



义务教育教科书

物 理

W U L I

八年级 上册



教育科学出版社

义务教育教科书

物理

W U L I

八年级 上册



教育科学出版社

·北京·

致同学们

本书将带领大家进入一个神奇的物理世界,一个令人流连忘返的乐园,在这里,大家将用智慧和双手像科学家那样去探究、去发现。本书的一些栏目将引导大家亲历科学探究的过程,更加深入地理解物理世界。



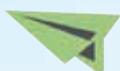
观察 通过观察自然现象、生活现象、实验演示、多媒体展示等,培养大家的观察能力。



实验探究 动手实验,经历探究,是大家自主获取物理知识的主要学习方式。



动手做 通过动手动脑的过程,促进大家的科学素养全面发展。



活动 这是以应用物理知识解决实际问题为主的实践活动,快来参与吧!



讨论交流 以讨论交流的方式,探讨各种各样的问题,要充分体现大家的合作精神。



我的设计 有好的创意吗?可以通过自己的小发明、小设计来展示。



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



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



物理在线 这是一个引导大家进入图书馆、互联网的栏目,可开阔自己的视野。



自我评价 记录自己学习的点滴进步,对自己的学习情况进行分析和总结。

目 录

1

认识物理学

第一章 走进实验室

5



1. 走进实验室：学习科学探究 ····· 6
2. 测量：实验探究的重要环节 ····· 11
3. 活动：降落伞比赛 ····· 16

19

第二章 运动与能量

1. 认识运动 ····· 20
2. 运动的描述 ····· 23
3. 测量物体运动的速度 ····· 27
4. 能 量 ····· 32



第三章 声

35



1. 认识声现象 ····· 36
2. 乐音的三个特征 ····· 42
3. 噪 声 ····· 46
4. 声与现代科技 ····· 49



- 1. 光源 光的传播56
- 2. 光的反射定律60
- 3. 科学探究：平面镜成像65
- 4. 光的折射69
- 5. 科学探究：凸透镜成像72
- 6. 神奇的眼睛78
- 7. 通过透镜看世界82
- 8. 走进彩色世界85

- 1. 物态变化与温度90
- 2. 熔化和凝固96
- 3. 汽化和液化102
- 4. 地球上的水循环107



- 1. 质 量112
- 2. 物质的密度116
- 3. 测量密度120
- 4. 活动：密度知识应用交流会122

科学探究活动目录



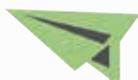
■ 观察 ■

认识刻度尺·····	12
认识停表·····	14
发声体在振动·····	36
声的传播需要介质·····	37
声波的图形·····	44
音叉的共鸣·····	49
镜面反射和漫反射·····	62
光的折射现象·····	69
透镜对光的作用·····	73



■ 实验探究 ■

测量教科书长度·····	13
气泡的速度·····	27
音调的高低·····	42
光总是沿直线传播吗·····	57
光的反射规律·····	60
平面镜成像时像与物的关系·····	65
光的折射规律·····	69
模拟近视眼·····	79
用温度计测水的温度·····	92
固体熔化过程的规律·····	97
沸腾的规律·····	102
汽化、液化中的吸放热·····	104
用天平测量固体和液体的质量·····	114
1 cm ³ 物体质量的含义·····	116
测量矿石的密度·····	120
测量酱油的密度·····	120



■ 活动 ■

测量身高和腰围·····	14
测量心率·····	15
动与静·····	23
会“跳舞”的烛焰·····	38
制造彩色的影子·····	86
制造云和雨·····	91



■ 动手做 ■

做一架望远镜·····	82
做一架显微镜·····	84



■ 讨论交流 ■

如何比较物体运动的快慢·····	25
汽车的速度·····	29
能量的来源·····	33
声的传播有多快·····	39
光传播能量和信息·····	58
反射光路的可逆性·····	62
物和像关于平面镜的对称关系·····	67
小猫为什么叉不着鱼·····	70
火山爆发后·····	100
为什么南极的空气很湿润·····	107
质量是物体的属性·····	112

小球进洞·····	26	从沙漏到原子钟·····	15
“看”到自己的声音·····	40	人类对微观物质世界的探索·····	22
橡皮筋吉他·····	45	动物与声音·····	41
探究材料的降噪能力·····	48	曾侯乙编钟·····	45
探究声的反射·····	53	古代建筑中的声现象·····	53
自制针孔照相机·····	59	奇妙的光纤·····	64
自行车尾灯“发光”的奥秘·····	64	太空材料·····	101
万花筒·····	68	热管·····	106
硬币隐现之谜·····	71	湿地·····	110
制作有透镜的照相机·····	77	从 0.0067 发现氦·····	119
做一个可变焦的照相机·····	80		
色光混合的规律·····	87		
太阳能净水器·····	94		
简易“冰箱”·····	105		
用天平测量面积·····	115		

认识常见的交通标志·····	31
太空镜·····	68
照相机的发展史·····	77
对近视眼情况的调查·····	81
了解一天中气温的变化规律·····	95
调查密度知识在生活中的 应用·····	121

认识物理学

开学了，小明拿到崭新的物理课本。他看了以后，心中产生了许多有趣而新奇的问题和想法，便去问爷爷。

小明：爷爷，什么是物理学？学习物理有什么用？学习物理为什么要探究？

爷爷：问得好！在学习物理之前弄清这几个问题是很有必要的。下面让我们一个个地来说一说。

关于物理学，可以从以下三方面去理解：物理学是认识世界的科学；物理学是改变世界的科学；物理学是蕴涵科学思想、科学方法和科学精神的科学，因而是对人的科学素养的培养具有特殊教育功能的科学。

小明：为什么说物理学是认识世界的科学呢？

爷爷：在建立物理学之前，人类对太阳、月亮、星星的运动，风雨雷电等自然现象的认识是神秘化的，以为天地万物都是由神支配着。伟大的物理学家牛顿首先指出天上和地上是一样的，都服从物理学的运动规律。现在人造卫星、宇宙飞船和空间探测器的成功发射与运行，已经用事实证明了物理学的正确性。

说物理学是认识世界的科学，主要表现在两个方面：一是物理学使人类认识了物质世界的各种运动，包括天上的、地上的、宏观的、微观的——力、热、声、光、电等各种运动的规律。二是物理学揭开了物质的微观结构，使人们长



图1 伽利略开创了以实验和数学相结合进行科学研究的道路

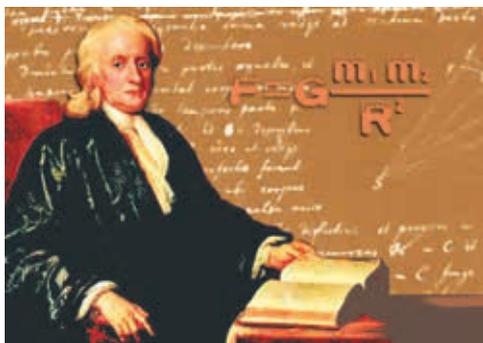


图2 牛顿是经典物理学大厦的奠基者



期以来对“物质有微小的结构”的猜想得到证实。物理学证实常见的物质都是由原子或者分子组成的，而进一步的研究发现原子又是由更小的微粒组成的。

小明：物理学真了不起！把隐藏在物质世界深处的秘密揭开了。

爷爷：不仅如此，物理学家还揭开了茫茫宇宙的秘密，提出了宇宙起源和演化的学说，即认为：我们的宇宙起源于大约 140 亿年前的一次“宇宙大爆炸”。这个学说已得到一些观测结果的支持。

小明：哦！明白了，物理学确实是认识世界的科学。为什么说它是改变世界的科学呢？

爷爷：这一点我们从社会生产角度来说吧！在漫长的历史中，人类社会一直处在落后的农业手工业时代，没有发展起工业化生产。

小明：为什么以前没有工业化生产呢？

爷爷：因为没有制造和开动大机器的动力呀！

小明：哦，我从一些书上看到，瓦特发明的蒸汽机推动了第一次工业革命。

爷爷：蒸汽机是人类发明的第一个动力机械。瓦特的贡献是改进蒸汽机，使它达到能够实际应用的地步。最早提出蒸汽机设想的是物理学家巴本。物理学研究不仅提出了蒸汽机的基本原理，且为提高这类机器的效率提供了理论依据，并促进了内燃机、蒸汽轮机的发明。在此基础上，人们发明了火车、汽车、轮船、飞机，直至火箭、人造卫星和宇宙飞船……

小明：还有第二次工业革命吧！与物理学有什么关系呢？

爷爷：第二次工业革命是以电力技术和电子技术为基础的，这是 19 世纪电磁学理论的发展对人类文明的伟大贡献。我们想一想，如果没有电，我们的社会将会出现什么状况？工厂会停工，交通会中断，办公室、家里的各种电器都不能工作，电话打不了，电视不能看，晚上会漆黑一片，自来水厂停工，连水都喝不上……

小明：没有电真是不堪设想！

爷爷：没有电就没有现代化的生产、生活及现代化的社会。没有现代物理

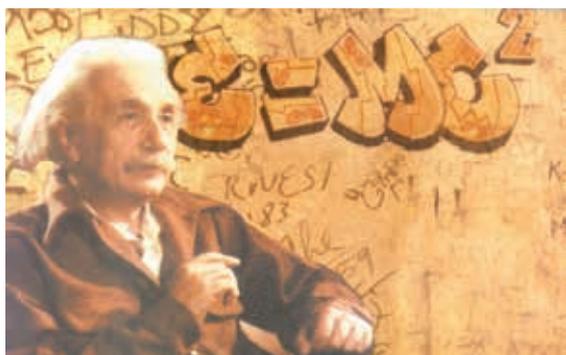


图 3 20 世纪最伟大的物理学家爱因斯坦，他提出的时空观改变了人类对宇宙的看法



图4 蒸汽机推动了第一次工业革命



图5 电力技术描绘出现代化城市的美好夜景



图6 信息技术正在改变着我们的科技、经济和生活

学的发展，就没有半导体，没有集成电路，也没有计算机；没有现代物理学就没有激光、光纤技术，就没有网络，因而就没有计算机网络信息技术。计算机网络是如何改变我们的生活、工作、学习、生产、科研的，这个我就不说了，你自己慢慢去体会吧！

小明：物理学真是改变世界的科学！怪不得有的书上说，没有物理学的发展就没有现代文明！

爷爷：是呀！所以要好好学习物理！不过学习物理还有另一个很重要的原因，学习物理对青少年科学素养的提高有特殊作用。据说物理学对开发大脑还有特殊功能。

小明：爷爷，快说说！

爷爷：学习物理不仅可以获得认识物质世界的知识，而且还可以学到科学思想、科学方法和科学精神，知道怎样通过动脑思考和动手实验去解决实际问题。脑功能成像实验已经表明，学习不同的内容、采用不同的方法、经历不同的过程，大脑的活动区域是不同的，因而对大脑功能的开发效果也不一样。以实验为基础，密切联系生产生活实际的学科特性决定了物理学对脑功能开发具有特殊的作用。我看，现在的物理教科书不断地启发同学们观察思考、提出问题、交流讨论、动手动脑进行探究式学习，不仅符合物理学的特征，而且也符合脑科学的原理。

小明：爷爷，我明白了，学习物理对我们的成长很重要，但是我们学习物理为什么也要进行探究，我还不太明白呢！

爷爷：物理学不仅有理论知识，有各种各样的技能和方法，还有丰富的科学思想、科学精神和科学态度。一般来说，知识可以从书本上学习获得，但是



技能和方法，还有科学思想、科学精神和科学态度，不可能简单地通过书本学习得到，需要通过动手动脑的科学探究活动过程，需要有亲自体验才能较好地掌握和形成。也就是说，通过亲身实践才能更好地发展新的大脑功能，这也是符合大脑开发的科学规律的。



图7 实验是学习物理的重要内容和基本方法

小明：噢！难怪老师告诉我们学习物理要学会观察思考、提出问题，会科学地猜想与假设，要学习设计实验、制订计划，按操作规程进行实验，会收集证据、分析论证，还要学会合作交流、评估等这些科学探究的环节。

爷爷：这样的物理教学方式很好啊！可以让你们经历一些物理概念和规律的形成过程，经历一些知识和方法的应用过程。经历这些学习过程很有意义，对提高科学文化素质、培养观察思考能力以及提出问题和解决问题的能力很有好处。说心里话，我真羡慕你们啊！

小明：爷爷，听您这么说，我真高兴！最后还有个问题，老师还要我们建立“家庭实验室”；还要学习上网查资料，叫做“物理在线”。我不明白，怎么办？

爷爷：建立家庭实验室我支持！家里有钳子、扳手、螺丝刀……那么多工具，有饮料瓶、电线、螺钉、纸盒、塑料袋、吸管等材料，还有这么多家用电器、玩具，都可以作为实验器材。大发明家爱迪生就是从家庭实验中成长起来的。我们要学习爱迪生，从小就进行小制作、小实验、小发明！

“物理在线”是个新的学习方法，在互联网中可以查到很多有价值的信息和资料。过去学习和研究必须进图书馆、实验室，现在应该学会上网。上网不是去玩游戏，而是查资料，还可以看“多媒体课件”呢！这是24小时不关闭的图书馆、



图8 信息技术给我们创造了全新的学习环境

展览室、科技馆和多媒体实验室，同时也是一个交流学习的广阔平台。

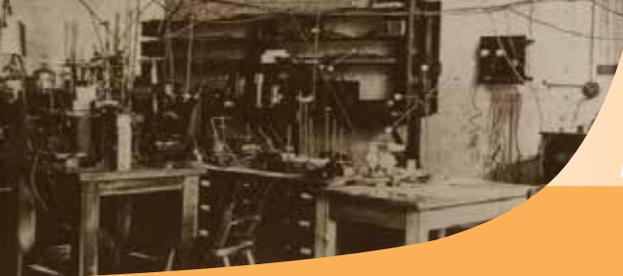
小明：我明白了，我一定努力按这样的方式学习物理，谢谢爷爷。

第一章 走进实验室

- ◆ 走进实验室 :学习科学探究
- ◆ 测量 :实验探究的重要环节
- ◆ 活动 :降落伞比赛

实验室是科学的殿堂
从那里射出一道道智慧的光芒
从那里培育出一个个科学巨匠
实验室是探究式学习的基地
我们在那里健康成长





1. 走进实验室： 学习科学探究

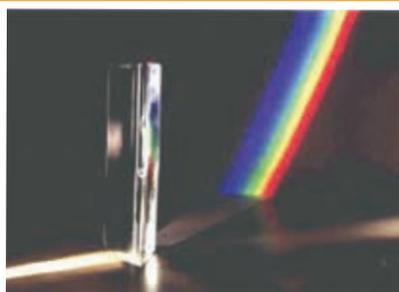
图 1-1-1 历史悠久的卡文迪许实验室



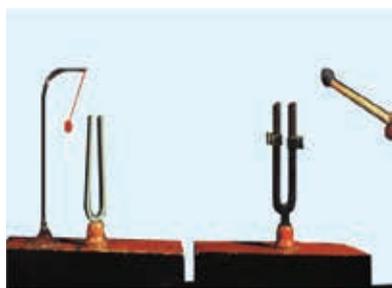
同学们，欢迎你们来到实验室。实验室是科学探究的基地，在这里可以认识许多由物理学家精心设计的仪器，看到许多新奇的物理现象，还可以看到大哥哥、大姐姐们的小制作、小发明。相信你们一定会很高兴！

◆ 观察奇妙的物理现象

一切奇妙的现象，其发生都是有原因的，科学探究就是要找出其中的原因和规律。观察是科学发现的重要环节。在实验室，你将可以观察到许多类似图1-1-2的奇妙的物理现象。



(a) 一束阳光透过三棱镜后，会出现七色光带



(b) 没有被击打的音叉也会振动起来



(c) 只要这个玩具鸟面前有水，它就会不断点头“饮水”



(d) 用两面平面镜和几只小彩灯，就能制作一个“无尽”的长廊

图 1-1-2 奇妙的物理现象

物理实验的显著特点，是在一定条件下，物理现象可以有规律地重复出现。请你也动手做一做上面的实验，你能观察到这些现象吗？

◆ 认识科学探究的工具

仪器是科学探究的重要工具。走进实验室的目的，是让同学们认识各种仪器，初步了解仪器的使用规则，为今后设计实验、选择器材打下基础。

测量是物理实验的基本内容，物理实验的结果要通过测量才能得到。你知道以下测量仪器的名称和用途吗？



图 1-1-3 一些常用的测量仪器

测量同一物理量的仪器，可能有不同的规格、不同的精度和不同的使用方法，应根据实验的需要合理选择。

◆ 像科学家一样探究

科学家从不轻易放过自然界和实验中的每一个奇异现象，历史上许多重大的科学发现都源于对某些现象的认真观察、深入思考和不懈探究。我们学习物理，也应该像科学家那样注意观察和思考，勤于探究。



图 1-1-4 像科学家那样去探究

实验室里的许多仪器是当年科学家设计、使用过的仪器的复制品。通过实验，你不仅能学到许多物理知识，还能学习科学家们的研究方法。要像科学家那样喜欢实验，乐于探究，勤于思考，善于合作，养成科学家那样的良好习惯。

需要特别强调的是，实验室有管理的规范。每位同学都应该阅读并熟记《实验室守则》，遵守操作规则，注意安全，爱护仪器、设施，做实验室的主人。

◆ 建立你的家庭实验室

你知道大发明家爱迪生吧？他一生有一千多项发明创造专利，这与他从小就喜欢收集各种器材，建立自己的小实验室，不断进行实验探究是分不开的。生活中的易拉罐、小气球、饮料瓶、铁钉等都是做实验的好材料。你想成为一个小科学家吗？那就赶紧动手收集这些东西，再配备一些简单的测量器材和装置，如温度计、天平、量筒、电表等，建立起你的“家庭实验室”吧！这样，不仅在学校实验室、在课堂，即使在家中，你也能像科学家那样去探究、去发现。



托马斯·爱迪生
(T. Edison, 1847—1931)

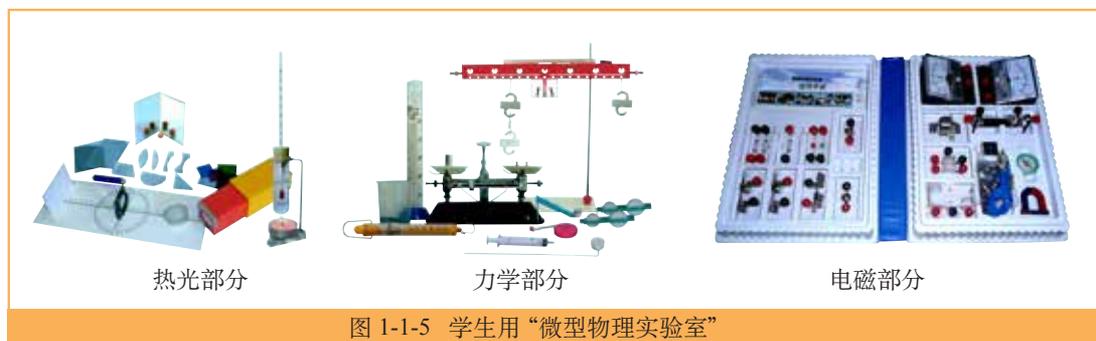


图 1-1-5 学生用“微型物理实验室”

下面，让我们动手试一试，用气球来做几个有趣的物理实验，体验一下家庭实验室里的乐趣。



(a) 将气球放入玻璃杯中，吹鼓气球，这时提起气球，即能把杯子吊起来

(b) 在玻璃管一端系一个装有红色墨水的小气球，可以探究水内部压强的大小

(c) 用吹胀的气球做小车的动力，比一比，看谁的小车跑得快

用气球还能做什么实验？试一试！

图 1-1-6 气球系列实验



学习的目的在于应用。同学们不仅要注意应用学过的知识去解释现象，还可以利用家庭实验室进行一些小设计、小制作、小发明，解决一些实际问题。现在请同学们来参观一下大哥哥、大姐姐们的成果吧！相信在以后的学习中你也会有许多小制作和小发明。



图 1-1-7 同学们的一些小制作、小发明

同学们，我们生活在一个科技、经济、文化飞速发展的时代，一个创新和发明的时代。你们一定要努力学习，争当创新型人才，为建设祖国，实现中华民族的伟大复兴，时刻准备着！



2. 测量：实验探究的重要环节

图1-2-1 测量是工程建设的保障

实验是科学探究的重要形式，测量（measurement）是实验的重要环节。通过长度测量和时间测量，我们可以了解测量的初步知识，同时也能体会实事求是的科学态度，养成良好的动手习惯。

◆ 从木工尺到米原器



图 1-2-2 “不以规矩，不能成方圆”

相传，鲁班曾召集天下的木工，要做上千个精密木件，装配一座雕梁画栋的宫殿。

众木匠来自四面八方，各自的尺子有长有短，没有一个统一的标准，做的木件很难精确组合。于是，鲁班做了一个精致的木工尺，木匠们以这个木工尺为基准，复制出一样的尺子。有了统一的测量标准，宫殿很快就造好了。鲁班确定的木工尺标准，一直流传至今，称为“中国木工尺”。



图 1-2-3 国际计量局制造的“米原器”。米的基准现在已改用光在 $\frac{1}{299792458}$ 秒内在真空中传播的距离来精确确定

像鲁班那样，为了更好地进行科学、技术、贸易的交流，1888年，科学家们制造了一个国际通用的长度基准——“米原器”（图1-2-3），作为各国测量1米的基准。

测量是一个将待测量与公认的基准进行比较的过程。我们称这个公认的基准为一个单位。1960年，国际计量大会通过了国际单位制（SI），规定了长度、质量、时间等物理量的基本单位。在国际单位制中，长度的基本单位是米，符号是m。

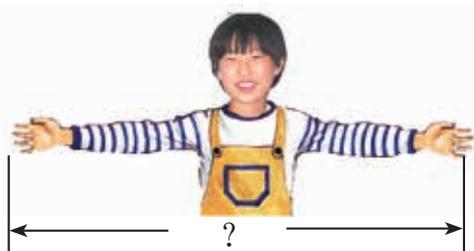


图 1-2-4 伸开双臂，你两手之间的距离大约是多少

常用的科学计数法,把 1000 记为 10^3 ,
0.001 记为 10^{-3} 。

常用的长度单位还有千米 (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为

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

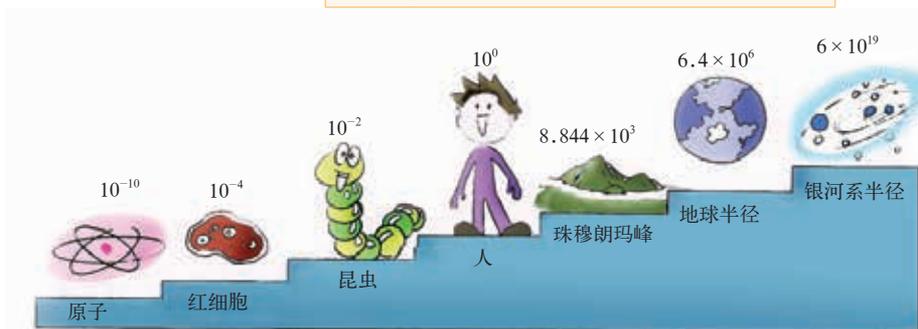


图 1-2-5 不同物体的空间尺度(单位 :m)

实验：测量长度

在测量之前，我们还需要对测量工具进行了解。测量工具的最小刻度值叫做**分度值**。读数时，一般要估读到最小刻度值的下一位。测量工具所能测量的范围叫做**量程**。分度值和量程是测量工具的主要规格。

