时期鲁班就发明了建造房屋时使用的木工尺。现代测量长度的常用工具主要有直尺、卷尺、游标卡尺和螺旋测微器（又叫千分尺）等（图 2.2-7），其他各种刻度尺如三角尺、皮尺等也常用来测量长度。



图 2.2-7 测量长度的常用工具

要准确测量长度，需要选择合适的测量工具，并掌握正确的测量方法。实验室中使用刻度尺测量物体的长度时，一般按照以下步骤进行。

1. 估计被测物体的长度，选择量程和分度值合适的刻度尺。

2. 将刻度尺的零刻度线对准被测物体的一端，并将刻度线紧靠被测物体，如图 2.2-8 甲所示。

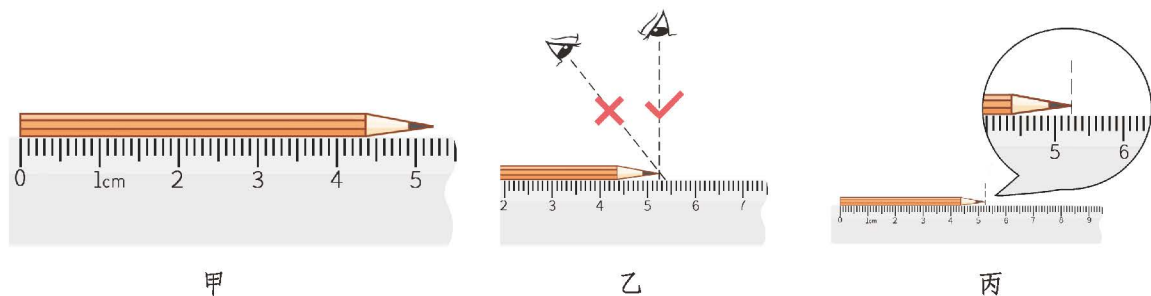


图 2.2-8 使用刻度尺测量物体长度的方法

3. 观察测量结果时，视线正对被测物体长度的末端所对的刻度线，如图 2.2-8 乙所示。

4. 读数时，读出准确值和估计值。如图 2.2-8 丙所示，5.2 cm 是准确值，0.05 cm 是估计值。

5. 在记录数据时，要标明单位。图 2.2-8 丙中的最终测量结果记录为 5.25 cm。



科学窗

有效数字

测量结果一般都用有效数字表示。例如测量某长度时，测量值是 2.34 cm，由于所用刻度尺的分度值是 1 mm，所以数据中的“2”和“3”是从刻度尺上准确读出来的，而“4”是估计得出的。

如果被测长度的末端刚好对准了某一刻度线，比如 2.3 cm 刻度线，那么此时也需要继续估计出毫米的下一位，读数为 0，于是测量结果记录为 2.30 cm。

这种由准确数字和一位估计数字组成的数字，叫作有效数字。



学生实验

用刻度尺测量长度

先估测课桌的高度和物理课本的长度，再用刻度尺进行测量，将实验数据记录在表 2.2-1 中。

表 2.2-1 用刻度尺测量长度

测量方法	课桌的高度 h / cm	物理课本的长度 l / cm
估 测		
用刻度尺测量		

测量值跟真实值相比总会有些差异，这种差异叫作误差。引起误差的原因有很多，如测量工具不够精确，测量方法不够完善，观察时受环境等不确定因素的影响等。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。采用多次测量取平均值来减小误差就是一种常用的方法。



实践活动

- 如图 2.2-9 所示，人身上有许多可以帮助我们估测物体长度的“尺”。

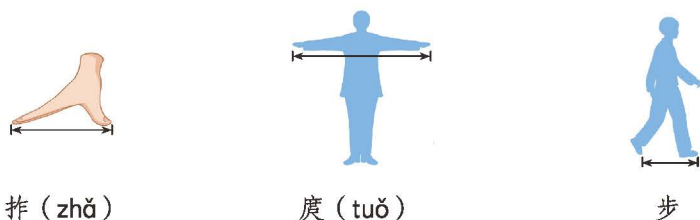


图 2.2-9 人身上的“尺”

张开手掌，大拇指尖与中指尖之间的最大距离叫作“一拃”。

伸平双臂，左手中指尖到右手中指尖之间的长度就是“一度”。

行走时，两脚脚尖之间的距离就是“一步”。

测一测你的一拃、一度、一步的长度，并使用它们分别估测桌子的长度、

黑板的长度和篮球场的宽度。

2. 通过互联网或其他途径查阅太阳系中八颗行星的直径数据, 按从大到小的顺序排列。我们居住的地球排在第几位?



自我检测

1. 将下列物体按大致尺度从小到大的顺序排列, 下列选项正确的是 ()。

- A. 原子、沙粒、长城、太阳系、银河系
- B. 原子、沙粒、长城、银河系、太阳系
- C. 沙粒、原子、长城、太阳系、银河系
- D. 沙粒、原子、长城、银河系、太阳系

2. 四位同学在用较厚的木质刻度尺测量物块长度时, 他们的操作情况如图 2.2-10 所示, 其中操作正确的是 ()。

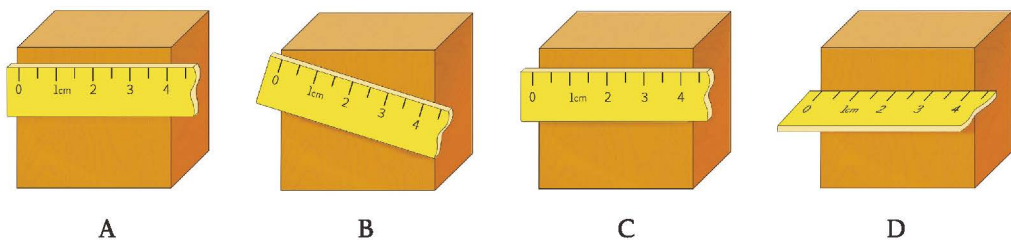


图 2.2-10

3. 请给下列测量结果填上适当的数据或单位。

- (1) 教室中窗户的宽度约为 _____ m。
- (2) 教室天花板到地面的距离约为 3 _____。
- (3) 某一中学生伸平双臂后, 左手中指尖到右手中指尖间的长度约为 170 _____ = _____ m。

4. 小明用一把分度值是 1 mm 的刻度尺测量物理课本的长度, 5 次测量的结果分别为: $L_1=26.02$ cm, $L_2=26.0$ cm, $L_3=26.01$ cm, $L_4=28.01$ cm, $L_5=26.02$ cm。

- (1) 这些测量结果中哪些是错误的? 说出你判断的理由。
- (2) 根据以上正确的测量结果可知, 物理课本长度的测量值应记作多少?



拓展阅读

用现代科技测量长度

随着科学技术的发展,各种现代化的测量工具应运而生,使人们的生产生活越来越便利。激光测距仪(图 2.2-11)已被应用于日常工作和生活的很多领域,成为科学研究、建筑施工、电力设施维护、矿井作业、交通事故处理、体育竞赛等常用的测距工具。在生产生活中还有超声波测距仪(图 2.2-12)、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 2.2-11 激光测距仪

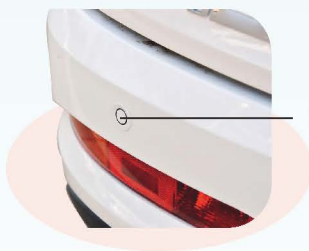


图 2.2-12 超声波测距仪

科学研究中有时需要测量非常远的距离,比如月球和地球之间的距离,你知道科研工作者是如何测量的吗? 1969 年,航天员把特制的反光镜安装在月球上,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发射到反光镜再返回地球的时间,根据光速就可以算出月球表面到地球表面的距离。

请你参考上述利用激光测量月球到地球之间距离的方法,设计出一种估测山谷中两个峭壁之间距离的方案。试着详细说明你的测量方法,并与同学交流。

第三节

比较物体运动的快慢



图 2.3-1 赛龙舟

赛龙舟（图 2.3-1）是我国端午节重要的民俗活动之一，各支队伍都想在比赛中拔得头筹。你能否结合生活经验，准确描述人们是如何比较各支队伍运动快慢的？你还知道其他比较物体运动快慢的方法吗？

时间的测量

通常，我们会比较龙舟比赛全程所用的时间，用时最短的获胜。那么，如何才能准确测量出物体运动所用的时间呢？

想要比较运动时间，就需要明确计时规则。在物理学中，**时间**（time）通常用符号 t 表示。在国际单位制中，时间的基本单位是秒（s）。除此之外，时间还有小时（h）、分（min）、毫秒（ms）、微秒（ μs ）等常用单位。它们之间的换算关系是：

$$1\text{ h}=3\,600\text{ s}, 1\text{ min}=60\text{ s}, 1\text{ ms}=10^{-3}\text{ s}, 1\text{ }\mu\text{s}=10^{-6}\text{ s}.$$

我国古代劳动人民用日晷（guǐ）、沙漏等装置计时。现在，人们用钟表计时；在物理实验室中一般用机械停表、电子停表、光电计时器等计时（图 2.3-2）。机械停表可以精确到 0.1 s ，而现在的体育运动会上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 $1.0\times 10^{-6}\text{ s}$ ，甚至更小。

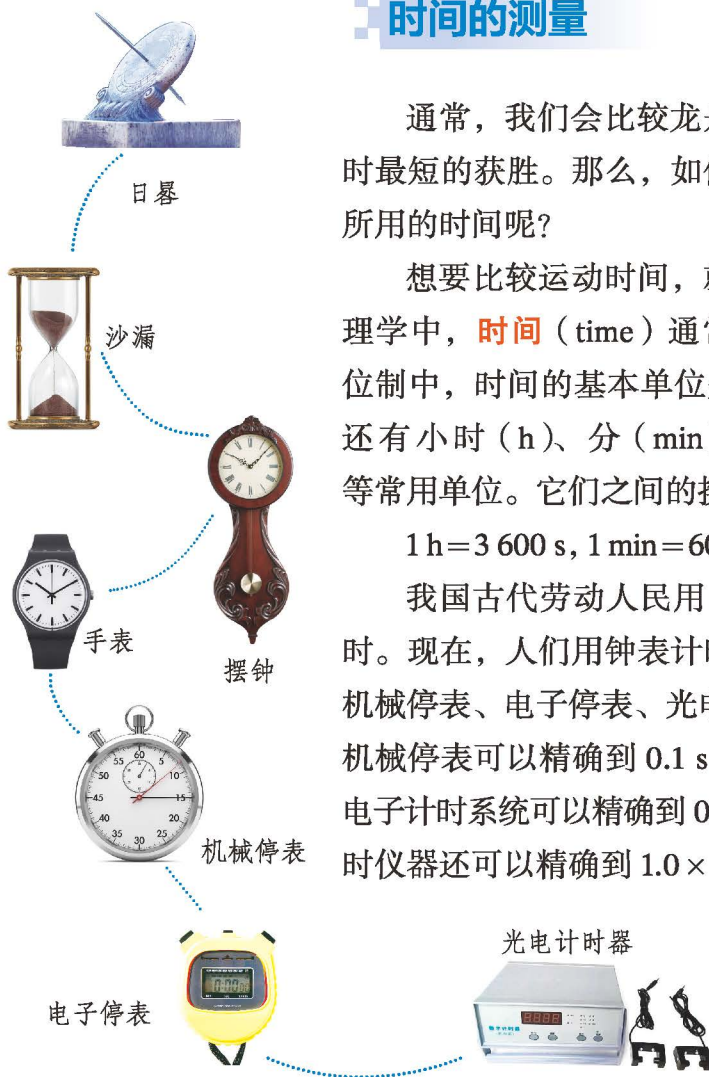


图 2.3-2 计时器



秒的定义与时间的精密测量

秒是我们生活中常用的时间单位。我们常说的“一眨眼的工夫”大约是 $0.3 \sim 0.4 \text{ s}$ ，希格斯玻色子 (Higgs boson) 的平均寿命大约是 $1.6 \times 10^{-22} \text{ s}$ 。物理学中已知的最小时间尺度是普朗克时间 (Planck time)，约 $5.4 \times 10^{-44} \text{ s}$ ，也就是光在真空中传播普朗克长度 (Planck length, $1.6 \times 10^{-35} \text{ m}$) 所用的时间；物理学中已知的最大时间尺度是宇宙的年龄，其数量级为 10^{17} s 。那么秒是怎样定义的呢？2018 年国际计量大会规定，当铯-133 原子基态的超精细能级跃迁频率以 Hz (即 s^{-1}) 表示时，将该频率的固定数值取为 9 192 631 770 来定义秒。

精准的时间在科学技术与工程，乃至生产生活中具有重要意义。原子钟是利用氢、铯、铷等原子的稳定振荡制成的计时器，其计时误差每天可小于百万分之一秒 (图 2.3-3)。北斗卫星导航系统就是利用我国自主研发的原子钟授时来实现高精度定位的。光钟是目前国际上最高精度的时间 (频率) 基准装置。2022 年，我国科学家在铝离子光钟的研制中取得重要进展，其测量不确定度达到 7.9×10^{-18} 。

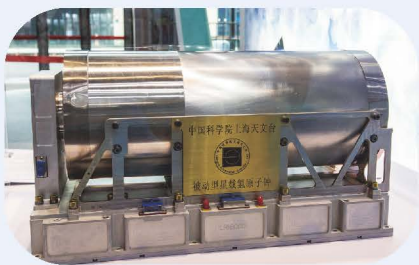


图 2.3-3 星载氢原子钟



测量脉搏跳动的的时间

先估测自己的脉搏跳动 10 次、50 次、100 次所用的时间，再用停表测量，将数据记录在表 2.3-1 中。

表 2.3-1 测量脉搏跳动的的时间

测量方法	脉搏跳动的的时间 / s		
	脉搏跳动 10 次	脉搏跳动 50 次	脉搏跳动 100 次
估 测			
用停表测量			

速 度

赛龙舟活动中，所有龙舟均未到达终点时，人们如何判断哪一条龙舟运动得更快呢？



实验探究

比较物体运动的快慢

◆问题与猜想

对于运动情况不同的龙舟，如何比较它们运动的快慢？如何描述它们的运动快慢？

◆制订方案

用小车模拟龙舟的运动，让小车 A 、 B 分别在水平面上运动，观察、记录它们在水平面上的运动情况。

(1) 在水平面上标定一段距离，测量小车 A 、 B 通过这段距离的时间，比较它们运动的快慢（图 2.3-4 甲）。

(2) 测量小车 A 、 B 在相同时间内通过的距离，比较它们运动的快慢（图 2.3-4 乙）。



甲 相同距离，测量时间



乙 相同时间，测量距离

图 2.3-4 比较物体运动的快慢

◆收集证据

按照制订的方案进行实验，将实验数据记录在表 2.3-2 和表 2.3-3 中。

表 2.3-2 相同距离，测量时间

观察对象	距离 s / m	时间 t / s
小车 A		
小车 B		

表 2.3-3 相同时间, 测量距离

观察对象	时间 t/s	距离 s/m
小车 A		
小车 B		

◆分析与论证

我们该如何比较和描述两个物体的运动快慢呢？如果两个运动的物体，在不同的时间内通过了不同的距离，又如何比较它们运动的快慢呢？

比较物体运动的快慢，要用到路程和时间两个物理量。我们把路程和通过这段路程所用时间的比叫作**速度**（velocity）。速度是描述物体运动快慢的物理量。通过比较速度的大小，就能判断物体运动的快慢。用 s 表示路程， t 表示时间， v 表示速度，则

$$v = \frac{s}{t}。$$

在国际单位制中，路程的单位是米，时间的单位是秒，速度的单位就是米每秒，用符号 m/s 表示。例如，飞机在 $1s$ 内飞行 $200m$ ，它的速度就是 $200m/s$ 。生活中常用的速度单位还有千米每小时，用符号 km/h 表示。这两个单位的换算关系是：

$$1m/s = 3.6km/h。$$

表 2.3-4 给出了一些物体运动的大致速度。

表 2.3-4 一些物体运动的大致速度

物体运动	速度 / (m/s)	物体运动	速度 / (m/s)
喷气客机飞行	230	游隼俯冲	108
高速动车组列车行驶	100	旗鱼游动	30
汽车行驶	30	猎豹奔跑	27
轮船航行	10	羚羊奔跑	22
人骑自行车	4	野兔奔跑	18
人步行	1.3	蜗牛爬行	0.003

提示

我们用路程与时间之比来定义速度，这是物理学中定义物理量的一种重要方法——用物理量之比定义新物理量。



自我检测

1. 在寓言故事《龟兔赛跑》中，兔子认为自己跑得比乌龟快，它是用什么方法判断的？乌龟最终取得了胜利，因而也可以说乌龟跑得快，这又是用什么方法判断的？

2. 小明家距离学校 1.5 km，他每天以 4.5 km/h 的速度步行上学。为了按时到校，小明每天至少应提前_____ min 从家里出发。

3. 小红乘坐汽车出行，当汽车平稳行驶时，她看到车速表的情况如图 2.3-5 所示。此时，汽车行驶的速度为多少千米每小时，合多少米每秒？

4. 在某隧道口有如图 2.3-6 所示的交通标志牌。

(1) 通过这个交通标志牌，你可以直接得到哪些信息？

(2) 若汽车匀速通过该隧道用时 5 min，请你用两种方法，通过计算说明汽车是否超速。



图 2.3-5



图 2.3-6



拓展阅读

快慢的描述

事物总是不断变化的。一般来讲，用某一个事物在单位时间内运行或变化的多少，或者用事物运行或变化某一程度所需的时间，都可以描述其运行或变化的快慢。这两种比较快慢的方式都很常用，但是在不同领域的使用又有所不同。

在物理学中，常用单位时间内物体通过的路程表示物体运动的快慢，即速度；用单位时间内转动的圈数表示物体转动的快慢，即转速（图 2.3-7）；用单位

时间内振动的次数表示物体振动的快慢，即频率。相应地，我们也可以分别用通过单位路程所用的时间、转动一圈所用的时间、振动一次所用的时间来比较运动、转动和振动的快慢。

在生物学中，通常用单位时间内脉搏跳动的次数表示脉搏跳动的快慢（图 2.3-8），在细菌培养的过程中用繁殖一代所用的时间来表示细菌繁殖的快慢。



图 2.3-7 汽车转速表



图 2.3-8 用智能手表
监测脉搏跳动快慢

在计算机数据量的表示上，存在着位（bit，简写为 b）和字节（byte，简写为 B）两种表示方式，一个位就代表一个 0 或 1（即二进制），每 8 个位组成一个字节。因此在数据的传输上也存在着按位传输和按字节传输两种不同的表示方式，通常用每秒数据传输的多少，即分别用位每秒（b/s）和字节每秒（B/s）来表示数据传输的快慢。

上述比较快慢的常见方式都需要依赖时间，但也有一些快慢的比较可以不依赖于时间。比如，形容汽车刹车减速快慢的时候，我们可以通过比较两辆速度相同的汽车自减速至停下来的距离来比较车辆减速的快慢，距离越小表明车辆速度减小得越快，距离越大表明车辆速度减小得越慢。你还能想到生活中哪些比较“快慢”的方法呢？请仔细思考并与同学交流。

第四节

平均速度



图 2.4-1 刘翔在 110 m 栏比赛终点冲刺

在 2004 年雅典奥运会上，我国选手刘翔在男子 110 m 栏项目中以 12.91 s 的成绩夺冠（图 2.4-1）。某位同学利用速度公式计算得到比赛中刘翔的速度约为 8.52 m/s 。你是否同意他的观点？刘翔在整个比赛过程中的速度是一成不变的吗？

匀速直线运动

如果物体沿直线运动，并且速度保持不变，那么这种运动称为**匀速直线运动**。我们也可以通过画出路程随时间变化的关系图像（ s - t 图像）来反映物体的运动情况。图 2.4-2 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。

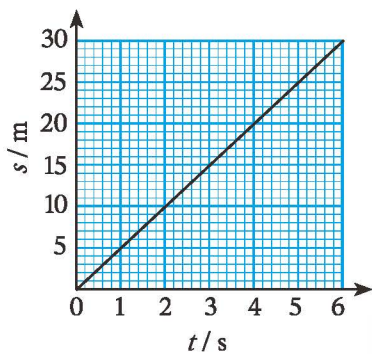


图 2.4-2 物体运动的 s - t 图像



交流讨论

一物体运动的速度为 4 m/s ，在图 2.4-2 中作出它的 s - t 图像，比较两条图线，会发现它们有怎样的关系？你能通过图线直观地判断出哪个物体运动的速度较大吗？将你的想法与同学交流。

理想的匀速直线运动在实际中并不常见，但如果物体在运动过程中速度变化不大，并且通过的路径近似是直线，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。例如，我们乘自动扶梯上楼的运动，汽车在平直公路上平稳行驶的运动等

(图 2.4-3), 都可视为匀速直线运动, 这也是物理学中简化问题的一种理想化的处理方法。



图 2.4-3 匀速直线运动

平均速度

在现实生活中, 运动员的 100 m 赛跑、50 m 游泳, 飞机着陆后在跑道上滑行, 汽车在平直公路上行驶, 都可以看作直线运动(图 2.4-4), 但这些运动的速度是变化的。如何描述这些运动的快慢呢?