刻度尺是常用的长度测量工具。



观察 认识刻度尺

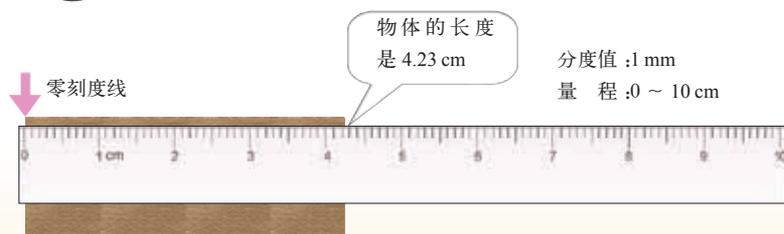


图 1-2-6 认识刻度尺

拿出你的刻度尺，仔细观察，回答下面的问题：

1. 它的零刻度线在哪里？
2. 它的量程是多少？
3. 它的分度值是多少？

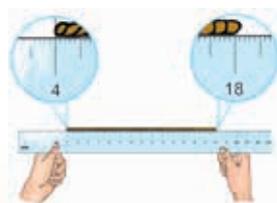


图 1-2-7 如果刻度尺前端的刻度已磨损,可记下起始读数 4.00 cm,由此得出绳长的测量值为 $18.14 \text{ cm} - 4.00 \text{ cm} = 14.14 \text{ cm}$

长度测量是最基本的测量，许多测量仪器的示数都是以长度的示数为基础的，如温度计、弹簧测力计、电表等常常用长度（直线或曲线）来反映某个量的测量值。学会刻度尺的读数方法，对测量仪器的读数具有普遍意义。

Y ■ 实验探究 ■ 测量教科书长度

和同学一起，用分度值是1毫米的刻度尺，分别测量同一本物理教科书的长和宽，并比较你们的测量值，分析这些数据中的哪部分是准确的。

	小聪	小明		
长/mm	260.5			
宽/mm	184.3			

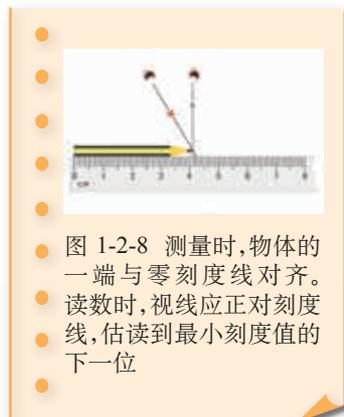


图 1-2-8 测量时，物体的一端与零刻度线对齐。读数时，视线应正对刻度线，估读到最小刻度值的下一位

用分度值是 1 毫米的刻度尺测量，测量结果能准确到毫米量级。所以，长度测量的准确程度是由刻度尺的分度值决定的。而最后一位数字是估读出来的，由于不可能估读得非常准，测得的数值和真实值之间必然存在差异，这个差异叫做**误差**（error）。

同一个长度，多测量几次，由于其中几次的估读可能偏大些，另外几次的估读可能偏小些，对它们取平均，得到的数值会更接近真实值。任何测量结果都有误差，多次测量求平均值可以减小误差，但不能消灭误差。

图 1-2-9 飞机的驾驶舱里有各种仪表，使飞行员得以掌握飞机各主要系统的工作情况。宇航员的各种动作在很大程度上也依赖于航天器上的仪表

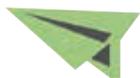




嫌疑人脚长27 cm,可能是个身高约1.8 m的大个子。



图 1-2-10 警察破案时常常通过测量嫌疑人留下的脚印,来推断嫌疑人的身高



活动 测量身高和腰围

和同学用三角板、盒尺相互测量身高、腰围。按所给的表格记录测量结果。

次数	第一次	第二次	第三次	平均
身高/m				
腰围/m				

测量时,要进行估读,估读值有时偏大,有时偏小,怎么办呢?

同一个长度,多测量几次,它们的平均值会更接近真实值。



实验: 测量时间

在运动场和实验室,经常用停表测量时间。在国际单位制中,时间的基本单位是秒,符号是s。其他常用的时间单位还有小时(h)、分(min)等。

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



观察 认识停表

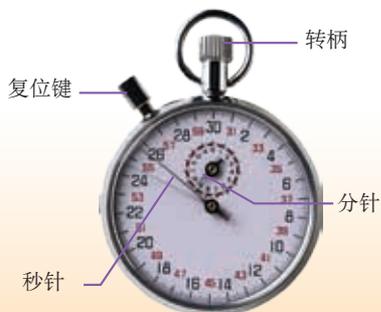
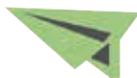


图 1-2-11 停表

我们在实验室使用的停表结构大致相同: 按动转柄, 停表能方便地启动和停止; 按复位键则回零。

仔细观察如图1-2-11所示的停表, 回答下面的问题:

1. 它的量程是多少?
2. 它的分度值是多少?
3. 怎样开始计时? 怎样停止计时?



活动 测量心率

心率是指1分钟内心跳的次数，它是身体健康状况的一项重要指标。请用停表测量你的心率。

测量次数	第一次	第二次		
小聪				

用停表测量心跳次数时，启动和停止停表需要一定的反应时间，这是误差的主要来源。

多测量几次求平均值，可以减小误差。

你们的想法很好。



发展空间

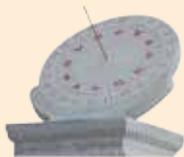


物理在线

从沙漏到原子钟

人类计时技术发展的过程，就是一部社会科技进步的历史。从古代的“土圭测景”开始，计时器具历经了日晷、漏刻、沙漏、水钟、机械钟、天文钟、石英钟、分子钟、原子钟……目前人类计时的精度已经可达计3000万年而误差不到1秒。

有关内容，请查询互联网进一步了解。



日晷



沙漏



机械钟



石英钟

图 1-2-12 计时器具的演变

3. 活动： 降落伞比赛

图 1-3-1 降落伞

“我们要进行降落伞飞行比赛了！”同学们围在物理活动小组贴出的竞赛通知前，都高兴得跳了起来……



降落伞在空中滞留的时间与什么因素有关？

小聪、小明和同学们决定对这个问题进行探究。通过分析、猜想，找到影响降落伞飞行时间长短的因素，科学地设计、制作降落伞，争取在比赛中获胜。

猜想必须通过实验来检验。猜想中，影响降落伞在空中滞留时间的因素有许多。为此，设计实验时，常用的方法是先考察其中一个因素对所研究问题的影响，而保持其他因素不变。例如，每次只改变降落伞的面积，而保持其他所有因素不变。

要探究降落伞在空中滞留的时间，就需要学会正确选择、使用仪器，测量长度、时间和伞面的面积，以下是几点注意事项。



1. 选择合适的仪器

用停表来计时，使用前应检查指针是否回零。

用手表也可以计时，测量前后读数的差值就是要测量的数值。

有刻度尺、米尺、皮卷尺，我选什么工具来测量绳长呢？选什么工具测量降落伞距离地面的高度呢？



不同的仪器有不同的量程和分度值，这是选择仪器的重要依据。如果所选仪器量程太小，就不一定能测量要测的量；如果所选量程太大，其相应的分度值一般也会较大，测量的精度就差了。

2. 正确使用仪器

对长方形、正方形或是圆的伞面，我们能刻度尺测量边长或直径，然后计算出面积。

如果伞面的形状不规则，怎样来测量它的面积呢？

有些情况下测量物体的长度不那么简单，需要动动脑子才能想出既方便又巧妙的方法。



测量仪器使用前，一般应先把指针调整到零刻度，这个过程叫做**调零**。如不能调零，要记录初始读数，进行修正，正如我们在前面图1-2-7中所了解的那样。

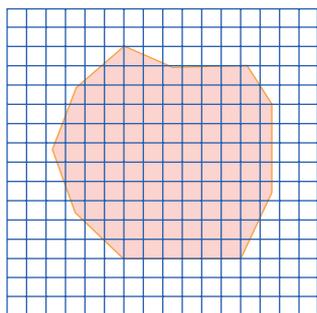


图 1-3-2 如果每个小格的面积是 1 cm^2 , 请估算不规则图形的面积

3. 研究测量技巧

测量中, 应动脑思考测量技巧。例如, 对不规则伞布面积的测量, 可以把伞布放在方格纸上, 在方格纸上描下它的轮廓, 数一下图形中包含的方格数, 对不满一格而大于或等于半格的都算一格, 小于半格的都舍去不计。总的格数乘一个格的面积, 就是伞布的面积。

了解了探究中测量的一些基本技能、技巧, 现在可以设计实验, 探究降落伞的问题了。祝同学们探究出科学的结论, 在比赛中获胜!



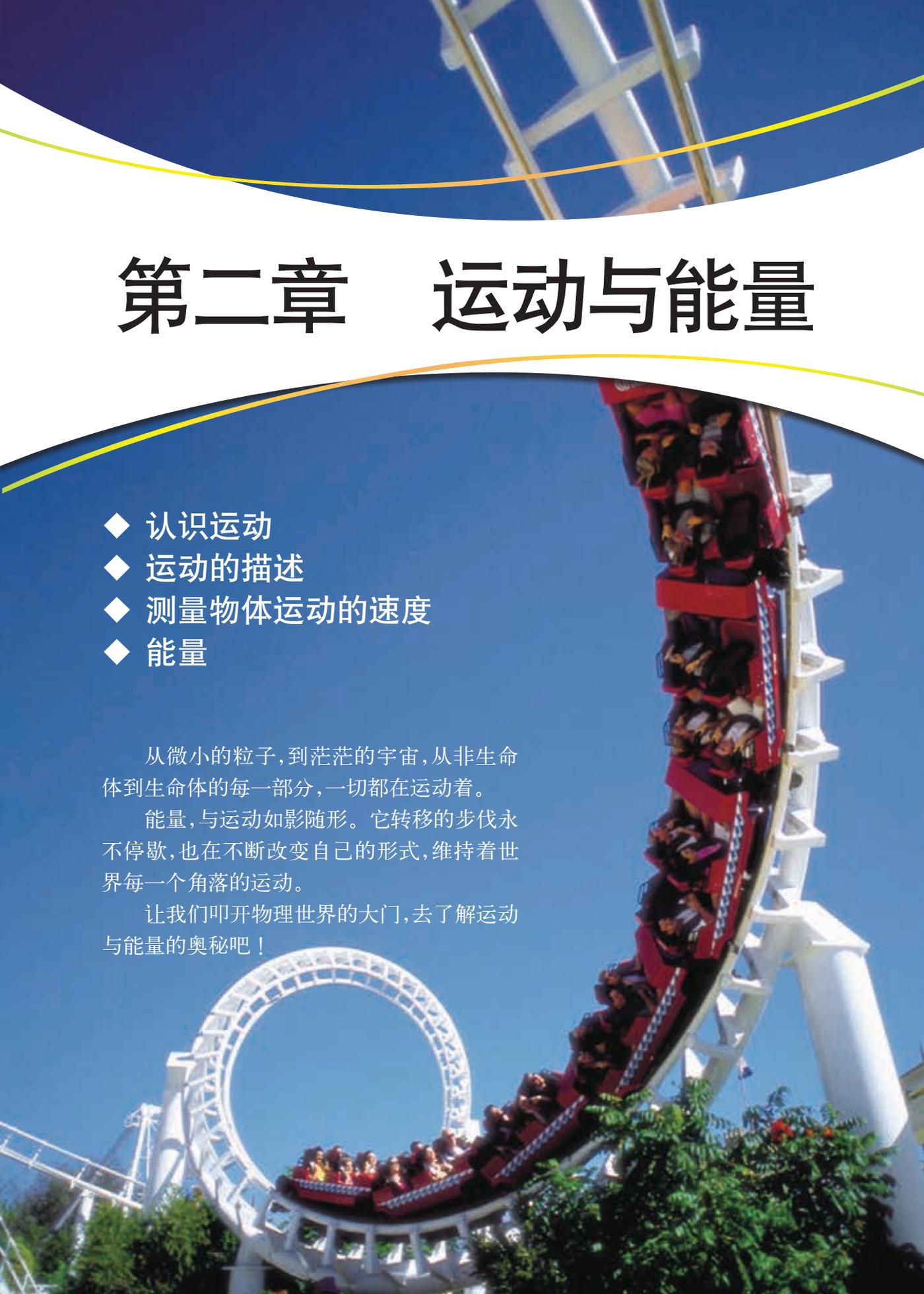
第二章 运动与能量

- ◆ 认识运动
- ◆ 运动的描述
- ◆ 测量物体运动的速度
- ◆ 能量

从微小的粒子,到茫茫的宇宙,从非生命体到生命体的每一部分,一切都在运动着。

能量,与运动如影随形。它转移的步伐永不停歇,也在不断改变自己的形式,维持着世界每一个角落的运动。

让我们叩开物理世界的大门,去了解运动与能量的奥秘吧!





1. 认识运动

图 2-1-1 奔跑的猎豹

鸟在飞，马在跑，人在走，车在行……我们周围的物体在不停地运动。房子、树木、桥梁……看起来固定不动，实际上都跟随着地球在太空中不停地运动。再看看浩瀚的星空，似乎很平静，实际上星星都在不停地运动。

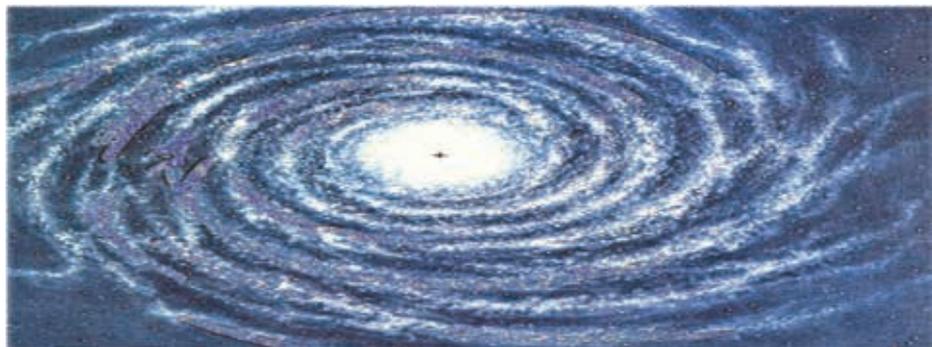


图 2-1-2 几千亿颗恒星组成的银河系在运动

自然界一切物体都在运动，物质世界是个运动的世界。探索物质世界的组成、相互作用和运动变化的规律是物理学的基本任务，现在就让我们初步地认识物质世界的两种基本运动。

◆ 宏观物体的机械运动

在形形色色的运动中，有一类简单的运动，如人的走动，马的奔跑，车的行驶，轮船航行，人造卫星绕地球旋转……它们都在不断地改变自己的位置。物理学中，把物体位置的变化叫做**机械运动**（mechanical motion）。机械运动是最直观、与我们生活联系非常密切的运动。衣、食、住、行，生产、生活、工作处处都离不开机械运动。



(a) 草原上奔跑的马群



(b) 都市里滚滚的车流



(c) 翱翔太空的“神舟”飞船



(d) 太阳系的成员和访客们都在运动着

图 2-1-3 机械运动

物体从一个位置运动到另一个位置，总要经过一定的路线。根据运动路线的形状，可把机械运动分为直线运动和曲线运动。



(a) 儿童乘坐的小船沿直线下滑



(b) 过山车在弯曲的轨道上飞驰

图 2-1-4 游乐场中的机械运动

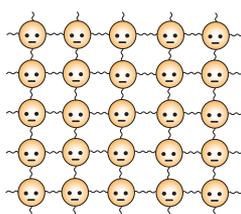
◆ 微观世界的分子运动

千百年来，人们就猜想物体内部应该存在微小的结构，现代物理学的研究结果已经证实了这种猜想。物质是由分子组成的，而且组成物质的分子在不断地运动。

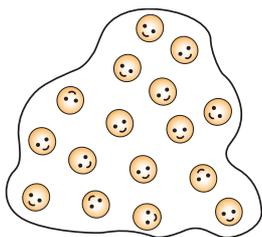
分子很小，我们直接用肉眼看不见，那怎么知道它在运动呢？我们能闻到花的香味，就是由于花香分子在空气中不停地运动。物质有固态、液态和气态三种状态，而物质所处的不同状态与分子的运动情况有关（图2-1-6）。



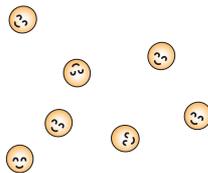
图 2-1-5 花香分子在空气中运动，引来蜜蜂采蜜



(a) 固态物质的分子有一定的位置,就像教室里听课的学生,只能在自己的座位上活动



(b) 液态物质的分子相对活跃,就像课间时教室里的学生



(c) 气态物质的分子运动剧烈,就像操场上到处乱跑的学生

图 2-1-6 物质的三种状态

几百年来,关于物质世界从宏观到微观的运动,一直是物理学研究的主要方向。

发展空间



人类对微观物质世界的探索

科学研究发现,分子是由原子组成的。在原子的内部,还存在复杂的结构和运动。1909年,英籍物理学家卢瑟福(E. Rutherford, 1871—1937)通过 α 粒子散射实验,提出了原子核式结构模型(图2-1-7):原子的中心有原子核,核周围有一定数目的电子在绕着原子核运动,就像太阳系中的行星绕着太阳运动。

关于原子核外电子运动的研究,对20世纪科学技术的发展有着十分重要的作用。各种电现象、磁现象和光现象都与电子的运动有关,半导体技术、超导技术、激光技术和计算机技术等,都基于电子运动的有关理论。

20世纪物理学的进一步研究发现,埋藏在原子世界深处的原子核,还有内部结构。原子核由质子和中子构成。物理学家对原子核内部结构及运动的研究,发展了造福人类的核技术,开创了核能时代。

更多的关于物质微观结构以及微观粒子运动的内容,可以查询互联网进行了解。

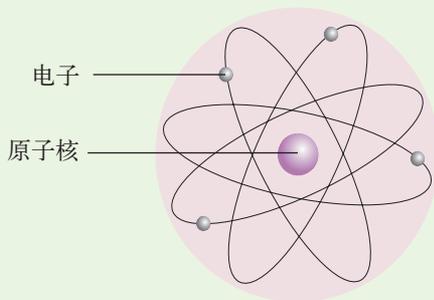


图 2-1-7 卢瑟福提出的原子核式结构模型

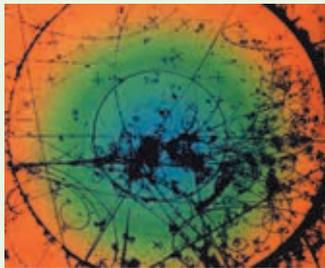


图 2-1-8 科学家通过气泡室照相显示基本粒子的运动径迹



图 2-2-1 开普勒根据太阳系行星运动规律谱写的乐章

2. 运动的描述

人们用不同的方式描述运动的世界。科学家是怎样描述运动的呢？物理学上，描述物体的运动首先要确定物体位置的变化。

◆ 参照物

假期到了，班上的几个同学送小明乘火车回家。火车徐徐地开动了，小明坐在窗边，却看到同学们渐渐向后退去。奇怪，究竟是谁在运动呢？



图 2-2-2 摄影师通过延时曝光，用一条条光带描述了一辆辆汽车的运动

■ 活动 ■ 动与静

把书放在桌子上，书上放一支笔，用手缓慢地推动书，使它带着笔沿桌面向前缓慢移动。思考以下问题：

- (1) 相对桌面，笔的位置有没有变化？
 - (2) 相对书，笔的位置有没有变化？
- 关于笔是运动还是静止，提出你的看法。



图 2-2-3 笔是运动还是静止



判断物体是否运动和如何运动，首先要选一个标准物，这个标准物叫做**参照物** (reference object)。如果物体相对于参照物位置没有发生变化，则称这个物体静止；如果物体相对于参照物位置发生变化，则称这个物体是运动的。

在前面的情境中，小明选取了火车作为参照物，所以感到同学们在运动。

参照物的选择应根据需要和方便来确定。研究地面上物体的运动，通常把地面或固定在地面上的物体作为参照物；在这种情况下，参照物可以略去不提。



图 2-2-4 新型汽车的研制中,将汽车模型放在风洞中不动,让风高速迎面吹来,真实地模拟了汽车在空气中高速行驶的情形

◆ 动与静

判断一个物体是运动的还是静止的，以及它的运动情况如何，取决于所选的参照物。这就是运动和静止的相对性。

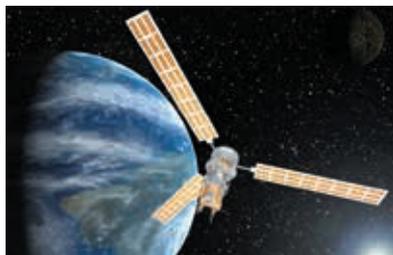
运动和静止的相对性在生活和科技中有很多应用，如图2-2-4、图2-2-5所示。



(a) 空中加油机正在给两架歼击机加油



(b) 花样跳伞队员在空中相对静止,能完成漂亮的造型



(c) 同步卫星相对地面不动,成为传送广播和通信信号的中继站



(d) 宇航员以哈勃望远镜为参照物,进行维修工作

图 2-2-5 航空航天中的相对静止

◆ 快与慢

随着裁判员乒的一声枪响，运动员们像离弦的箭一样向前冲去，百米赛跑开始了……



图 2-2-6 百米比赛



■ 讨论交流 ■ 如何比较物体运动的快慢

我认为，跑在前面的跑得快。

裁判员认为先到终点的跑得快……

裁判员是用“相同路程比时间”来判断的，小聪则用“相同时间比路程”来分析。都对！



裁判员是怎样比较运动员们的快慢的？你是怎样比较他们的快慢的？

可见，判断物体运动的快慢必须考虑路程和时间两个因素。如果两个物体运动的时间和路程都不相同，例如图2-2-7中，某运动员60 m短跑的成绩是6.65 s，100 m短跑的成绩是10.23 s，怎样比较这两次赛跑的快慢呢？

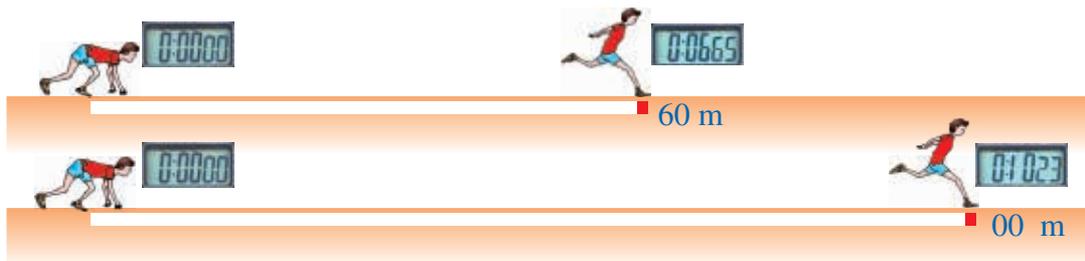


图 2-2-7 60 m 短跑和 100 m 短跑



在物理学中，物体通过路程与所用时间的比叫做物体运动的**速度** (velocity)，表示物体在这个过程中运动的快慢。

如果用 s 表示物体所经过的路程， t 表示物体通过这段路程所用的时间，用 v 表示物体的运动速度，则有

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

v 的单位 :m/s
 s 的单位 :m
 t 的单位 :s

在图2-2-7中，关于短跑运动员跑得快慢的问题，可以比较两次的速度：

$$60 \text{ m 短跑中运动员的速度 } v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{60 \text{ m}}{6.65 \text{ s}} \approx 9.02 \text{ m/s}$$

$$100 \text{ m 短跑中运动员的速度 } v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{100 \text{ m}}{10.23 \text{ s}} \approx 9.78 \text{ m/s}$$