图 2.4-4 生活中的直线运动

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时间内（或某一段路程内）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

$$\bar{v} = \frac{s}{t}。$$

例题 2023 年 5 月，大连湾海底隧道正式通车。它是我国北方地区首条大型跨海沉管隧道，对于解决城市交通不畅、拓展城市发展空间、推动大连湾两岸一体化发展具有重要意义。大连湾海底隧道的海底沉管隧道段长 3 km，设计速度为 60 km / h。

某汽车从人民东路开始，经过 3 min 行驶 2.1 km 后，进入海底沉管隧道段，再经过 4 min 驶出海底沉管隧道。求汽车在海底沉管隧道段和全程的平均速度各是多少千米每小时。

分析 要求出某段路程内的平均速度，必须确定这段路程的长度和通过此段路程的时间。

解 汽车在海底沉管隧道段的路程为 $s_1 = 3 \text{ km}$ ，行驶时间为 $t_1 = 4 \text{ min} = 0.067 \text{ h}$ 。汽车全程的路程为 $s_2 = 2.1 \text{ km} + 3 \text{ km} = 5.1 \text{ km}$ ，行驶时间为 $t_2 = 3 \text{ min} + 4 \text{ min} = 7 \text{ min} = 0.117 \text{ h}$ 。根据平均速度的公式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 可得：

汽车在海底沉管隧道段的平均速度为

$$\bar{v}_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{3 \text{ km}}{0.067 \text{ h}} = 45 \text{ km / h},$$

汽车全程的平均速度为

$$\bar{v}_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{5.1 \text{ km}}{0.117 \text{ h}} = 44 \text{ km / h}。$$

答 汽车在海底沉管隧道段的平均速度为 45 km / h，全程的平均速度为 44 km / h。



交流讨论

表 2.4-1 是刘翔在雅典奥运会男子 110 m 栏决赛夺冠过程中，跨栏以及冲过终点的时刻表。根据表中提供的信息，你认为刘翔在各阶段的平均速度相同吗？他冲过终点时的速度是 8.52 m/s 吗？

表 2.4-1 刘翔在雅典奥运会上的跨栏时刻

时刻 t/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 s/m	0	13.72	22.86	32.00	41.14	50.28	59.42	68.56	77.70	86.84	95.98	110.00



科学窗

瞬时速度

运动物体在某一时刻或经过某一位置时的速度叫作瞬时速度 (instantaneous velocity)。平均速度反映的是物体在某一段时间内或通过某一段路程运动的快慢，而瞬时速度反映的是物体在运动过程中某一时刻或者经过某一位置时运动的快慢。

在交通管理中，有时需要定点测定汽车是否超速行驶；在武器装备试验中，需要测量子弹冲出枪口或炮弹冲出炮口时的速度，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，可看作瞬时速度。刘翔冲过 110 m 终点时的速度是瞬时速度。用路程 110 m 与时间 12.91 s 之比求出的速度 8.52 m/s ，是整个运动过程的平均速度。

如果物体做匀速直线运动，它在运动过程中速度保持不变，那么它在任意时刻的瞬时速度都相等，且等于平均速度。



自我检测

1. 小明家到学校有一条 500 m 长的平直马路。有一次他从学校回家，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。小明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。

2. 小红周末去社区参加社会实践活动，她从家前往社区，整个过程中有步行，也有骑行，其全程的 $s-t$ 图像如图 2.4-5 所示。已知小红骑车的速度比步行的速度大，则：

- (1) 步行过程对应的是图像中的哪一段？
- (2) 骑车的速度是多少？
- (3) 整个过程的平均速度是多少？

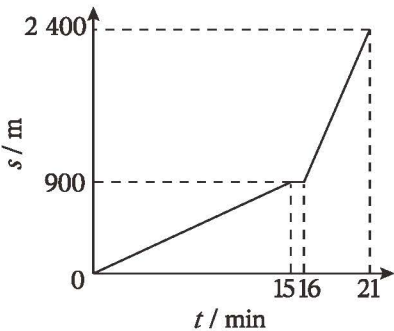


图 2.4-5

3. 复兴号动车组是由我国自主研发、具有完全自主知识产权、达到世界先进水平的新一代高速列车，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 CR400 列车的时刻表如表 2.4-2 所示，请你计算列车由北京南到上海虹桥的平均速度，并比较列车从北京南到天津南、从天津南到南京南，哪段运行的平均速度较大。

表 2.4-2 G1 次列车时刻表(2023 年)

站 次	站 名	到达时间	开车时间	里 程
1	北京南	—	07:00	0
2	天津南	07:31	07:33	117 km
3	南京南	10:24	10:26	1 023 km
4	上海虹桥	11:29	—	1 318 km

4. “超速”驾车是严重的违法行为。目前检测超速的方式有两种：定点测速、区间测速。“定点测速”就是在一个固定的地方设置测速设备，如果车辆超速通过就会触发拍照；“区间测速”是在某一路段的两端各布设一个监控点，基于车辆先后通过两个监控点的时间来计算车辆在该路段上的平均速度，依据该路段上的限速标准判定车辆是否超速违法。如图 2.4-6 所示，监控点 A、B 相距 66 km，



图 2.4-6

全程限速 100 km/h 。一辆客车通过监控点 A 、 B 的速度分别为 80 km/h 和 90 km/h ，从监控点 A 行驶到监控点 B 的时间为 30 min 。

(1) 采用“定点测速”，该客车通过监控点 A 、 B 时会不会被判超速？

(2) 采用“区间测速”，该客车在该路段会不会被判超速？



拓展阅读

列车的运行速度

我国铁路交通经过百余年的发展，已经非常成熟。截至 2023 年 1 月 13 日，全国铁路营业里程达 $1.55 \times 10^5 \text{ km}$ ，其中高铁营业里程达 $4.2 \times 10^4 \text{ km}$ ，居世界第一。覆盖全面、运转高效、安全便捷的中国铁路，为人们的出行和社会的运转提供了极大的便利。

客运列车的类型有很多，如高速动车组列车、普通动车组列车、直达特快列车、特快列车、快速列车等。列车的设计最高速度和经停站调度是影响列车运行平均速度的主要因素。

不同类型列车的设计最高速度一般不同。比如高速动车组列车一般运行速度为 $300 \sim 350 \text{ km/h}$ ，普通动车组列车一般运行速度为 $200 \sim 250 \text{ km/h}$ ，直达特快列车最高运行速度约 160 km/h ，特快列车最高运行速度约 140 km/h ，快速列车最高运行速度约 120 km/h 。

同一类型列车的不同车次，其实际运行的平均速度会因为经停站调度的不同而不同。比如沿同一路线从北京南到上海虹桥的 G1 和 G105 次列车，前者只经停 2 站，全程耗时 $4 \text{ h } 29 \text{ min}$ ；后者则要经停 7 站，全程耗时 $5 \text{ h } 46 \text{ min}$ 。尽管它们的最高运行速度基本相同，但由于具体运行过程不同，所以从北京南到上海虹桥的平均速度不同。可见，庞大的列车运行调度管理系统的研发优化，与先进的机车、铁路、车站的设计建造同等重要。

我国铁路的发展从“追赶”到“领跑”，背后是综合国力的提升和科学技术的进步。我国铁路发展经历了哪些阶段？有哪些攻坚克难的故事？涌现出了哪些劳动模范？请你查阅相关资料，并与同学分享交流。

第五节

平均速度的测量

图 2.5-1 是利用频闪照相技术记录的小球下落过程的示意图。要测出小球下落过程中任一阶段的平均速度，你需要知道哪些条件？

测平均速度一般需要测量出路程和时间两个物理量，然后利用平均速度的计算公式求出平均速度。之前我们已经学过长度和时间的测量方法，下面我们实际测量一下物体运动的平均速度。



学生实验

测量物体运动的速度

1. 测量小球下落的平均速度。

图 2.5-1 描述的是小球下落过程中每隔 0.05 s 的位置变化情况。请读出小球在 AB 、 BC 、 CD 、 DE 、 EF 段的下落距离，计算出小球在每一段的平均速度，将数据记录在表 2.5-1 中。

表 2.5-1 测量小球下落的平均速度

运动过程	AB	BC	CD	DE	EF
路程 s / m					
时间 t / s					
平均速度 $\bar{v} / (\text{m} / \text{s})$					

通过数据分析你可以得出小球下落的哪些运动特点？将你的观点与同学交流。

图 2.5-1 测量小球下落的平均速度

2. 测量小车运动的平均速度。

如图 2.5-2 所示，将贴有刻度尺的斜面倾斜适当角度后固定，然后从斜面顶部零刻度处将小车由静止释放，并同时用停表开始计时，在表 2.5-2 中记录小车沿斜面向下运动到 30 cm 刻度处时所用的时间。

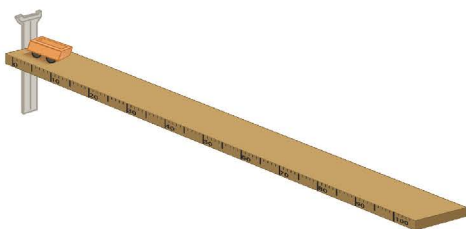


图 2.5-2 测量小车运动的平均速度

仿照上述步骤，将同一小车在同一斜面的零刻度处由静止释放，依次记录小车沿斜面向下运动到 60 cm 和 90 cm 刻度处所用的时间。

计算出小车在每一段路程中运动的平均速度，并以此判断小车沿斜面运动的速度变化情况，你得到了什么规律？

表 2.5-2 测量小车运动的平均速度

路程 s / m	0.3	0.6	0.9
时间 t / s			
平均速度 $\bar{v} / (\text{m} / \text{s})$			

比较一下各小组实验中斜面的倾斜角度是否相同。倾斜角度不同时，你所发现的规律还成立吗？倾斜角度会影响小车的速度变化规律吗？



科学窗

借助传感器和计算机测量平均速度

小车沿斜面运动的平均速度，还可以借助光电门传感器和计算机进行更加精准的测量。如图 2.5-3 所示，将斜面轨道调整至适当的角度，把两个与计算机相连的光电门传感器固定在斜面轨道上，在小车上安装挡光片。

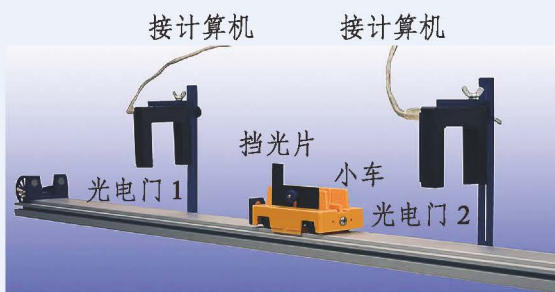


图 2.5-3 用传感器和计算机测量平均速度

让小车从斜面轨道顶端滑下，使小车上的挡光片依次通过两个光电门，即可借助光电门传感器和计算机自动、迅速地记录下小车在两个光电门之间的运动时间，进而可以精准地测量出小车在这段路程内运动的平均速度。

两个光电门之间的距离越近，所测出的平均速度就越接近小车经过某一光电门的瞬时速度。这样借助光电门传感器与计算机就可以更加精确地测量出小车通过某一位置（或某一时刻）的瞬时速度。



实践活动

1. 测量人正常行走、竞走或跑步的平均速度。

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）如图 2.5-4 所示，在操场上，测出 60 m 的路程，每隔 20 m 做一个记号。

（2）选出 3 位同学做计时员，分别站在 20 m、40 m、60 m 处。

（3）选 1 名发令员，当他手中的小红旗落下时选手开始运动，计时员开始计时。

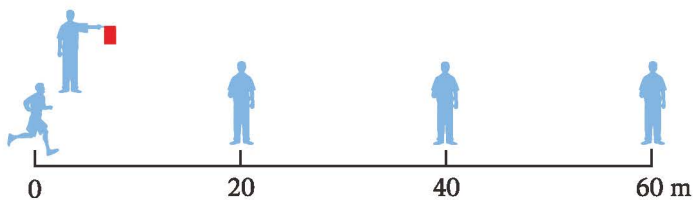


图 2.5-4 小组合作测平均速度

（4）选手可以分别采用正常行走、竞走或跑步的形式通过 60 m 的路程。

（5）分别记录选手运动到 20 m、40 m、60 m 处所用的时间，计算出选手在每一段路程的平均速度，将实验数据填在表 2.5-3 中。

（6）组内同学交换角色，重复实验。

表 2.5-3 测量平均速度

路程 s / m	20	40	60
时间 t / s			
平均速度 $\bar{v} / (\text{m} / \text{s})$			

通过实地测量，对本实验提出改进意见和建议，并与大家交流你的想法。

2. 估测骑自行车行进的平均速度。

路程和时间的测量方法有很多。随着科技的进步，测量工具使用起来越

来越简便和精确，人们可以从种类繁多的工具中选择满足测量要求的工具来完成测量。可是如果身边没有测量工具呢？试想一下：如果没有刻度尺和停表，我们该如何测量骑自行车行进的速度呢？你能尝试进行估测吗？请你设计实验方案，并进行实际测量。



自我检测

1. 如图 2.5-5 所示为某探究小组的同学测量小车沿斜面运动的平均速度的实验情景，小车经位置 *A* 后依次通过位置 *B* 和位置 *C*，用电子停表分别记录小车前端标志旗通过这三个位置的时刻。

(1) 小车从 *A* 到 *C* 运动的路程的测量值是_____cm。

(2) 小车从 *B* 到 *C* 所用时间的测量值是_____s，这段时间内小车运动的平均速度的测量值是_____m/s。

2. 小红乘坐的汽车在某公路上做匀速直线运动。表 2.5-4 是小红记录的汽车运行时刻及对应的公路旁里程碑的里程数。

表 2.5-4 汽车运行情况

时 刻	10:02	10:04	10:06	10:08	10:10
里程 / km	102	104	106	108	110

从表中数据可知，汽车的运动速度是_____km/h，合_____m/s（小数点后保留 1 位小数）。10:05 时，公路旁里程碑的里程数应是_____km。

3. 如图 2.5-6 所示为一个骑车者和一个跑步者的 *s-t* 图像，从图中可以获得很多有用的信息。请依照示例再写出两条与

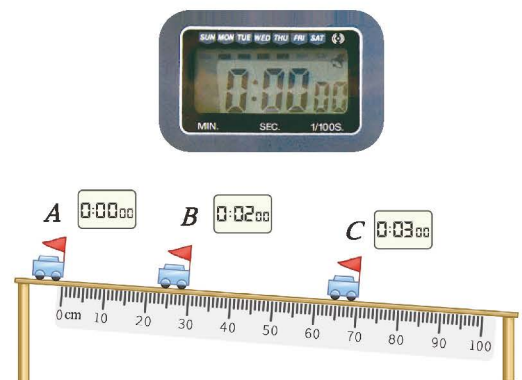


图 2.5-5

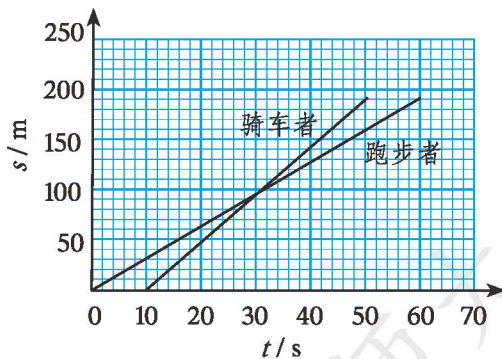


图 2.5-6

运动有关的信息。

示例：跑步者的速度约为 3.2 m/s 。

信息一：_____。

信息二：_____。

4. 在公路上汽车追尾可能会导致重大交通事故，其重要原因是遇到意外情况时高速行驶的汽车不能立即停止，为此在公路上设有限速标志和提醒司机保持车距的警示牌。如图 2.5-7 所示，司机从看到意外情况决定刹车至操作制动器来实现刹车需要一段时间，这段时间称为反应时间；这段时间内汽车保持原来速度前进的距离称为反应距离；从开始刹车到车辆停止的这段距离称为制动距离；反应距离与制动距离之和称为停车距离。

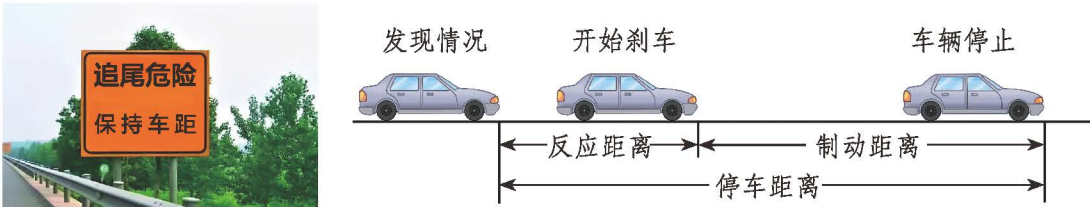


图 2.5-7

交管部门为测试反应时间，让司机驾驶一辆保养良好的汽车在平直公路上以不同的速度行驶，测出反应距离、制动距离和停车距离，部分数据如表 2.5-5 所示。（假设每次测试的反应时间相同）

表 2.5-5 汽车刹车测试

序 号	行驶速度 $v/(\text{km/h})$	反应距离 s_1/m	制动距离 s_2/m	停车距离 s_3/m
1	45	9	14	23
2	75	15	38	
3	90			74
4	105	21	76	97

- (1) 测试的反应时间是多少？
- (2) 根据表中已给的数据，分析计算并填写表中缺少的三个数据。（要求写出计算过程）
- (3) 根据以上研究结果，对司机提出两条有利于安全驾驶的建议。



拓展阅读

现代测速方法

1. 车速表测速

在汽车驾驶座位前，有几个功能各异的仪表，其中一个就是车速表（图 2.5-8）。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 2.5-8 车速表

2. 雷达测速

为了维持道路交通秩序，预防和减少交通事故，保障人身安全，《中华人民共和国道路交通安全法》规定：机动车上道路行驶，不得超过限速标志标明的最高时速。交通警察和交通控制系统是通过什么来发现超速并及时提醒司机的呢？测速雷达就是发挥这种作用的装置之一，它通过向目标发射电磁波并接收其反射的电磁波，获得目标至发射点的距离、方位及其变化等信息。一般道路上的测速雷达可分为固定测速和移动测速两类。固定测速又分为定点测速和区间测速。移动测速常使用手持式测速雷达（图 2.5-9）和车载式测速雷达（图 2.5-10）。以手持式测速雷达为例，当测速雷达瞄准行驶车辆时，测速雷达的显示屏上就会立即显示出该车的瞬时速度，交通警察就可以判断车辆是否超速。



图 2.5-9 手持式测速雷达



图 2.5-10 车载式测速雷达

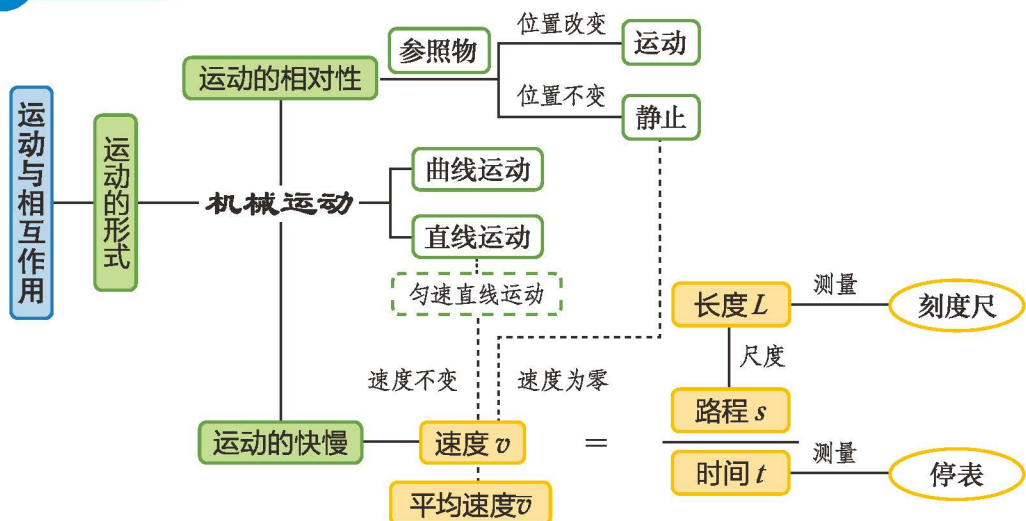
3. 激光测速

激光测速采用激光反射测距的原理，确定被测物体与测试点之间的距离和被测物体的速度。相对于雷达测速而言，它的有效测量距离更远，测速精度更高。激光测速仪需要在静止状态下使用，所用的激光对人眼是安全的。

激光测速仪和测速雷达都是利用电磁波测量速度，为什么二者的测量精度有很大的差异呢？请你查阅相关资料，并与同学交流。

整理与复习

概念整合



素养发展

要描述物体某一方面的属性，就需要建构相关的物理概念。如本章中，为了描述物体的运动，建立了参照物、机械运动等物理概念。为了定量描述物体某一方面的特征，还需要将概念定量化，从而形成物理量，而且要明确物理量的单位及测量工具等。

在物理学中，我们经常用物理量之比来定义新的物理量，比如速度。在以后的学习中，我们还会多次用到该方法定义新的物理量。

本章我们在学习匀速直线运动的过程中，再次使用了图像法来描述物体的运动情况，初步了解了图像中的点、线的物理意义。

问题解决

我们每天都在进行各种各样的运动，每个人的运动情形又存在着差异。请以小组为单位，研究一下小组内每位同学每天上学的运动情况：（1）统计每位同学的家庭位置，将大家的家庭位置和学校位置标注在同一张“地图”上；（2）在“地图”上测量出每位同学从家到学校的路程；（3）每位同学利用手表等工具记录自己上学路上所用的时间；（4）想一想该怎样计算每位同学上学路上的行进速度，和大家交流你的想法；（5）利用你计算的数据，分析小组内同学上学路上的运动有什么特点。

· 第三章 ·

声 现 象

我们每时每刻都处在声音的世界中，有的声音悦耳动听，有的声音让人烦躁不安。你是否想过声音是怎样产生的？又是如何传入耳中的？悦耳的声音与让人烦躁的声音各有什么特点？声音有哪些用途呢？



第一节

声音的产生与传播



图 3.1-1 声音的世界

自然界里处处有**声音** (sound)，我们生活在声音的世界里 (图 3.1-1)。我们能通过声音传递、获取大量的信息，也可以得到艺术的享受。声音是怎样产生的？又是如何传播的呢？

声音的产生

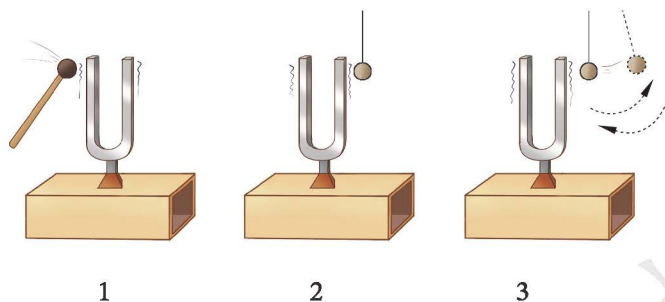


甲 发声时手摸喉头

在你说话或唱歌时，用手摸喉头会有什么感觉 (图 3.1-2 甲)？在鼓面上撒一些纸屑，击鼓时我们除了听到鼓声以外，还能看到什么现象 (图 3.1-2 乙)？敲击音叉，可以听到音叉发声，将用细线悬挂的轻质小球与音叉接触，你会观察到什么现象 (图 3.1-2 丙)？你还可以观察其他发声的物体，找出它们发声的共同特征。



乙 敲击撒有纸屑的鼓面



丙 轻质小球接触发声的音叉

大量实验表明，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)。声

图 3.1-2 声音的产生

音是由物体振动产生的，正在发声的物体叫作**声源** (sound source)。图 3.1-2 中，发声的声带、被敲击的鼓面、振动的音叉都是声源。这些都是固体发声的例子，气体和液体能不能成为声源？你能举出相关的例子吗？



交流讨论

如图 3.1-3 所示，贾湖骨笛是一种吹奏乐器，也是迄今为止我国考古发现的最古老的乐器；箜篌 (kōng hóu) 是我国特有的一种大型拨弦乐器；木琴是一种打击乐器。它们主要是靠什么发声的？你能再举出一些有趣的发声实例吗？



图 3.1-3 一些乐器

声音的传播

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动作，运动员听到发令枪声起跑（图 3.1-4）。这些声音是通过什么物体或物质传播的？



图 3.1-4 声音的传播



图 3.1-5 玻璃罩中的电铃

提示

这种根据实验现象推理得出结论的方法，是物理学中一种常用的研究问题的方法。

声音能不能在真空中传播呢？

如图 3.1-5 所示，把正在发声的电铃密封在玻璃罩内，逐渐抽出玻璃罩内的空气，你听到的电铃声音有什么变化？再让空气逐渐进入玻璃罩内，你听到的声音又有什么变化？这些变化说明什么？

根据实验现象推理可知，声音不能在真空中传播。

声音的传播需要一定的物质。空气、水、玻璃等都是可以传播声音的物质，物理学中把这类物质叫作**介质**（medium）。

你能再举出一些气体、液体和固体传播声音的实例吗？和同学交流讨论你列举的实例。

声音在不同的介质中传播的速度不同。表 3.1-1 给出了常温常压下一些物质中的大致声速。

表 3.1-1 常温常压下一些物质中的大致声速

物 质	声速 / (m / s)	物 质	声速 / (m / s)
空 气	340	花岗石	6 000
水	1 500	钢 铁	5 000
硬橡皮	54	玻 璃	5 000 ~ 6 000

声音的传播速度还会受到温度的影响。通常情况下，温度越高，声音在空气中传播的速度越大。



交流讨论

铁路工人用钢锤敲击铁轨，通过声音来判断铁轨是否正常。假设你与铁路工人站在同一条铁轨上，你们相距 170 m，当工人师傅用钢锤敲击一下铁轨时，你能立即听到敲击的声音吗？你有可能听到几次敲击的声音？

如图 3.1-6 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，这就形成了**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，我们就产生了听觉。

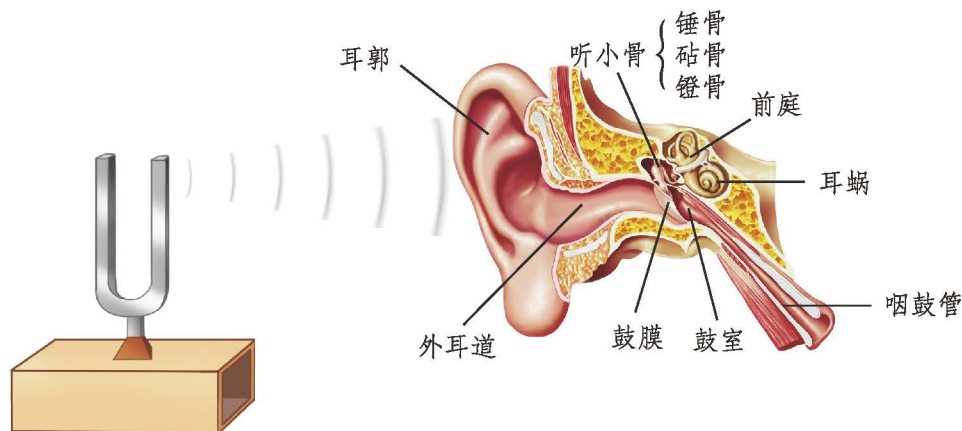


图 3.1-6 人耳接收声波

耳是我们聆听世界的窗口，噪声、疾病、外伤等多种因素都可能影响耳的正常功能，甚至造成不同程度的听力损伤，所以我们平时要注意科学爱耳、护耳、用耳。

声音的反射 回声

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。

对着山崖或高墙喊话，有时可以听到回声（图 3.1-7）。这表明声音在传播过程中遇到障碍物后，会被障碍物的表面反射。人能分辨出回声的条件是：听到原声和听到回声的时间间隔在 0.1 s 以上。若时间间隔不到 0.1 s，人无法将原声和回声分辨开来，此时人听到声音的时间就延长了，使人感觉声音“增强”了。在室内谈话和播放音乐，人感觉声音比在空旷的



图 3.1-7 声音的反射

室外响亮，就是这个道理。但是，如果一个声音在室内反复出现的回声次数太多，将导致前一个声音的回声与后一个声音同时被人听到，这样就会出现听不清楚的现象，因此在录音室、剧场等环境中，要适当控制回声的产生。

观察音乐厅内的建筑装饰（图 3.1-8），想一想：屋顶上的许多吊板、墙面的特殊形状和材料，对大厅的音响效果各起了什么作用？



图 3.1-8 音乐厅内的建筑装饰



科学窗

立 体 声

人靠双耳听到的信息来判断发声物体的方位，从而对周围的声音有了立体的感觉。但是要使音响设备传出的音乐有立体感，就要想一些办法来复原实际发声场景的效果。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，分两路接收和记录声音信号。音响设备在播放时，将这两路声音分别放大，最终分别由左右两只扬声器（喇叭） A 、 B 播放出来，如图 3.1-9 所示。人的左耳到 A 的距离与右耳到 B 的距离相等，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，或者只从靠近 A 的一侧发出，人就感觉这个乐器处在偏左的位置。这样就可以复现出演奏现场的立体感了。

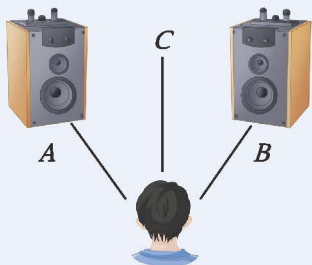


图 3.1-9 双耳的立体声效应



实践活动

设计一个测量空气中声速的方案，与其他同学交流你的测量方案，并实际测一测声音在空气中传播的速度。



自我检测

1. 在下列事例中，能说明声音产生原因的是（ ）。
 - A. 说话时，把手指放在喉头处能感觉到喉头在振动
 - B. 弹拨吉他上的不同琴弦，可以听到不同的声音
 - C. 将正在发声的音叉轻轻插入水中，看到水花飞溅
 - D. 放在密封玻璃罩内的闹钟正在响铃，在抽出玻璃罩内的空气的过程中铃声逐渐减小
2. 如图 3.1-10 所示，胡琴是一种弓弦乐器，它主要是靠什么振动发出声音的？口琴是一种小型的吹奏乐器，它主要是靠什么振动发出声音的？



图 3.1-10

3. 请你利用生活中常见的材料，设计一个实验，说明声音是由声源的振动产生的，声音能通过固体传播。
4. 有一种骨传导耳机，声音可以不通过双耳而直接通过颅骨传至听神经。请查阅资料了解这种耳机是如何工作的，并与同学交流。



天坛的声学奇观

天坛中的回音壁（图 3.1-11）和圜丘（yuán qiū）（图 3.1-12）建于明朝嘉靖九年（1530 年），是我国古代最伟大的建筑之一，以其声学奇观闻名中外。

回音壁是围绕在皇穹宇外的一道圆形围墙，它的表面比较坚硬光滑，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，它因此被称为三音石。从三音石处发出的声波向四周传播，同时到达东、西配殿，被反射后又同时会聚到圆心处，人听到第一次回声，但是回声较弱；声波到达回音壁，被反射后再次会聚到圆心处，人听到第二次回声，由于反射面较大，第二次回声较强；声波继续传播，当声波第二次经回音壁墙面反射后会聚到圆心处时，人听到第三次回声，但是比第一次回声更弱，以后的回声就不容易听出来了。想一想：如果站在偏离圆心的其他位置拍手，还能听到三次回声吗？为什么？

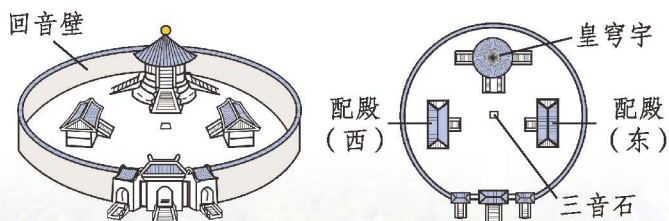


图 3.1-11 回音壁（示意图）

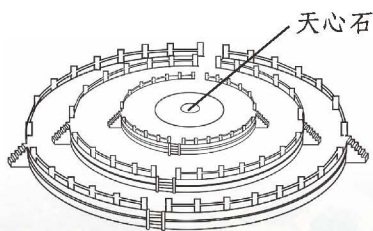


图 3.1-12 圜丘（示意图）

圜丘是由汉白玉砌成的三层露天圆台，最上面一层半径约为 11.5 m，四周围绕着栏杆和栏板，台面中心的圆形石板被称为天心石。人站在天心石上讲话，会觉得自己的声音特别洪亮。你知道这是为什么吗？将你的想法与同学交流。

第二节

声音的特性

自然界和生活中有各种不同的声音。女高音嘹亮婉转，男低音低沉浑厚；古琴清雅悠长（图 3.2-1），琵琶灵动清脆。我们能分辨声音的高低和强弱，分辨不同的乐器声。我们是怎么区分出不同声音的呢？不同的声音有哪些不同的特性？



图 3.2-1 古琴演奏

音 调

拨动吉他上不同的弦，可以听到声音的高低程度不同。声音的高低是由什么因素决定的？

如图 3.2-2 所示，将一根钢片紧压在桌面边沿，使钢片的大部分伸出桌面。拨动钢片的端部，可以看出它在振动，同时可以听到钢片发出的声音。然后将钢片伸出桌面的长度缩短一些，再拨动它，可以看出振动变快，同时听到钢片发出的声音与之前的有所不同。继续将钢片伸出的长度缩短几次，重复上述操作，注意比较钢片振动快慢的不同、发出声音高低的的不同。

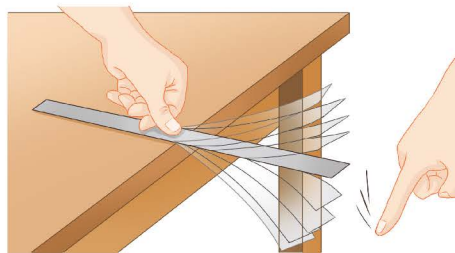


图 3.2-2 研究音调

物体振动的快慢用振动的次数与所用时间之比来表示，这个物理量叫作**频率**（frequency），用符号 f 表示。在国际单位制中，频率的单位是赫兹，简称赫，用符号 Hz 表示。

物理学中用**音调**（pitch）表示声音的高低，音调是声音的一个特性。音调是由发声物体振动的频率决定的。频率高的声音音调就高，听起来尖细；频率低的声音音调就低，听起来低沉。

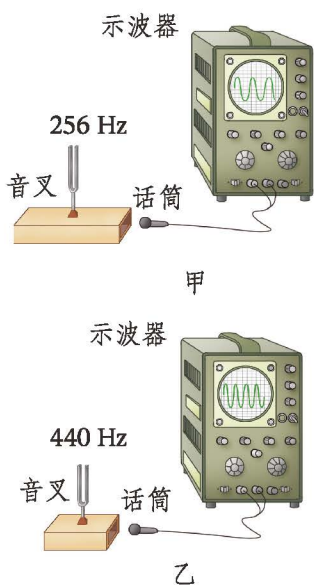


图 3.2-3 用示波器研究声音的频率

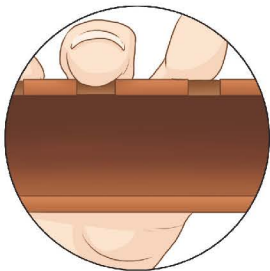


图 3.2-4 手按笛孔



图 3.2-5 纸屑在发声的喇叭上跳动起来

如图 3.2-3 所示，音叉发出的声音用话筒接收，转换成电信号，这个带有声音特征的电信号再通过示波器显示出来。保持示波器的工作状态不变，乙图中的音叉发出的声音比甲图中的听起来音调高，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（图 3.2-4），就可以改变空气柱的长度，从而能让它发出音调高低不同的声音。

人能感受的声音的频率是有一定范围的。通常人只能听到频率为 $20 \sim 20\,000\text{ Hz}$ 的声音。人们把频率高于 $20\,000\text{ Hz}$ 的声波叫作**超声波**（ultrasonic 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。表 3.2-1 列出了人和一些动物大致的发声频率范围、听觉频率范围。

表 3.2-1 人和一些动物的发声频率范围、听觉频率范围

发声体	发声频率 / Hz	听觉频率 / Hz
人	$85 \sim 1\,100$	$20 \sim 20\,000$
狗	$450 \sim 1\,800$	$15 \sim 50\,000$
猫	$760 \sim 1\,500$	$60 \sim 65\,000$
蝙蝠	$10\,000 \sim 120\,000$	$1\,000 \sim 120\,000$
海豚	$7\,000 \sim 120\,000$	$150 \sim 150\,000$

响 度

如图 3.2-5 所示，在喇叭的纸盆上撒一些纸屑，调节音量旋钮，使喇叭音量从小逐渐增大。你看到纸屑的跳动情况与听到的喇叭的音量有什么关系呢？

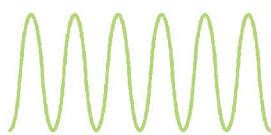
物理学中用**响度**(loudness)表示声音的响亮程度,响度也是声音的一个特性。响度主要与声源振动的幅度大小有关,声源振动的幅度越大,响度越大。响度还跟人到声源的距离有关,距离越远,听到的声音越弱,响度越小。

利用图 3.2-3 的实验装置也能显示响度与声源振动幅度的关系,如图 3.2-6 所示。

音色

用你熟悉的两种不同的乐器演奏同一首乐曲,你能够把不同乐器的声音区分开。这是什么缘故?这表明声音还有另一个特性——**音色**(timbre)。

音色也叫音品,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音符时,用示波器观察,发现它们的振动情况不同(图 3.2-7)。这直观地向我们显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。



振动幅度大,响度大



振动幅度小,响度小

图 3.2-6 同一声源振动幅度不同,响度不同



二胡



圆号

图 3.2-7 同一频率音色不同,振动情况不同



科学窗

电子乐器

电子乐器是指利用电子合成技术或采样技术,通过电声设备发出声音的乐器,如电子琴(图 3.2-8)、电吉他、电子合成器、电子鼓等。电子乐器为什么能模仿不同乐器的声音?这是因为电子乐器里的电子线路可以合成出跟不同乐器所发出声音振动变化情况相同的电流。将这样的电流输入扬声器,就能模拟出不同乐器的声音。另外,有的电子乐器还设有混响、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 3.2-8 电子琴



实践活动

1. 自己做一套水杯琴（图 3.2-9），调节杯中的水量，使它们被筷子敲击时能形成“1, 2, 3, 4, 5, 6, 7”的音阶，然后用它来演奏乐曲。



图 3.2-9 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音调高低是否相同，以及怎样改变同一根弦所发出声音的音调高低，由此总结出弦的音调与哪些因素有关。



自我检测

1. 体育课上老师讲解动作要领，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. 老师发出的声音频率高
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. 琵琶（图 3.2-10）是我国的一种传统弹拨乐器，已有两千多年的历史。唐代诗人白居易在《琵琶行》中有这样的描述：“大弦嘈嘈如急雨，小弦切切如私语。嘈嘈切切错杂弹，大珠小珠落玉盘。”琵琶是靠什么发出声音的？弹奏时，用什么方法改变音调？

3. 智能手机的“智慧语音”功能，可以通过声音识别实现对手机解锁，该系统主要是根据声音的_____（选填“音调”“音色”或“响度”）这一特性来工作的。某计算机应用软件，可以将正常录制的音频文件以 3 倍的速度快速播放，此时声波的频率也为正常声音的 3 倍，则播放出的声音的音调比正常声音的音调_____（选填“高”或“低”）。



图 3.2-10

4. 小丽用水壶向暖水瓶中注开水, 小明在一旁提醒她: “快满了!” 说话间水真的满了。小丽奇怪地问: “你怎么知道快满了?” 小明说: “听出来的。”小丽很困惑。你能帮小丽揭开其中的奥秘吗?



拓展阅读

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——青铜铸造的曾侯乙编钟 (图 3.2-11)。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, 同一个钟从正面和侧面敲击, 会发出不同音调的声音。这表明早在公元前 4 世纪, 我国古代人民在乐理理解和乐器制造方面, 就已经达到了很高的水平。

我国科学家以曾侯乙编钟为原型, 设计铸造了 108 件的编钟——中华和钟 (图 3.2-12)。中华和钟共分四组, 从钟群数量和体量来看是目前我国最大的一套编钟。中华和钟采用双音编钟铸造技术, 音域宽广, 音频、音色均达到理想标准, 音准达到了国内最高水平, 既可和多种民族乐器配合, 又可接轨大型管弦乐队。中华和钟被评为“国家级艺术珍品”, 同时也作为世界上最大的舞台演奏双音编钟获得了吉尼斯世界纪录。

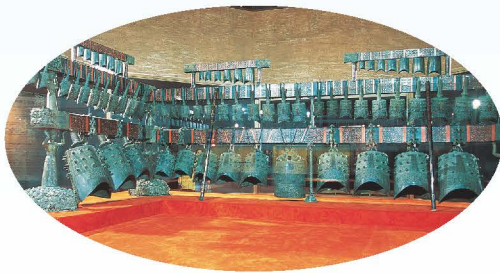


图 3.2-11 曾侯乙编钟



图 3.2-12 中华和钟

为什么同一个编钟敲击正面和侧面会发出不同音调的声音呢? 请你借助身边的器材模拟编钟探究一下。

第三节 制作隔音箱

冲压机是工厂车间进行机械加工时常用的机械(图 3.3-1)。冲压机工作时产生的噪声非常大,不仅会危害车间工人的身体健康,还会影响到厂区周围居民的正常生活。噪声是怎样产生的?它有哪些危害?控制噪声的方法有哪些?请你为工厂车间的冲压机设计一个隔音箱,并完成隔音箱模型制作,为创造安静和谐的生产生活环境贡献力量。



图 3.3-1 工作中的冲压机

任务分解

1. 认识噪声的来源和危害。
2. 了解噪声防治的方法,结合调查情况提出减小噪声污染的建议。
3. 设计隔音箱,制作隔音箱模型,并测试隔音效果。

任务一 认识噪声

悠扬的琴声令人陶醉,美妙的歌声使人愉悦。但闹市中嘈杂的声音使人的注意力很难集中,电锯、电钻尖厉的声音使人焦躁,大型机器轰鸣的声音令人心烦意乱(图 3.3-2)。我们把听起来优美动听的声音称为**乐音**(musical tone),把听起来杂乱刺耳的声音称为**噪声**(noise)。



图 3.3-2 生活中的噪声

从物理学的角度看,噪声一般是指物体做无规则振动时发出的声音。图 3.3-3 是示波器显示的某种物体发出噪声的振动情况。

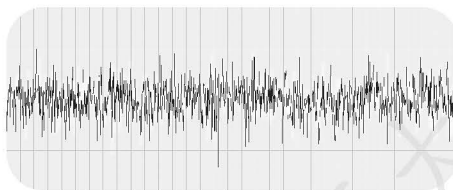


图 3.3-3 物体发出噪声的振动情况

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。

声音的强弱用声级表示，常用单位是分贝（dB）。我们把人们刚刚能听到的声音定为 0 dB。噪声的声级可以用仪器检测，如图 3.3-4 所示为手持噪声检测仪，它显示的就是噪声的声级。



图 3.3-4 噪声检测仪

表 3.3-1 列出了一些声音的声级和人们相应的主观感觉。噪声的声级在 15 ~ 40 dB，生活环境较好；环境噪声超过 70 dB，人们就会焦躁不安，学习和工作效率下降；人长期处在 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，双耳完全失去听力。

表 3.3-1 一些声音的声级和人们相应的主观感觉

声 音	声级 / dB	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
繁华街道的喧闹声	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	感到鼓膜疼痛

—— 实践活动 ——

查阅资料，了解噪声对人体的中枢神经系统、心脑血管系统和听觉系统等的影 响，以及可能带来的不良后果。将你的调研结果制作成壁报或演示文稿，并与同学交流。

任务二 了解噪声的防治方法

为了避免噪声带来危害，人们采用多种方法来防治噪声。例如：在汽车、摩托车上安装消声器（图 3.3-5 甲），从噪声产生的源头减弱或消除噪声；在靠近居民区的道路两侧安装噪声隔离墙（图 3.3-5 乙），在噪声传播路径上阻碍噪声传播；射击运动员在射击时戴上耳罩（图 3.3-5 丙），在人耳处减弱噪声。



甲 在摩托车上安装消声器 乙 在道路旁安装噪声隔离墙 丙 射击运动员戴耳罩

图 3.3-5 噪声的防治

城市一般在主要街道、广场、公园等公共场所设置噪声自动监测和显示设施，以监控噪声情况，加强管理；在一些路段禁止机动车行驶或禁止使用喇叭等声响装置，并设置相关标志、标线。图 3.3-6 甲是某街道上的噪声显示牌，图 3.3-6 乙是在小区或学校周边设置的禁止鸣笛标志牌。



甲 噪声显示牌 乙 禁止鸣笛标志牌

图 3.3-6 噪声的监测与控制

为了防治噪声污染，我国于 2021 年 12 月颁布了《中华人民共和国噪声污染防治法》。这是用法律的手段，保障公众健康，保护和改善生活环境，维护社会和谐，推进生态文明建设，促进经济社会可持续发展。我们应当增强噪声污染防治意识，养成减少噪声产生的良好习惯，共同维护声环境质量。



实践活动

查阅资料，了解我国《声环境质量标准》。调查学校（或社区）噪声污染的情况及所采取的防护措施，将这些方法分类填入表 3.3-2 中。列举周围环境噪声对生产生活的影响，提出进一步减小噪声污染的建议。

表 3.3-2 控制噪声污染的方法

控制方法	具体措施
在噪声的发源地减弱噪声	
在传播路径上反射、吸收噪声	
在人耳处减弱噪声	

任务三 设计隔音箱并制作模型

要使隔音箱实现最佳的效果，选择合适的材料非常关键。通常用于防治噪声的材料可分为隔音材料和吸音材料两种。隔音材料通常是质地坚硬的材料（图 3.3-7 甲），如钢板、玻璃等，声音传播到它们表面时易发生反射，从而起到阻碍噪声直接传播的作用，但其吸音效果较差。吸音材料通常采用纤维状、颗粒状或发泡材料形成多孔的疏松结构（图 3.3-7 乙），当声音遇到这种材料时会引起微孔中的空气振动，使声音的能量衰减，从而起到吸音作用。



甲 电话亭利用坚硬的玻璃钢反射周围的噪声



乙 录音棚利用多孔疏松材料减弱回声

图 3.3-7 隔音材料与吸音材料

实践活动

查找资料，了解不同材料的隔音或吸音效果，为工厂车间的冲压机设计一个隔音箱。将你设计的隔音箱制作成模型在班级进行展示，并从材料、结构等方面交流你的设计方案。

比一比，看谁制作的隔音箱隔音效果较好，并请同学们一起分析和讨论如何提升隔音效果，为噪声污染治理贡献力量。



自我检测

1. 随着社会的发展, 环境污染问题越来越受到人们的重视。某城市为了改善市民的生活环境, 创建宜居文明城市, 采取了多项措施。下列措施中主要为了减小噪声污染的是 ()。

- A. 修建人工湖和湿地公园 B. 高楼大厦减少使用玻璃幕墙
C. 修建景观灯让城市亮起来 D. 在公路和住宅之间植树造林

2. 说出下面几种情形各是通过什么方法控制噪声的。

城市道路旁安装隔声板: _____。

校园附近禁止鸣笛: _____。

工人戴防噪声耳罩: _____。

3. 假如你的邻居经常引吭高歌, 影响你学习和休息, 你能想出办法来减弱噪声的干扰吗? 请写出至少两种办法。

4. 小明学习了控制噪声方法的知识后, 对材料的隔音性能产生了强烈的探究兴趣, 于是他设计了如下探究实验。

- ① 搜集各种材料, 如运动服、书本、报纸、塑料袋、围巾等。
- ② 在极其安静的环境中, 把机械闹钟放进纸盒里, 用运动服将纸盒包裹严实, 然后逐渐远离纸盒直到听不见闹钟的嘀嗒声, 记下此时人离纸盒的距离。
- ③ 分别用厚度相同的不同材料将纸盒包裹严实, 重复以上实验步骤, 得到如表 3.3-3 所示的数据。

表 3.3-3 探究不同材料的隔音性能

材 料	运动服	报 纸	塑料袋
听不见嘀嗒声的实际距离 / m	2.1	2.8	5.2

根据以上信息回答下列问题。

(1) 在这个实验中, “隔音” 是为了改变声音的哪个特性? 这个实验的“隔音” 是利用什么方法减弱噪声的?

(2) 根据小明所得数据分析一下: 材料的松软程度及表面的粗糙程度对隔音性能有什么影响? 其中可能的原因是什么?