可见，这个运动员100 m短跑比60 m短跑跑得要快。



在交通运输中还常用千米/小时做速度的单位，符号为 km/h。图2-2-8是设立在公路边的限速标志牌，它表示经过该路段的车速不允许超过40 km/h，这相当于每秒行驶多少米？

图 2-2-8 公路边的限速标志牌

发展空间

家庭实验室

小球进洞

在一张白纸上画一片草地，草地上画一个小洞，将一个小球放在图中草地上。分别进行以下操作：（1）纸板不动，将小球拉到“洞”中；（2）保持小球不动，拉动纸板，使小球进入“洞”中。两种情况下小球的运动结果相同吗？



自我评价

- “小小竹排江中游，巍巍青山两岸走。”在这两句歌词中，分别以什么物体为参照物来表示什么物体的运动？
- 在平直轨道上行驶的火车中，放在车厢内的小桌上的苹果相对于下列哪个物体是运动的？（ ）

A. 这列火车的机车	B. 坐在车厢椅子上的乘客
C. 从旁边走过的列车员	D. 关着的车门



3. 测量物体运动的速度

图 2-3-1 车速有多快

从人类开始研究物体运动起，速度就成为人们测量的对象。物理学、天文学中的许多规律就是在测量速度的过程中建立起来的；在日常生活、生产实践和科学实验中，也常常需要对某些物体的速度进行测量，如交通车辆的速度、子弹飞行的速度、河水流动的速度等。

物理学中研究问题总是从最简单的情况着手。因此，我们选取一个简单的直线运动进行探究。

实验探究 ■ 气泡的速度

1. 实验装置：取长约80 cm、内径10 mm的均匀玻璃管，管内注满水，留一个小气泡，两端密封。

2. 实验操作：和你的同学合作，倒转玻璃管，保持竖直，观察气泡在管内的运动，从某一位置开始用停表计时，每2 s在玻璃管上用记号笔记录小气泡的位置，最后用米尺（量程为0~1000 mm的刻度尺）测量，将实验数据填入以下表格中。

时间 /s	路程 /cm	速度 / (cm/s)
2		
4		
6		
8		
10		

3. 数据分析：计算气泡在每段时间内运动的速度，填入上表，看看有什么规律。

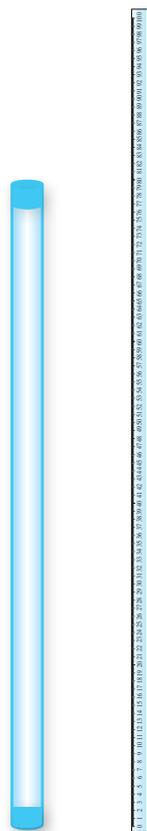


图 2-3-2 玻璃管和米尺



4. 进一步研究

用图像来记录数据，易于直观了解物理过程，并找出其中的规律。在图2-3-3的直角坐标中，水平轴代表时间，沿时间轴每隔2 s 竖直画一玻璃管。请在图中标出不同时刻气泡的位置。

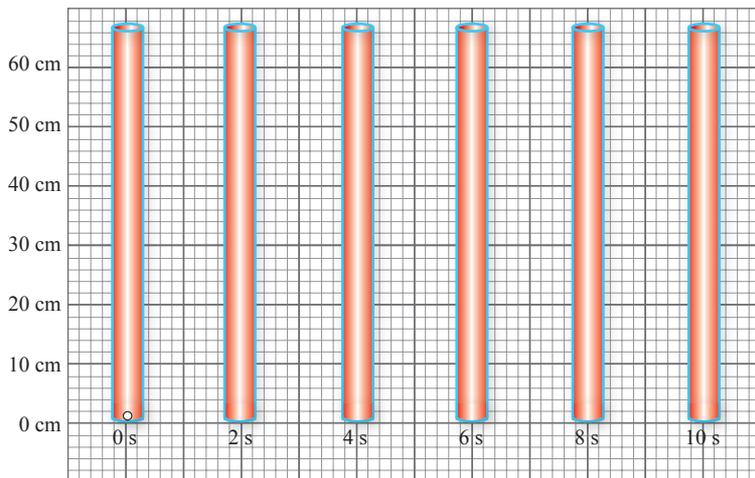


图 2-3-3 气泡在不同时刻的位置

在以上直角坐标中，描述气泡位置的每个点的高度表示了气泡相对于起始时刻通过的路程。将这些点用光滑曲线连接起来，得到一幅关于气泡运动的路程与时间的关系图像。

请观察整条连线有什么特点，是否呈一直线？并和同学讨论，直线图像表示气泡做什么运动？



图 2-3-4 自动扶梯上的人做匀速直线运动

在物理学中，一个物体沿着直线运动，在任意相同时间内，通过的路程始终相等，这样的运动叫做**匀速直线运动** (uniform rectilinear motion)。

匀速直线运动是最简单的运动，是速度不变的运动。

自然界中的匀速直线运动比较少见。如果物体运动过程中速度变化不大，轨迹

近似为直线，就可以近似看做匀速直线运动。例如你站在自动扶梯上缓缓下楼，列车在平直轨道上保持一定速度行驶，都可看做是匀速直线运动。

常见物体运动的快慢是经常变化的。请看一位同学百米赛跑的运动过程：

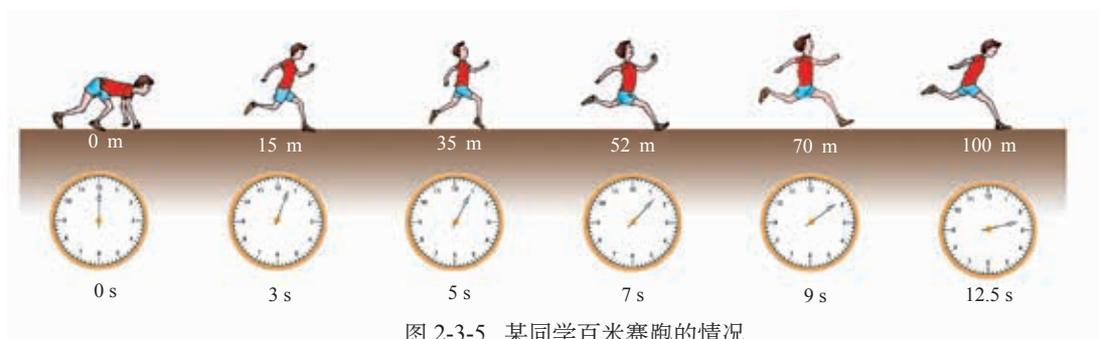


图 2-3-5 某同学百米赛跑的情况

计算上述百米赛跑过程中不同时间段的速度，你会发现不同时间段的速度是不相等的，这就是我们在实际中常见到的情形。但在许多情况下，我们不需要精确地考察每一个时刻的运动，也可以用前面的速度公式计算物体运动的快慢。这时求出的速度，表示的是物体通过某段路程（或在某一段时间内）的平均快慢程度，叫做平均速度。



讨论交流 ■ 汽车的速度

某城中心路段汽车限速为45 km/h。一位女士因开车超速被警察罚款，下面是警察和这位女士的一段对话。请和你的同学帮助警察向这位女士解释被罚款的原因。

女士，您刚才的车速是60公里每小时！

先生，这是不可能的。我刚才只开了7分钟，还没到一个小时，怎么可能走60公里呢？这真是天大的笑话！



图 2-3-6 关于速度的对话



图 2-3-7 汽车里配备有显示行驶速度大小的速度计

【例题】 汽车的驾驶仪表盘上都安装着速度计，它可以显示汽车的行驶速度。如果速度计的指针如图2-3-7所示，汽车保持这个速度行驶，经过3小时能行驶多远？

解： 根据速度公式 $v = \frac{s}{t}$ 进行求解。已知速度 v 和时间 t ，则时间 t 内通过的路程 $s = vt$ 。故汽车经过3小时行驶的路程

$$\begin{aligned}
 s &= vt \\
 &= 80 \text{ km/h} \times 3 \text{ h} \\
 &= 240 \text{ km}
 \end{aligned}$$

发展空间



自我评价

1. 什么是匀速直线运动？匀速直线运动中不同时间段的平均速度有什么关系？

2. 根据图2-3-8所示的列车时刻表，计算该次列车从北京南站到上海虹桥站运行的平均速度，以及从曲阜东站到常州北站运行的平均速度。

站次	站名	到达时间	开车时间	里程 / 公里
1	北京南	—	7:00	0
2	济南西	8:32	8:34	406
3	曲阜东	9:06	9:08	533
4	枣庄	9:31	9:33	627
5	南京南	11:01	11:03	1023
6	常州北	11:35	11:37	1153
7	无锡东	11:54	11:55	1210
8	上海虹桥	12:23	—	1318

图 2-3-8 某次列车的时刻表

欣赏：动物世界里的速度之最



(a) 猎豹是陆地上的短跑冠军，速度可达31 m/s



(b) 羚羊善于奔跑，是长跑冠军，速度可达22 m/s



(c) 冲刺速度最快的鸟是游隼（一种猎鹰），能以 98.6 m/s 的速度从空中向下俯冲

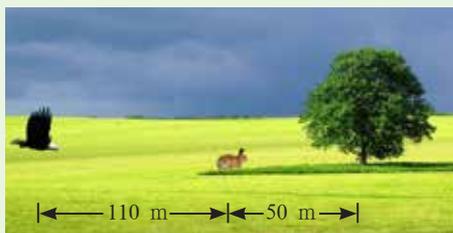


图 2-3-9 野兔和秃鹰

3. 如图 2-3-9 所示, 野兔在草地上以 18 m/s 的速度向前方 50 m 处的树洞奔逃, 秃鹰在野兔后方 110 m 处以 45 m/s 的速度贴着地面飞行追击野兔。野兔能否安全逃进树洞?

4. 某人骑自行车, 经过不同的路段, 有不同的速度。根据图 2-3-10 给出的路程—时间的图像和图表资料, 分析各路段人的运动情况。

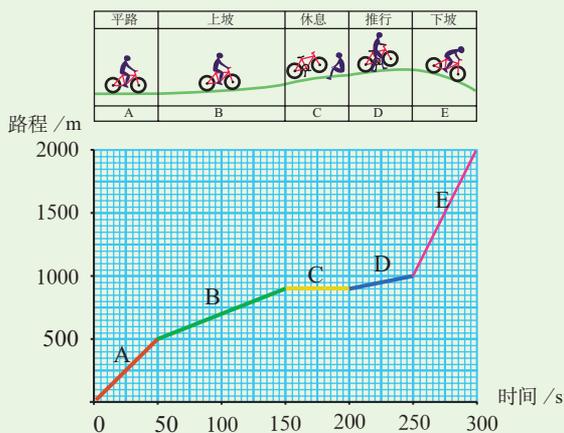


图 2-3-10

走向社会

认识常见的交通标志

图 2-3-11 是常见的交通标志, 你知道它们的含义吗? 如果不清楚, 问问司机师傅。



图 2-3-11 常见的交通标志



(d) 雨燕是天空中长距离飞行最快的鸟, 速度约 48 m/s



(e) 鸵鸟是跑得最快的鸟, 速度达 20 m/s



(f) 旗鱼是海洋中的游泳冠军, 速度能达到 28 m/s

图 2-3-12 动物世界里的速度之最

4. 能量

图 2-4-1 宇宙起源于 140 多亿年前的一次“大爆炸”

我们生活在能量的世界里。当你蹬着滑板在广场上风驰电掣般滑行时；当树枝在微风中摆动，鸟儿在枝头歌唱时；当车间里灯火通明，机器发出阵阵轰鸣时；当天气变化，小河里的水开始结冰时……你会发现，这些都伴随着能量的变化。

◆ 各种形式的能量

能量（energy）是与物体运动有关的物理量。不同的运动形态对应着不同的能量形式，描述物质世界的运动离不开对能量的研究。从宏观到微观，物质运动的多样性，决定了能量形式的多样性。



(a) 运动场上奔跑的运动员具有能量



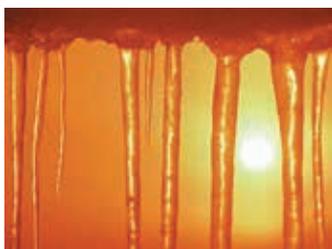
(b) 剧烈运动的空气可以形成龙卷风，摧毁房屋，拉倒大树



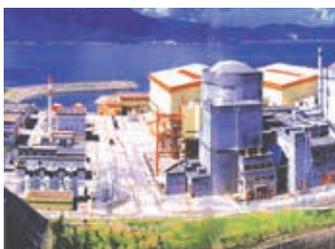
(c) 闪电发出耀眼的光芒和震耳的声音



(d) 电为我们描绘出现代化城市的灿烂景象



(e) 太阳光使冰柱的分子运动加剧，融化成水



(f) 核电站为我们的生活和生产提供大量的能量

图 2-4-2 能量形式具有多样性

◆ 能量可以转化

在现代生活中，从电灯照明、看电视，到用电饭锅做饭、用洗衣机洗衣，都需要电能。电能已经成为我们生活中使用最普遍的能量。那么，电能又从哪里来的呢？



■ 讨论交流 ■ 能量的来源

看下面的漫画，和你的同学一起追踪小聪家里用的电能的来源。

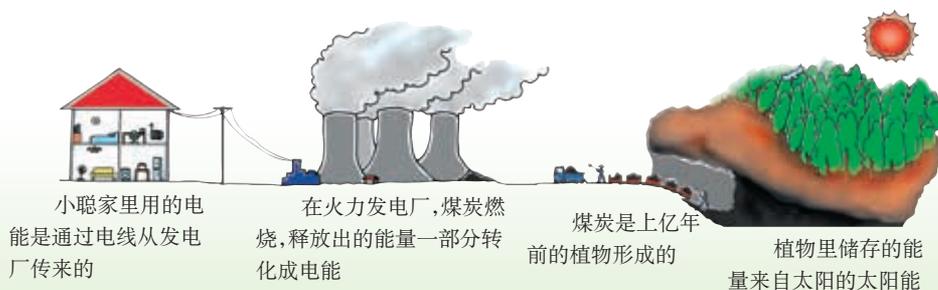


图 2-4-3 电能的来源

追溯能量的来源，你将会发现，我们生活中的大部分能量来自太阳。清晨，看着徐徐升起的太阳，想想你身边的哪些能量来自于太阳？

事实上，上面的漫画还说明了一个道理，能量不仅可以从一个地方转移到另一个地方，不同形式的能量之间还可以互相转化。利用能量的过程，就是能量转移和转化的过程。研究各种形式的能量及其转移和转化，是物理学的一项重要内容。在后续的学习中，我们将会接触到各种各样的能量形式，以及它们之间的相互转化过程。





知识要点

1. 物体位置的变化叫做机械运动。判断一个物体是运动的还是静止的，以及它的运动情况如何，取决于所选的参照物。这是运动和静止的相对性。

2. 常见的物质是由分子、原子构成的，这些微观粒子在不停地运动。

3. 物体通过路程与所用时间的比叫做物体运动的速度，表示物体在这个过程中运动的快慢，它的计算公式为 $v = \frac{s}{t}$ 。对于做匀速直线运动的物体而言，任意相同时间内物体通过的路程始终相等，它的速度保持不变。在变速直线运动中利用这个公式求出的是平均速度。

4. 能量是与物体运动有关的物理量。不同的运动形态对应着不同的能量形式。能量可以转移，不同形式的能量可以互相转化。

第三章 声

在地球上，莺啾燕啭、蝉唱虫吟、风吼雷鸣、车
辘马嘶、流水潺潺、林叶飒飒……

我们生活在声音的广袤空间里。生灵之声包含着
丰富多彩的情感，天地之声吐露着无穷无尽的秘密。

什么是声音，它怎么被我们听到？它带给我们什
么样的信息？

就让我们从这里开始，去了解声音的奥秘吧！

- ◆ 认识声现象
- ◆ 乐音的三个特征
- ◆ 噪 声
- ◆ 声与现代科技



1. 认识声现象

图 3-1-1 鸟语花香

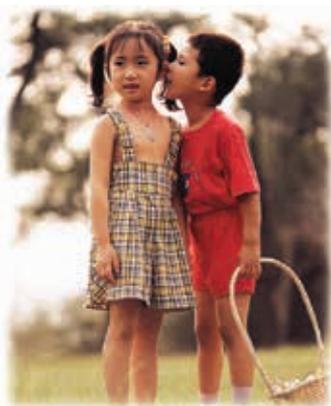


图 3-1-2 窃窃私语——人类用语言表达思想、情感,进行交流



图 3-1-3 震耳欲聋——吼猴以它雷鸣般的吼声,警告其他动物不要侵犯它的领地。声音是动物传递信息的常用方式

什么是声? 声来自哪里? 它是如何传播和接收的?

◆ 声 源



■ 观察 ■ 发声体在振动

把一条塑料薄膜拉紧, 放在嘴边吹, 当发出声音时, 嘴唇会感觉薄膜在振动。

把手指放到正在播放音乐的收音机扬声器上, 手会感觉扬声器在振动。



图 3-1-4 优美的琴声来自于琴弦的_____



图 3-1-5 青蛙“呱呱”的叫声是由于它的鸣囊在_____

通过上面的观察, 我们可以知道, 发声的物体都在振动。声音是由物体的_____产生的。

正在发声的物体叫做**声源** (sound source)。

◆ 声的传播

把一块石子投入平静的水面，水面会上下运动。我们可以看到以石子为圆心高低起伏的波浪，一圈圈向外扩展、传播。这就是我们常见的水波。



图 3-1-6 水波



图 3-1-7 声波

如图3-1-7所示，用槌击鼓，鼓面振动。当鼓面向右侧运动时，压缩了右侧的空气，该处空气变密；而当鼓面向左侧运动时，右侧空气又变疏。这样空气中就形成了密疏相间的波动，以鼓面为中心，向远处扩展，向四周传播。这样的振动传播的过程形成了**声波** (sound wave)。



■ 观察 ■ 声的传播需要介质

如图3-1-8所示，把一个电铃放入扣在抽气盘上的玻璃钟罩内，通电以后我们可以听到电铃发出的声音。然后用抽气机从钟罩内往外抽气，这时会有什么发现？

停止抽气，让空气重新进入玻璃钟罩内，我们听到的铃声会怎么变化？



接抽气机

图 3-1-8



这个实验说明：声波必须借助于某种物质才能传播。这一结论和人类的实践经验是一致的。凡是能够传播声波的物质，我们称为声的介质（medium）。空气、水、大地、木头及钢铁等都是声的介质。



(a) 把一根长管的一头插入水中,另一头放到耳边,就能听到远处船只航行的声音

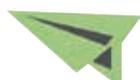


(b) 暖气管能把敲击声传遍楼内各处



(c) 由于没有空气,月球表面是一个寂静无声的地方,宇航员只能靠无线电波互相联系

图 3-1-9 声的传播



■ 活动 ■ 会“跳舞”的烛焰

如图3-1-10所示,打开音响,播放一曲你喜爱的音乐,将一支点燃的蜡烛放在音箱前。加大音量,你会发现,烛焰在随着音乐“跳舞”!

和同学讨论,这个现象说明了什么?



图 3-1-10 烛焰“跳舞”

静止的烛焰舞动起来了,说明它获得了能量。这些能量是由声源发出,经声波传播而来的。

◆ 声传播的速度



■ 讨论交流 ■ 声的传播有多快

如图3-1-11所示，百米赛跑时，在终点计时的小明先看到发令枪冒烟，后听到枪声。这个现象说明了什么？



图 3-1-11

声的传播需要时间。声传播的距离与所用时间的比叫做**声速** (sound velocity)。科学研究发现，声速的大小与介质的性质有关，还与介质的温度有关。

下表列出了常温（15℃）下几种介质中的声速。

介质名称	传播速度 v / (m/s)
空气	340
水	1460
大理石	3810
钢铁	4900~5200
铝	5100
玻璃	5000~6000

◆ 人的发声和听声能力

人的声带振动，可以发出声音；声波传入人耳中，触动鼓膜，则会产生听觉，使我们听到声音。

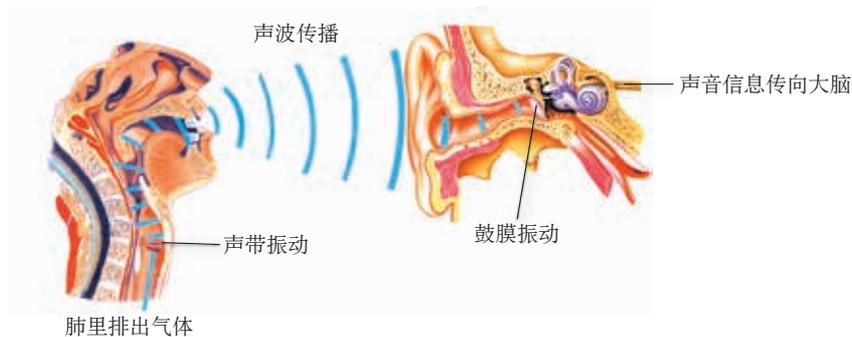


图 3-1-12 声音的产生、传播和接收



精巧的人体器官，能发出或感受世界上所有的声波吗？不是的。

在物理学中，物体振动的次数与所用时间的比叫做**频率**。频率的单位是赫兹，符号是Hz。如果物体每秒钟振动1次，它的频率就是1Hz。

人的声带，能够产生 64 Hz ~ 1300 Hz 的声；人耳能听到 20 Hz ~ 20000 Hz 的声。低于 20 Hz 的声，叫做**次声** (infrasonic sound)；高于 20000 Hz 的声叫做**超声** (supersound)。

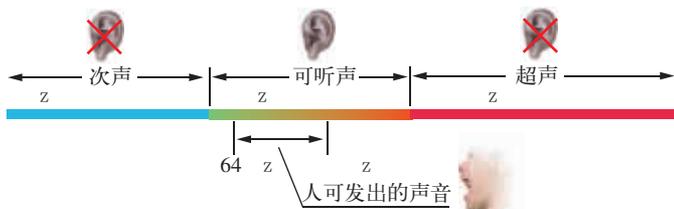


图 3-1-13 次声、可听声和超声

次声和超声不为人耳所感知。但有许多动物的听声范围与人不同，狗和猫能听到超声；蝙蝠和海豚可以听到100000 Hz以上的超声；水母可以听到8 Hz ~ 13 Hz的次声。超声和次声有各自的特征，也有不同的用途和危害。

发展空间

家庭实验室

“看”到自己的声音

把两个纸杯底部用细棉线连起来，做一个“土电话”。固定其中一个纸杯，在纸杯口上蒙一个胶膜，膜上粘一片小平面镜，如图3-1-14所示。拉紧棉线，用一支激光笔发出激光，照射在平面镜上，对另一纸杯说话，你会看到激光被反射的光点在晃动，这就是你的“声音”。

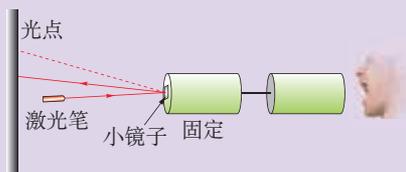


图 3-1-14

自我评价

1. 雷雨中，小明看到闪电后2.5 s才听到雷声。声音在空气中的传播速度为340 m/s，响雷处距离小明大约有多远？

2. 用一段文字来描述你所感受到的声音世界。



图 3-1-15 雷电

动物与声音

过去人们认为鱼儿没有声带，也没有耳朵，是哑巴，也是聋子。后来科学家研究发现，许多鱼儿都有发声听音的能力。它们有的用鳔发声，有的用脊椎骨摩擦发声。在新几内亚，渔民不断摇晃绑在竹竿上的贝壳，鲨鱼就会闻声而至；在水中敲击铁锤，比目鱼就会从海底浮起，向你翩翩游来。科学家还发现，每一种鱼对同伴的叫声、游声和食声都很熟悉，一听到这种声音就知道同伴来了，会立即做出反应。根据这个道理，渔民们常常利用鱼儿喜欢听的音乐诱鱼入网，提高捕鱼效率。

我们生活的世界充满着各种各样的声音。许许多多的声音等待着我们去聆听，去探究。关于动物与声音的更多内容，请查询互联网进行了解。



(a) 蚊子的翅翼每秒钟振动 250 ~ 600 次,使人们听到嗡嗡声



(b) 蟋蟀的耳朵长在前腿的小腿部,腿上有接收振动的器官,微小的振动都能感觉到



(c) 蝙蝠利用喉头发出超声,再用耳朵接收回声,就能在黑夜飞行捕食



(d) 这是一只水母,当台风来临前,水母听到台风产生的次声,会游到礁石缝里躲起来。渔民看到水母藏起来,就知风暴即将来临



(e) 母鸡听到蛋壳中发出的“叽叽”声后,就发出“咕咕”的答叫声,这一应一答持续“对话”,几小时后,雏鸡就破壳而出



(f) 海豚有多种自己的语言。它们可用 7 种不同的声音,并以长短间歇相组合的方式与同伴交流。科学家预言,一旦破译这些声音信息,就可实现人与海豚的对话

图 3-1-16 动物的声音





2. 乐音的三个特征

图 3-2-1 交响音乐会

悦耳的声音叫做乐音。音调、响度和音色是乐音的三个特征。由于声音是由声源的振动产生的，所以乐音的特征也能从声源的振动情况找到原因。我们就先从声源的振动进行讨论，再用声波的图像进行分析。

◆ 音 调

在音乐课上，经常会说到音调 (pitch)，比如“i”的音调要比“1”的音调高。音调的高低取决于什么呢？

Y ■ 实验探究 ■ 音调的高低

音调跟声源振动的快慢有什么关系？

如图3-2-2所示，先拨动绷紧的细橡皮筋，再拨动绷紧的粗橡皮筋。哪根橡皮筋振动得快？哪根橡皮筋的音调高？

如图 3-2-3所示，改变尺子伸出桌面的长度，用手拨动尺子，比较尺子振动的快慢和发声的音调。

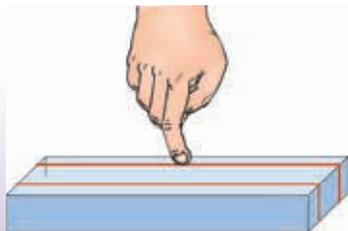


图 3-2-2 比较两根橡皮筋振动的快慢和音调的高低

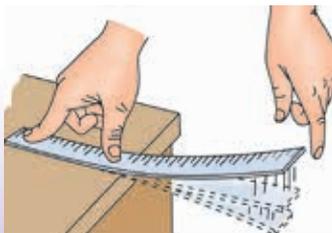


图 3-2-3 比较尺子振动的快慢和发声的音调

音调是由声源的振动频率决定的。声源振动快，频率高，音调就高，听起来声音尖细；声源振动慢，频率低，音调就低，听起来声音低沉。音乐中“1、2、3、4、5、6、7、i”，音调是逐步升高的。一般来说，儿童发出的声音音调比成人的要高，女同学的音调比男同学的要高。

不同声源由于形状、尺寸和所用材料等因素的不同，会有不同的振动频率范围，这个范围也决定了它发声音调的高低。

一些声音的频率

声 音	频率/Hz	声 音	频率/Hz
人能听到的声音	20~20000	钢琴的中央C	261.6
人能发出的声音	64~1300	钢琴的最高音	4096
人敏感的声音	1000~3000	大提琴	70~800
人最敏感的频率	2000	长笛	250~2500
钢琴的最低音	27.5	狗的叫声	450~1080

◆ 响 度

用大小不同的力，敲一面鼓，我们听到声音的大小会不同。声音的大小叫做**响度** (loudness)，也叫**音量**。响度与什么有关呢？

当我们用力敲鼓时，鼓面振动的幅度大，声音就大。这表明响度是与声源振动的幅度相关的，振动幅度大，响度就大；振动幅度小，响度就小。

响度还跟人与声源的距离有关。距离越远，听到的声音越小，响度也就越小。

◆ 音 色

用不同的乐器同时演奏同一首曲子，我们仍能区分哪一种声音是什么乐器发出来的。这是因为不同的乐器，由于材料和形状的不同，就会构成自己特有的声音特色，叫做**音色** (musical quality)，也叫**音品**。人的发声也因人而异，所以我们在电话里也能分辨出是谁在说话。



观察 声波的图形



借助示波器，我们可以区分不同的声音。

如图3-2-4所示，用麦克风接收声音，将声音信号转变为电信号输入到示波器中，就能直接在示波器屏幕上显示出与声波相对应的图形。

图形曲线中的波峰（波谷）出现的个数多少，表示声源振动频率的高低。振幅的大小，对应着声源振动幅度的大小。波形的具体形状反映了声源发声的特色。



图 3-2-4

一个音叉发声时的振动频率是一定的，频率的数值标在音叉上。敲击音调高低不同的两个音叉，示波器分别显示出两列声波的图形。

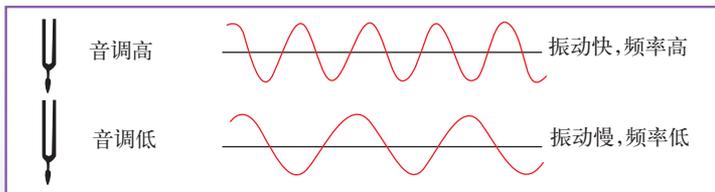


图 3-2-5

重击、轻击同一音叉，示波器能显示出两列振幅不同的声波图形。

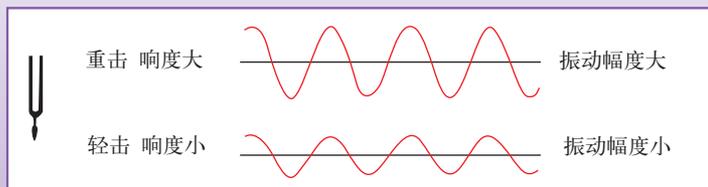
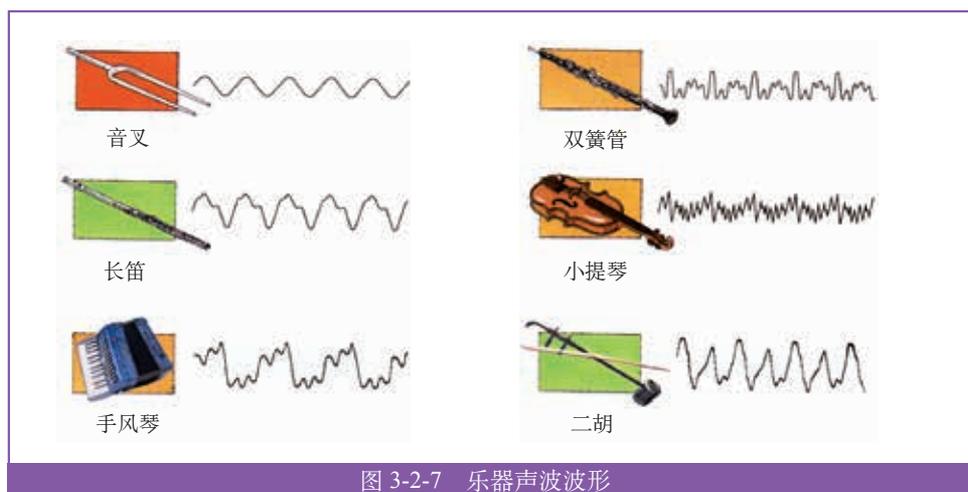


图 3-2-6

不同声源发出不同的声音，示波器便显示不同的波形。

下面是几种乐器产生的声波波形图。



发展空间

家庭实验室

橡皮筋吉他

如图3-2-8所示，把宽窄不同的橡皮筋缠到一个小盒罐上，小盒罐的两端各放一支笔，绷紧橡皮筋。弹拨橡皮筋，就会发出像吉他一样的声响。



图 3-2-8

物理在线

曾侯乙编钟

1978年，湖北省随州曾侯乙墓出土了战国早期的编钟（图3-2-9），共64件，均由青铜铸成。钟的大小决定其音调的高低。编钟发音准确，音色优美，令人惊叹。每个钟还可敲出两种声音。编钟反映了我国悠久的历史和文化历史和古代人民的智慧，在世界科学史和艺术史上都占有辉煌的地位。请通过互联网查询其他有关古代乐器的情况。



图 3-2-9 曾侯乙墓出土的编钟



B. 噪声

图 3-3-1 轰鸣的赛车

◆ 噪声及其来源

用铁皮刮水泥地，能发出刺耳的声音，像这样杂乱无章的声音就是噪声（noise）。

从物理学的角度看，噪声来源于杂乱无章的不规则振动。从环境保护的角度看，一切干扰人们休息、学习和工作的声音都是噪声。想一想，在你的生活环境中，哪些是噪声的来源？



图 3-3-2 工地上工程车的轰鸣声是噪声



图 3-3-3 在电子阅览室里的高声喧哗是一种噪声

◆ 噪声大小及其危害

人们以分贝（符号 dB）为单位来表示声音的强弱。零分贝声音的大小是一般人刚能听到的频率为 1000 Hz 的声音强度，这是听觉的声音强弱下限；10 dB 相当于微风吹拂树叶的沙沙声；30 dB ~ 40 dB 是较为理想的安静环境；70 dB 会分散人的注意力，影响工作。在主要交通道路上设置的噪声强度显示器可直接显示声音的强弱。



图 3-3-4 噪声强度显示器

噪声与废气、污水、有毒固体废物，是当代社会的四大污染源。有调查表明，青少年长期在吵闹的环境中生活，其智力发育可能降低20%。噪声环境会对人体造成各种损害，在90 dB环境中工作，

听力会受到严重影响，发生耳聋、头痛、高血压等疾病；在150 dB的环境中，鼓膜会破裂出血，双耳完全丧失听力。

一些声音的分贝数和人们相应的主观感觉

声音	分贝数	主观感觉
	0	听觉下限
1 m外的落叶声	10	极静
睡眠的理想环境	20~30	安静
阅览室、办公室	40~50	较静
一般说话	60	
大声说话	70	较吵
繁华街道的喧闹	80	
汽车鸣笛	90	很吵
摇滚音乐会	100	
电锯工作	110	震耳
飞机起飞	120	感到疼痛
喷气式飞机起飞 火箭起飞	140~150	无法忍受 可致永久性耳聋

噪声一向为人所厌，但也有可利用的地方。例如，利用噪声控制植物提前或推迟发芽，可以除掉杂草；利用人体发出的微弱噪声，可以探测病灶；通过分析水下自然噪声，可以获知海底的情况，等等。

◆ 控制噪声

正如图3-1-12所描绘的那样，声音从产生到引起听觉分为三个阶段：声源振动产生声音→在空气等介质中传播→引起鼓膜振动。可见，从声音的产生、

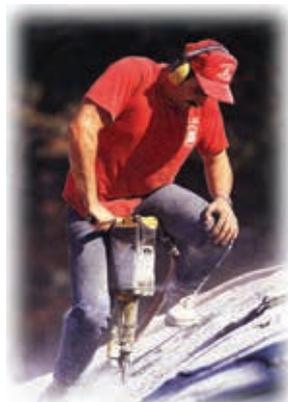
传播、接收来看，控制噪声应着眼于消声、隔声、吸声三个环节，其中最根本的是消除或降低声源噪声。在抵御噪声侵害的历程中，人们发明了各种各样的技术手段。



(a) 在汽车排气管上安装消声器



(b) 在公路旁设置声音屏障



(c) 在强噪声环境下工作需佩戴耳塞、耳罩

图 3-3-5 控制噪声的方法

随着现代科技的发展，人们还设计出了新颖的反噪声器。在计算机的指挥下，反噪声器发出的声波与原噪声波叠加，从而抵消噪声。这项技术已在飞机上得到了应用。科研人员还研制出了反噪声立体声耳机，颇受欢迎。为了更有效地控制噪声，1996年10月29日，第八届全国人民代表大会通过了《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，用法律的手段保护和改善生活环境，保障人体健康，促进经济和社会的发展。

为了不影响他人的学习、工作和休息，我们每个人都要养成良好的行为习惯，力争做一个环境保护的卫士！

发展空间

家庭实验室

探究材料的降噪能力



图 3-3-6

在工厂，机器的震动是主要的噪声源，所以许多机器下面安装减震底座。如图3-3-6所示，桌面上放一个玻璃杯，在玻璃杯下分别放上要测试的小块材料，如海绵、棉花、木板、书、橡皮泥、金属块等，尽量用相同的力轻轻敲击玻璃杯壁，仔细比较玻璃杯发出的声音大小。声音越小，说明杯下材料的降噪的能力越强。

通过这项研究，对降低噪声源（如电动机）的噪声，你能提出一些解决方法吗？



4. 声与现代科技

图 3-4-1 “回音壁”

地球表面有空气、水、岩石等不同介质，介质呈各种形状，声波在其中传播，会产生许多有趣的声现象。不少现代声学技术，利用的就是不同频率声波的特征以及这些声现象。

◆ 奇异的声现象

江西省弋阳的圭峰，风景优美。那里有一个山谷，名为“四声谷”。游客高喊一声后，可相继听到四次声音。这是怎么回事呢？

实验和经验都告诉我们，当声音在传播过程中遇到障碍物时，将被反射回来。反射回来的声音再次被我们听见就成了回声（echo）。四声谷的现象就是由于人们听到了周围远近不等的山体反射回来的声音的缘故。



图 3-4-2 弋阳圭峰



■ 观察 ■ 音叉的共鸣

如图3-4-3所示，将两个频率相同的音叉靠近放在桌上，用橡皮槌敲击其中一个，使其发声。然后再把橡皮槌压在此音叉上，使它停止振动。这时，会发生什么现象？

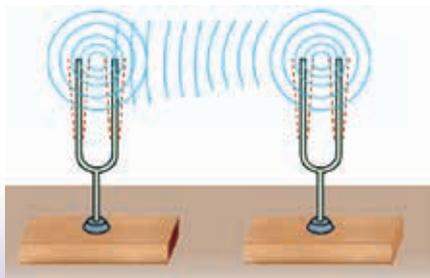


图 3-4-3 音叉共鸣

在上述实验中，我们会听到未被敲击的音叉也发出了声音。这类现象称为**共鸣**（resonance）。



图 3-4-4 据记载,唐朝在洛阳有一和尚,喜得一磬。不料那磬常常无故自鸣,和尚疑神疑鬼,吓得生起病来。后经人指点,才知此磬与前殿的钟频率相同,击彼应此,故钟鸣磬响

声反射的快慢、强弱,与声传播中遇到的障碍物的形状、材质、位置等因素有关。据此,人们利用声的反射探测、检查物体,获得信息。声音的共鸣中,与声源发生共鸣的物体吸收了随声波传播来的能量。这是通过声传递、接收能量的一种方式。

在各种声技术中,反射、共鸣大显身手。

◆ 超声是个多面手

超声的频率很高,它虽不能为人耳所听到,但在许多领域得到了应用。

在水中,超声波可以传播得很远。根据这个特点,人们利用超声波的反射制成声呐,可用来确定潜艇、鱼群的位置和海水深度。

超声波能透过几米厚的金属。利用超声波的穿透与反射特性制成的超声探伤仪,可用来探查金属内部的裂纹、气泡等缺陷。

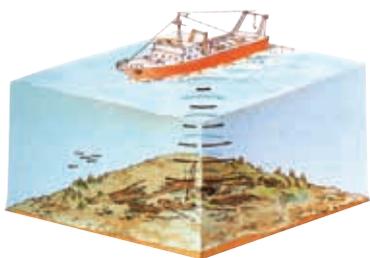


图 3-4-5 声呐发出的超声波遇到障碍物反射



图 3-4-6 正在做超声检查

医院里的超声检查,是让一束超声波射入人体,超声波会在体内不均匀部位和脏器的分界面上反射回来,仪器接收反射回来的超声波形成“像”,这个像就是内脏的“声”像。医生可根据图像看出肝脏是否肿大,胆囊有没有结石,胎儿在腹内是否正常发育,等等。

驾驶员在车内,很难准确判断车身与周围物体的距离。在车尾或车头安装几个超声发射与接收装置,发射超声,并接收被物体反射回来的超声,根据二者的时间差,就可以计算出车体与物体之间的距离。这就是目前广泛安装在车辆上的“倒车雷达”的工作原理。

声的传播携带着能量。可以利用超声把普通的水“打碎”成直径仅为几微米的小水珠，变成雾扩散到空中，增大空气湿度，这就是超声加湿器的基本原理。超声波还可以粉碎结石、去除齿垢和牙结石、治疗白内障等。



图 3-4-7 “倒车雷达”显示,车尾与管道之间的距离是 0.62 m



图 3-4-8 超声加湿器

◆ 次声本领大

次声波传播时能量损失小，能传得很远。对各种次声波进行监测，就可以得到许多信息。

在大气层内进行核爆炸会产生巨大的次声波，用一种高灵敏度的监测装置（又叫“大耳朵”）就可以探测到核爆炸的强度和位置。目前已建成全球性核试验监测网。地球上任何一个角落进行的核试验都不可能逃过“大耳朵”的“监听”。

海洋面积占地球表面积约71%，对地球环境起着重要的调节作用。海洋“微微发烧”，全球就会“重感冒”。所以监测海洋温度的变化十分重要。然而要测量整个海洋的“体温”十分困难。科学家根据次声波可以在海水中远距离传播以及声速随温度的变化十分灵敏的特点，建立了海域监测网，可以计算出大范围内海洋的平均温度。

有些自然灾害，如火山喷发、龙卷风、雷暴、泥石流等，在发生前会先发出次声。利用次声监测仪进行监测，就可以预报灾害，从而减少损失。

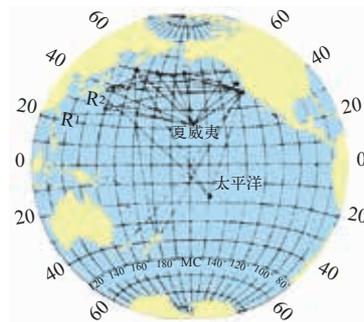


图 3-4-9 海域次声监测网



图 3-4-10 泥石流发生前,会产生次声



◆ 声识别技术

声技术与计算机技术相结合，正广泛地应用于现代社会的各个方面，声识别技术就是其中之一。

每个人的声音各有特色。但不同的人说同一句话，我们总能听出来说的是哪几个字，这说明每个字的发音，都有它们各自的特征。计算机程序可以分析出这些特征并储存起来。当人说话时，计算机程序通过接收人的读音，分析它的主要特征，并与各个字的标准读音特征进行比对，再联系上下文，就可以判断出人说的是哪一个字了。这就是声识别技术。目前这项技术已广泛应用于生活领域，瞧，通过对手机说话，手机就可以对你的读音进行分析，判断出你呼叫的是谁的名字，并自动拨号！



图 3-4-11 语音拨号



发展空间

家庭实验室

探究声的反射

如图3-4-12所示，准备好平面镜、两个圆纸筒、塑料杯、能发声的手表。按图放置两个小纸筒，手表放在倒扣着的杯底上，对着纸筒口的一端。调整纸筒的夹角，直到能通过纸筒和平面镜看到手表。然后在纸筒另一端听手表发出的声音。如果用木板、塑料板、金属板、泡沫塑料、海绵等替代镜子，会得出什么结果？写出你的实验结果与看法。



图 3-4-12

物理在线

古代建筑中的声现象

我国许多古代建筑中，会发生奇异的声现象。北京天坛“回音壁”是一道直径约61.5 m、高约3.72 m的圆形围墙，整个墙面坚硬平滑。一人贴着围墙小声说话，声音能沿墙面多次反射，在围墙边许多位置都能听得清楚。“回音壁”中央还有一块石板，站在上面拍手，由于墙面和墙内建筑物的反射，可以持续听到三声回声，因此这块石板被称为“三音石”。

莺莺塔位于山西省永济县境内，由元代著名作家王实甫的作品《西厢记》而得名。此塔高36 m，共13层，有着奇妙的声学效果。由于塔檐造型特殊，在塔前击石，声音经多层塔檐反射后，回声相继延迟，可以听到蟾鸣般的回声，出现了被人们称为“普救蟾声”的奇妙现象。

查询互联网，对于古代建筑中的声现象，你会有更多的发现。



图 3-4-13 天坛“回音壁”（局部）



图 3-4-14 莺莺塔



知识要点

1. 声音是由物体振动产生的。正在发声的物体叫做声源。
2. 声能在气体、液体、固体中传播，能传播声的物质称为声的介质。
3. 声传播的距离与所用时间的比称为声速。不同介质中声速不同，常温下空气中声速为340 m/s。
4. 悦耳的声音叫做乐音。音调、响度和音色是乐音的三个特征，声音的高低叫做音调；声音的大小叫做响度；声音的特色叫做音色。音调与发声体振动的频率有关；响度与发声体的振动幅度有关，还跟人与声源的距离有关；不同的发声体发出的声音有不同的音色。
5. 噪声来源于杂乱无章的不规则振动。从环境保护的角度来说，一切干扰人们休息、学习和工作的声音都可以认为是噪声。
6. 声在传播过程中遇到障碍时，能被反射。声的反射在现代声技术中有广泛的应用。

因为有了光，自然界才绚丽多彩。
因为有了光，世界才生机勃勃。
因为有了光，我们的生活才充满温暖……
让我们走进这神秘的光的世界，探究那无穷的奥妙吧！

第四章 在光的世界里

- ◆ 光源 光的传播
- ◆ 光的反射定律
- ◆ 科学探究：平面镜成像
- ◆ 光的折射
- ◆ 科学探究：凸透镜成像
- ◆ 神奇的眼睛
- ◆ 通过透镜看世界
- ◆ 走进彩色世界





1. 光源 光的传播

图 4-1-1 太阳是人类最重要的光源

清晨，太阳从东方冉冉升起，云缝中射出道道霞光。你想过吗，光从哪里来？光是怎样传播的？光的速度有多快？

◆◆ 光源

白天，大地阳光普照。夜晚，城市灯火辉煌。如果在乡间，偶尔还会看到萤火虫在夜空飞舞……

太阳、电灯、萤火虫……像这些能自行发光的物体叫做**光源** (light source)。



图 4-1-2 不断发展的人造光源

◆◆ 光是怎样传播的

将一束激光射到空气中，可以看到光沿直线传播。

光束碰到光滑桌面时会改变方向。

光束能穿透玻璃！

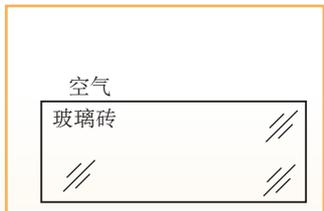
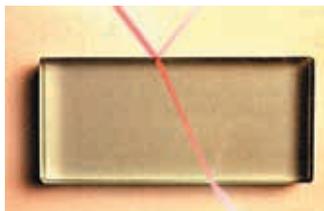
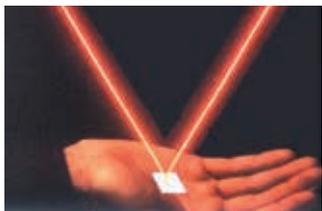
……