第四节

声波的应用

生活中，人们常常利用声音来交流和传递信息。除此之外，声波在其他领域还有很多的应用。例如：医院可以利用超声波获得人体内器官或胎儿的图像信息（图 3.4-1）；工业上使用超声探伤仪，可以探查出金属零件内部的裂纹等隐患。你还知道声波的其他应用吗？它们利用了声波的哪些特性？



图 3.4-1 超声影像

超声波的应用

超声波在生产生活中有广泛的应用。

超声波频率高，容易会聚成一束定向发射，在水中能够传播得很远，遇到物体又会被反射回来，于是人们利用它制造出水声仪器——声呐。在船上用声呐向海中发射一束超声波，依靠回波可以探测出海洋的深度（图 3.4-2），以及鱼群、礁石的方位等信息。汽车的倒车雷达也应用了这个原理。

超声波除了可以传递信息外，还可以传递能量，例如医院可以用超声波击碎患者体内的结石。

如果把超声波导入水中，剧烈的振动会使水“破碎”成许多小雾滴，再用小风扇把这些小雾滴吹入室内，就可以增加室内空气的湿度。这就是超声波加湿器（图 3.4-3）的原理。

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

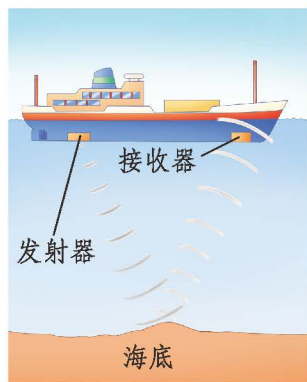


图 3.4-2 利用超声波探测海深



图 3.4-3 超声波加湿器



超声波测速

利用超声波可以测量物体运动的速度。向移动物体发射一定频率的超声波，被移动物体反射回来的超声波的频率会发生改变。根据频率的变化，就能确定物体运动的速度。

利用超声波还可以测量流体的流速。超声波在流体中传播的速度与流体的流速有关，通过设置在河流两岸等高并斜向水流的超声换能器，从两个方向同时或先后往返发射声脉冲，就可以测量出超声波逆流和顺流穿过流体的时间差，进而计算出流速（图 3.4-4）。

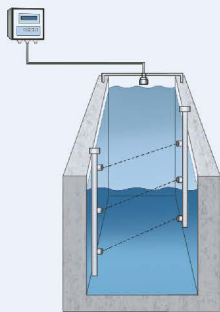


图 3.4-4 超声波测流速
(示意图)

次声波的应用

次声波的频率很低，因而它具有一些奇特的性质。其中最显著的特点是次声波在空气中传播的距离远，而且不容易被吸收。频率低于 1 Hz 的次声波可以传到几千千米乃至上万千米远的地方。例如，2022 年 1 月 15 日汤加海域火山发生大规模喷发，并在大气层中激发出强烈的冲击波，我国所有次声波台阵均观测到了此次火山喷发引起的次声波。

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的过程中，会受到气流、大气温度分布等因素的影响。因此，可以通过测定自然或人工产生的次声波在大气层中的传播特性，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远方的核爆炸的强度和位置(图 3.4-5)。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。

语音识别

与机器进行语音交流,让机器明白你说什么,已经从梦想变成了现实。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技术。20 世纪 60 年代,计算机开始应用到语音识别技术。进入 21 世纪后,语音识别技术取得了突破性进展,开始广泛应用于各个领域,如汽车的车载交互系统、智能家居、手机等,给我们的生活带来了便利。我国的语音识别技术已经达到了国际先进水平,图 3.4-6 是我国自主研发的语音识别机器人。

未来,语音识别技术研究和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。

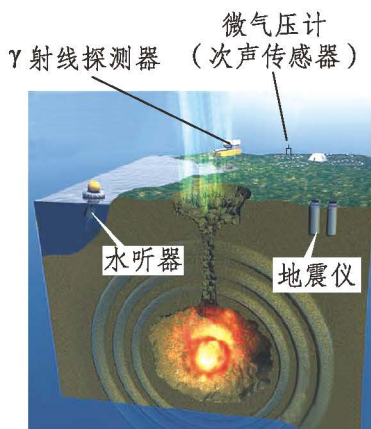


图 3.4-5 核爆炸监测(示意图)



图 3.4-6 可利用语音控制的机器人



自我检测

- 关于声波的应用,下列说法正确的是()。
 - 声音不仅能传递信息,还能传递能量
 - 声呐主要利用了回声
 - “声纹门锁”是依据声音的音色来识别的
 - 利用超声波可以测量地球到月球之间的距离

2. 关于超声波和次声波, 下列说法正确的是 ()。

- A. 超声波不是由物体振动产生的
- B. 地震、火山喷发等自然现象会伴有次声波的产生
- C. 发射火箭时, 震耳的轰鸣声属于超声波
- D. 利用次声波可以监测地震、台风和核爆炸的强度

3. 有一种电动牙刷能发出超声波, 直达牙刷刷不到的地方, 可以把牙齿刷得更干净, 它是利用了超声波_____ (选填“传递信息”或“具有能量”) 的特点。超声波测距仪_____ (选填“能”或“不能”) 在太空中使用。

4. 查阅资料了解一下: 在什么情况下可以产生次声波? 次声波在传播特点上与超声波相比有什么不同? 一定强度的次声波为什么容易对人体造成危害?



拓展阅读

夜蛾的反“雷达”战

蝙蝠在飞行中不断发出超声波, 超声波碰到物体会被反射回来。蝙蝠正是利用反射回来的超声波来导航、定位 (图 3.4-7), 从而能迅速、准确地避障和捕食。不过有的夜蛾能够对蝙蝠进行反“雷达”战。



图 3.4-7 蝙蝠靠超声波导航

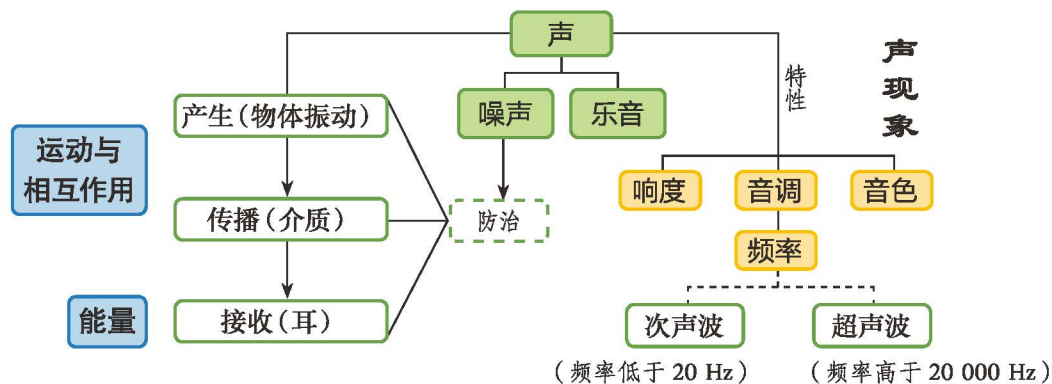
在一些夜蛾胸腹间的凹处, 长着一种鼓膜器。鼓膜器能截听蝙蝠发出的超声波。当蝙蝠距离夜蛾约 30 m 远时, 夜蛾就会收到警报, 此时蝙蝠还不能发现夜蛾。有些夜蛾足部关节上的振动器还可以发出一连串的“咔嚓”声, 迷惑蝙蝠, 使它在干扰中失去定位

能力。同时, 夜蛾身上的绒毛也能吸收蝙蝠发来的超声波, 以减小回声, 使蝙蝠的定位能力减弱。如果蝙蝠和夜蛾在空中已经十分接近, 夜蛾就不断改变飞行方向, 使蝙蝠无法确定其位置, 从而趁机逃脱。

查阅资料, 了解一下还有哪些动物是利用超声波获取信息的。试着分析一下: 这些本领对于它们在大自然中生存有什么意义?

整理与复习

概念整合



素养发展

科学论证要基于证据。本章我们通过对不同发声体进行观察、触摸等，感受到它们发声时都在振动，论证声音是由物体振动产生的。

在研究声音如何产生的过程中，对于不便直接观察其振动情况的发声体，我们运用了转换的方法，将难以直接观察的运动转换为便于观察的运动，如通过观察鼓面上的纸屑或与音叉接触的轻质小球的运动观察发声体的振动。

根据实验事实进行推理是物理学中重要的思维方法。尽管我们持续地抽出玻璃罩中的空气，但仍可能听到玻璃罩中发声体传来的微弱声音。然而，我们可以根据随着空气抽出声音变小这一实验事实，推理出当空气全部被抽出时，将听不到发声体传来的声音，从而得出真空不能传声的结论。

问题解决

振动在介质中传播形成声波，声波在传播声音信息的同时也在传递能量。人可以听到声音，是因为人耳的鼓膜接收声波传递的能量，将声信号转换成神经信号传给大脑。话筒在工作时，是靠声波的能量使内部的膜片振动把声信号转换为电信号的。请你与同学一起利用身边的器材设计一个实验，证明声波是可以传递能量的。

· 第四章 ·

光 现 象

正是由于光，世界才会如此绚丽多彩。为什么物体会有不同的颜色？你知道光是怎样传播的吗？为什么能在镜中看到自己的模样？为什么透过水看到的物体有时会变形？现代科技是怎样利用光来为人们服务的？

大版

第一节

光的传播

薄雾的清晨，阳光穿过树木的间隙照射到大地上(图 4.1-1 甲)；夜晚，高大建筑物顶部的装饰灯发出的光束射向夜空(图 4.1-1 乙)，绚丽多彩。这些光来自哪里？光又是沿怎样的路径传播的呢？



甲



乙

图 4.1-1 光的传播

天上的太阳等恒星，建筑物上的照明灯、霓虹灯，夏夜在草丛中闪烁的萤火虫(图 4.1-2)，深海中游弋的烛光鱼等都能够发**光**(light)，我们将这类发光的物体叫作**光源**(light source)。光就是从光源发出来的。



图 4.1-2 萤火虫

光的直线传播

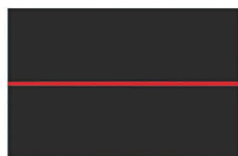
生活经验告诉我们，光不仅能在空气中传播，还能在水、玻璃等介质中传播。那么，光在不同的介质中传播有什么特点呢？



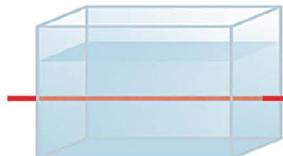
实验探究

探究光在不同介质中的传播路径

在暗室中，将一束激光分别射入空气、水和有机玻璃中(图 4.1-3)。观察光在空气、水和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 4.1-3 光在均匀介质中传播

从以上实验可知：

- (1) 光在空气中的传播路径是_____。
- (2) 光在水中的传播路径是_____。
- (3) 光在有机玻璃中的传播路径是_____。

将一束激光斜射入浓度不均匀的糖水中，如图 4.1-4 所示，注意观察，光还沿直线传播吗？



图 4.1-4 光在不均匀介质中传播

提示

注意不要让激光照射眼睛。

大量实验表明：光在同种均匀介质中是沿直线传播的。

由于光沿直线传播，当光遇到不透明物体时，在物体后面会形成影子，如图 4.1-5 所示。



图 4.1-5 影子

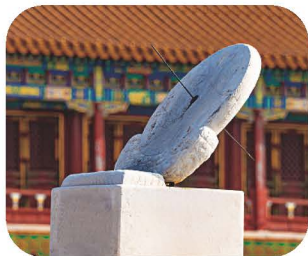


图 4.1-6 日晷

我国古代人民使用日晷（图 4.1-6）来判断时间，就是借助了晷针在太阳下的影子。你还能举出生活中利用光沿直线传播的实例吗？

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，如图 4.1-7 甲所

示,这样的直线叫作**光线** (light ray)。图 4.1-7 乙是蜡烛发光的示意图。

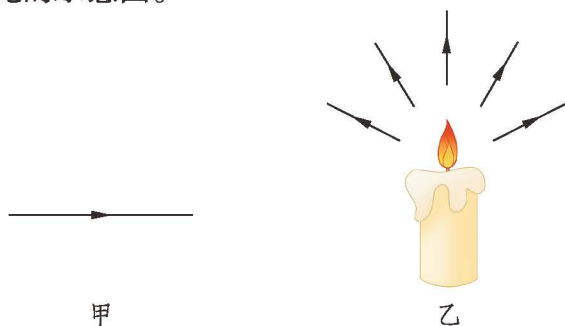


图 4.1-7 光线

提示

“光线”是为研究光的传播规律而建构的物理模型。建构模型是物理学中常用的一种研究问题的方法,在今后的学习中还会经常遇到。

光的传播速度

光传播是需要时间的,太阳发出的光传到地球上需要的时间约为 8 min 20 s,织女星发出的光传到地球上约需 26 年。我们今天看到的北极星的光,实际上是它在 400 多年前发出来的。

光在不同介质中的传播速度一般是不同的。光在真空中的传播速度最大,为 299 792 458 m/s,用符号 c 表示。一般我们说光在真空中的传播速度 $c = 3 \times 10^8$ m/s。

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

提示

光在真空中的传播速度 c 是物理学中的基本常量之一。光在介质中的传播速度小于 c ,其大小与介质的性质和光的频率有关。



科学窗

光速的测定

光速的测定在光学发展史上有着重要的意义,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。其方法是测出激光的频率和波长,应用“光速 = 波长 $\times$ 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确定为 299 792 458 m/s。



实践活动

小孔成像

大约 2 400 年以前，我国学者墨子和他的学生做了世界上第一个小孔成像实验。《墨经》中记录了小孔成像的实验过程，大致如下：在一间黑暗的小屋朝阳的墙上开一个小孔，人对着小孔站在屋外，屋里相对的墙上就出现了一个倒立的人像。

找一个一端开口、一端封闭的硬纸筒，在其封闭的一端扎一个小孔，用半透明的塑料膜盖在开口端。如图 4.1-8 所示，将小孔对着点燃的蜡烛，就能在塑料膜上看到烛焰倒立的“像”了。为了避免外界强光的影响，使实验效果更明显，可以在塑料膜的一端再套一个空筒。

这个“像”是怎样形成的？借助图 4.1-9 说一说小孔成像的原理。



图 4.1-8 观察小孔成像

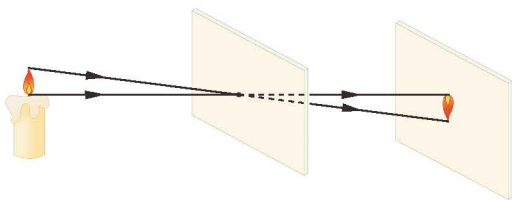


图 4.1-9 小孔成像原理（示意图）

试一试：改变蜡烛到小孔的距离，观察“像”如何变化。改变小孔的形状会影响所成的“像”吗？使用不同长度的纸筒，成的“像”有什么不同？为什么？



自我检测

1. “举杯邀明月，对影成三人”是我国唐代诗人李白的名句。从物理角度来看，月亮_____（选填“是”或“不是”）光源；人在地上的影子是由于光的_____形成的。小明很喜欢这首诗，于是画出了诗中的情景，如图 4.1-10 所示。同学们看了他的画，指出其中有一处违背了物理规律。请你找出这一错误并说明理由。



图 4.1-10

2. 晚上小红与爸爸一起散步，当他们一前一后经过某路灯附近时，他俩在地面上的影子如图 4.1-11 所示。如果将路灯视为一个发光的点，请你用作图的方法画出路灯 S 的位置。

3. 盛夏时节在林荫小道上，阳光透过树叶间的缝隙照射到地面上形成一些光斑（图 4.1-12）。实际观察一下地面上的光斑是什么形状的。你知道这是什么原因吗？如果太阳被云遮住一半，光斑会是什么样的？



图 4.1-11



图 4.1-12

4. 俗话说：“坐井观天，所见甚小。”为什么在井底观天比在井外观天看到的范围要小呢？可通过作图加以说明。



拓展阅读

月食和日食

自然界中有许多神奇的现象都与光的直线传播有关，如月食和日食。

当地球、太阳和月球运动到几乎在一条直线上，且地球恰好在太阳和月球之间时，由于光的直线传播，阳光被地球挡住，月球处在地球的影子里，这时就形成了月食，如图 4.1-13 所示。

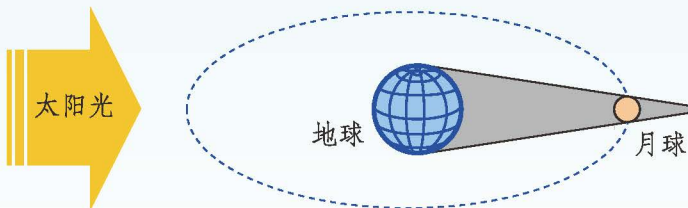


图 4.1-13 月食的成因（示意图）

若月球正好运行到太阳和地球之间，遮住了太阳射向地球的一部分光，地球上的部分地区正好处在月球的影子里，这一地区的观测者便会看到日食。

日食包括日全食、日偏食、日环食。月球产生的影子分为本影（太阳光全部被挡住的区域）、半影（太阳光部分被挡住的区域）和伪本影，如图 4.1-14 所示。在本影区可观测到日全食，在半影区可观测到日偏食，在伪本影区可观测到日环食。

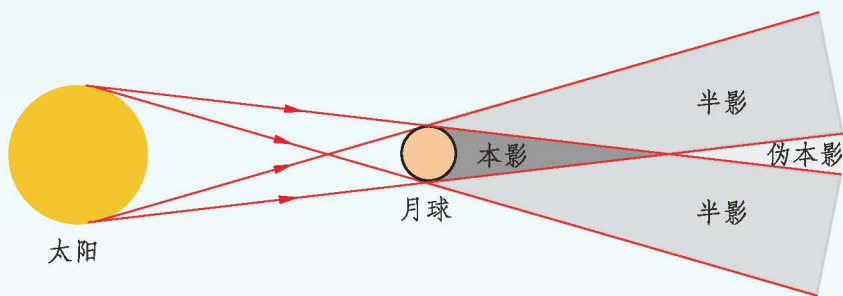


图 4.1-14 日食的成因（示意图）

通过网络查询一下：最近将发生的月食或日食是什么时间？最佳的观察地点在哪里？如果你正好位于可以观察到月食或日食的地区，可以约上同学一起去观察一下。观察日食时，要使用专用的太阳滤光镜，注意千万不要用肉眼或任何光学设备（如望远镜等）直视太阳！

我们可以观测到日全食、日偏食和日环食。分析一下：我们能观察到月环食吗？为什么？

第二节

光的反射

漫步在池塘边时，我们经常能看到波光粼粼的水面，以及游弋的鸭子在水中的倒影（图 4.2-1）。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？



图 4.2-1 鸭子在水中的倒影

光的反射定律

光遇到水面、玻璃、黑板等物体表面都会发生反射。我们把光从一种介质射到另一种介质表面后又返回原来介质中的现象，叫作光的**反射**（reflection）。我们能够看到本身不发光的物体，就是因为这些物体反射的光进入了我们的眼睛。

光的反射现象有哪些规律呢？激光笔发出的光照射到镜子上会发生反射（图 4.2-2），光照射到镜面上的点称为入射点。如果让入射光绕入射点转动，反射光也会随之转动，反射光和入射光的位置有什么关系呢？

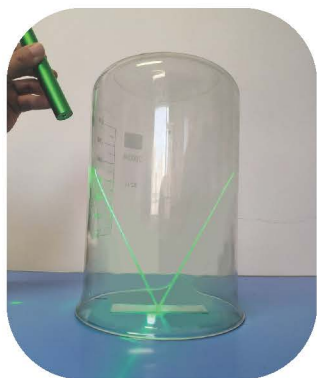


图 4.2-2 光的反射

我们在入射点与平面镜的位置不变的情况下来研究反射光与入射光的位置关系，为此可以像选择参照物一样选定一条相对于反射面和入射点不动的直线作参照，来描述反射光和入射光的位置。假想过入射点 O 有一条垂直于反射面的直线 ON ，这条直线称作**法线**（normal line）。反射光线与入射光线的位置关系，可以用它们与法线之间的夹角来描述。入射光线与法线的夹角叫入射角，反射光线与法线的夹角叫反射角（图 4.2-3）。

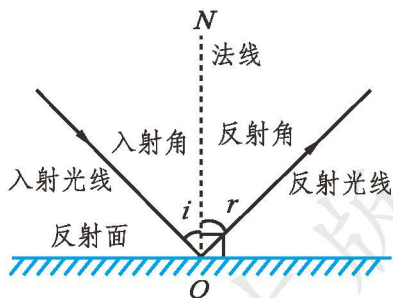
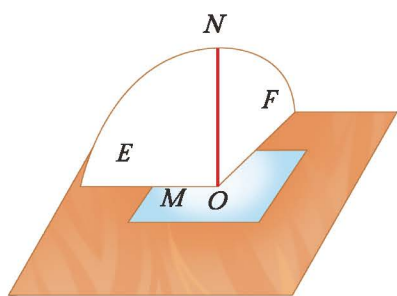


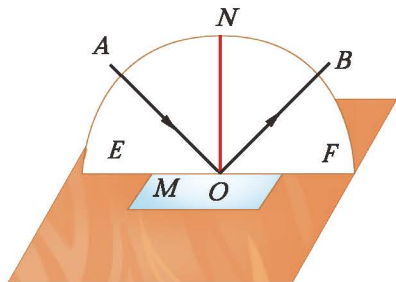
图 4.2-3 光的反射光路图



探究光的反射定律



甲



乙

图 4.2-4 探究光的反射定律

实验装置如图 4.2-4 甲所示，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 、 F 与镜面垂直。 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 4.2-4 乙所示，让一细光束沿平面 E 射到镜面 O 点，在平面 E 上可看到入射光 AO 。此时 ON 就是过入射点且垂直于镜面的法线。

前后转动 F ，当 F 处在什么位置时，可以在它上面看到反射光 OB ？该实验现象说明了什么？

2. 探究反射角和入射角的关系。

当改变入射角时，反射角是否改变？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 4.2-1 中。

表 4.2-1 探究光的反射定律

实验序号	1	2	3	...
入射角 i				
反射角 r				

通过实验探究，我们可以得到结论：**光在发生反射时，反射光线、入射光线与法线在同一平面内，反射光线和入射光线分别位于法线两侧，反射角等于入射角。**这就是光的**反射定律**（law of reflection）。

在上述实验中，如果让光逆着反射光的方向射到镜面，它被反射后就会逆着原入射光的方向射出（图 4.2-5）。这表明，在光的反射现象中，光路是可逆的。

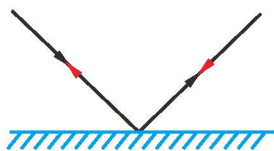


图 4.2-5 光的反射现象中光路可逆

镜面反射和漫反射

太阳光穿过窗户，照射到置于桌面的小镜子上。观察室内的墙壁，你看到了什么？在桌面的同一位置放一张与小镜子大小相同的白纸，观察到的现象有什么不同？想想其中的原因。

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 4.2-6 甲所示。但一般物体的表面往往都比较粗糙，平行光经这种粗糙的表面反射后，反射光不再平行，而是杂乱无章地射向各个方向，这种现象叫作**漫反射**（diffuse reflection），如图 4.2-6 乙所示。

书本、文具、课桌本身都不发光，由于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。正是有了这些漫反射的光，才使得我们从不同方向都能看到这些自身不发光的物体。

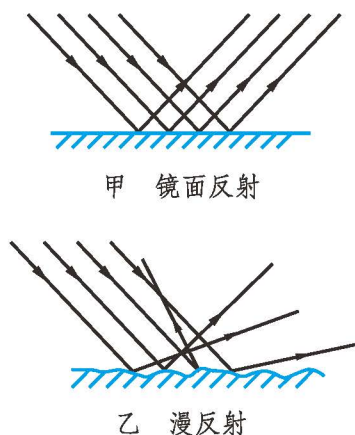


图 4.2-6 镜面反射和漫反射



自我检测

- 关于光的反射，下列说法正确的是（ ）。
 - 光照射到书本、衣服上将发生漫反射
 - 当入射光彼此平行时，经漫反射后的反射光将彼此不平行
 - 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，我们才能看清被照射的物体

2. 在图 4.2-7 中， MN 为镜面，根据所给出的入射光线或反射光线，画出相应的反射光线或入射光线。

3. 如图 4.2-8 所示，半圆形纸板 GNH 竖直放置在水平的镜面 M 上，用激光笔将一束激光紧贴着纸板左侧射向镜面。

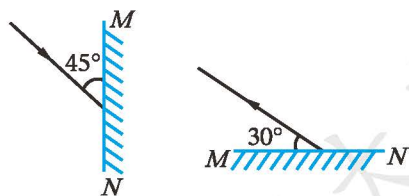


图 4.2-7

(1) 当激光始终射向镜面上的 O 点, 并贴着纸板从 EO 位置顺时针旋转到 CO 、 AO 位置时, 发现经镜面 M 反射后的激光在右侧纸板上从 OF 位置同步逆时针旋转到 OD 、 OB 位置, 且 AO 、 OB 关于 ON 对称, CO 、 OD 也关于 ON 对称。由此现象可以得出什么结论?