实验探究 光总是沿直线传播吗

1. 将激光束射到光滑物体表面，例如桌面、平面镜，观察光束的传播径迹有什么变化。

2. 将激光束射向玻璃，观察光束的传播径迹。



光射到镜面上

光由空气射向玻璃砖

图 4-1-3 画出光传播的径迹

材料

- ◆ 激光笔 (注意防止激光直射眼睛)
- ◆ 镜片、玻璃片、纸片、木板、玻璃砖

3. 光可以在空气、水、玻璃等透明物质中传播，这些物质叫做光的介质。光在同种介质中一定沿直线传播吗？观察图4-1-4，和同学讨论上述问题。

根据以上实验和图片资料，关于光的传播径迹，你有什么认识？和同学讨论交流。

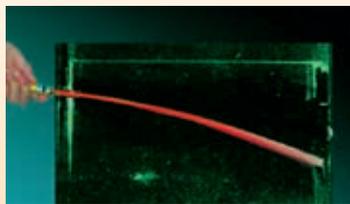


图 4-1-4 一束激光射进密度不均匀的糖水时的径迹

大量实验说明，光在同种均匀介质中沿直线传播。

光在同种均匀介质中沿直线传播的规律，可以解释许多常见的光现象，例如小孔成像（图 4-1-5）、影的形成（图 4-1-6）等。光的直线传播规律在现代工程测量、施工中也有广泛的应用。

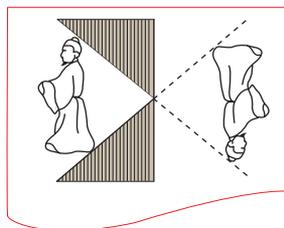


图 4-1-5 从物体上发出的光，沿直线穿过小孔，照在小孔另一侧的屏上会形成像，这就是小孔成像现象。2000 多年前，《墨经》中就记载了小孔成像的实验



图 4-1-6 你玩过手影游戏吗？
请用光的直线传播来解释

高层建筑安装电梯时，需要把电梯轨道装得又正又直，如果从极高的楼顶系一条重垂线，这样的操作并不容易。安装工人常常在电梯井底放置一台激光垂准仪，射出一束竖直的激光代替重垂线，调整电梯轨道与激光束平行，就能保证轨道又正又直。



讨论交流 ■ 光传播能量和信息

观察图4-1-7，和同学们一起讨论我们是怎样利用光传播能量的，是怎样利用光来传播信息的。



(a) 阳光下，太阳灶能把水烧开。我国古代有“阳燧（凹面镜）取火于日”的记载



(b) 哇！激光能在钢板上打孔



(c) 通过光纤传递的图像信息，医生能看到病人体内的病灶



(d) 红绿灯是控制交通的信号。它告诉你该停还是行

图 4-1-7 光传播的是能量和信息

◆ 光传播的速度

目前，尚未发现运动速度比真空中光传播的速度更快的物体。光在真空中 1 s 能传播 2.99792×10^8 m，也就是说，真空中的**光速**（light velocity）为

$$c = 2.99792 \times 10^8 \text{ m/s}$$

光在各种介质中的速度都比在真空中的小。在空气中光的速度与真空中光速差不多；光在水中的速度大约是真空中光速的 $\frac{3}{4}$ ；光在玻璃中的速度大

约是真空中光速的 $\frac{2}{3}$ 。

科学家可以使光的速度减慢，光在特殊介质里 1 s 只传播几米，你跑步就能追得上。

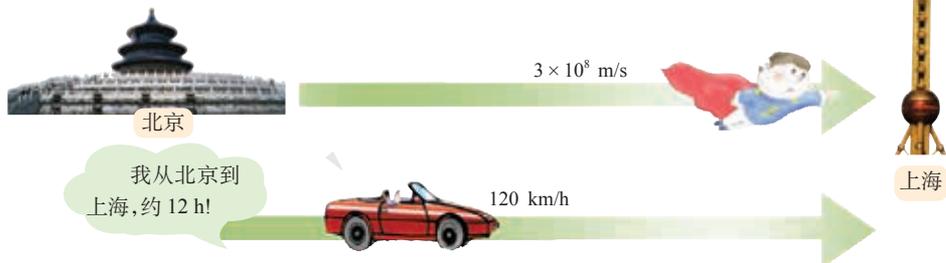


图 4-1-8 从北京到上海约为 1.4×10^3 km, 轿车以 120 km/h 的速度行驶, 约需 12 h 才能跑完全程。假如上面的小孩能以光速取 3×10^8 m/s 行进, 他 1 s 内能在北京和上海之间跑 107 个来回

发展空间

家庭实验室

自制针孔照相机

应用小孔成像的原理, 你可以自制一个针孔照相机: 做两个可以套在一起拉动的硬纸筒, 外筒的前端蒙一块带针孔的黑纸; 内筒的一端蒙一块半透明的纸。将针孔对准明亮的景物, 在半透明纸上, 你会看到什么样的图像?

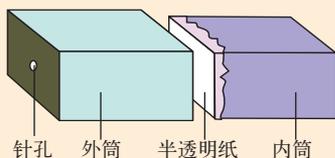


图 4-1-9 针孔照相机

自我评价

1. 室内一盏电灯通过木板隔墙上的两个小洞, 透出两条细小光束(图 4-1-10)。根据这两条光束的方向, 画出电灯的位置。

2. 光在 1 s 内传播的距离大约相当于地球赤道长度的多少倍(地球的半径约 6.4×10^3 km)?

3. 玩具枪和激光器组合, 你能想出什么小发明?

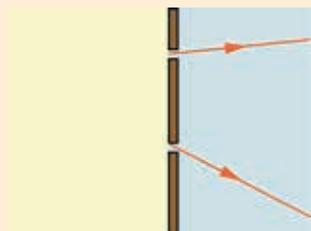


图 4-1-10

2. 光的反射定律

图 4-2-1 反射



图 4-2-2 你是怎样看到物体的

光射到镜面上，改变方向，发生了**反射** (reflection) 现象。你能看到物体，是因为有光从物体射入你的眼睛。你眼前的书、课桌和黑板，它们都不发光，但可以反射光源发来的光，所以你能看见它们。正是有了光的反射，我们才能看到这五彩缤纷的大千世界。

◆ 光的反射规律

实验探究 光的反射规律

为表示光的传播情况，我们通常用一条带箭头的直线表示光的径迹和方向。这样的直线叫做**光线** (light ray)。

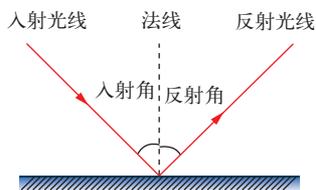
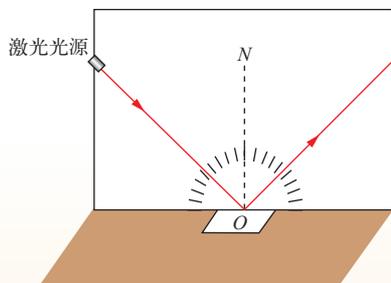


图 4-2-3

如图 4-2-3 所示，过入射点垂直于镜面的直线叫做**法线** (normal)。入射光线与法线的夹角，叫做**入射角** (incident angle)。反射光线与法线的夹角，叫做**反射角** (reflection angle)。

一束光射到平面镜上，会向什么方向反射？

把一个平面镜放在水平桌面上，在平面镜上竖直放一张白色纸板，纸面上画有直线 ON 和角度刻度，使 ON 与镜面垂直。



材料

- ◆ 激光笔 (注意防止激光射入眼睛)
- ◆ 平面镜
- ◆ 画有刻度的纸板
- ◆ 量角器

图 4-2-4 研究光的反射规律

使激光笔发出一束光，沿与镜面垂直的纸面射向镜面上的 O 点。研究入射光束和反射光束之间有什么关系。

实验次数	入射角/度	反射角/度
1		
2		
3		

关于光的反射，你发现了什么规律？

通过实验，可以得到光的反射定律 (reflection law): 反射光线与入射光线以及法线在同一平面内；反射光线和入射光线分居法线的两侧；反射角等于入射角。

光的反射定律给我们提供了控制光束传播方向的方法。在许多装置中，常用平面镜改变光传播的方向，图 4-2-5、图 4-2-6 和图 4-2-7 就是一些典型例子。

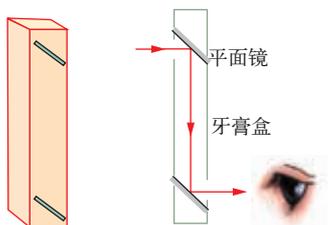


图 4-2-5 自制简易潜望镜:在竖直放置的盒子两端各安装一个平面镜,两块平面镜互相平行,跟水平方向成 45° 角,就做成了最简单的潜望镜

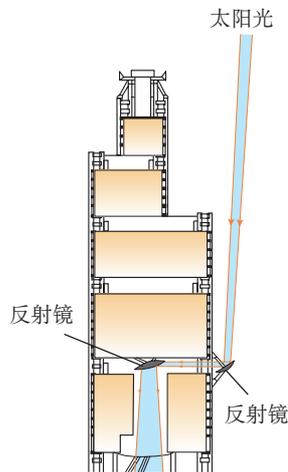


图 4-2-6 香港汇丰银行大楼利用反射镜将自然光引进楼内,解决了大楼的照明问题

怎样测量地球与月球之间的距离？地球上的科学家向月球发射了激光，并通过测量激光从发射出去到反射回来所用的时间，精确地计算出地球与月球间的距离： 3.84403×10^5 km。

想想看，两块平面镜怎样组合，才能把射向它的光偏转 180° ，沿原方向反射回去？

我的方案：将光偏转 180° 的装置

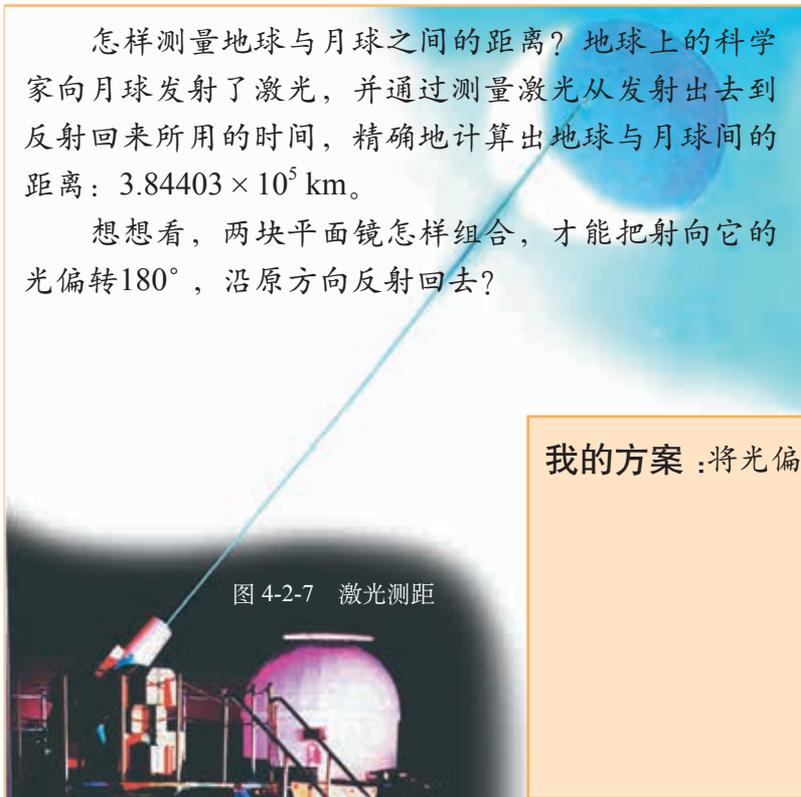


图 4-2-7 激光测距



讨论交流 ■ 反射光路的可逆性

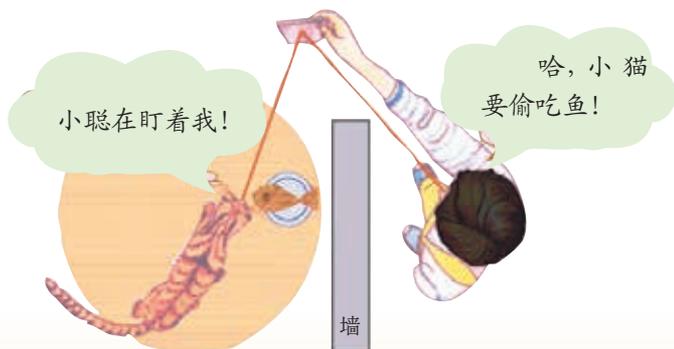


图 4-2-8 小猫和小聪

上面是关于小聪和小猫的一幅漫画，你知道其中的道理吗？取一个平面镜和同学一起做一做，并与同学进行交流。



图 4-2-9 光路的可逆性

让光线逆着反射光线的方向射向镜面，可以看到，反射光线将逆着原来入射光线的方向射出（图 4-2-9）。这表明，在反射时，光路是可逆的。

◆ 镜面反射和漫反射

在灿烂的阳光下，有些物体看起来很明亮，有些物体看起来很黯淡，这是因为不同物体表面对光的反射情况不同。



观察 ■ 镜面反射和漫反射

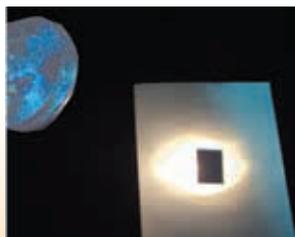


图 4-2-10

如图4-2-10所示，在较暗的教室里，把一个小平面镜粘在白纸上，然后将白纸挂在黑板上。用手电筒的光照射白纸和平面镜。你发现了什么？

类似光滑镜面的反射叫做**镜面反射**（mirror reflection）。一束平行光射在平面镜上，反射光束仍然是平行的（图4-2-11）。如果你的眼睛不在反射光束的方向上，镜面看上去就是黑的。

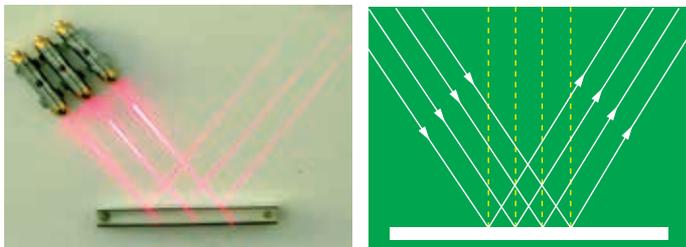


图 4-2-11 平面镜可改变光束的传播方向

白纸看上去虽然很平，但是实际上却有许多细微的凹凸，它把来自光源的光向四面八方反射（图4-2-13），这种反射叫做**漫反射**（diffuse reflection）。

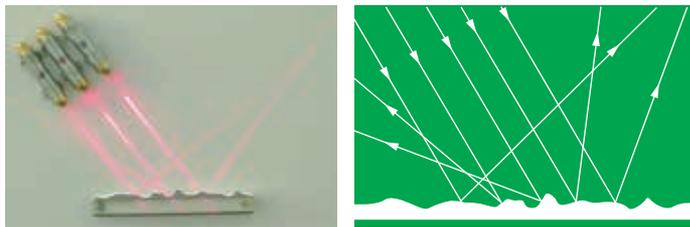


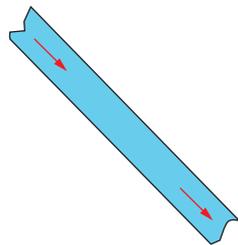
图 4-2-13 漫反射

在漫反射中，每条光线都遵从光的反射定律。你能从各个方向看到书本，是由于光射到书本上时发生了漫反射，无论你站在哪个方向，总有一部分光能反射到你眼睛里。



图 4-2-15 由于漫反射,小聪和小明能同时看到掉在地上的书

第 1 步 :用一条宽窄均匀的纸条模拟一束平行光。



第 2 步 :沿平面镜表面折叠纸条,表示反射过程。

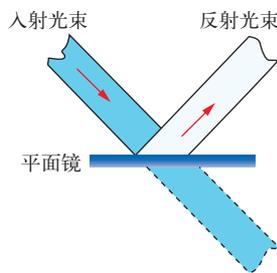


图 4-2-12 用纸条可以模拟平面镜对平行光束的作用



图 4-2-14 外层空间是黑暗的,因为那里缺少灰尘来反射光

发展空间

家庭实验室

自行车尾灯“发光”的奥秘

自行车的尾灯里没有灯泡。夜晚,当有灯光照射它时却好像闪闪发亮。如图 4-2-16 所示,分析自行车的尾灯,探究其中的奥秘,并告诉你的家人和朋友,提醒他们注意夜间骑车的安全。

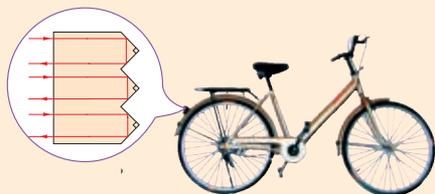


图 4-2-16



自我评价

1. 入射光线跟镜面的夹角是 30° (图 4-2-17), 则反射光线跟镜面的夹角是多少度?

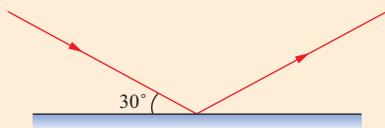


图 4-2-17



图 4-2-18

2. 如图 4-2-18 所示,太阳光与地面成 60° 角,小聪想用—个平面镜把太阳光竖直反射到井底,平面镜该怎样放置? 画出平面镜,并标出入射角、反射角和法线。

3. 我们为什么能从不同方向看到本身不发光的物体?



物理在线

奇妙的光纤

1966 年,光导纤维在通信上进行应用的基本原理被首次提出,最终促使了光纤通信系统的问世。今天,光纤通信已成为各种通信网的主要传输方法。光缆不仅通到了办公室,通到了家庭,还铺设到了大西洋、太平洋海底,这些海底光缆使得全球通信变得非常简单快捷。

有关光纤的更多知识,请查询互联网进一步了解。



3. 科学探究： 平面镜成像

图 4-3-1 桂林山水甲天下

平静的水面、平板玻璃、平滑的金属面，都可以看做是**平面镜** (plane mirror)。

Y ■ 实验探究 ■

平面镜成像时像与物的关系

小聪和小明每天都要照镜子。关于平面镜里的像，他们有不同的看法。小聪觉得，在平面镜中，自己的像比自己要小。小明把手放在镜子上，看到平面镜中手的像和手一样大，两人争论不已。

为了弄清这个问题，小聪和小明决定设计实验来探究。小明在桌上铺一张白纸，纸上竖立了一块平面镜，在镜前放了一支点燃的蜡烛。可是手不能伸到镜中，怎样来测量镜中的像的大小和位置呢？

可以拿一支相同的蜡烛放在平面镜的后面，直接和像进行比较。

这需要透过平面镜，既能看到像，又能看到平面镜的后面。

也许用玻璃板代替平面镜能行，我们来试试。



小明把平面镜换成玻璃板。看！玻璃板后面出现了一支点燃的蜡烛。把手伸过去……



图 4-3-2 当你照镜子时，你会看到镜中的“你”，那就是你的像 (image)

- 提出问题
- 设计实验与制订计划

材料

- ◆ 蜡烛 2 支
- ◆ 平面镜
- ◆ 玻璃板
- ◆ 刻度尺
- ◆ 白纸
- ◆ 铁架台 (或其他支架)

- 进行实验与收集证据



- 像这样，不是实际光斑形成的像，叫做虚像 (virtual image)。



图 4-3-3

● 分析与论证

确定了像的位置后，小聪拿出一支没有点燃的相同的蜡烛，竖直放在玻璃板后面移动，果然观察到蜡烛和像完全重合。小明的看法得到了证实。

● 猜想与假设

你的实验结论和他们的结论相同吗？

比较了物和像的大小，小聪提出一个猜想：像到平面镜的距离（像距）和物体到平面镜的距离（物距）可能相等。

● 设计实验与制订计划

猜想需要用实验来验证。对小聪的猜想，你怎样来检验？按小聪的建议，继续探究，用一把刻度尺，分别对物体和像到玻璃板的距离进行测量。

和同学们合作，按上面的计划操作，将实验数据填入下表。

● 进行实验与收集证据

实验次数	1	2	3
物距/cm			
像距/cm			

● 分析与论证

对数据进行分析，你们得到了什么结论？将实验过程和结果写成实验报告，进行讨论和交流。

实验表明：平面镜所成的像是虚像；像与物体的大小相等；像到平面镜的距离等于物体到平面镜的距离。



讨论交流 ■ 物和像关于平面镜的对称关系

我们看到平面镜所成的虚像，原理如图4-3-4所示。用一个纸条，可以模拟虚像的形成，认识物和像关于平面镜的对称关系。

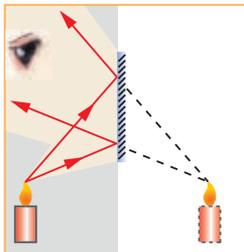
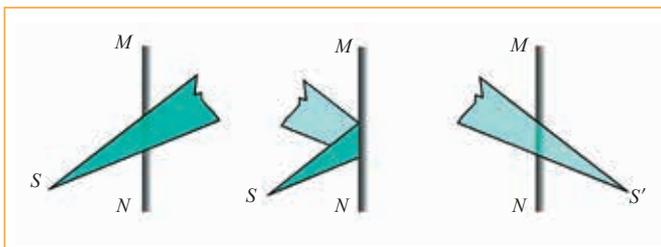


图 4-3-4 每当光射入我们的眼睛时，我们总是依照光射来的方向去推断光源的位置



(a) 三角形纸条表示光源 S 投向平面镜 MN 的一束光
(b) 平面镜对光束的作用，相当于把纸条沿镜面打个折
(c) 将纸条理直，表示人眼对光束的感觉。纸条的顶点 S' 即光源的虚像

图 4-3-5 模拟实验

图4-3-5的模拟实验，对画出平面镜所成的像有什么帮助？请和同学们进行讨论交流。

平面镜有着广泛的应用。利用练功房内的平面镜，演员可以矫正自己的舞姿；商店里利用平面镜，可以扩大视野空间；用特制的小镜子，牙医能看到病人口腔中不易看见的地方；学校楼梯口的镜子，能帮你整理衣帽（图 4-3-6）。用平面镜，还能设计一些小的发明（图 4-3-7），你也试试看。



图 4-3-6 平面镜的应用

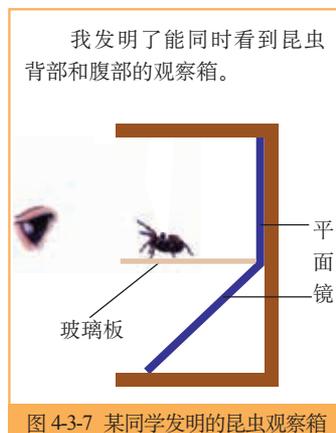


图 4-3-7 某同学发明的昆虫观察箱

发展空间

家庭实验室

万花筒

利用光在两面镜子之间的多次反射,可以制作一个万花筒(图 4-3-8)。用两块平面镜和一张涂黑的硬纸板按图组合,用胶带粘牢。一个最简单的万花筒就做成了。把一些彩色的纸屑放在一张白纸上。通过万花筒来观察它们,你会看到美丽的图案。旋转万花筒,可以看到图案千变万化。

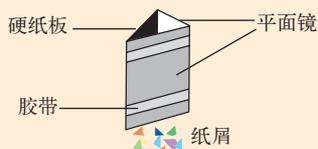


图 4-3-8 自制万花筒

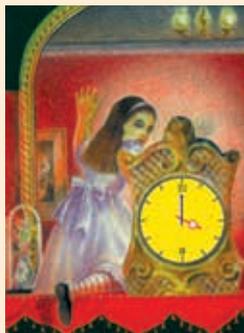


图 4-3-9 镜中世界里的钟表



自我评价

1. 在《爱丽丝镜中世界奇遇记》里,人们看到的一切和镜子中看到的一样:爱丽丝钻入镜子,她环顾四周,看到壁炉上的闹钟向她微笑。“哇!这是镜子里面的钟呀?”你能帮小爱丽丝读出钟表的时间吗?

2. 检查视力时,要求人与视力表间的距离是 5 m。现在使用一个平面镜(图 4-3-10),视力表到镜子的距离是 3 m,人到镜子的距离应该是多少米?



图 4-3-10 检查视力



走向社会

太空镜

一些科学家提出了太空镜的设想:把大镜子用火箭发射到太空,让大镜子反射阳光,像月亮一样,照亮大地。科学家预测,这面“小月亮”可以比满月的光还要强 10 ~ 100 倍,夜晚就像白天一样。1993 年 2 月 4 日,在俄罗斯的“和平”号空间站上,宇航员成功地进行了太空镜实验。

如果太空镜足够多,就可能把我们的地球照耀成“不夜之球”。但是,如果地球上没有了黑夜,地球会发生什么变化呢?气候会变暖吗?如果南极的冰川融化,陆地会不会被淹没?对地球上的动植物会有什么影响……

目前,太空镜的设想已引起社会的关注。就建造太空镜的利弊,请查询互联网或查阅图书馆有关资料,提出你的看法。

4. 光的折射

图 4-4-1 海市蜃楼



观察 光的折射现象

用激光器射出一束光线，光线从空气斜射入水中，观察光线进入水中后传播方向怎样改变。

实验发现，光从空气斜射入水中，光的传播方向在水面发生突变。当光从一种介质进入另一种介质时，光路发生偏折，叫光的**折射** (refraction) 现象。

我们知道，光反射时遵循反射定律，光的折射是否也有一定规律呢？人类对这个问题的认识，经历了 1400 多年的时间。下面我们通过实验来认识光的折射规律。

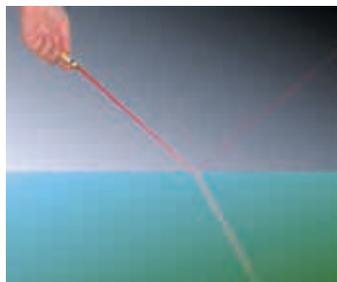


图 4-4-2 光的折射现象

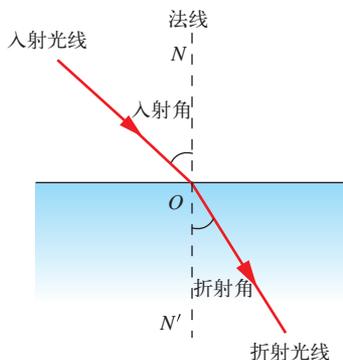


图 4-4-3 为方便描述，常定义一些术语。其中，折射光线与法线的夹角，叫做**折射角** (refraction angle)

光的折射规律



实验探究 光的折射规律

如图4-4-4所示进行实验，观察当光从空气射入玻璃中时，同入射光线相比，折射光线是偏离法线还是靠近法线？入射角逐渐增大时，折射角如何变化？

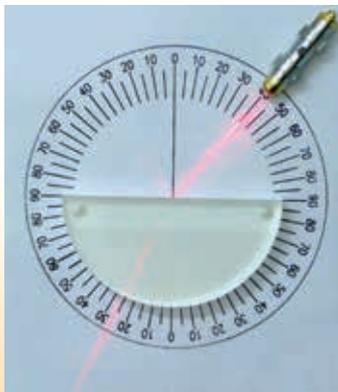


图 4-4-4 研究光的折射规律

材料

- ◆ 激光光源
- ◆ 玻璃砖
- ◆ 直尺
- ◆ 量角器



通过实验可以知道光的折射规律:折射光线与入射光线、法线在同一平面内;折射光线和入射光线分居法线的两侧;光从空气斜射入玻璃或其他介质中时,折射光线靠近法线偏折,折射角小于入射角;当光线垂直射向介质表面时,传播方向不改变。

对光的传播规律的研究,在理论上奠定了几何光学的基础,也为近代应用光学打开了大门。

◆◆ 折射形成的奇异现象



■ 讨论交流 ■ 小猫为什么叉不着鱼

我们总是依照光射来的方向去推断光源的位置,小猫也是这样。

小猫叉不着鱼,很是奇怪。你知道其中的道理吗?把你的想法和同学们进行交流。

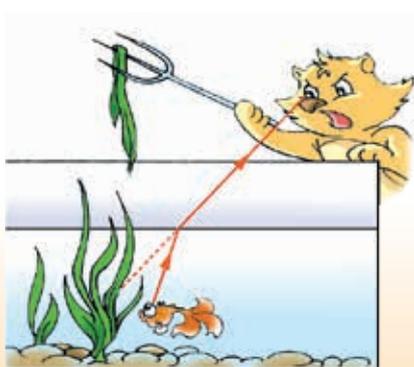


图 4-4-5 小猫:我为什么叉不着小鱼



不仅在反射现象中光路可逆,在折射现象中光路也是可逆的。光从水或其他介质中射入空气,发生折射,使你产生错觉。

缥缈不定的海市蜃楼,朗朗夜空中的星光闪烁,水杯中筷子的弯折……这些奇妙的现象都是由光的折射形成的。

图 4-4-6 一根筷子放在水中,由折射形成的奇异现象

发展空间

家庭实验室

硬币隐现之谜

如图 4-4-7 所示,在杯底放一枚硬币,把杯子移动到眼睛刚好看不到硬币的地方。保持眼睛和杯子的位置不变,请另一位同学缓慢地向杯里倒水,你会观察到什么现象?



图 4-4-7



自我评价

1. 下列现象中,属于光的折射现象的是()。

- A. 盛有水的碗,看上去碗底变浅了
- B. 晴天看见“白云在水中飘动”
- C. 一端放入水中的铅笔看起来在水面被折断了
- D. 透过一张透明塑料纸上的水珠看到的字放大了

2. 一束光从空气射入水中(图 4-4-8),用箭头标出光前进的方向,注明入射光线和折射光线。

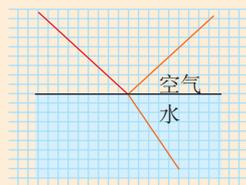


图 4-4-8

3. 一只小羊过河时差点被淹死。小马站在河边,看着清澈的河水想:“怎么会这样呢?河水看起来也就到小羊的下巴呀!”请把你的解释告诉小马。

4. 光从玻璃斜射到空气中,在玻璃与空气的交界面上发生折射和反射,以下符合实际情形的是()。

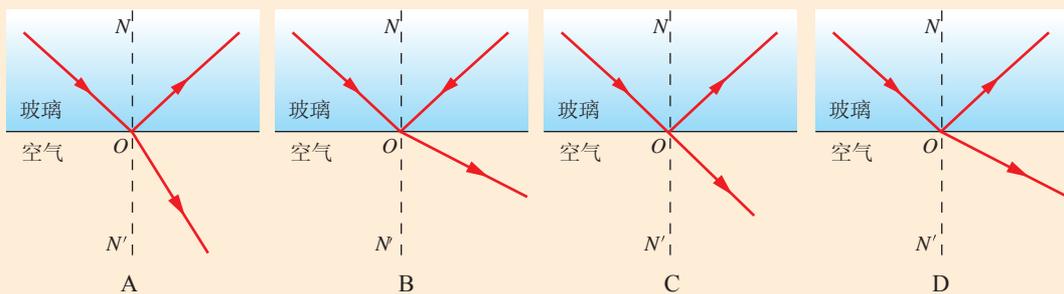


图 4-4-9

5. 科学探究： 凸透镜成像

4-5-1 露珠中有美丽的花朵

◆ 认识透镜



图 4-5-2 用冰取火

在严寒的原野，探险者们丢失了打火机，怎样生火取暖呢？博士想出了一个巧妙的方法。

他们砍下一块冰，先用斧头把它削平，然后用小刀精修，最后用手把它磨光，做成了一块水晶般透明的透镜。博士拿着这块冰迎着阳光，把太阳光聚集在棉絮上。很快棉絮就燃起了火苗。

——凡尔纳《哈特拉斯船长历险记》*

博士所做的是一个中间厚、边缘薄的透镜，叫做**凸透镜** (convex lens) [图 4-5-3 (a)]，老花镜、照相机的镜头、望远镜的物镜等，都是凸透镜。另外还有一种中间薄、边缘厚的透镜，叫做**凹透镜** (concave lens) [图 4-5-3 (b)]，近视眼镜就是凹透镜。

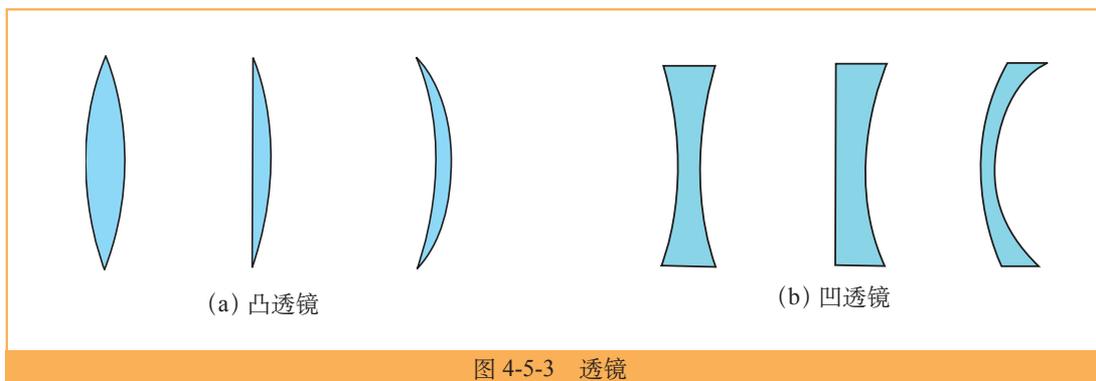


图 4-5-3 透镜

* 早在 1600 多年前，我国《博物志》中就有“冰燧取火”的记载，清代科学家郑复光用实验证实了此方法是可行的。

射到地面的太阳光是平行光，博士让凸透镜正对着太阳，通过透镜的太阳光可以聚集在一点上，这个点是凸透镜的**焦点**（focus）。焦点到凸透镜中心的距离叫做**焦距**（focal length）。凸透镜和凹透镜对光的折射作用不同，下面我们通过实验来进行比较。



图 4-5-4 凸透镜使太阳光的能量聚集在焦点



观察 透镜对光的作用

取一个大烧杯，里面充以烟雾，倒扣在桌上，然后在杯底放一个凸透镜或凹透镜。用手电筒射出一平行光束，垂直镜面射入烧杯中，从烟雾中观察透镜对平行光的作用。



图 4-5-5 透镜对光的作用

结论：光从空气射入透镜时，凸透镜对光有会聚作用；凹透镜对光有发散作用。

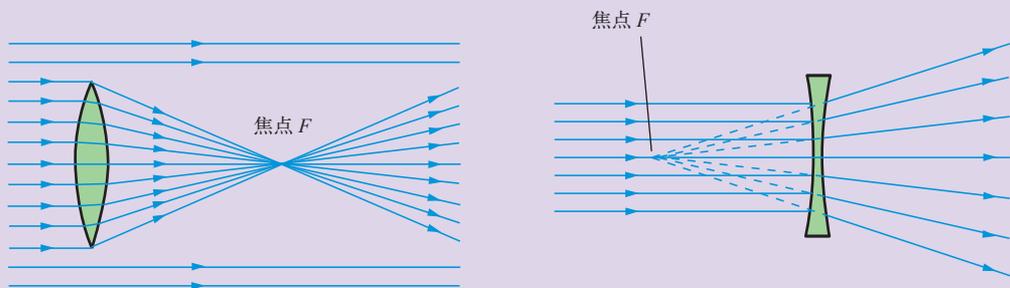


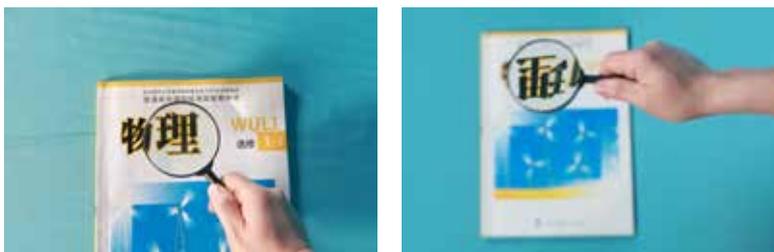
图 4-5-6 透镜对光的作用



◆ 实验探究：凸透镜成像的规律

问题与猜想

放大镜是一个凸透镜。小明一直认为，用放大镜把书上的字放大后都是正立的。但小聪告诉他，放大镜还能使书上的字倒立呢！她还演示给小明看，看到了下面图中的情况。



(a) 放大镜能成正立的像

(b) 放大镜也能成倒立的像

图 4-5-7

他们发现，用放大镜也能成倒立放大的像。对此，小聪和小明疑惑不解。经过思考和讨论，他们猜想，放大镜所成像的大小、正倒，可能与放大镜以及物体的位置有关。于是，他们决定用实验的方法研究这个问题。

制订计划

用蜡烛作物体，把蜡烛、凸透镜、光屏沿一直线依次放在桌面上。点燃蜡烛，使烛焰、凸透镜、光屏的中心大致在同一高度。

- 材料
- ◆ 凸透镜
 - ◆ 蜡烛
 - ◆ 刻度尺或带有刻度的底座
 - ◆ 光屏

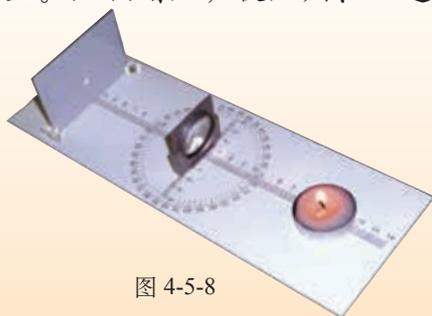


图 4-5-8

先把蜡烛放在离透镜较远的地方，然后逐渐向透镜移动。移动的过程中，选取若干个位置，并调整光屏位置，观察成像的情况。

收集数据

将实验数据填入下表。

凸透镜焦距 $f = \underline{\hspace{2cm}}$ cm

物体到凸透镜 的距离/cm	像的情况		
	倒立或正立	放大或缩小	实像或虚像

提示 1

焦距标志着透镜对光的折射本领。实验中,可以分以下阶段选取数据进行研究:物体在 2 倍焦距以外;物体在 2 倍焦距到 1 倍焦距之间;物体在 1 倍焦距以内。

分析论证

分析实验数据,总结凸透镜成像的规律。

实验结论

物体到凸透镜 的距离/cm	像的情况		
	倒立或正立	放大或缩小	实像或虚像
$> 2f$			
$f \sim 2f$			
$< f$			

提示 2

实像 (real image) 是蜡烛射向凸透镜的光经过凸透镜后会聚成的,是能量的聚集,能用光屏承接。

虚像 不是实际光线会聚成的,在像的位置上没有能量聚集。因此在光屏上不能成像,但可以通过透镜直接看到像。

交流合作

将蜡烛从很远的地方逐渐向凸透镜靠近,观察在这个过程中,蜡烛经过哪个位置以后,所成实像由缩小变成放大,经过哪个位置以后由实像变成虚像。

向同学陈述你的实验结论,共同讨论交流。



透镜成什么像，取决于物体上各点发出的光线经透镜后的走向。利用图 4-5-9 的方式，我们也能探究出透镜成像的规律。

在A点交汇的两束光射向凸透镜，在透镜右侧的B点又交汇在了一起。

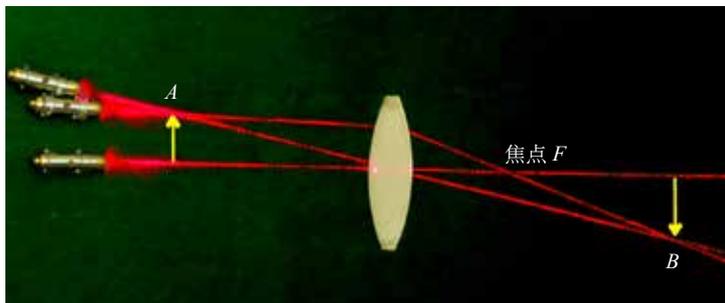


图 4-5-9 用几束光探究透镜成像的规律

◆ 透镜成像规律的应用

透镜的成像规律是设计光学仪器的依据，利用这个规律，人们有许多发明、创造，使我们的生活更加美好。

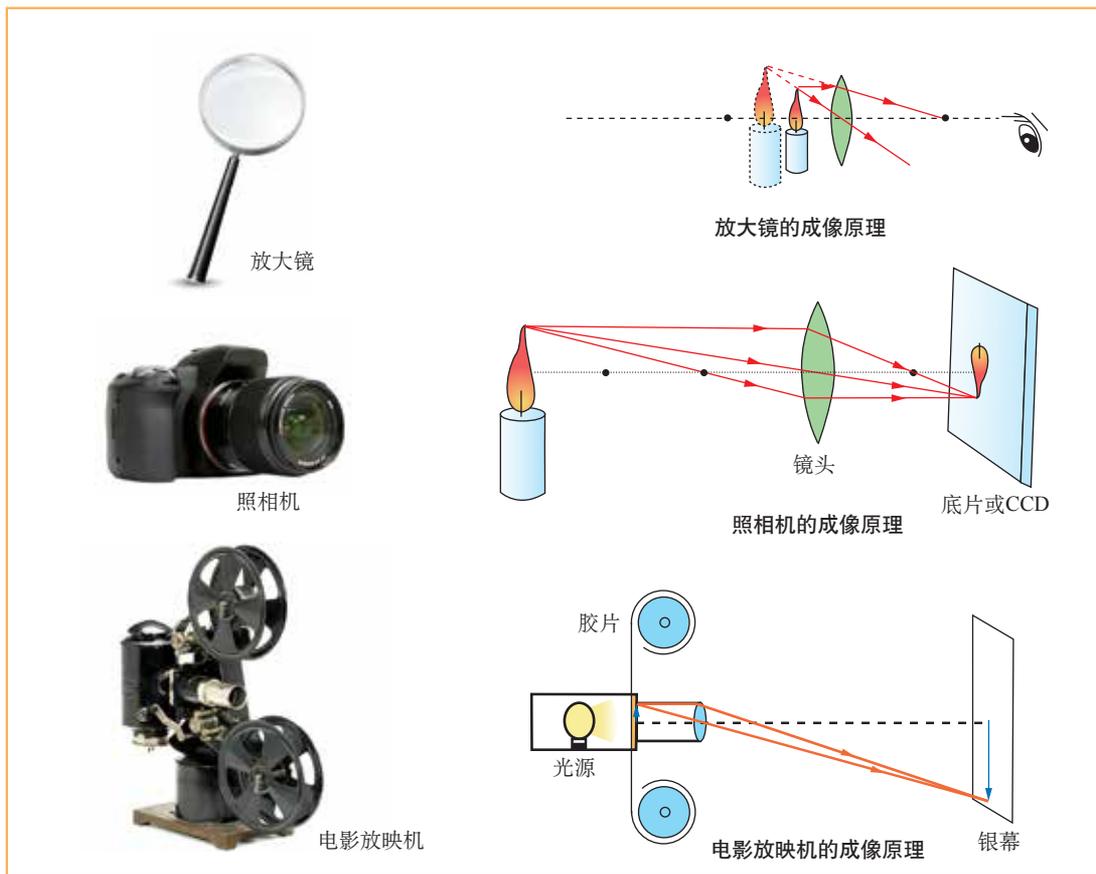


图 4-5-10 透镜成像规律的应用

发展空间

家庭实验室

制作有透镜的照相机

把针孔照相机改成带凸透镜的照相机，它能照近处的花朵，也能照远处的景物。

自我评价

1. 图 4-5-12 中，已给出入射光和出射光，请判断盒内的光具，并通过实验来检验你的结论。

2. 在森林中旅游时，导游会提醒你，不要随意丢弃饮料瓶。因为下雨时瓶内灌了雨水，烈日出来后，可能会引起森林大火。这里面有什么道理？

3. 实像能用光屏承接。如果不能设光屏，你能不能观察到实像？用类似图 4-5-13 的实验检验你的想法。

4. 在教学中，经常使用投影仪，其光路如图 4-5-14 所示。仔细观察它的结构，说明它的成像原理。

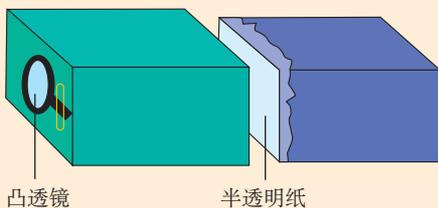


图 4-5-11 自制有透镜的照相机

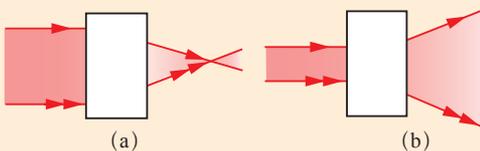


图 4-5-12 黑盒问题



图 4-5-13 你能观察到实像吗

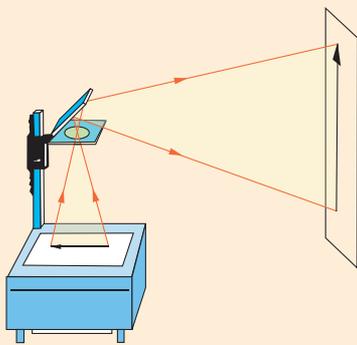


图 4-5-14 教室里的投影仪

走向社会

照相机的发展史

照相机是人类一项伟大的发明，它利用凸透镜能成缩小实像的原理，使来自物体的光经凸透镜后在感光胶片或感光器件上形成一个倒立、缩小的实像。这样，美好的生活和青春的身影将一张张定格在我们的相册中。

随着科技的进步，人们发明了更快、更好地保存图像的方法，记录动态图像的摄像机也走进我们的生活。但不管怎样变化，它们都有相同的原理。请通过互联网或图书馆查阅有关资料，组织一个关于照相机的发展史的展览。

6. 神奇的眼睛

图4-6-1 眼睛是心灵的窗口

眼睛

眼睛就是一个活的照相机。
观察你自制的照相机，看它是怎样工作的。

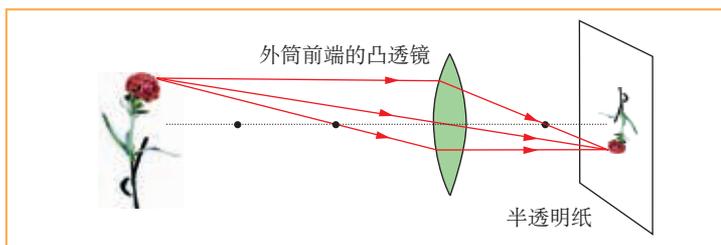


图 4-6-2 自制照相机原理图

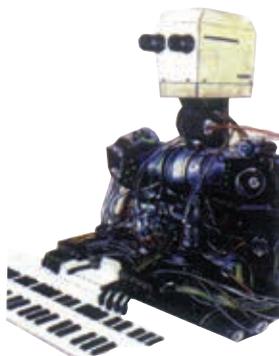


图 4-6-3 机器人的双眼是两部摄像机

自制的照相机虽然简单，却说明了眼睛是怎样看到物体的。在我们的眼睛里，也有类似透镜的组织——角膜和晶状体，能把我们眼前的图像会聚到视网膜上，形成一个倒立的像。视网膜上有 130 多万个感光细胞，它们把感受到的光的信息通过视神经传递给大脑，这些信息被大脑处理后，你就看到了一个正立的物体。