(2) 在激光贴着纸板沿 AO 方向射入时, 将纸板右侧绕 ON 转动, 这样操作是为了研究什么问题?

(3) 在激光贴着纸板沿 BO 方向射入时, 发现经镜面 M 反射的激光沿 OA 方向射出, 这说明什么?

4. 在黑暗的房间里用手电筒照射一块毛玻璃较粗糙的一面, 观察反射光的方向。然后用蘸水的湿毛巾擦毛玻璃较粗糙的一面, 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的方向有何变化, 分析产生这一现象的原因。

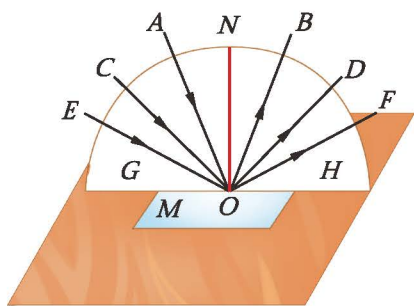


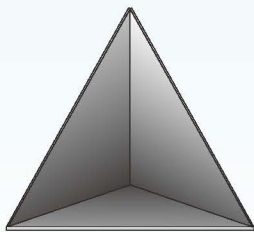
图 4.2-8



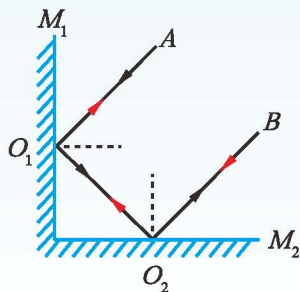
拓展阅读

角反射器

把三面镜子两两相互垂直地对接在一起, 就像房间的墙角一样, 我们把这种装置称为“角反射器”, 如图 4.2-9 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 4.2-9 乙)。



甲



乙

图 4.2-9 角反射器及其反射原理

仔细观察自行车尾灯的红色塑料片内侧的凸起部分，每个凸起部分都是一个角反射器（图 4.2-10）。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，以提醒司机。道路上镶嵌在路边的标志也是一种简易的角反射器，夜间驱车行驶在道路上，你就会发现它们在车灯的照射下非常明亮（图 4.2-11）。

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 4.2-12），这个角反射器由 100 块熔融石英直角棱镜组成。此外，在太空中飞行的部分人造航天器上，也都装有大小不同的角反射器。



图 4.2-10 自行车上的角反射器及其构造



图 4.2-11 道路旁的角反射器



图 4.2-12 安装在月球上的角反射器

当从地面向月球或这些人造航天器发射激光时，无论月球或人造航天器运行到什么方位，这些角反射器总能把光反射回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航天器与地球之间的距离。

角反射器为什么能将光沿入射的相反方向反射回去呢？你能根据光的反射定律证明一下吗？你知道生活中还有哪些地方用到了角反射器吗？你认为角反射器还可能应用于哪些地方？

第三节

平面镜成像的特点

如图 4.3-1 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)。这些像和物体间有怎样的关系？平面镜成像有什么特点呢？



图 4.3-1 种类各异的平面镜



学生实验

探究平面镜成像的特点

◆问题与猜想

在日常生活中，人站在平面镜前，可以在平面镜中看到自己的像。当人远离平面镜时，人在平面镜中的像到平面镜的距离如何变化？像的大小会发生变化吗？

◆制订方案

虽然我们可以看到物体通过平面镜成的像，但如果我们在平面镜后面放置一光屏，屏上不会呈现物体的像，因此既无法直接确定像的位置，也无法用刻度尺直接测量像的大小。怎样解决这个问题呢？为此，你应选用什么样的平面镜？你准备怎样确定像的位置？用什么办法比较像到平面镜的距离（像距 v ）与物体到平面镜的距离（物距 u ）的大小？用什么办法比较像与物的大小？

提示

能够呈现在光屏上的像叫作实像。实像也可以用眼睛直接观察。只能用眼睛观察，不能在光屏上呈现的像，叫作虚像。

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

分小组讨论各自的探究方案，按照方案进行实验并收集数据，验证自己的猜想。

将你观察到的实验现象和数据记录在表 4.3-1 中。

表 4.3-1 探究平面镜成像的特点

实验序号	物体到平面镜的距离 u / cm	像到平面镜的距离 v / cm	像与物大小比较 (放大、缩小或相等)
1			
2			
3			
...			

◆分析与论证

- (1) 物体通过平面镜所成的像是_____（虚 / 实）像。
- (2) 像到平面镜的距离与物体到平面镜的距离_____（相等 / 不相等）。
- (3) 像和物体对应点的连线与平面镜_____（垂直 / 不垂直）。
- (4) 平面镜所成像的大小和物体的大小_____（相等 / 不相等）。

◆评估与交流

实验完成后，各小组在全班交流设计思路和实验结论。

- (1) 同学们的探究结果是否相同？
- (2) 改变物体到平面镜的距离，像的大小是否改变？
- (3) 关于平面镜成像的特点，你还有哪些猜想？准备怎样去验证它们？

通过实验探究我们发现，平面镜所成的像是虚像，像的大小和物体的大小相等，像和物体到平面镜的距离相等，像与物体对应点的连线垂直于平面镜。我们称这种关系为像与物体关于镜面对称，如图 4.3-2 所示。所以，平面镜成像的特点也可以表述为：**平面镜所成的虚像与物体关于镜面对称。**

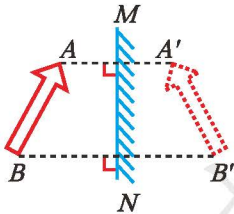


图 4.3-2 像与物体关于镜面对称



平面镜成虚像的原理

如图 4.3-3 所示,从光源 S 射向平面镜的光反射后有一部分射入人眼,人感觉这些光就像是来自其反向延长线的交点 S' 直接射来的。 S' 就是 S 在平面镜中的像。由于进入眼睛的光并非来自 S' , 所以把 S' 叫作虚像。

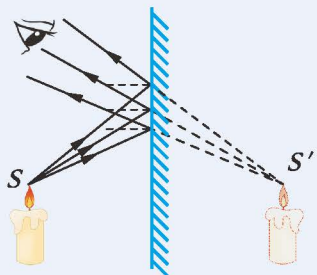


图 4.3-3 平面镜成虚像的原理



图 4.3-4 铜镜

早在四千多年前,我国古代人民就发明了铜镜。到了春秋战国时期,铜镜的产量逐渐增大。到了汉代,随着经济、技术的发展,铜镜在日常生活中的需求增多,铜镜的制作工艺发生了质的飞跃。后经唐、宋两次发展高峰,铜镜工艺更加精良。铜镜形态美观,镜背面图纹华丽、铭文丰富(图 4.3-4),是我国古代青铜艺术文化遗产中的瑰宝。



交流讨论

测视力时,要求人眼距离视力表 5 m,但是房间可利用的距离只有 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,请参照图 4.3-5 画出示意图说明怎样解决。

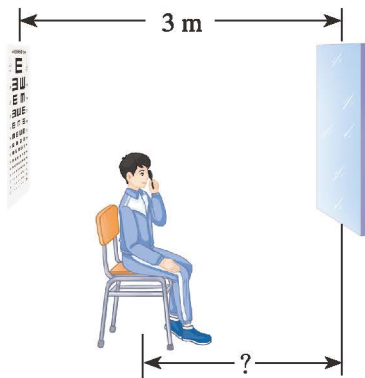


图 4.3-5 平面镜成像的应用



实践活动

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 4.3-6 甲）。在箱子内的另外两个侧壁上各安装 1 只小灯泡（图 4.3-6 乙，此图为俯视图），并将连接灯泡的导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茶色玻璃。

闭合开关，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 4.3-6 丙）。试着结合平面镜成像特点，分析该现象产生的原因。

如果你制作成功了，还可以尝试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。动手试一试吧！

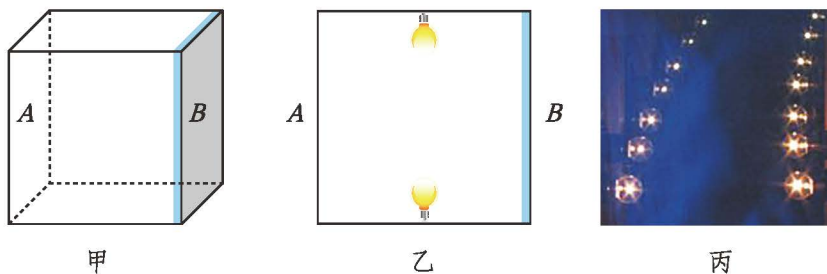


图 4.3-6 望不到尽头的长廊



自我检测

- 人站在平面镜前远离平面镜的过程中，发生的现象是（ ）。
 - 像变大，像到镜面的距离变小
 - 像变大，像到镜面的距离变大
 - 像不变，像到镜面的距离变大
 - 像不变，像到镜面的距离不变
- 体育课后，小明走到教学楼门厅内的竖直平面镜前整理自己的衣服。下列说法正确的是（ ）。
 - 他在平面镜中所成的像是虚像
 - 当他以 1 m/s 的速度向平面镜靠近时，他在平面镜中的像以 2 m/s 的速度向平面镜靠近
 - 他在镜中所成的像到镜面的距离跟他到镜面的距离相等
 - 他的鼻尖和镜中所成像的鼻尖连线与平面镜一定垂直

3. 水平桌面上有如图 4.3-7 所示的实验装置, 垂直于纸面且用支架固定的透明薄玻璃板作为平面镜, A 、 B 、 C 三支蜡烛粗细相同, A 、 B 长度相同, C 较短。小红想用这些器材探究平面镜所成像的大小与哪些因素有关。

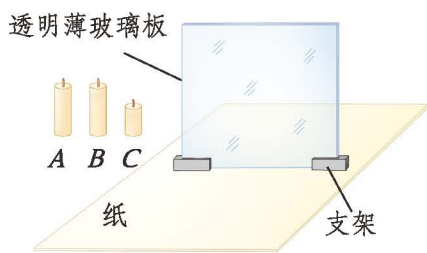


图 4.3-7

(1) 该实验采用透明薄玻璃板作为平面镜, 是为了能确定_____, 进而用不同大小的蜡烛来比较_____。

(2) 小红的部分实验步骤如下。

① 将蜡烛 A 放在玻璃板前适当位置。

② 将蜡烛_____ (选填“ B ”或“ C ”) 置于玻璃板后方, 调节它的位置, 并在玻璃板前面透过玻璃板从不同角度观察, 使其都能与蜡烛 A 的像完全重合。

③ 改变蜡烛 A 到玻璃板的距离, 并调节玻璃板后方的蜡烛到适当位置, 发现在玻璃板前面透过玻璃板从不同角度观察, 玻璃板后方的蜡烛仍能与 A 的像完全重合。

(3) 小红所观察到的实验现象说明, 物体到平面镜的距离改变时, 其在平面镜中成的像大小_____ (选填“改变”或“不变”)。因此可以得出结论: 平面镜所成像的大小与物体到平面镜的距离_____ (选填“有关”或“无关”)。

4. 小明晚上坐公交车时发现, 汽车在行驶过程中, 司机通常会把车内的灯关掉。他通过仔细观察并运用学过的物理知识, 终于明白了其中的原因。你知道汽车夜间行驶时, 司机为什么通常不开车内的灯吗?



拓展阅读

凹面镜和凸面镜

生产生活中除了平面镜以外, 还有凹面镜和凸面镜。它们的反射面是球面或抛物面的一部分。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 4.3-8), 凹面镜对光有会聚

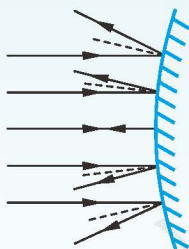


图 4.3-8 凸面镜对光的发散作用

作用(图 4.3-9)。平行光入射到凹面镜上,反射光会聚到 F 点,这一点是凹面镜的焦点。太阳灶(图 4.3-10)、大型反射式望远镜、医用反光镜等,都是利用凹面镜对光的会聚作用工作的。2008 年北京奥运会圣火就是用凹面镜会聚太阳光取得的(图 4.3-11)。根据光路可逆,若把光源放在凹面镜的焦点处,反射光将平行射出,手电筒、汽车头灯(图 4.3-12)、探照灯等都利用了这一性质。

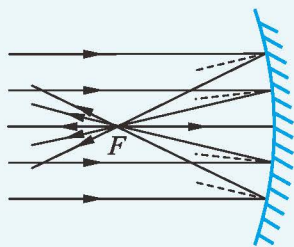


图 4.3-9 凹面镜对光的会聚作用



图 4.3-10 太阳灶



图 4.3-11 奥运圣火采集



图 4.3-12 汽车头灯

如图 4.3-13 所示,汽车的外后视镜、公路拐弯处的反光镜等使用的都是凸面镜,它们都利用了凸面镜对光的发散作用,可以扩大观察视野。



图 4.3-13 汽车外后视镜和公路拐弯处的反光镜

凹面镜和凸面镜在成像上有什么特点? 它们在生活中还有哪些应用? 请查阅相关资料, 并与同学交流。

第四节

光的折射



甲 水中的筷子

如图 4.4-1 甲所示，把一根筷子插入水中，为什么筷子看起来弯折了？如图 4.4-1 乙所示，透过压在书上的玻璃砖看书，为什么书上的字发生了“错位”？你在生活中还见到哪些类似的现象？它们有什么共同特征？



乙 透过玻璃砖看字

图 4.4-1 光的折射现象

光的折射

如图 4.4-2 所示，用激光笔射出一束光，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。如果传播方向改变了，怎样来描述这种改变呢？

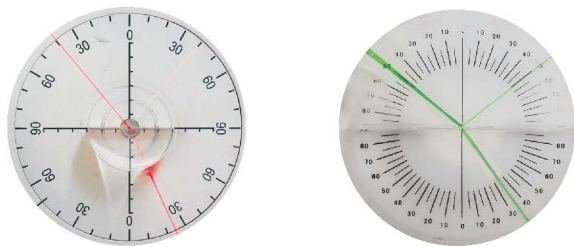


图 4.4-2 光从空气斜射入玻璃或水中

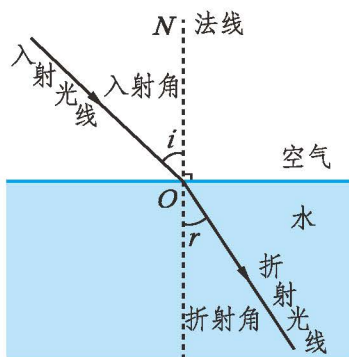


图 4.4-3 光的折射光路图

光从一种介质射入另一种介质时，传播方向通常会发生改变，这种现象叫作光的**折射**（refraction）。借鉴研究光的反射的方法，引入法线作参照，入射光线与法线的夹角叫入射角，折射光线与法线的夹角叫折射角，如图 4.4-3 所示。

那么光的折射现象有哪些规律呢？



实验探究

探究光的折射规律

利用图 4.4-2 所示的实验装置进行以下实验。

(1) 光从空气斜射入水中。观察折射光线、入射光线与法线的位置关系，比较折射角与入射角的大小关系。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的大小。

(2) 光从水斜射入空气中。观察折射光线、入射光线与法线的位置关系，比较折射角与入射角的大小关系。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的大小。

(3) 把水换成玻璃砖，仿照上述步骤进行实验。

各实验小组独立完成实验操作，分析实验数据，找出规律。

上述实验数据表明：光在发生折射时，折射光线、入射光线与法线在_____，折射光线和入射光线分别位于法线的_____；光从空气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_____；当光从水或玻璃斜射入空气中时，折射角_____入射角；光垂直于介质表面入射时，传播方向_____。

在图 4.4-2 所示的实验中，如果让光逆着折射光的方向射到水或玻璃与空气的交界面上，会发现折射后的光逆着原来的入射光的方向射出（图 4.4-4）。这表明，在光的折射现象中，光路是可逆的。

生活中的折射现象

在图 4.4-1 甲中，一根笔直的筷子斜放在盛有清水的碗里，为什么筷子看起来会上翘呢？用光的折射规律可以解释这一现象。

设在水面下有一个发光物体 A，它发出的光由水进入空气时传播方向发生改变，光线 AO 和 AO' 的折

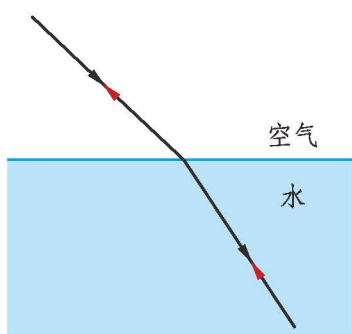


图 4.4-4 光的折射现象中光路可逆

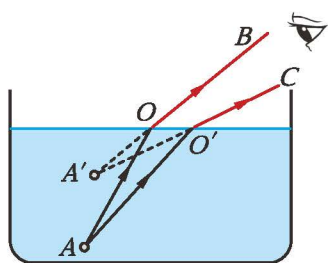


图 4.4-5 观察水中物体



图 4.4-6 潭清疑水浅

射光线分别为 OB 和 $O'C$ 。当折射光射入观察者眼睛时，观察者会认为光好像是从 A' 处直接射来的（图 4.4-5）。这样观察者所看到的物体位置比它实际的位置高。人看到筷子浸在水中的部分上翘也是类似的道理。你能解释图 4.4-1 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（图 4.4-6）。所以，大家一定不要进入情况不明的池塘中戏水！



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，但是海水温度比较低，从而造成海面上方空气疏密程度不同。光在疏密程度不同的空气中传播时方向发生偏折。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 4.4-7 所示，观察者就看见了“天上的仙境”。

沙漠中的海市蜃楼又是怎样形成的呢？感兴趣的同学可以查阅相关资料，并与同学交流。

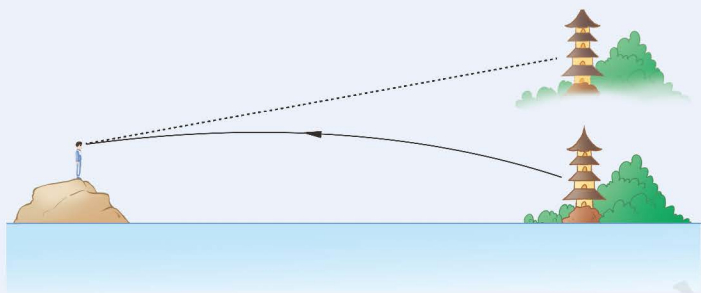


图 4.4-7 海市蜃楼的成因（示意图）



实践活动

将一枚硬币粘在不透明的水杯底部（或在底部画一个标记）。将你的视线向后移一点，使硬币（标记）刚好被杯口边缘遮住而看不见（图 4.4-8）。请另外一位同学把水缓慢加入杯中，虽然眼睛、水杯和杯底硬币（标记）的位置都没有改变，但硬币（标记）又可以重新被看到。试试看，并画图解释原因。

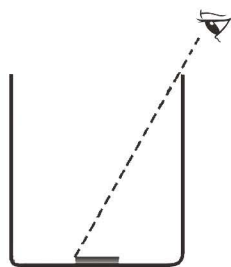


图 4.4-8 “失而复现”的硬币



自我检测

1. 图 4.4-9 中正确地表示了光从空气进入玻璃中的光路的是（ ）。

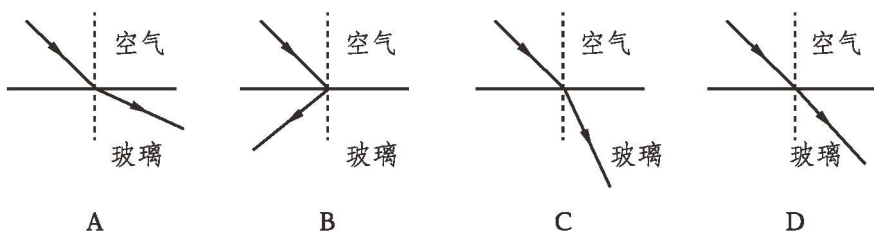


图 4.4-9

2. 小明在探究光的折射规律的实验中，用激光笔发出一束激光从水面上方以不同的角度射入水中，观察到光束在空气和水中的径迹如图 4.4-10 所示。已知在入射光从 AO 转至 BO 的过程中，空气中的光从 OD 转至 OC ，水中的光从 OE 转至 OF ，请解答以下问题。

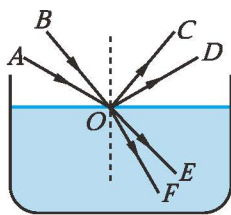


图 4.4-10

(1) 这个实验现象说明_____。

- A. 光路可逆 B. 光在水面只发生了折射
C. 光在水面只发生了反射 D. 光在水面既发生了折射又发生了反射

(2) 在入射角减小的过程中，折射角如何变化？折射角与其对应的入射角大小关系如何？

3. 一盏探照灯的灯光自东向西斜向下射入原来没有水的游泳池底中央，在池底形成一个静止的光斑。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

4. 诗句“大漠孤烟直，长河落日圆”描绘了边陲大漠壮阔雄奇的景象。

(1) 诗句中诗人观察到的落日的位置并非此时太阳所处的实际位置，这是由太阳光经过不均匀的大气层发生了_____现象导致的。

(2) 请分析说明：当我们看到的太阳在地平线上时，太阳的实际位置可能在图 4.4-11 中地平线以上的甲位置附近，还是在地平线以下的乙位置附近？

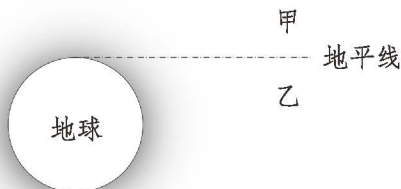


图 4.4-11



拓展阅读

全反射与光导纤维

光从空气斜射入玻璃（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。光从玻璃（或水）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，在入射角增大的过程中，折射角会先达到 90° 。入射角继续增大时，便没有折射而只有反射了（图 4.4-12）。这种现象叫作全反射。光从酒精、石英等其他介质射向空气中时也会发生全反射现象。

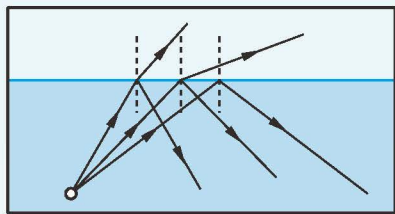


图 4.4-12 光的折射与全反射

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，科学家发现直径仅几微米的透明玻璃纤维有可能作为传输光信号的材料。1970 年，人们首次拉制出了这种玻璃纤维，这就是光导纤维。

现代技术中的光导纤维，是一种比头发丝还要细的玻璃丝，玻璃丝外包一层折射本领较小的材料，如图 4.4-13 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输图像了（图 4.4-14）。



图 4.4-13 光导纤维内部光路图

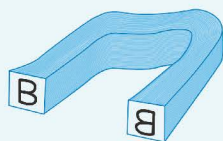
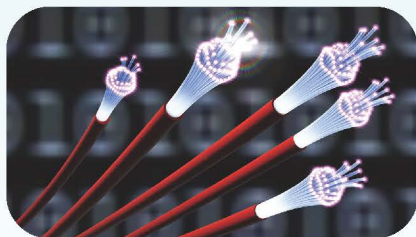


图 4.4-14 光导纤维传输图像

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 4.4-15）。光导纤维还可以用来传输信息，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 4.4-16）。

图 4.4-15 光导纤维可以做成
直径只有 0.5 cm 的胃镜图 4.4-16 光导纤维
传输光信号

随着科技的进步，光导纤维的应用会有更广阔的前景。关于光导纤维的应用，你还有哪些畅想？

借助科技手段，变换舞台灯光的颜色，可以突出舞台的主题，烘托现场的气氛，渲染表演的情感，给观众带来美好的视觉体验和艺术享受。在庆祝中国共产党成立 100 周年文艺演出的舞台上，灯光像一支蘸着历史色彩的画笔，时而用鲜艳的红色表达胜利的喜悦，时而用幽冷的蓝色呼应黄河的咆哮（图 4.5-1）。这些缤纷的色彩是如何形成的？舞台的颜色又是怎样改变的呢？请你制作一个舞台模型，设计一场舞台灯光秀。



图 4.5-1 庆祝中国共产党成立 100 周年文艺演出场景图

任务分解

1. 认识光的色散，尝试制造不同颜色的光。
2. 研究不同色光的混合现象，了解光的三原色原理。
3. 了解物体的颜色，尝试利用不同颜色的光改变物体的颜色。
4. 制作舞台模型，设计舞台灯光秀。

任务一 认识光的色散

如图 4.5-2 所示，中间无色透明的玻璃三棱柱叫作三棱镜。一束太阳光照射到三棱镜一个侧面上，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**（dispersion）。

我们知道太阳光是白光，色散现象表明：白光是由多种色光组成的。



图 4.5-2 光的色散
（示意图）

雨过天晴后，我们经常能看到天边出现一道绚丽的彩虹。彩虹就是由太阳光照射到空中的小水滴发生色散而形成的。



实践活动

当太阳倾斜照射时，背对着阳光站立，用喷雾器向前将水沿斜上方喷成雾状，在一个合适的角度就可以从雾中看到彩虹（图 4.5-3）。动手试一试，并和同学分享你的经验，可以从以下方面进行交流。

- (1) 选择什么位置更容易看到彩虹？
- (2) 你看到的彩虹从外向内依次是什么颜色？
- (3) 你尝试过用其他方法来制造彩虹吗？



图 4.5-3 人造彩虹

任务二 研究不同色光的混合

我们看到的绝大多数彩色光，都可以利用红、绿、蓝三种色光按不同比例混合而成，因此红、绿、蓝称为光的**三原色**（three primary colors）。

如图 4.5-4 所示，把红光和蓝光按照一定比例同时重叠地照在白墙上，可以看到品红色。如果把绿光和蓝光按照一定比例同时重叠地照在白墙上，可以看到青色。如果把红光和绿光按照一定比例同时重叠地照在白墙上，可以看到黄色。当红、绿、蓝三色光按照一定比例同时重叠地照在白墙上时，可以看到白色或灰白色。

彩色电视机屏幕上丰富多彩的画面，就是由三原色的光混合而成的。

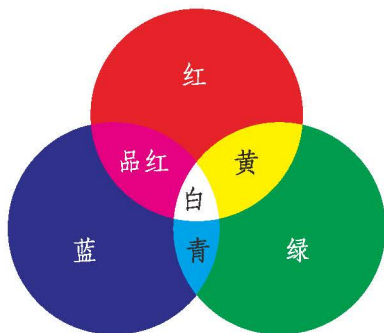


图 4.5-4 色光的混合



实践活动

用高倍放大镜观察电视机或计算机屏幕，对比并记录下列几种情况中的现象，尝试进行解释并与同学交流。

- (1) 未开机与开机时。
- (2) 发光的区域与不发光的区域。
- (3) 发蓝光或红光的区域与发白光的区域。

任务三 了解物体的颜色

大自然是最有创意的调色师，红的花、绿的树、蔚蓝的天空，为我们描绘出一幅幅五彩斑斓的画卷。阳光下，物体为什么能呈现不同的颜色？光的颜色对物体的颜色有什么影响呢？

如图 4.5-5 所示，让白光经三棱镜折射后形成的彩色光带分别通过红、绿、蓝三种颜色的玻璃片，再照射到白纸（光屏）上，你在白纸上看到了什么？这一现象说明了什么？

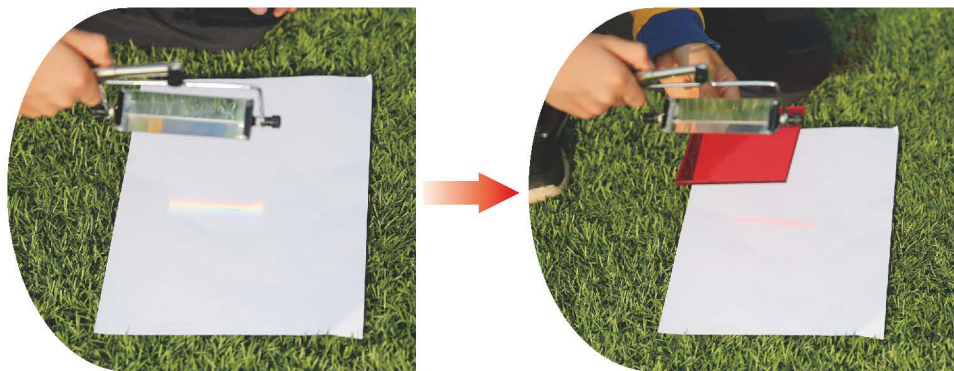


图 4.5-5 红色玻璃只能透过红光

从实验中可以看到，红玻璃片只让红光透过，而把其他颜色的光几乎全部吸收了。同样，彩色光带分别通过绿、蓝玻璃片后，在白屏上也分别只呈现出绿色光带和蓝色光带。实验表明：**透明物体的颜色是由透过它的色光决定的**。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色、红色、蓝色、黑色的四个物体，当只用红光照射它们时，我们会看到“白色”物体呈红色，“红色”物体仍然呈红色，“蓝色”物体和“黑色”物体都呈黑色。这说明：“白色”“红色”物体能反射红光，而“蓝色”“黑色”物体吸收了红光，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**。



人眼是怎样感知颜色的

正常人眼的视网膜中分布着大量用来感知光信息的视细胞（又称感光细胞，图 4.5-6），这些视细胞又分为视杆细胞和视锥细胞。其中视杆细胞对弱光刺激敏感，视锥细胞对强光和颜色敏感。而视锥细胞又分为感红视锥细胞、感绿视锥细胞、感蓝视锥细胞三种，它们对不同色光的敏感程度不同。不同色光照射到视锥细胞上时，会引起三种视锥细胞不同程度的反应，这种反应通过视神经、视传导通路到达视觉中枢，再由视觉中枢下达命令，产生色觉。

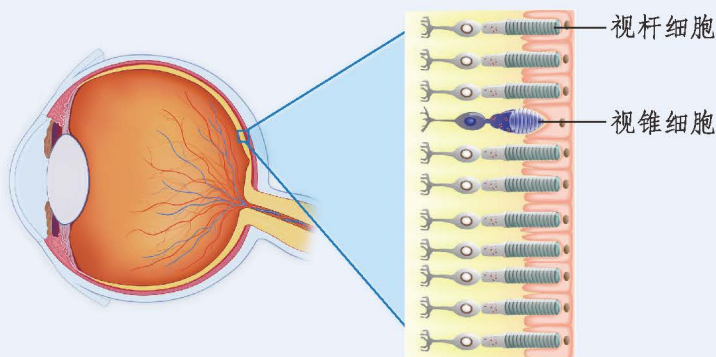


图 4.5-6 人眼视网膜上的视细胞（示意图）

当红光射入眼睛时，感红视锥细胞反应的强度最强，而感绿视锥细胞和感蓝视锥细胞反应的强度要弱得多，此时视觉中枢诱发红色觉。绿光、蓝光射入眼睛时的情况与之类似。当黄光射入眼睛时，感红视锥细胞和感绿视锥细胞反应的强度较强，而感蓝视锥细胞反应的强度要弱得多，此时视觉中枢诱发黄色觉。当白光射入眼睛时，三种视锥细胞反应的强度相同，视觉中枢诱发白色觉。如果人眼中某种光敏视锥细胞不够敏感，则人眼对颜色的识别能力将减弱，甚至不能正常地识别出色光的颜色，便会形成色觉障碍，即人们所说的色弱和色盲。

有趣的是，如果将红光和绿光以一定比例同时射入眼睛，感红视锥细胞和感绿视锥细胞会同时产生一定强度的反应，视觉中枢诱发黄色觉。所以我们看到的绝大多数的色光，都可以用红、绿、蓝三种色光按不同比例混合而成。

—— 实践活动 ——

请你通过实验，探究如何利用不同颜色的光来改变物体所呈现的颜色。实验时，可以把纸盒内部涂黑做成暗箱，把物体放在暗箱内进行观察。可在发白光的灯泡前加装滤色片，或使用不同颜色的发光二极管(图 4.5-7)作为光源。请把你在实验中观察到的物体的颜色记录在表 4.5-1 中，并与同学交流讨论。



图 4.5-7 不同颜色的发光二极管

表 4.5-1 探究不同色光对物体所呈现颜色的影响

光的颜色	物体所呈现的颜色			
	红	绿	蓝	白
红				
绿				
蓝				

任务四 设计舞台灯光秀

色彩具有丰富的含义，比如红色代表温暖、喜庆，绿色代表希望、生机，蓝色代表宁静、寒冷，黑色代表凝重、深沉。在设计舞台灯光秀的过程中，可以交替运用色彩的变化、灯光的明暗来表达情感。

—— 实践活动 ——

请你和同学组成一个“舞美设计小组”，创作一部舞台剧。要求制作一个舞台模型，布置舞台的背景来表现一个故事场景，并为舞台上的表演者（可用玩具小人代替）设计表演服装。服装要能在不同颜色的灯光照射下变换颜色，甚至让表演者身体的局部产生“隐身”效果。设计时请思考以下问题：

- (1) 为表现故事主题和人物的情感，舞台背景和人物服装的颜色应如何选择？

(2) 服装的颜色应如何选择, 才能实现颜色变换和“隐身”效果?

(3) 为实现舞台背景图案的变换, 图案颜色设计与灯光颜色应有怎样的关系?

(4) 如何获得不同颜色的灯光?

制作完成后, 在全班进行展示。比比看, 哪个小组舞台灯光色彩运用的表现力较好, 更能表达故事的主题。



自我检测

1. 太阳光通过三棱镜时发生色散现象, 这表明白光_____。

2. 透明物体的颜色是由_____决定的, 不透明物体的颜色是由_____决定的。

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

- 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

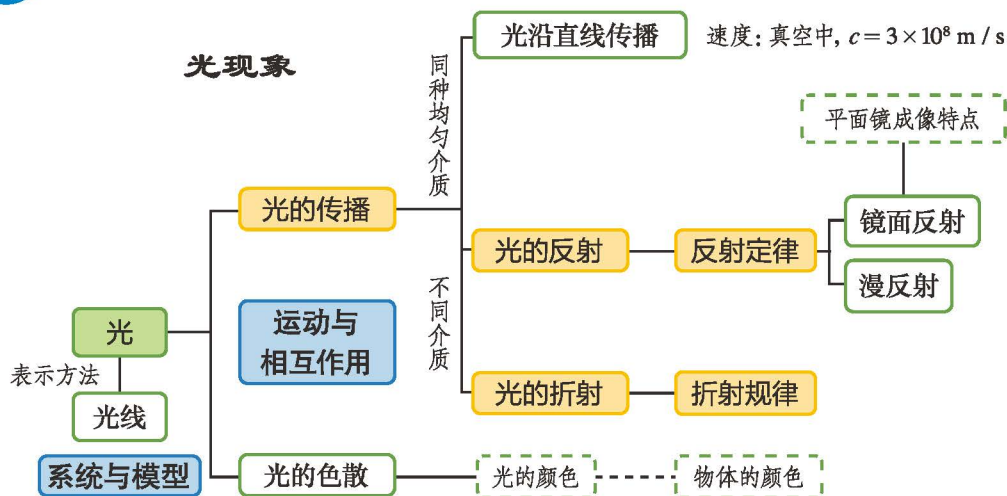
4. 请你查阅资料了解生物世界颜色的奥秘, 并把你调查的结果做成展板或者演示文稿, 与同学交流。以下主题供参考, 你还可以去查阅更多感兴趣的问题。

(1) 太阳光由不同颜色的光组成, 其中偏向红光的色光热效应较显著, 而偏向蓝、紫光的色光热效应较弱。阳光下五颜六色的花的世界里, 为什么极少有黑色的花出现?

(2) 所有的生物都能感知颜色吗?

整理与复习

概念整合



素养发展

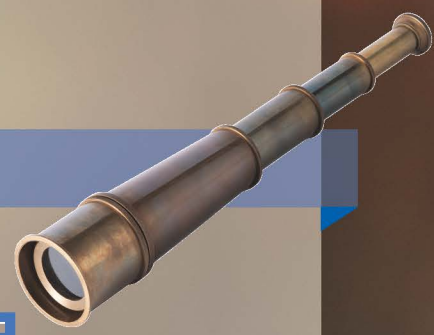
本章我们用带箭头的直线表示光的传播情况,从而建构了“光线”这一物理模型,并运用光线来描述光的传播特点和规律。建构模型是物理学中常用的一种研究问题的方法。

在学习光的反射定律时,我们运用了几何的方法来描述实验现象,并经历了从空间到平面再到具体方位(角度)对反射光进行逐级探究的过程,通过具体的实验证据总结得出物理规律——光的反射定律。这种利用数学工具来研究物理问题的方法在以后的学习中会广泛使用。

在探究平面镜成像特点的过程中,我们第一次相对完整地经历了提出物理问题、形成猜想与假设、设计实验与制订方案、获取与处理信息、基于证据得出结论、交流与评估等过程,这些都是科学探究的核心要素。

问题解决

很多魔术表演都利用了光学知识,如有的魔术表演巧妙地使用了平面镜让观众产生错觉,从而达到演出效果。请查阅资料,了解一些魔术表演所用到的光学知识,并尝试在同学面前进行一次以平面镜为主题的“光学魔术”表演。



· 第五章 ·

透镜及其应用

人们在认识自然、探索自然界各种规律的过程中获得了很多光学知识，利用这些知识，人们发明了很多光学仪器。这些光学仪器又成为我们进一步观察和探索自然的重要工具。你能说出生活中有哪些光学仪器吗？这些光学仪器又是利用了什么光学原理为人们服务的呢？



第一节

透 镜



图 5.1-1 镜片

你玩过放大镜吗？或许你对爷爷奶奶的老花镜产生过兴趣，也许你自己就戴眼镜。这些物品的核心部件都是由透明的材料制成的（图 5.1-1）。这些透明的材料表面是平的吗？薄厚均匀吗？它们对光有什么作用呢？

透 镜



图 5.1-2 各种形状的透镜

两个面都是球面的一部分，或一个面是球面的一部分、另一个面是平面的透明体，通常称为**透镜**（lens）。用玻璃、树脂或水晶等透明材料制成的放大镜、近视眼镜和远视眼镜等的镜片，都是透镜。垫着擦镜绒布或柔软干净的纸，摸一下近视镜片和远视镜片，你会发现每个镜片的中间和边缘的厚度不同。

透镜可以分为两类，中间厚边缘薄的称为**凸透镜**（convex lens），中间薄边缘厚的称为**凹透镜**（concave lens）。它们的截面有各种不同的形状，如图 5.1-2 所示。

如图 5.1-3 所示，最简单的透镜的两个表面都是球面的一部分，通过两个球心 C_1 、 C_2 的直线叫作透镜的**主光轴**（primary optic axis），简称**主轴**。如果透镜的厚度比球面的半径小很多，这种透镜称为薄透镜。薄透镜的中心 O 点叫作透镜的**光心**（optical center）。

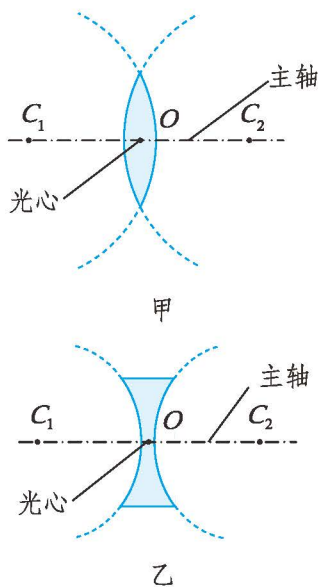


图 5.1-3 透镜的主轴和光心

透镜对光的作用

根据前面学过的光的传播规律，你能猜测当光通过透镜时，透镜对光有什么作用吗？

让凸透镜的一面正对着太阳光，将一张纸或光屏放在凸透镜的另一侧，观察太阳光通过凸透镜后出现的现象。移动光屏，直到在光屏上得到最小最亮的光斑，如图 5.1-4 所示。换用凹透镜重复上述实验，光屏上还能得到那样又小又亮的光斑吗？由此你能发现凸透镜和凹透镜对光的作用有什么不同吗？

如图 5.1-5 所示，将与主轴平行的光束，分别照射在凸透镜和凹透镜上，观察这样的平行光束通过凸透镜或凹透镜后传播方向发生了怎样的变化。



图 5.1-4 太阳光通过凸透镜形成光斑

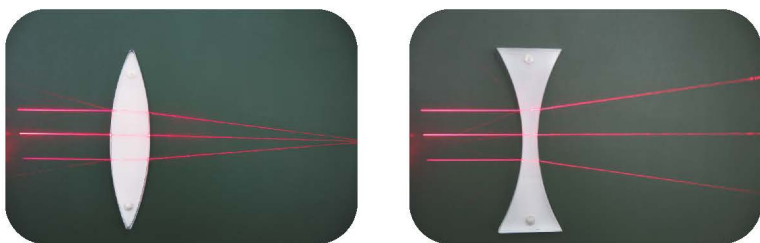


图 5.1-5 凸透镜使光会聚，凹透镜使光发散

实验表明：在空气中，平行于主轴的光束通过凸透镜后，光向靠近主轴的方向偏折；平行于主轴的光束通过凹透镜后，光向远离主轴的方向偏折。凸透镜对光有会聚作用，因此凸透镜又称会聚透镜；凹透镜对光有发散作用，因此凹透镜又称发散透镜。

焦点、焦距

与凸透镜主轴平行的光，经过凸透镜后会聚于主

提示

注意不要让强光直接照射在眼睛上，也不要长时间观察光斑。

注意要使光斑避开易燃物。

注意不要通过凸透镜直接观察强光。

轴上一点 F (图 5.1-6 甲)。 F 点叫作凸透镜的**焦点** (focus)。焦点到凸透镜光心的距离叫作**焦距** (focal length), 用 f 表示。

与凹透镜主轴平行的光, 经过凹透镜后形成发散光。如果迎着发散的光望去, 会觉得这些光好像是从凹透镜另一侧的某一点 F 沿直线发出来的 (图 5.1-6 乙)。 F 点叫作凹透镜的虚焦点, 虚焦点到凹透镜光心的距离叫作凹透镜的焦距。

透镜的焦距越小, 对光的会聚 (或发散) 作用越明显。

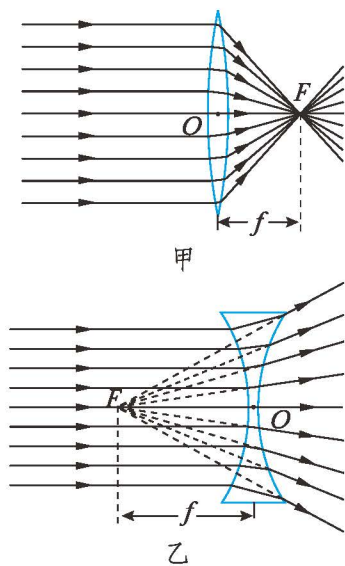


图 5.1-6 透镜的焦点和焦距



实践活动

在一块干燥且干净的玻璃片上滴几滴清水 (图 5.1-7), 让玻璃片保持水平在灯光下上下缓慢移动, 观察桌面上的亮度变化情况。想一想这是为什么。隔着玻璃片上的水滴观察玻璃片下面的物体, 你有什么发现?



图 5.1-7 玻璃片上的水滴



自我检测

1. 下列关于透镜的说法正确的是 ()。

- A. 一侧表面凸起的透镜一定是凸透镜
- B. 中间比边缘薄的透镜一定是凹透镜
- C. 凸透镜和凹透镜都有焦点, 但凹透镜的是虚焦点
- D. 凸透镜对光有会聚作用, 因此通过凸透镜的光一定会聚于焦点

2. 图 5.1-8 是光射向透镜或光从透镜射出的光路图。请补画出入射光线或出射光线。

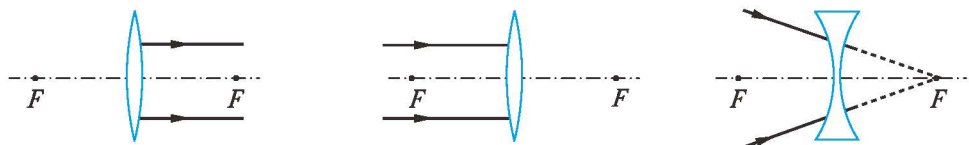


图 5.1-8

3. 如图 5.1-9 所示, 光通过虚线框中的一个透镜, 传播方向发生了改变。请在方框中画出适当的透镜。

4. 小明帮助爸爸把麦秸晒干堆成垛。天要下雨了, 小明为了防止麦秸被淋湿, 赶紧用塑料薄膜把麦秸遮盖起来。雨过天晴, 烈日炎炎。小明看到塑料薄膜顶部有一摊水, 突然想到物理课上学到的光学知识, 急忙跑到麦秸垛旁, 将薄膜上的水排掉。小明为什么要这样做? 这里面有什么物理道理?

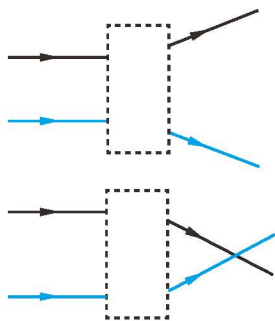


图 5.1-9



拓展阅读

森林火灾成因探秘

在人迹罕至的热带丛林, 常常发生神秘的大火, 使大片森林付之一炬, 许多鸟兽葬身火海。起初人们并不知道森林起火的原因, 经过长期的调查与研究, 人们发现其中可能的原因之一竟是树叶上的露珠。原来, 每天清晨, 树木的枝叶上常挂着露珠。由于地处赤道附近, 虽然太阳刚刚升起却已骄阳似火, 阳光照在露珠上, 而每颗露珠又恰似凸透镜 (图 5.1-10), 使阳光会聚于焦点。若恰好有许多露珠透镜的焦点重合, 且在重合的焦点处有枯草或干树叶, 它们很快就会被点燃。特别是小鸟爱用干草或枯枝筑巢, 森林大火往往会从鸟巢烧起。



图 5.1-10 树叶上的露珠

在野外或公园里是禁止乱丢矿泉水瓶的。原因之一就是, 当雨水进入矿泉水瓶后, 有水的矿泉水瓶会将阳光会聚引起火灾。所以, 千万不要在野外或公园乱丢矿泉水瓶!