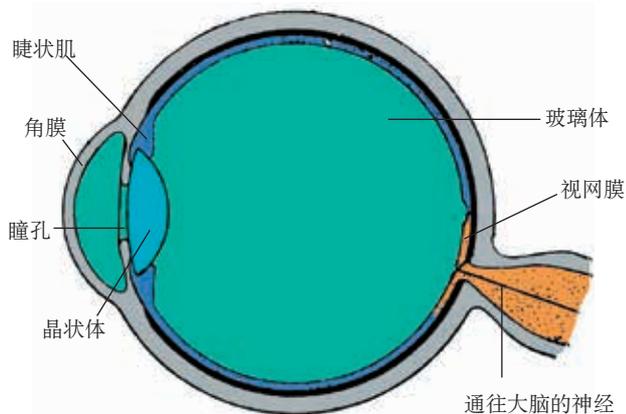


图 4-6-4 眼睛的主要结构

一般照相机的镜头是可以前后移动的，以便使像能清晰地成在底片上。我们的眼睛有一个精巧的变焦系统，眼睛里的睫状肌牵拉晶状体，会改变它的形

状。这样，当你登高远眺时，睫状肌放松，晶状体变薄，远处的风景清晰地映在你的视网膜上；当你看书写字时，睫状肌收缩，晶状体变厚，使文字的像恰好落在你的视网膜上（图 4-6-5）。

◆ 保护你的眼睛

我们接收外界的信息，主要来自眼睛。眼睛近视是件很苦恼的事。如果不戴眼镜，那只能看清近处的物体，看不清远处的物体。近视眼究竟是怎么回事呢？

Y 实验探究 模拟近视眼

如图 4-6-6 所示，把凸透镜看做是近视眼的晶状体。把近视眼镜放在蜡烛和凸透镜中间，相当于给眼睛戴上了近视眼镜。移动光屏，使烛焰在光屏上成清晰的像，标出光屏的位置，相当于近视眼的视网膜位置。拿开眼镜，屏上的像有什么变化？这时屏上的像就是近视眼不戴眼镜时看到的物体的情形。

再移动光屏的位置，使像变清晰，标出光屏的位置，这表示近视眼实际成像的位置。

想一想，为什么近视眼看远处的物体会模糊？近视眼镜有什么作用？



图 4-6-6 研究近视

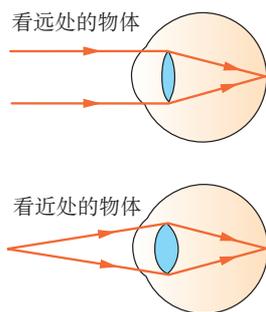


图 4-6-5 正常的眼睛



正常的眼睛，看远处不需要调节；但看近处的物体，需要睫状肌处于紧张的调节状态，晶状体变厚，使物体的像恰好成在视网膜上。但长时间看近处的物体，睫状肌容易疲劳，眼睛就会不舒服。这是在告诉你，应该休息了。



图 4-6-7 眼保健操是通过按摩穴位,加强眼睛的血液循环,消除眼睛疲劳

青少年正处于身体的发育阶段,睫状肌好像一根根的小皮筋,长时间处于紧绷状态,就会减弱它的弹性,使它对晶状体的调节能力减退,发展成医学上的“假性近视”。如果时间长了,就真的变成近视了。那时,你只能戴近视眼镜来矫正了(图 4-6-8)。

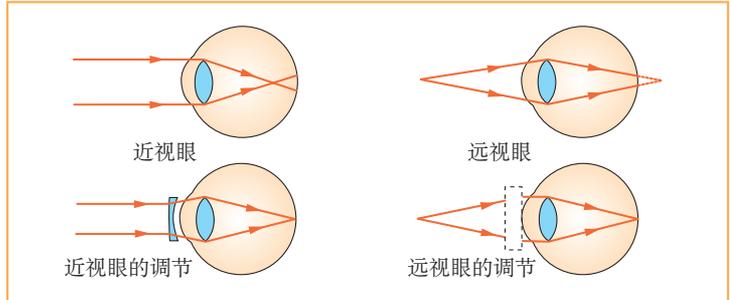


图 4-6-8 近视眼、远视眼及其调节

老奶奶看报时,要把报纸拿远才能看清,这是一种**远视眼**。图 4-6-8 也说明了远视眼的成像特点。想想看,奶奶的老花镜应该是凸透镜还是凹透镜?我们都有一双明亮的眼睛,它是那么的珍贵,又是那么的娇嫩,好好保护它吧!

发展空间

家庭实验室

做一个可变焦的照相机

如图 4-6-9 所示,利用胶膜可以做一个焦距可变的凸透镜。请用这个透镜把你制作的照相机改装成一个可变焦的照相机。



图 4-6-9 可变焦的凸透镜



自我评价

1. 正常眼睛观察物体最清晰而又不易疲劳的距离,约为 25 cm,叫做明视距离 (distance of distinct vision)。根据近视眼的结构,分析近视眼的明视距离与正常眼的明视距离有什么不同。

2. 请你用实验验证某同学的近视镜是凸透镜还是凹透镜。写出探究的过程及结论。



走向社会

对近视眼情况的调查

近视眼是学生最常见的眼病。近视眼可以用近视眼镜来矫正。近视眼镜的规格用“度”表示,其数值是焦距(以米为单位)倒数的 100 倍。例如,200 度近视眼镜的焦距是 0.5 m。

为了解并预防近视眼,请统计你们班学生近视眼发病情况,调查近视眼患者的不良用眼习惯。查找有关资料,提出预防和矫正的措施。

劣质眼镜对人眼的伤害非常大,国家质量监督检验检疫总局已经建立了眼镜屈光度标准。请通过互联网或到医疗部门查询,了解有关信息,发表你的看法。

7. 通过透镜 看世界

图 4-7-1 遥远星空,非人眼所能及



图 4-7-2 1609 年,伽利略发明了望远镜,翻开了天文学的新一页

世界上一些伟大的发明往往是由偶然事件开始的,但偶然事件只有碰到了有心人,才能成为伟大发明的开端。

◆ 望远镜

1608 年,一个偶然的机,两个孩子把两个透镜组合在一起,观看远处教堂的风标。哇!远处的风标好像就在眼前!伽利略得知这个消息,激动不已,经过精心设计,制作了一架能放大 32 倍的望远镜。

伽利略将望远镜指向太空,首次看到了月球上的环形山、木星的 4 颗卫星、太阳黑子,以及茫茫银河中的点点繁星,成为第一个用望远镜观测星空的人。



动手做 ■ 做一架望远镜

你一定很想有一架望远镜吧!那就自己动手做一架:取两个焦距不同的凸透镜,通过两个透镜看远处的物体。调整两个透镜间的距离,你能看清远处的物体吗?如果不能,将两个透镜的位置对调,再调整两个透镜间的距离,有什么发现?



图 4-7-3 天文爱好者常用的望远镜是依据开普勒 1610 年的设计制成的



图 4-7-4 做一架望远镜

用一个凸透镜和一个凹透镜,你能做一架望远镜吗?试试看。

注意:不准用望远镜直接观看太阳,否则有导致眼睛失明的危险!

虽然我们的眼睛观察范围有限，
 但我们有智慧的头脑，能制造各种仪
 器，扩展视野，接收来自宇宙更深处
 的信息。300 多年来，望远镜不断得
 到完善，人类发现了一个又一个的新
 天体，为天文学开辟了一系列新的研
 究领域。



图 4-7-5 牛顿
 1668 年发明的
 反射望远镜，是
 天文台常用的
 望远镜类型

◆ 欣赏：展望遥远的宇宙空间

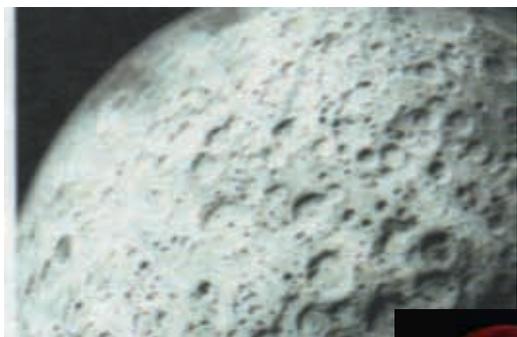


图 4-7-6 天文望远镜中的月球环形山



图 4-7-8 这是在一次
 月全食中，天文爱好者
 观测到的月球



图 4-7-9 天文爱好者常用的望远镜

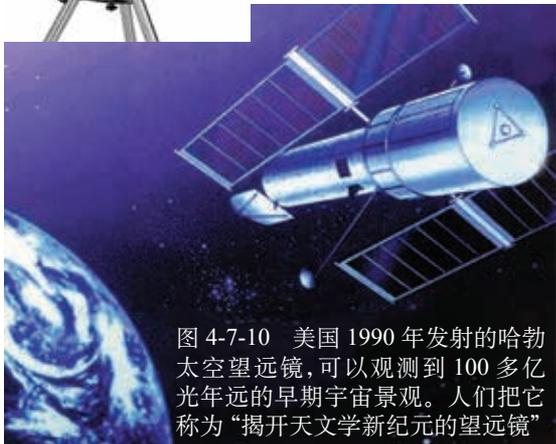


图 4-7-10 美国 1990 年发射的哈勃
 太空望远镜，可以观测到 100 多亿
 光年远的早期宇宙景观。人们把它
 称为“揭开天文学新纪元的望远镜”



图 4-7-7 安装在北京天文台兴隆站
 的反射望远镜口径 2.16m，夜晚能观
 测到亮度相当于 20km 外的一根点着
 的火柴发出的光那样的星星



图 4-7-11 哈勃望远镜拍摄的正在孕育新
 恒星的星云



图 4-7-12 显微镜

◆◆ 显微镜

在学校实验室、医院、科研机构里，经常可以见到**显微镜**，它是用来观察细微物体及物体的精细结构的仪器。



动手做 ■ 做一架显微镜

一个凸透镜能放大物体，能不能用两个透镜把物体放得更大呢？这是个不错的想法。用两个焦距不同的凸透镜，你可以试一试。



图 4-7-13 “哇！我看到的苍蝇就像足球那么大”

事实上，早在 1665 年，胡克 (R.Hooke, 1635—1703) 就是这样做的，这样做出来的仪器叫做显微镜。

显微镜的发明，使人们看到了微小世界的奥秘，看到了微生物，发现了细胞，引起了医学和生物学的划时代革命。

◆◆ 欣赏：奇异的微观世界

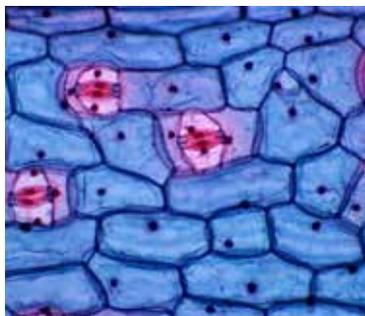


图 4-7-14 显微镜下的细胞



图 4-7-15 用显微镜观察到的空气中的尘埃



图 4-7-16 这片“森林”是显微镜下西瓜表皮上的绒毛

8. 走进彩色世界

图 4-8-1 彩虹

◆ 光的色散

这是一个阳光明媚的下午，老师在给同学们讲牛顿的故事……

老师：1666年1月，在一个阳光充足的午后，牛顿先把门窗遮得严严实实，只在窗户上留了一个小孔，让一束太阳光透射进来。然后，他用手中的三棱镜对准这道光束。奇迹出现了：对面墙壁上出现了一条按红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫顺序排列的彩色光带。

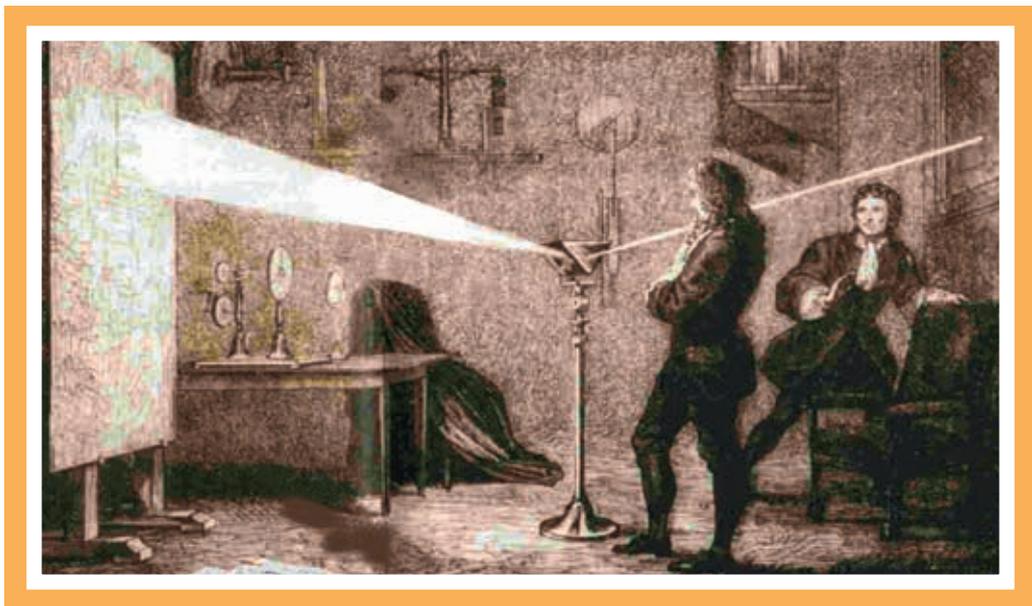


图 4-8-2 1666年，牛顿做了著名的日光色散实验

牛顿猜想，白色的太阳光是由各种颜色的光混合而成的。光通过三棱镜发生折射，不同色光改变方向的程度不同，于是白光就分散成各种颜色的光。如果这样，那些彩色光混合，就一定能变成白光。

为了验证这一设想，牛顿让一束白色的太阳光通过一个三棱镜，白光分解成彩色光束。再将所有那些彩色的光通过一个凸透镜，在透镜后面用一张白纸板截住从透镜射出的光，将白纸板调到适当位置，观察到彩色光束果然复合成了白光。牛顿的猜想得到了完美的验证。

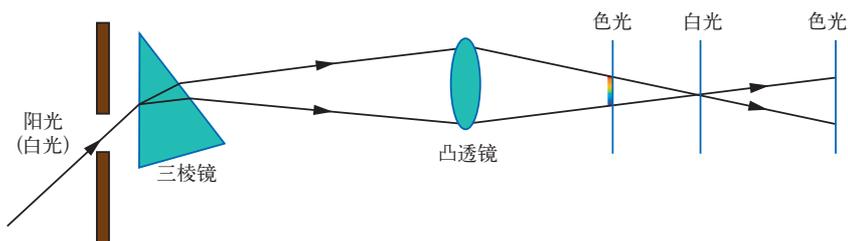


图 4-8-3 牛顿所描述的色光合成白光实验

可见，白色的太阳光是由多种色光混合而成的。白光被分解成多种色光的现象叫做光的色散，这些色光排列成的光带叫做光谱。光谱不仅能反映光的瑰丽，还是人类获得遥远天体信息及原子内部信息的主要途径。



图 4-8-4 太阳光谱

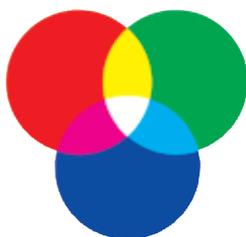


图 4-8-5 色光的三原色



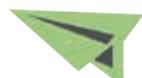
图 4-8-6 在眼睛的视网膜上，有两种感光细胞：视锥细胞和视杆细胞。视锥细胞是颜色视觉的感应器，视锥细胞分为红、绿、蓝三种细胞，与光的三原色对应

◆ 光的三原色

小聪：红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫，光的颜色只有这七种吗？

小明：不，在计算机的“颜料盒”里就有 20 多种颜色。

老师：在计算机上，你可以调出成千上万种颜色。“调色板”里面有红、绿、蓝三个强度滑块，分别调整它们的强度，就可以组合出你想要的色彩，这三种颜色叫做色光的三原色。



活动 制造彩色的影子

如图 4-8-7 所示，将红光、绿光和蓝光三束光照射到白色墙上的同一区域，观察这三种色光混合的结果。

用手挡住三种色光中的一种，观察你的手影；
 用手挡住三种色光中的两种，观察你的手影；
 用手挡住三种色光，观察你的手影。
 应用色光的三原色，解释你观察到的现象。



图 4-8-7 制造彩色的影子

老师：三原色理论在我们生活中有广泛的应用，彩色电影、彩色电视、彩色照相都是依据三原色理论来实现的。

小聪：老师，我用放大镜看过彩色电视机的屏幕，里面都是红、绿、蓝三种颜色的光点。我明白了，电视的各种艳丽色彩就是由红、绿、蓝三种颜色的光点按不同强度组合成的。

老师：生活中的色彩都与光联系在一起，光是我们生活的“化妆师”。这学期期末我们开一个联欢会，请同学们为联欢会设计一套晚会灯光。



图 4-8-8 电视画面的颜色是由红、绿、蓝三种颜色的光点组成的

发展空间

家庭实验室

色光混合的规律

计算机里的画图程序调色板中，有红(R)、绿(G)、蓝(U)三个表示光强弱的数据块，能在0~255范围内变化。在“颜色/纯色板(O)”中，可以观察这三种颜色的光混合后的颜色。调出你想象中的颜色。



图 4-8-9 计算机里的调色板



知识要点

1. 光在同种均匀介质中沿直线传播。光在真空中传播的速度约为 3×10^8 m/s, 光在其他介质中的传播速度比在真空中的速度慢。

2. 光的反射定律: 反射光线与入射光线、法线在同一平面内; 反射光线和入射光线分居法线的两侧; 反射角等于入射角。

3. 物体对光的反射分镜面反射和漫反射两类。漫反射使我们从不同方向都能看到物体。

4. 平面镜所成的像是虚像, 像与物体到平面镜的距离相等, 像与物体大小也相等。

5. 光的折射规律: 折射光线与入射光线、法线在同一平面内; 折射光线和入射光线分居法线两侧; 光从空气斜射入水或其他介质中时, 折射角小于入射角; 入射角增大时, 折射角也随着增大; 当光线垂直射向介质表面时, 传播方向不改变。

6. 透镜分凸透镜和凹透镜。凸透镜对光线有会聚作用; 凹透镜对光线有发散作用。利用透镜成像, 可以制作照相机、投影仪、放大镜、望远镜、显微镜等光学仪器。人眼相当于一个可自动调节焦距的照相机。

7. 凸透镜成像的规律: 当物体到凸透镜的距离大于 2 倍焦距时, 通过透镜将成倒立缩小的实像; 当距离在 2 倍焦距和 1 倍焦距之间时, 成倒立放大的实像; 当距离小于 1 倍焦距时, 将成正立放大的虚像。

8. 红、绿、蓝叫做色光的三原色, 利用这三种色光可以混合出各种色光。



第五章 物态变化

温暖的阳光里，冰能化成潺潺的流水，水能变成看不见的水蒸气。物质由一种形态变为另一种形态的过程，叫做物态变化。我们生活的世界里不断地发生着物态变化。

- ◆ 物态变化与温度
- ◆ 熔化和凝固
- ◆ 汽化和液化
- ◆ 地球上的水循环



1. 物态变化与温度



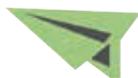
图5-1-1 从宇宙飞船上看，地球表面大部分是蓝色的海洋，南极是冰雪覆盖的大陆，蓝色球体的表面飘荡着许多卷曲的白云

人类对物态变化的认识是从水开始的。

水覆盖着地球约 71% 的表面。在地球 45 亿年的漫长演化中，水扮演了一个神奇的角色。没有水，就没有生命，就没有自然界的生机勃勃，就没有人类的社会文明……

◆ 认识水的物态变化

雨、雪、冰、霜是自然界描绘的一幅幅壮丽景象，也是大自然在向我们讲述水的物态变化……



■ 活动 ■ 制造云和雨

在一只大烧杯里铺一层饱含水分的湿沙，杯口盖一只盘子，在盘子里放些冰块。给烧杯加热，观察烧杯中出现的各种现象。



图 5-1-2

- 材料
- ◆ 烧杯
 - ◆ 湿沙
 - ◆ 酒精灯
 - ◆ 冰块

冰、水、水蒸气是水的三种状态。水很容易从一种状态转化为另一种状态。

海洋或陆地上的水蒸发到空气中变成了水蒸气，水蒸气在高空遇冷会凝结成小水珠或小冰晶，形成雨或雪。在寒冷的冬天，水能结成冰，空气中的水蒸气能直接变成小冰粒挂在树梢上，形成霜。温暖的阳光下，冰能化成水，冰也能直接变成水蒸气。水在固态、液态和气态之间的转化，使大自然气象万千。



图5-1-3 云是由小水滴或小冰晶组成的，其形状千姿百态。寒冷的天气里，你呼出的每口气都是一朵小小的白云

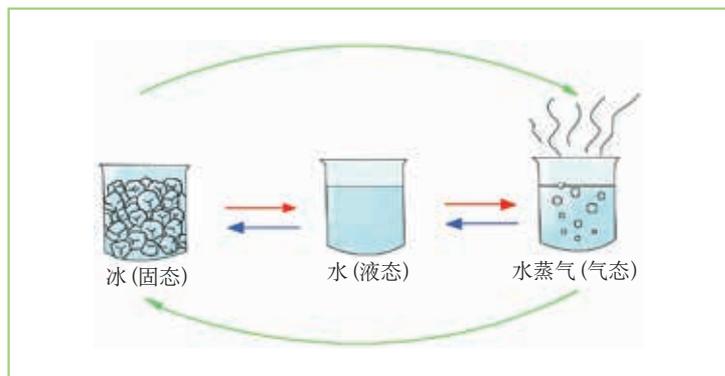


图5-1-4 水可以在三种状态间互相转化



◆ 测量温度

物体的冷热程度叫做**温度** (temperature)。

水处于什么状态，温度是重要因素。水蒸气会随着温度的降低变为水，水会随温度的降低变为冰，冰会随温度的升高变为水，水会随温度的升高变为水蒸气。正是由于温度的变化，大自然导演了地球上的一幕幕神奇。

测量温度需要用到**温度计** (thermometer)。温度计的刻度常以摄氏度来标注，它的符号是 $^{\circ}\text{C}$ 。在一个标准大气压下冰水混合物的温度是 0°C ，沸水的温度是 100°C ； 0°C 和 100°C 之间分成100等份，每个等份代表 1°C 。



图5-1-5 伽利略发明的气体温度计

Y ■ 实验探究 ■ 用温度计测水的温度

1. 以下是实验室中常用的玻璃液体温度计的说明书,对照温度计阅读说明书,你能描述它的构造吗? 你知道它的量程吗? 你知道它的分度值是多少吗?