请你找来一瓶矿泉水, 横置于阳光下, 仿照图 5.1-4 所示的实验, 观察并比较它和凸透镜对阳光的会聚效果有什么不同, 分析其中的原因。

第二节

凸透镜成像的规律



图 5.2-1 用凸透镜观察物体

如图 5.2-1 所示，用一个凸透镜来观察远处的物体，你看到了什么现象？再用它来观察你的手指，你又看到了什么现象？凸透镜成像有哪些规律呢？



学生实验

探究凸透镜成像的规律

◆问题与猜想

把物体放在距离凸透镜不同的位置，成像有什么特点？

◆制订方案

怎样探究像的特点与物体到凸透镜的距离（物距 u ）的关系呢？

探究像的特点与物距的关系，需要将物体置于透镜前的不同位置，寻找像的位置，确定像到透镜的距离（像距 v ），记录物距、像距及成像特点，在此基础上探究成像规律。

◆收集证据

(1) 将蜡烛、凸透镜（焦距已知）和光屏安装在光具座上，调节它们的高度，使烛焰中心、透镜中心和光屏中心在一条与光具座平行的直线上（图 5.2-2）。

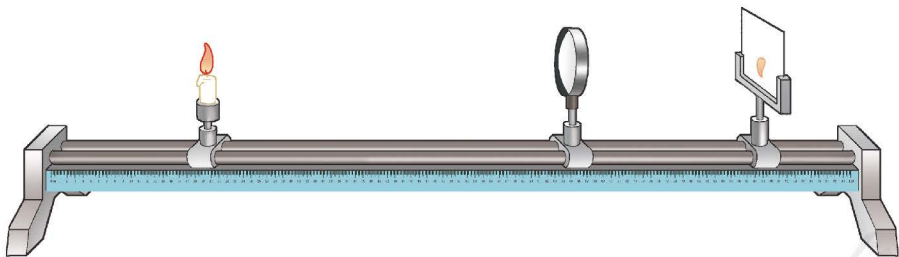


图 5.2-2 探究凸透镜成像规律的实验装置

(2) 将点燃的蜡烛放在距离透镜 2 倍焦距以外的位置, 移动光屏, 直到光屏上呈现出烛焰清晰的像, 测量物距、像距, 观察像的正倒、大小、虚实。依次减小物距, 测量出每一次的物距、像距, 并观察像的情况。

(3) 在成虚像和成实像两种情况下, 轻轻吹蜡烛的火焰, 使它垂直于光具座沿水平方向偏斜, 观察烛焰的像与烛焰的偏斜方向是否相同。

将你观察到的成像情况画在图 5.2-3 中, 并将实验现象和数据记录在表 5.2-1 中。

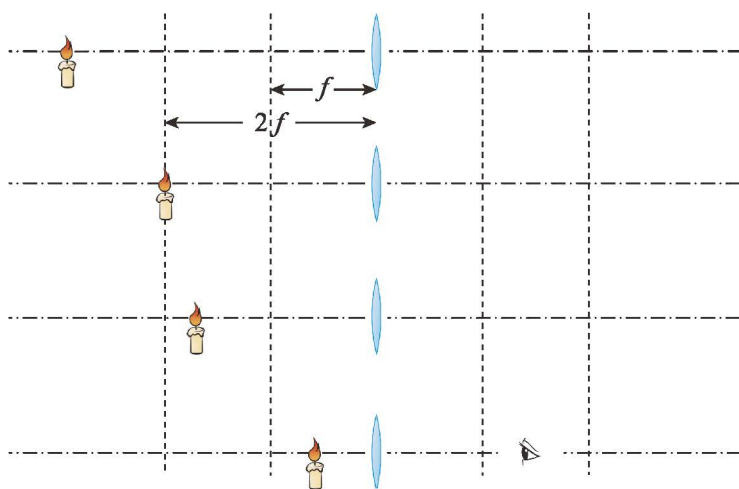


图 5.2-3 凸透镜成像情况

表 5.2-1 探究凸透镜成像的规律

焦距 f / cm	物距 u / cm	像距 v / cm	像的性质		
			正立或倒立	放大或缩小	虚像或实像

◆分析与论证

通过观察到的实验现象和收集到的数据, 我们可以得到, 凸透镜成像的正倒、大小、虚实、位置等取决于物距和透镜焦距之间的关系。

(1) 当物距_____于焦距时, 成倒立的实像。当物距_____于焦距时, 成正立的虚像, 并且虚像的大小比物体_____。

(2) 当物距大于 2 倍焦距时, 在_____范围内得到了_____、_____的实像。当物距等于 2 倍焦距时, 像距等于 2 倍焦距, 得到了_____、_____的实像。当物距在 1 倍焦距与 2 倍焦距之间时, 在_____范围内得到了_____、_____的实像。

◆评估与交流

与其他同学的实验现象和数据进行比较, 分析所观察到的现象和得到的成像规律有什么异同。

用焦距不同的凸透镜做实验所得的结论相同吗? 你还发现了哪些新的问题?

物体成虚像和成实像时, 像相对于物的左右、上下位置发生变化吗? 与平面镜成像对比, 凸透镜成像有什么不同点?



自我检测

1. 如图 5.2-4 所示是“探究凸透镜成像的规律”的实验操作情景, 下列说法正确的是 ()。

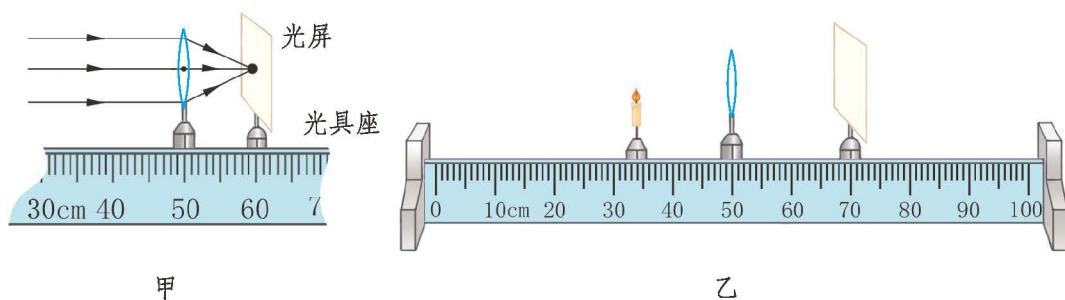


图 5.2-4

- A. 从图甲中可知该透镜的焦距为 10 cm
- B. 如图乙所示, 向左适当移动光屏可以得到放大的实像
- C. 如图乙所示, 将蜡烛移至 30 cm 刻度处, 光屏上可以得到等大的实像
- D. 如图乙所示, 将蜡烛移至 45 cm 刻度处, 移动光屏可以得到缩小的实像

2. 在“探究凸透镜成像的规律”实验中：

(1) 先在光具座上依次安装蜡烛、凸透镜、光屏，然后点燃蜡烛并调节烛焰、凸透镜、光屏的中心在_____。

(2) 如图 5.2-5 所示，移动光屏，在光屏上观察到一个倒立、缩小的实像。

① 实验中使用的凸透镜的焦距 ()。

A. 等于 15 cm B. 小于 5 cm C. 小于 15 cm D. 大于 15 cm

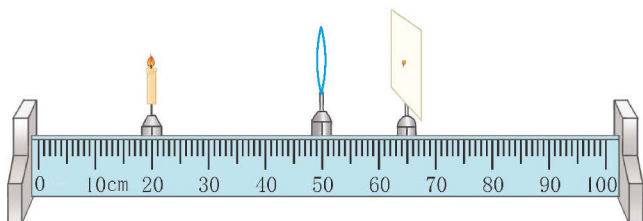


图 5.2-5

② 保持凸透镜的位置不动，仅将蜡烛和光屏的位置互换，光屏上_____ (选填“能”或“不能”) 观察到烛焰清晰的像。

3. 现在航拍越来越多地应用到了日常生活中。某学校使用小型无人机来拍摄学校运动会的盛况。如图 5.2-6 所示，无人机底部的摄像机镜头可以看成是一个凸透镜，那么当无人机在高空拍摄整个运动会场面时，所成倒立、缩小、清晰的实像应最靠近凸透镜主轴上的 a 、 b 、 c 、 d 哪一点？说出你判断的依据。

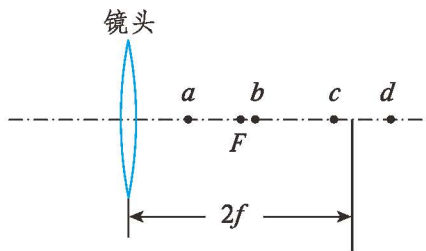


图 5.2-6

4. 为探究凸透镜成像的规律，小红进行了如下实验。

(1) 在探究前，小红将三个凸透镜分别正对太阳光，调节凸透镜和光屏间的距离，使太阳光在光屏上会聚成一个最小最亮的光斑，测得凸透镜到光屏的距离分别为 48 cm、15 cm 和 4 cm。小红选择了 15 cm 的那个凸透镜进行实验，

其他两个凸透镜则不在本实验中使用。你认为小红这样做的原因是什么？

(2) 小红开始实验时，把点燃的蜡烛放在离凸透镜尽可能远一些的位置上，此时光屏应该放在什么位置上来承接烛焰的实像？得到实像后，把蜡烛适当地向凸透镜靠近一些，这时光屏应向什么方向移动才能重新承接到实像？

(3) 当蜡烛移动到距凸透镜只有 12 cm 时，将光屏放在凸透镜的另一侧（相对蜡烛而言），光屏不管怎样移动都承接不到实像，这时把光屏放在蜡烛的同侧能否承接到烛焰的像？



拓展阅读

用作图法描述凸透镜成像的规律

用光线结合作图法对光学成像规律进行描述，可以解释实验现象。如在研究平面镜成像的特点时，我们用作图的方法分析了平面镜成虚像的原理。下面我们用作图法描述凸透镜成像的规律。

为了方便作图，我们用两端带箭头的线段来表示凸透镜。凸透镜有三条特殊光线，如图 5.2-7 所示：(1) 平行于主轴的光线通过凸透镜后经过焦点；(2) 过焦点的光线通过凸透镜后平行于主轴；(3) 过光心的光线通过凸透镜后传播方向不变。

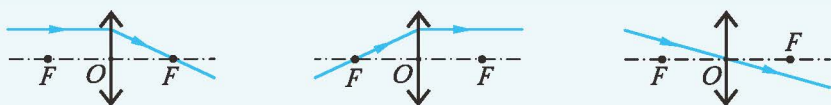


图 5.2-7 特殊光线经过凸透镜的光路图

我们选择其中任意两条特殊光线描述凸透镜的成像规律。如图 5.2-8 甲所示，物体 AB 置于主轴上，其到凸透镜的距离大于 2 倍焦距 ($u > 2f$)，从物点 A 射出的平行于主轴的光线通过透镜后经过右侧焦点，通过光心的光线传播方向不变。两条出射光线相交于一点 A' ， A' 即物点 A 的像 ($f < v < 2f$)。同理，物体上的其他点也可以用同样的方法找到像，于是我们得到了物体 AB 的像 $A'B'$ 。用同样的方法作出 $u = 2f$ 、 $f < u < 2f$ 、 $u = f$ 、 $u < f$ 几种情况下的成像原理图（图 5.2-8 乙～戊）。

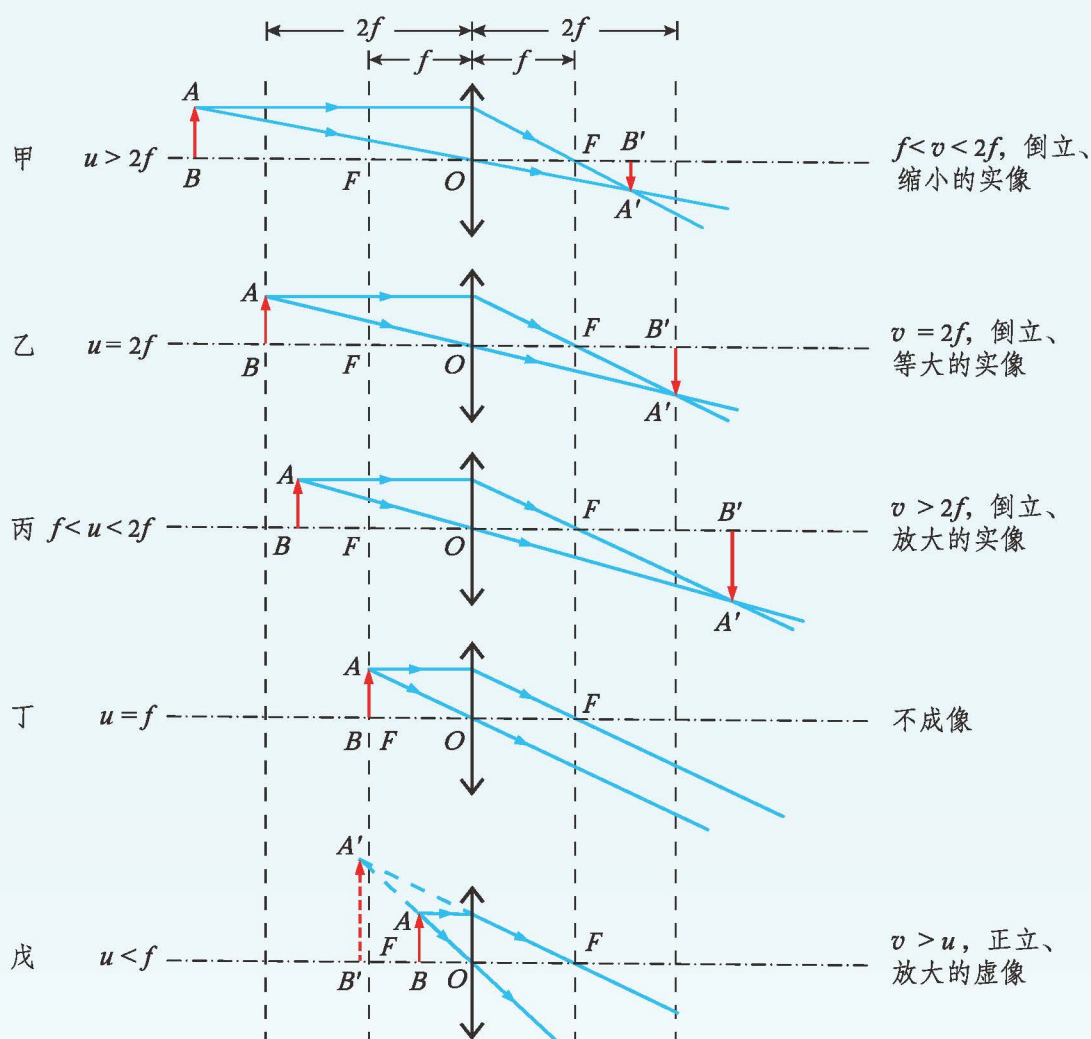


图 5.2-8 用作图法描述凸透镜成像规律

用作图法研究光的传播与成像情况，可以将抽象内容形象化，这是一种重要的研究方法。请你尝试用这种方法研究凸面镜、凹面镜和凹透镜成像的规律，并与同学交流。

第三节

生活中的透镜



图 5.3-1 用望远镜
可以看清更远的物体

人们利用透镜的成像规律制造了许多光学仪器，如放大镜、投影仪、照相机、望远镜、显微镜等。利用这些光学仪器可以看清更小或更远的物体(图 5.3-1)，还可以留住我们看到的美丽景象。那么，这些光学仪器究竟是怎样工作的呢？

放大镜

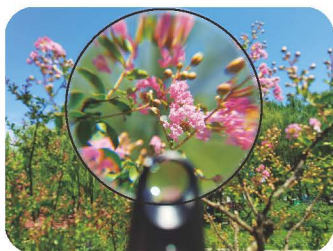


图 5.3-2 用放大镜观察物体

如图 5.3-2 所示，我们生活中使用的放大镜就是一个凸透镜，人们用放大镜可以看清细小的物体。使用时，将物体置于放大镜一侧的 1 倍焦距以内，在另一侧通过放大镜就可以观察到物体被放大的虚像。想一想，如果要看到物体更大的像，如何调整放大镜与物体间的距离？



幻灯机



投影仪

幻灯机和投影仪

如图 5.3-3 所示，幻灯机和投影仪是将幻灯片或投影片上的图像（相当于物体），通过镜头（相当于一个凸透镜）在屏幕上形成一个放大的像的仪器。

观察图 5.3-4 所示的幻灯机和投影仪的结构和工作原理，比较幻灯片（或投影片）上的图像和屏幕上所成的像的大小，你知道幻灯机和投影仪各部件的作用是什么吗？哪一段距离是物距，哪一段距离是像距？物距大还是像距大？要想使屏幕上的像大一些，应该如何调节？

图 5.3-3 幻灯机与投影仪

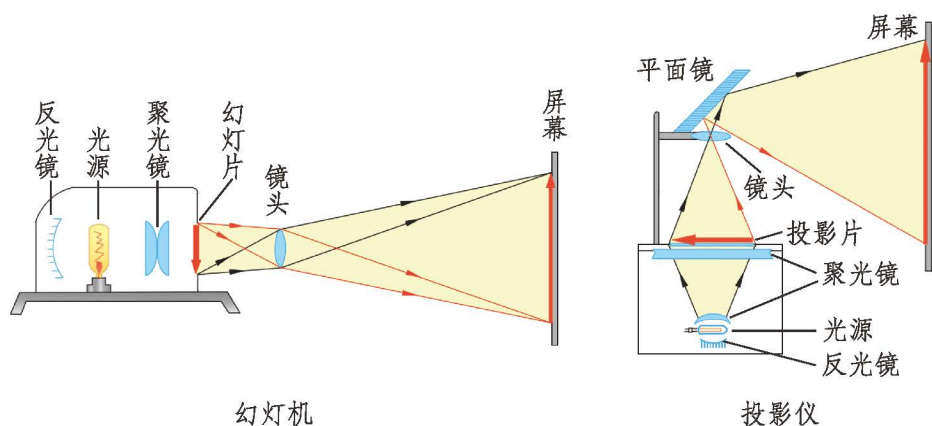


图 5.3-4 幻灯机和投影仪的结构和工作原理

幻灯机工作时，幻灯片到镜头的距离为物距，屏幕到镜头的距离为像距。当物距大于 1 倍焦距、小于 2 倍焦距时，得到倒立、放大的实像。此时像距大于 2 倍焦距。要使屏幕上的像大一些，应当减小幻灯片到镜头的距离，同时使屏幕远离镜头，也就是把幻灯机移到离屏幕较远的地方。

现在家庭、办公室、学校和娱乐场所等使用的投影仪（图 5.3-5）可以通过不同的接口同计算机等设备相连接，将图像或视频信号投射到屏幕上，成像原理与上述幻灯机和投影仪类似。



图 5.3-5 一种便携式投影仪

照相机

如图 5.3-6 所示，照相机的镜头是由多个镜片组成的，它相当于一个凸透镜。

照相机的工作原理如图 5.3-7 所示。物到镜头的距离为物距，镜头到底片的距离为像距。物距大于镜头焦距的 2 倍，底片上成倒立、缩小的实像。若要使底片上的像大一些，应当减小物距、增大像距，即照相机应离被拍摄的物体近一些，同时将镜头往外拉，使镜头到底片的距离远一些。



图 5.3-6 单反相机剖面图

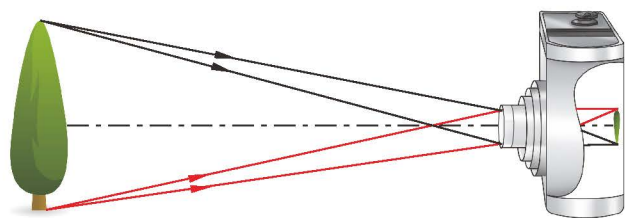


图 5.3-7 照相机的工作原理



科学窗

专业照相机的一些参数

专业照相机上有很多参数可供选择,如光圈、快门速度、焦距、感光度等。“光圈”是用来控制镜头通光量的装置,一般标有 F4、F5.6、F8、F11、F16 等值。光圈数值越大,镜头允许的通光量越少,拍出的照片景深越深,如图 5.3-8 所示。“快门速度”是指拍照时镜头允许的通光时间,一般标有 $1/250$ 、 $1/125$ 、 $1/60$ 、 $1/30$ 、 $1/15$ 、 $1/8$ 等值,快门速度值越小,镜头允许的通光时间越短,拍摄动态的景物就会越清晰,如图 5.3-9 所示。

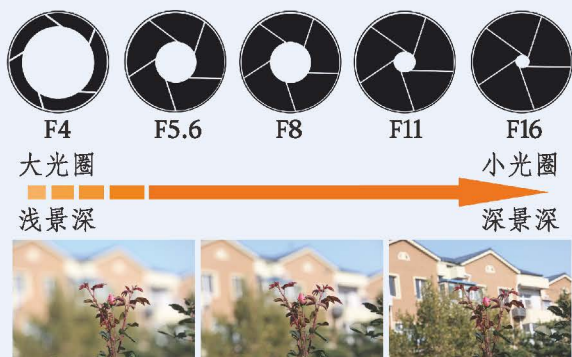


图 5.3-8 光圈与景深的关系

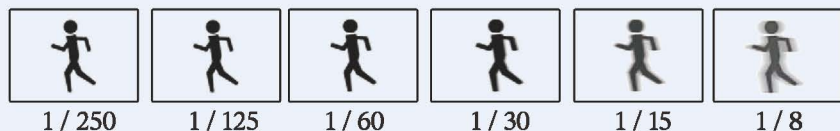


图 5.3-9 快门速度对动态景物拍摄效果的影响

在拍照过程中,通常需要根据拍摄景物的亮度、运动快慢以及所需要突出的主体(景深)来选择适当的光圈和速度的组合。

显微镜

如图 5.3-10 所示,显微镜主要由目镜和物镜组成,它们分别由一组镜片构成,各相当于一个凸透镜。物

镜的焦距很小，目镜的焦距较大。待观察物体先通过物镜在目镜的焦点附近（小于目镜焦距）成一个倒立、放大的实像，再通过目镜进一步放大（此时目镜就相当于放大镜），所以用显微镜观察物体时放大的倍数更大。显微镜的放大倍数等于物镜放大倍数与目镜放大倍数的乘积。用显微镜可以看到微生物、细胞等人眼无法直接看见的微小物体。



图 5.3-10 显微镜

望远镜

我们借助望远镜（图 5.3-11）可以看清楚远处的物体，望远镜包括普通望远镜、天文望远镜等。



图 5.3-11 各种望远镜

望远镜按工作原理来分，可分为折射式望远镜（图 5.3-12）和反射式望远镜（图 5.3-13）等。

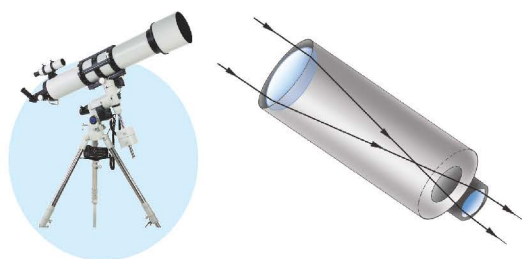


图 5.3-12 折射式望远镜



图 5.3-13 反射式望远镜



实践活动

自制望远镜

伽利略是世界上第一个用望远镜观测天体并进行绘制记录的科学家。图 5.3-14 甲是伽利略亲手制作的望远镜，它由一个凸透镜和一个凹透镜组成，后人称之为伽利略式望远镜。图 5.3-14 乙是伽利略根据观测结果手绘的月面图。

还有一种常用的望远镜是由两个凸透镜组成的，称为开普勒式望远镜。请你试着用两个焦距不同的凸透镜制作一个简易的开普勒式望远镜，来观察一下远处的景物，看看会有什么样的效果。

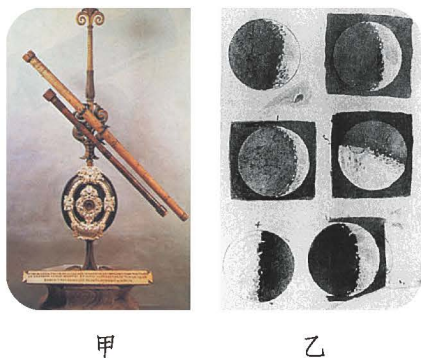


图 5.3-14 伽利略制作的望远镜及手绘的月面图

提示

注意不要用望远镜直接观察太阳！



自我检测

1. 如图 5.3-15 是小明用手机和透镜自制的简易投影仪，它能将手机上的画面放大投射到白墙上。下列说法正确的是 ()。

- A. 手机到透镜的距离应大于透镜的 2 倍焦距
- B. 墙上呈现的是手机画面正立、放大的虚像
- C. 制作简易投影仪的透镜，可以做放大镜用
- D. 要使墙上的像变大，应增大手机与透镜间的距离

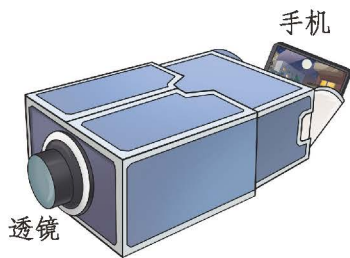


图 5.3-15

2. 显微镜能对微小物体进行高倍数放大，微小物体经过显微镜的物镜先成一个倒立、放大的像，这个像（相当于目镜的物）再经过目镜成一个正立、放大的像。显微镜的物镜、目镜分别相当于 ()。

- A. 幻灯机、放大镜
- B. 幻灯机、幻灯机
- C. 放大镜、放大镜
- D. 放大镜、幻灯机

3. 小红用一架可变焦距的相机在同一位置拍下了两张照片, 分别如图 5.3-16 甲、乙所示。结合图像分析可知, 拍摄照片_____时, 镜头焦距调得较大。



图 5.3-16

4. 在晚上关闭房间的灯光, 将两个打开的手机叠在一起放在水平桌面上, 如图 5.3-17 所示。手持放大镜, 使它位于上层手机屏幕的上方, 然后保持放大镜平行于手机屏幕, 慢慢地沿竖直方向远离手机。当放大镜处于适当的位置时, 就会在天花板上看到一个手机的倒立、放大、清晰的像, 这是哪个手机的像? 继续将放大镜缓慢远离到适当位置, 你又会天花板上看到一次手机倒立、放大、清晰的像, 这又是哪个手机的像? 继续将放大镜向上移动, 还能再看到手机清晰的像吗? 还有几次看到像的机会? 各是哪个手机的像? 像有什么特点?



图 5.3-17



拓展阅读

光学变焦与数码变焦

当我们站在某一个位置用定焦镜头拍摄远处的景物时, 在底片上得到一个景物的像。如果我们想要放大特写景物的某个部分, 一种办法是人走近景物拍摄, 这样能在同样大小的底片上得到局部放大的像, 如图 5.3-18 所示。或者人不动, 站在同一个位置换用更大焦距的镜头拍摄, 也可以在同样大小的底片上得到局部放大的像, 但这就需要配备不同焦距的镜头或相机。

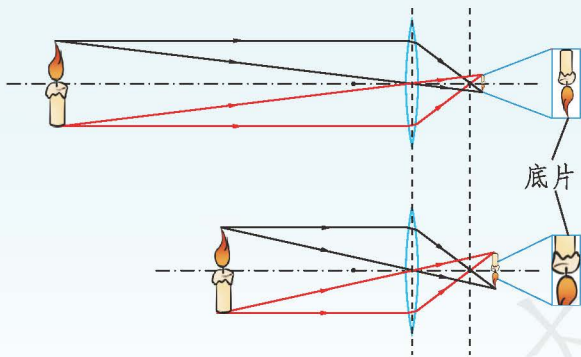


图 5.3-18 通过改变物距得到局部放大的像

为了免去“走近”和“更换镜头”的麻烦, 人们发明了变焦镜头。

变焦镜头是由多个透镜组合而成的，其中通常会同时配备凸透镜和凹透镜。变焦镜头是通过调节透镜组内各透镜间的相对位置来改变镜头（透镜组）焦距的。如图 5.3-19 所示为一个最简单的变焦镜头的透镜组，由一个凸透镜和一个凹透镜组成，这两个透镜的主轴共线组合在一起时就相当于一个“可聚焦的凸透镜”（镜头）。当这两个透镜光心之间的距离由小变大时，这个“可聚焦的凸透镜”对光的会聚作用变得显著，即焦距变小。因此，可以通过调节这两个透镜光心之间的距离，实现改变镜头焦距的目的。这就是光学变焦的基本原理。

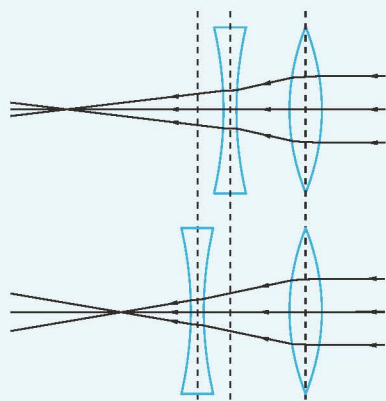


图 5.3-19 变焦镜头（示意图）

配备固定焦距镜头的数码相机有些可以模拟光学变焦，形成变焦图片，这种变焦方式称为数码变焦。它是通过数码相机内的处理器，利用软件截取所需的一部分图像区域，将这个区域内的单个像素点面积增大，类似于我们在计算机上将图像的某一部分进行放大，从而造成一种“放大”的效果。但这种“放大”并不会使细节更清晰。当数码变焦过大时，图像就会模糊，分辨率就会下降。图 5.3-20 所示就是光学变焦和数码变焦拍摄的不同效果。



光学镜头拍摄（全景）



光学变焦（局部放大）



数码变焦（局部放大）

图 5.3-20 光学变焦与数码变焦拍摄的效果对比

你知道数码相机与传统相机在成像过程、记录方法等方面的异同点吗？有观点认为数码相机特别是手机自带的数码相机将取代传统相机，你支持这个观点吗？将你的想法与同学交流。

21 世纪，全球的近视患病率在快速升高。近视既影响人们的学习和生活，也影响青少年未来对某些职业的选择。近视已成为困扰青少年、家庭、学校与社会且亟须解决的重大问题。

请你和同学一起化身“爱眼宣传志愿者”，制作爱眼、护眼宣传展板和演示道具，举办一场爱眼宣传活动吧！



图 5.4-1 视力检查

任务分解

1. 了解眼球的构造和成像过程，制作一个晶状体模型。
2. 了解近视眼和远视眼的成因及矫正方法，调查学校或年级同学的近视率，为举办爱眼宣传活动积累资料。
3. 用自制晶状体模型模拟近视眼和远视眼的矫正，举办爱眼宣传活动。

任务一 了解眼球的构造和成像过程

眼球就像一架神奇的照相机，它能够在一定范围内自动调节焦距和进入人眼的光的强度。无论远处的山峦，还是近在眼前的细小物体，在眼球中通常都能形成一个清晰的像。

眼球比照相机要复杂得多。如图 5.4-2 所示，瞳孔相当于照相机中的光圈，用以控制进入眼球中光的强弱。光很强时，它会自动缩小；光较弱时，它会自动扩大。角膜、房水、晶状体和玻璃体等的共同作用相当于

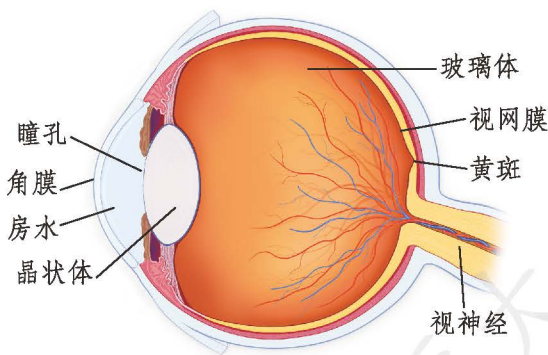


图 5.4-2 眼球的构造

照相机的变焦镜头，通过它将所观察物体的像成在视网膜上。视网膜相当于照相机的底片，在它上面有许多感光细胞，它的中央部分叫作黄斑，对光的感觉最灵敏。视网膜通过几十万根神经束把它感受到的信号传递给大脑，于是人就看见了景物。

从成像的角度讲，人的眼球可以简化为一个凸透镜和一个光屏。如图 5.4-3 所示，眼球的焦距很小，从物体射入人眼的光经“凸透镜”折射后，在视网膜上成倒立、缩小的实像。

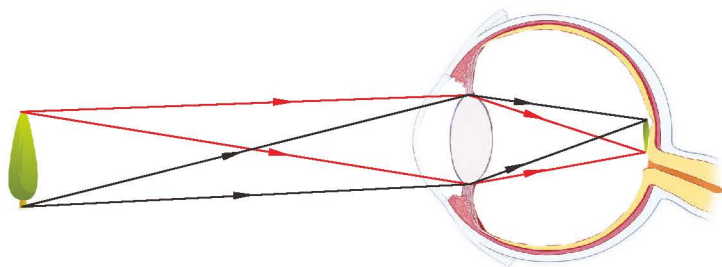


图 5.4-3 眼球的成像原理

当物距变化时，眼球的睫状肌会改变晶状体的弯曲程度，相当于改变了凸透镜的焦距，从而在像距不变的情况下，可以使物体的像总能落在视网膜上，如图 5.4-4 所示。要看清楚远处的物体，就需要把“凸透镜”的焦距变大，此时晶状体就要变得扁平一些；要看清楚近处的物体，就需要把“凸透镜”的焦距变小，此时晶状体就要变得凸起一些。

人眼通过调节所能看清的最远和最近的两个极限点分别叫远点和近点。正常眼的远点在无穷远，近点一般在距眼睛 10 cm 处。一般正常眼观看 25 cm 远的物体时，感到既清楚又不易疲劳，因此把 25 cm 的距离叫正常眼的明视距离。

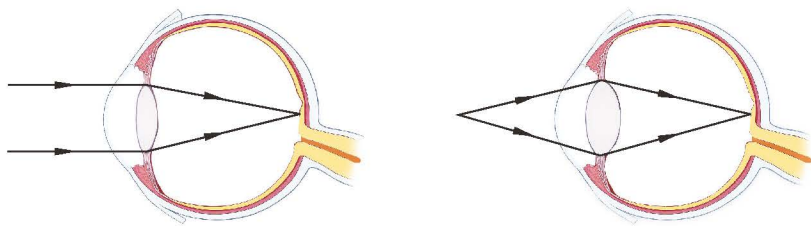


图 5.4-4 人眼通过调节焦距，使远近不同的物体的像都能成在视网膜上



实践活动

请你利用身边的物品或材料，如透明薄塑料瓶、气球、未使用过的注射器等，制作一个晶状体模型，实现可变焦距的功能。通过实验检验你自制的晶状体模型的功能，并加以改进。重点思考以下问题：

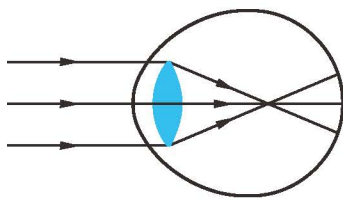
- (1) 你自制的晶状体模型是利用什么方法调节焦距的？
- (2) 怎样测量你制作的晶状体模型的焦距？

任务二 了解近视眼和远视眼的成因及矫正方法

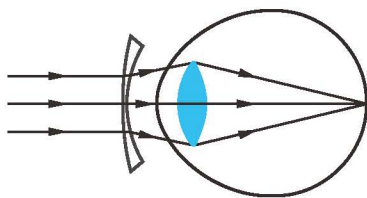
1. 近视眼

由于种种原因，如先天缺陷或不注意用眼卫生，有些人眼的晶状体比正常眼的凸一些导致折光能力过强，或者眼球在前后方向上过长，从远处物体射来的光会聚后成像在视网膜前（图 5.4-5 甲），所以人看不清远处的物体，这就是近视眼。

为了矫正近视，可用适当的凹透镜做成近视眼镜。从远处物体射来的光先经过凹透镜变得发散一些再进入人眼，其会聚后所成清晰的像就能落到视网膜上。于是，人就能看清楚远处的物体（图 5.4-5 乙）。



甲 远处物体的光会聚
成像于视网膜前



乙 配戴用凹透镜制作的近视眼镜，
可以使远处物体的像成在视网膜上

图 5.4-5 近视眼及其矫正

2. 远视眼

由于先天缺陷等因素，有些人眼的晶状体比正常眼的扁平一些导致折光能力较弱，或者眼球在前后方向上过短，在观看近处物体时，物体的像成在视网膜的后面（图 5.4-6 甲），所以人看不清近处的物体，这就是远视眼。

为了矫正远视，可用适当的凸透镜做成远视眼镜。从近处物体射来的光先经过凸透镜变得会聚一些再进入人眼，其会聚后所成清晰的像就能落到视

网膜上。于是，人就能看清楚近处的物体（图 5.4-6 乙）。

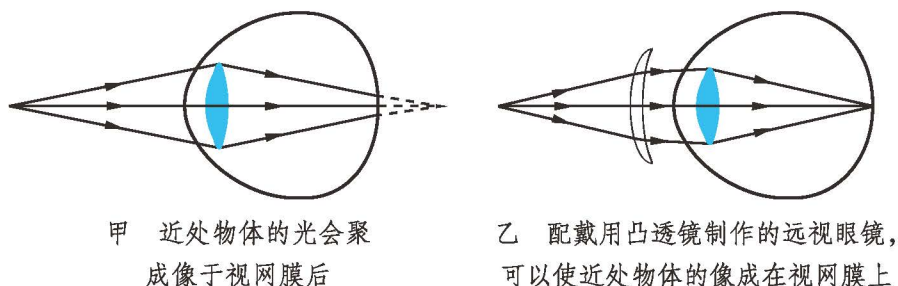


图 5.4-6 远视眼及其矫正



科学窗

眼镜的度数

眼镜的度数 $D = \frac{1}{f} \times 100$ （公式中焦距 f 必须用 m 作单位）。近视眼镜用凹透镜制成，焦距 f 取负值；远视眼镜用凸透镜制成，焦距 f 取正值。如果某人所戴的近视眼镜的度数为 500 度，则眼镜的焦距为 -0.2 m 。

如果你的爷爷或奶奶戴的老花镜是用凸透镜制成的，你可以帮他们粗略地测一下眼镜的度数。把你测得的结果和眼镜的标称度数比较一下，看你的测量值是否准确。



实践活动

设计调查问卷，调查一下你所在的学校或年级同学的近视率，并请同学说一说导致近视的原因可能是什么。问卷内容可以包含性别、班级、是否戴眼镜、眼镜的度数、近视的可能原因、是否定期检查视力等。若学校人数较多，可以采用抽样调查的方法，随机抽取样本开展调查。

任务三 举办爱眼宣传活动

当前，我国各年龄段青少年的近视呈现发病年龄早、进展快、程度深的趋势。据不完全统计，我国小学生近视率约 30%、初中生约 60%、高中生约

80%，而大学生已高达 90%。且近 10% 的近视学生为高度近视，高度近视容易引发多种严重并发症。当前，青少年的视力健康问题已经引起全社会的高度关注。



实践活动

请你结合调查情况，和同学一起制作一个爱眼、护眼主题的宣传展板，并借助自制晶状体模型，向低年级学生演示和讲解近视眼、远视眼的成因及矫正方法，介绍爱护眼睛、保护视力的方法。

活动前，请思考以下问题：

- (1) 如何用同一个晶状体模型分别模拟正常眼、近视眼、远视眼？
- (2) 你打算选择什么样的光源？
- (3) 你打算用什么代替视网膜？
- (4) 用自制晶状体模型模拟近视眼或远视眼时，成像应该在“视网膜”的前方还是后方？应该用什么透镜进行矫正？



自我检测

1. 人眼的角膜、房水、晶状体和玻璃体等的共同作用相当于照相机的_____，视网膜相当于照相机的_____。

2. 一些人由于长时间观看高亮度的手机屏幕，导致患上“手机老花眼”的新型疾病，其主要表现为观察近处物体不清晰。患上这种疾病后，眼睛观察物体时的成像过程与图 5.4-7 中的_____（选填“甲”或“乙”）相似，此时应配戴_____（选填“凹”或“凸”）透镜做成的眼镜予以矫正。

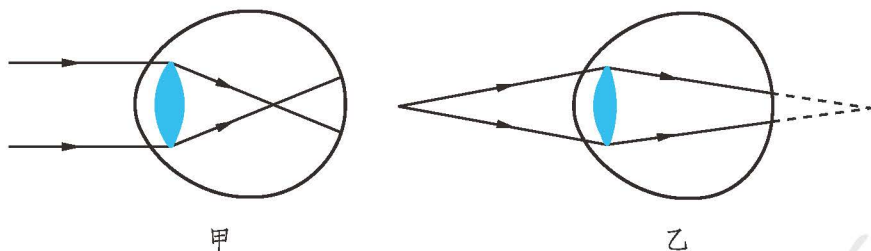


图 5.4-7

3. 某探究小组的同学在探究近视眼的矫正问题时, 用图 5.4-8 所示的装置模拟眼球。烧瓶中的液体相当于玻璃体, 烧瓶左侧紧靠瓶壁的凸透镜相当于晶状体, 右侧内壁相当于视网膜。图 5.4-9 中的四幅图是一些同学描绘的矫正近视的方法和光路, 其中符合物理规律并能达到矫正近视目的的是 ()。

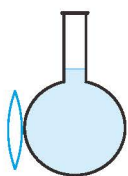


图 5.4-8

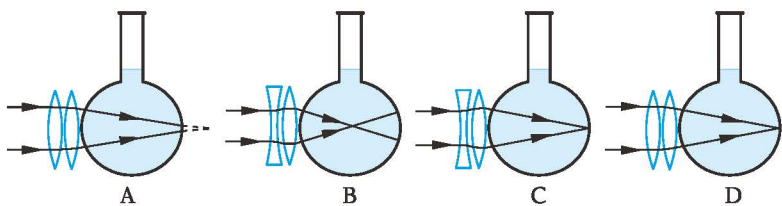


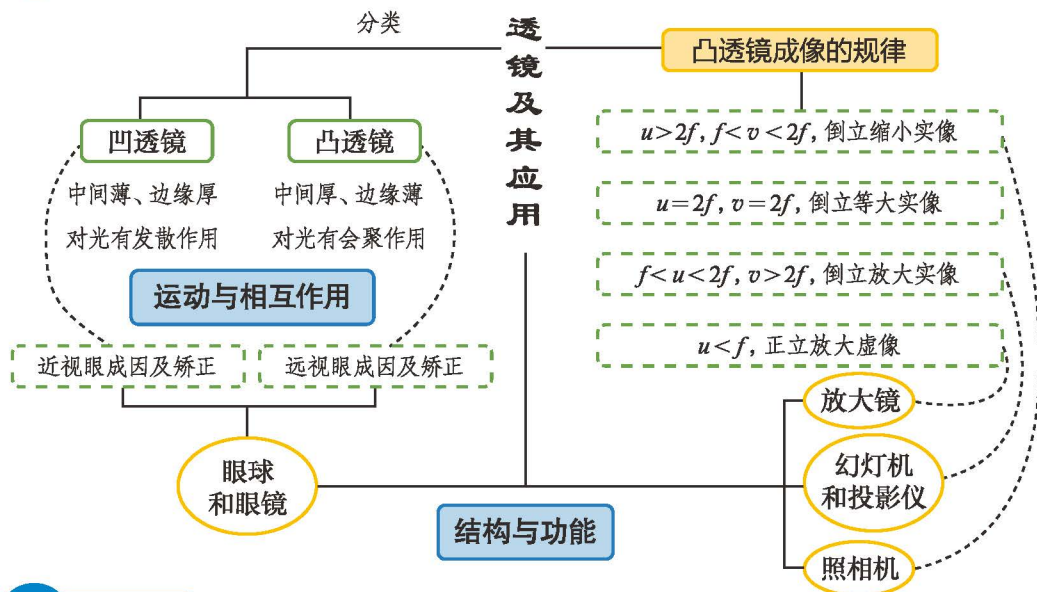
图 5.4-9

4. 小明利用“探究凸透镜成像的规律”的实验装置来研究视力矫正的原理。他首先调节发光体和光屏到凸透镜的距离, 使发光体能在光屏上成清晰的像。然后他在发光体和凸透镜之间放置了某同学的眼镜, 并使眼镜片的主轴与凸透镜的主轴重合, 发现光屏上原来清晰的像变模糊了; 将光屏远离透镜, 又能在光屏上看到发光体清晰的像。请根据上述实验现象回答下列问题:

- (1) 这位同学的眼镜片是什么类型的透镜?
- (2) 这位同学的眼睛是近视眼还是远视眼?

整理与复习

概念整合



素养发展

本章我们用作图法描述凸透镜、凹透镜对光的作用，进一步认识用模型来描述物理规律的方法。

在“探究凸透镜成像的规律”实验过程中，我们又一次经历了相对完整的科学探究过程。由于凸透镜成像规律涉及的变量较多，所以在收集证据时需使用图示和表格记录、整理信息，对比、归纳所记录的信息，从而得出结论。

人们利用透镜的成像原理制造了各种光学仪器，为人类生产生活提供了便利，同时也促进了科学技术的进步。例如，照相机、望远镜等为人类探索宇宙提供了技术支持，显微镜为人类探索微观世界增加了可能性。

问题解决

在“探究凸透镜成像的规律”实验过程中，我们发现在成实像的情况下，物距越大，像距越小，所成的像也越小。设想有一个物体从距离凸透镜很远处，沿透镜主轴匀速向透镜靠近。在此过程中，物体通过凸透镜所成的像是匀速运动的吗？像是均匀变大的吗？像和物之间的距离怎样变化？对于这些问题，说出你论证的方法和结论，并与同学交流。

附录

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	名 称	符 号	
温 度	T t	开[尔文] 摄氏度	K ℃	
长 度	$L(l)$	米	m	$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$ $= 10^2 \text{ cm}$ $= 10^3 \text{ mm}$
面 积	S	平方米	m^2	$1 \text{ m}^2 = 10^2 \text{ dm}^2$ $= 10^4 \text{ cm}^2$ $= 10^6 \text{ mm}^2$
体 积	V	立方米	m^3	$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3$ $= 10^6 \text{ cm}^3$ $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$
时 间	t	秒	s	$1 \text{ h} = 3.6 \times 10^3 \text{ s}$ $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ s} = 10^3 \text{ ms}$ $= 10^6 \text{ } \mu\text{s}$
速 度	v	米每秒	m/s	$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$
频 率	f	赫[兹]	Hz	

后 记

本套教科书由北京师范大学依据《义务教育课程方案（2022年版）》和《义务教育物理课程标准（2022年版）》组织编写。

本套教科书以落实立德树人根本任务、发展学生核心素养为宗旨，力争实现科学性和人文性的有机统一、经典性和时代性的有机统一、学科性和跨学科性的有机统一；体现以学生发展为本的教育理念，符合学生的认知规律，激发学生的学习兴趣；体现物理学科探究性、综合性和实践性特点，突出基于真实情境的问题解决，培养学生的探究能力、创新意识、实践能力、问题解决能力和社会责任感。

本套教科书是在2013年版《义务教育教科书 物理》（2021年获首届全国教材建设奖全国优秀教材一等奖、二等奖各一项）的基础上，结合教材编写经验、使用效果和研究成果而修订的，集中反映了我国二十余年来义务教育课程改革的成果，凝聚了参与课程改革的教育专家、学科专家、教研员和一线教师的集体智慧。我们衷心感谢2013年版《义务教育教科书 物理》的主编闫金铎教授及全体编写人员。

参与本册教科书修改与讨论的人员有：邓靖武、何龙、徐月、乔桥。在教科书试教试用过程中，北京、辽宁、陕西、甘肃、宁夏、河北、河南、湖北、安徽、海南等省（自治区、直辖市）的教育科学研究院（所）、教研室及部分学校给予了大力支持，为教科书的修改完善提出了宝贵的意见和建议。同时，教科书还征求了许多专家学者和广大一线教师的意见。中国载人航天工程办公室提供了载人航天领域的相关图片。我们感谢所有对教科书的编写出版提供过帮助与支持的同仁和社会各界朋友。

真诚希望广大师生在使用过程中提出宝贵意见，以便我们进一步修改和完善。欢迎来电来函与我们联系：北京师范大学出版社初中物理编辑室（100088），010-58802813，58804906，gbwuli@bnupg.com。

北京师范大学出版社