玻璃液体温度计说明书

构造：



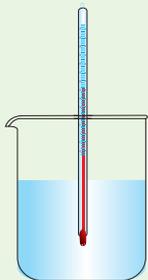
图5-1-6 玻璃液体温度计由装有感温液（水银、酒精或煤油）的感温泡、玻璃毛细管和刻度标尺三部分组成

原理：

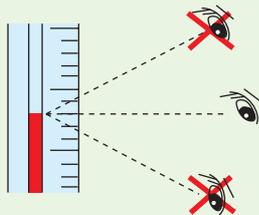
利用感温液（水银、酒精或煤油）的热胀冷缩性质使感温液体积发生变化来显示温度。

使用方法：

- (1) 观察它的量程和分度值,选择量程合适的温度计；
- (2) 将温度计的感温泡全部浸入被测液体中,不要碰到容器底或容器壁；
- (3) 待温度计的示数稳定后再读数,读数时感温泡要继续留在被测液体中；
- (4) 读数时,视线与温度计中液柱的上表面相平。



(a) 测量时感温泡不要碰到容器底或容器壁



(b) 视线与液柱上表面相平

图5-1-7 使用温度计的注意事项

2. 分别倒一杯冷水、温水和热水,将你的手指插进水中或用手触碰杯壁,估计水的温度,再用温度计实际测量。比较你的估计值和实际测量值。

	冷水	温水	热水
估测温度/ $^{\circ}\text{C}$			
实测温度/ $^{\circ}\text{C}$			

我们生活的世界里,不同的状态下物体的温度差异是很大的。图5-1-8 是一些常见情况的温度值。

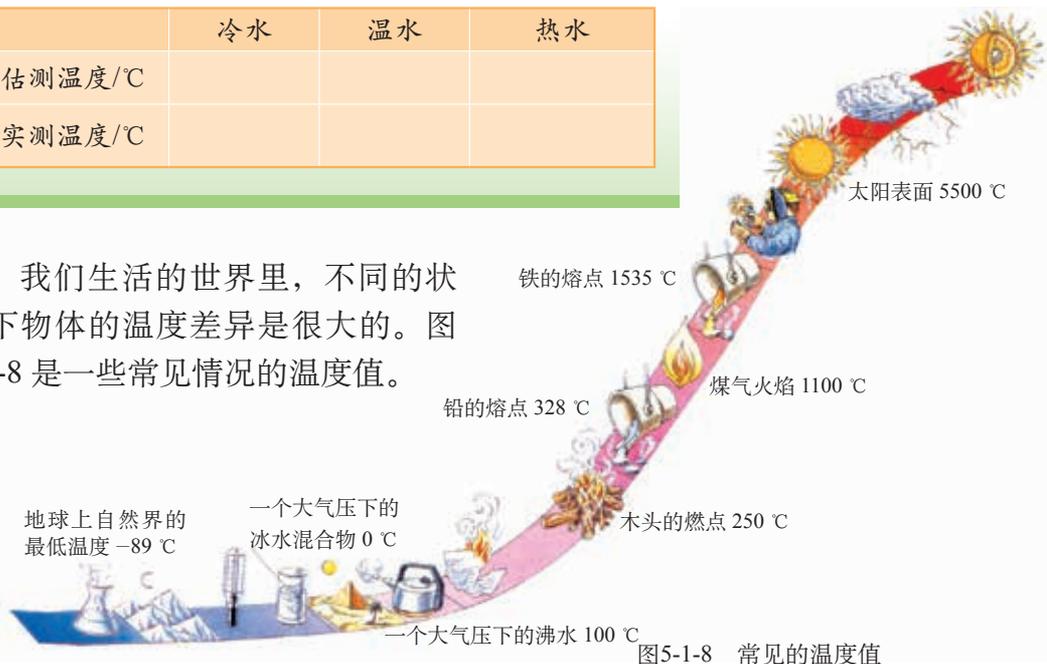


图5-1-8 常见的温度值

◆ 欣赏 :大自然中水的物态变化



图5-1-9 空气中的水蒸气，凝结成细小的水滴，造就了这变化莫测的黄山云海



图5-1-10 雪融化为水，水又凝固成冰，形成晶莹剔透的玉柱



图5-1-11 水蒸气在松枝上形成冰晶，把松林变成了银色的童话世界

发展空间

家庭实验室

太阳能净水器

我国是一个缺水的国家，因此污水净化有着极其重要的战略意义。图 5-1-12 是某同学发明的太阳能净水器。对照图示，分析污水是怎样被净化的。自己动手做一个，试试看。



图5-1-12



自我评价

1. 观察图 5-1-13, 说说屋檐下的冰锥是怎样形成的。

2. 夏天, 从冰箱中取出饮料瓶, 可观察到瓶子表面有小水珠, 擦干后很快又形成。你能解释这种现象吗?



图5-1-13 屋檐下的冰锥



走向社会

了解一天中气温的变化规律

气温是天气预报中重要的参数, 以下是小明用温度计记录的星期日一天的气温变化, 请将这些温度计示数连成曲线, 分析一天中气温的变化规律。

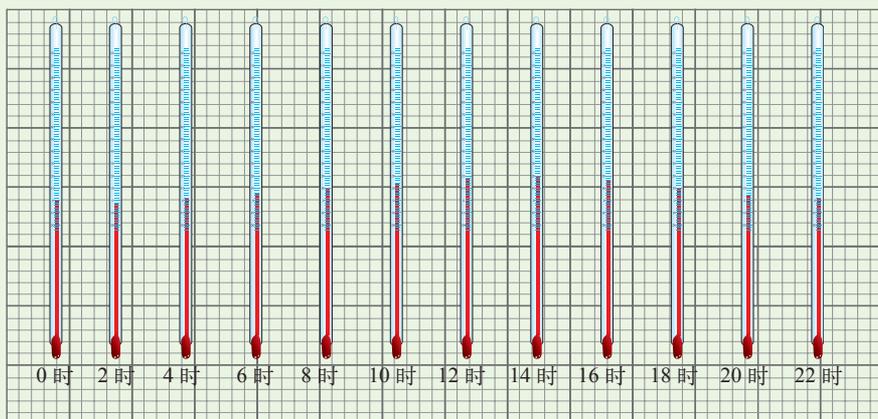


图5-1-14 一天中气温随时间变化的图像

你也可以选择某一天, 采用同样的方法了解当地一天中气温变化的规律。

2. 熔化和凝固

图5-2-1 阳光下的冰柱

◆ 认识晶体

美丽的雪花，轻轻飘落……



图5-2-2 各种形状的雪花



图5-2-3 钻石——漂亮的金刚石晶体

雪花形状各异，你也许会发现，每片雪花都有六个角。在放大镜下，你会有更惊奇的发现：每片雪花又都由六角形小冰粒组成！还有许多类似这样有规则结构的固体，如食盐、糖、海波、许多矿石和各种金属等。这些固体都属于**晶体**（crystal）。



钨铅矿

石英

巴西石

岩盐

黄铁矿

图5-2-4 美丽的晶体

玻璃也是固体，但把它压碎，它的碎块却没有像晶体那样的规则形状。像玻璃这样的固体还有松香、蜂蜡、沥青等，它们都是**非晶体**（amorphous matter）。

◆ 固体的熔化

冰能化成水，水能结成冰。铜锭在高温下能熔化成铜水，倒进模具中冷却，浇铸成各种形状；玻璃管在高温下能被工艺师吹拉成漂亮的工艺品。

物质从固态变为液态叫做**熔化** (melting)，物质从液态变成固态叫做**凝固** (solidification)。

Y ■ 实验探究 ■ 固体熔化过程的规律



(a) 浇铸



(b) 吹拉

图5-2-5 铜和玻璃不同的加工工艺

铜和玻璃为什么要用不同的工艺来加工？小聪和同学们通过查找资料，注意到铜和玻璃分别属于晶体和非晶体，于是猜想：晶体和非晶体可能有不同的熔化规律。

晶体和非晶体的熔化有什么不同的规律呢？

为了研究这个问题，他们从实验室找来了冰、海波、蜂蜡、松香等材料，分成若干组，每组选取一种晶体和非晶体，分别用图5-2-6所示的装置进行实验探究。



图5-2-6 研究熔化现象的实验装置



小聪的实验片段

材料

- ◆ 温度计、计时器
- ◆ 试管、烧杯
- ◆ 铁架台、酒精灯、石棉网
- ◆ 水、冰、海波、蜂蜡、松香

小聪把 -5°C 左右的碎冰放入试管,把温度计插在碎冰中,再把试管插在 30°C 左右的温水中加热。每隔 30 s 记录一次温度,填入下面的表格中。

冰的熔化过程

时间 / s									
冰的温度 / $^{\circ}\text{C}$									
状态									

很快,冰开始熔化了……

“冰里温度计的液柱怎么不动了,是不是坏了?”小聪惊叫。

“我的温度计的液柱也不动了!”许多同学也感到疑惑。

小明的实验片段

小明在观察海波的熔化时,将试管从热水中拿出,海波不继续熔化了。

将试管放入热水中,海波又继续熔化……



当心火灾

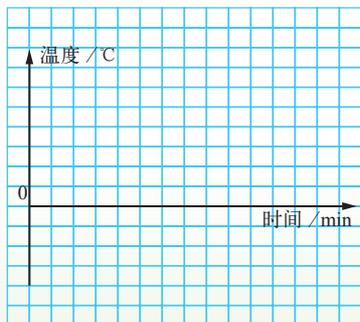
不同组选用了不同的材料,每组都得到一大堆数据,怎么比较?有没有一个直观的办法?

仿照前面“了解一天中气温的变化规律”的研究方法,可以画出温度随时间变化的曲线。

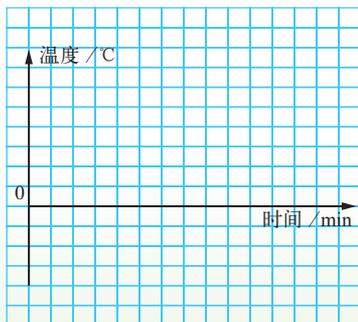
图线能直观、形象地表示一个量随另一个量变化的过程。通过比较曲线的形状就能总结晶体和非晶体熔化过程的区别。



在方格纸上画一条横轴表示时间,画一条纵轴表示温度。对应每一组加热时间和温度值,在方格纸上确定一点。这样,在方格纸上可以描出一个个的点,然后用平滑曲线把这些点连接起来,便描绘出了物体的熔化曲线。



(a) 晶体熔化曲线



(b) 非晶体熔化曲线

图 5-2-7 物体的熔化曲线

将你们测得的数据和画出的曲线同其他小组进行交流,总结晶体和非晶体的熔化规律。

回顾你的探究过程,看到温度计示数不变时,你有什么想法? 在处理数据时,你是怎样把数据转换成图线的?

实验表明: 晶体在熔化过程中, 要不断 _____ 热量, 温度 _____。

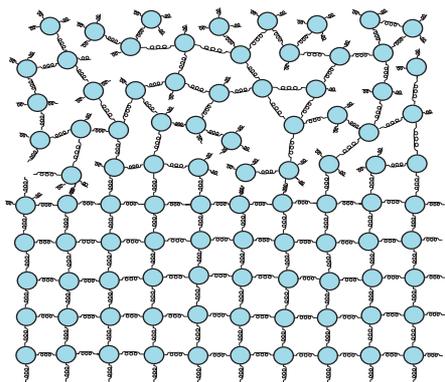


图 5-2-8 晶体中分子呈有规则的排列,每个分子只能在自己的固有位置附近振动。加热时,分子振动的幅度变大。当温度足够高时,有些分子振动的幅度大到可以脱离它的固有位置,熔化就开始了

晶体熔化时的温度叫做熔点 (melting point)。不同的晶体有不同的熔点。

几种物质的熔点

(在标准大气压下)

单位: °C

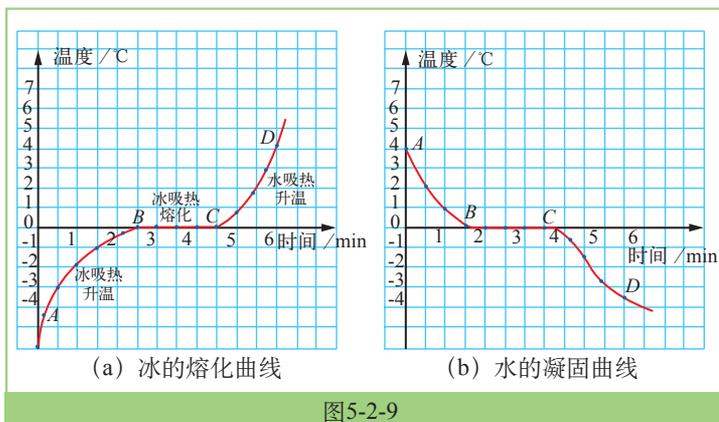
钨	3410	萘	80.5
纯铁	1535	海波	48
钢	1515	冰	0
灰铸铁	1177	固态水银	-38.8
铜	1083	固态甲苯	-95
金	1064	固态酒精	-117
铝	660	固态氮	-210
铅	328	固态氧	-218
锡	232	固态氢	-259

非晶体的熔化过程与晶体不同，随着温度的逐渐升高，由硬变软，然后逐渐变成液体，没有固定的熔化温度。

◆ 液体的凝固

前面我们已经做过冰的熔化实验，得到了如图 5-2-9 (a) 所示的曲线。现在，我们反过来，把一杯水放进电冰箱冷冻，使它凝固成冰。把凝固过程的数据采集起来，也可画出凝固过程的曲线，如图 5-2-9 (b) 所示。对照熔化曲线，你能分析并描述液体凝固的过程吗？

- 描述水的凝固过程：
- AB 段表示_____热量，
温度_____；
- BC 段表示_____热量，
温度_____；
- CD 段表示_____热量，
温度_____。



液体凝固是一个放热过程。液体凝固时的温度叫做凝固点 (solidifying point)，同种物质的凝固点和熔点相同。



■ 讨论交流 ■ 火山爆发后

突然间，炽热的熔岩从火山口喷出，像炼钢炉里流出的钢水一样流淌，这就是火山爆发。

岩浆是多种成分组成的液体，在流淌过程中温度不断降低，按下列顺序，在火山口周围形成一系列的矿物：橄榄石—辉石—角闪石—黑云母—正长石—白云母—石英。对火山周围由近及远分布的矿物的熔点高低，你有什么推测？请和同学进行讨论。

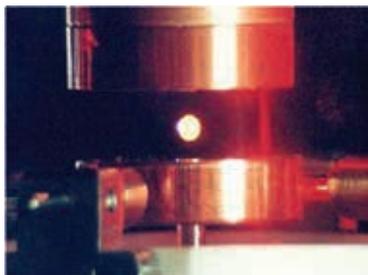
图5-2-10 火山爆发

◆ 熔化和凝固规律的应用

材料的不断发现与利用，伴随着人类文明的进步。从 5000 年前的青铜冶炼到现代单晶硅的生长，很多材料的生产、加工都需要利用熔化和凝固规律等物态变化的知识。



(a) 5000 多年前，中国人已经能通过加热，把矿石中的铜熔化成液体，铸造各种铜器



(b) 在太空首次生长出砷化镓、锑化镓等高纯度晶体



(c) 我国生产的直径 18 cm 的单晶硅

(d) 单晶硅是生产芯片的重要材料。在手指头上的芯片中，聚集了上百万个晶体管

图 5-2-11 材料的发现和利用

发展空间



自我评价

1. 在正常情况下，冰水共存时的温度是多少？试进行测量。这时的状态对应熔化曲线 [图 5-2-9 (a)] 中的哪一段？

2. 图 5-2-12 所示的是某种物质熔化时温度随时间变化的图线。请你根据图中的曲线判断这种物质是晶体还是非晶体。

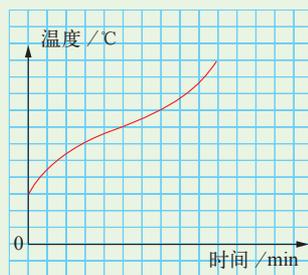


图 5-2-12



物理在线

太空材料

在太空中，把要合成的各种材料放进特制的太空炉，对材料加热使其熔化，再降温变成固体，然后随卫星或飞船返回地球。这样加工成的材料，叫做太空材料。有关太空材料的更多内容，请查询互联网进行了解。

3. 汽化和液化

图5-3-1 云海情

◆ 从液体到气体

水开了!

看,大量气泡在水中生成、上升、变大,到水面破裂开来。水沸腾了!



图5-3-2 水开了

气泡在上升、长大,气泡里面是什么?

沸腾时,水减少了,看来气泡里有……



物质从液态变成气态的过程叫做**汽化** (vaporization)。**沸腾** (boiling) 是液体内部和表面同时发生的剧烈汽化现象。

Y 实验探究 ■ 沸腾的规律

水沸腾后继续加热,是不是温度会越来越高呢?

按图 5-3-3 连接仪器,给水加热,每隔 30 s 记录一次水的温度。

作出水沸腾时温度和时间关系的曲线,分析水沸腾时温度随时间的变化有什么特点。

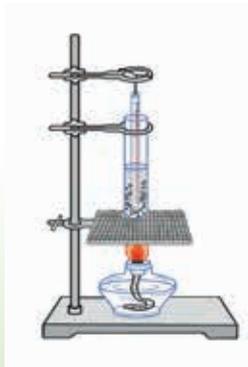


图5-3-3 观察水的沸腾

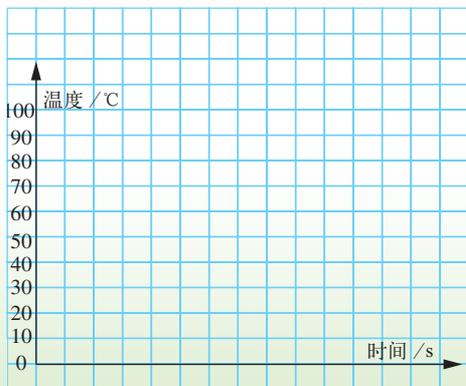


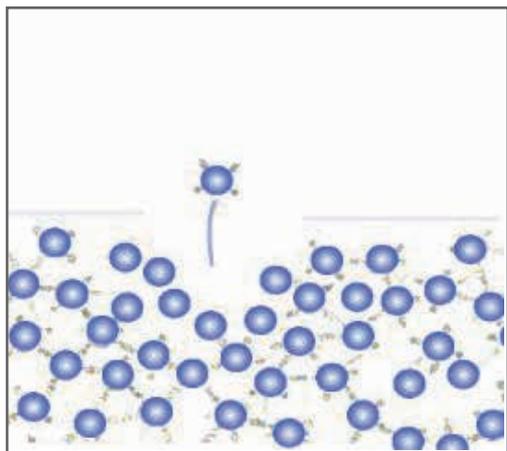
图5-3-4 水沸腾时的温度和时间的关系曲线

实验表明：
液体在沸腾过程中，温度_____。

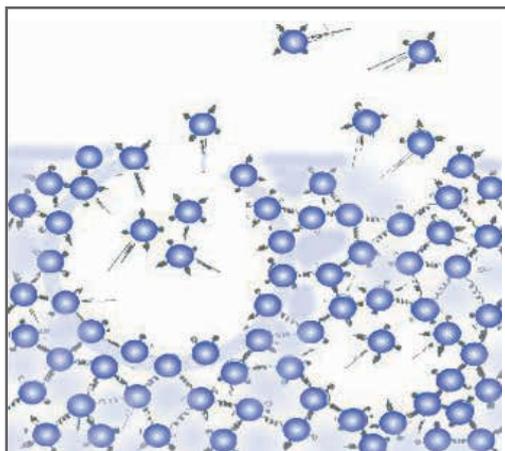
液体沸腾时的温度叫做**沸点** (boiling point)。实验表明，不同物质的沸点不同。下表是一些常见物质的沸点。

几种物质的沸点 (在标准大气压下)			
		单位：℃	
液态铁	2750	酒精	78.5
液态铅	1740	液态氮	-33.5
水银	357	液态氧	-183
亚麻仁油	287	液态氮	-196
甲苯	111	液态氢	-253
水	100	液态氦	-268.9

事实上，在任何温度下，液体表面都在以**蒸发** (evaporation) 的形式进行着汽化。洒了水的地面会变干，就是由于水蒸发，变成了气体。蒸发和沸腾是汽化的两种方式。



(a) 在液体表面，某些能量较大的分子能克服液体内其他分子的束缚而“飞离”液体表面，这就是蒸发



(b) 沸腾时，有一些分子由于获得足够的能量，摆脱其他分子的束缚，进入液体内部的小气泡中，从而使小气泡逐渐变大并上升到液面，气泡破裂，其中的水蒸气“飞”到空气中

图5-3-5 蒸发和沸腾的分子运动模型



◆ 从气体到液体



图5-3-6 冷玻璃窗上的水滴



图5-3-7 在低温实验室中，卡末林-昂内斯(H.Kamerlingh-Onnes, 1853—1926)对氮的液化，为液化空气中的所有成分画上了一个圆满的句号

物质从气态变成液态的过程叫做**液化** (liquefaction)。玻璃窗上的水滴就是空气中水蒸气液化成的水。

在很低的温度下，空气也能变成液体。为了实现空气的液化，科学家们经历了100多年的艰难探索。现代科学技术已经可以把所有的气体液化。

◆ 物态变化中的吸热和放热

固体熔化过程中，要不断吸收热量；液体凝固过程中，要不断放出热量。水沸腾时温度不变，那么酒精灯所供给的能量跑到哪里去了？

Y ■ 实验探究 ■ 汽化、液化中的吸放热

如图5-3-8所示，在两个大试管中分别加入 $\frac{1}{3}$ 的水，给左边的试管加热。把水沸腾产生的水蒸气，引导到右边试管的冷水中。仔细观察两个试管中水量及温度的变化，分析、讨论汽化、液化过程中的能量变化。

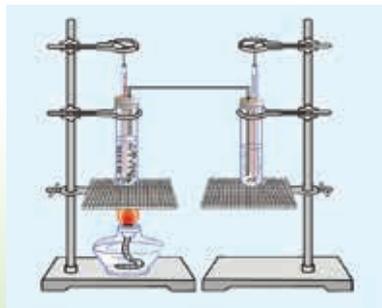


图5-3-8

物态变化过程总伴随着能量的变化,液体在汽化过程中___热量,气体在液化过程中___热量。

液体不仅在沸腾过程中吸热,在蒸发过程中也吸收热量,并且使液体和它周围的物体温度下降。电冰箱就是利用这个原理制成的。

海洋中的水,吸热蒸发,形成水蒸气,并带走大量能量。水蒸气进入大气后,聚集为小液滴或小冰晶,形成云,并释放能量,这是大气能量的一个重要来源。大气有了充足的能量,就可能形成许多剧烈的天气现象,如雷电、暴雨、台风等。



图5-3-9 龙卷风是大气能量不断积累后的急剧释放

发展空间

家庭实验室

简易“冰箱”

如图 5-3-10 所示是一个简易的“冰箱”。水通过毛巾从铁皮箱上面的水盆渗到下面的水盆中,毛巾上的水慢慢蒸发,通过铁皮吸收箱内的热量,使箱内温度降低。

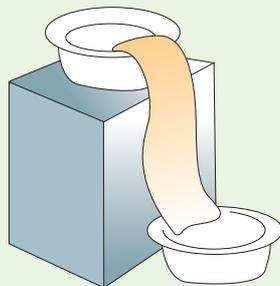


图5-3-10 简易“冰箱”



自我评价

1. 在荒岛上,鲁滨逊用甘蔗酿出了美味的甘蔗酒。如果鲁滨逊发现了一架可用酒精作燃料的飞机,请你设计一个从酒中分离出酒精的方法,帮他离开荒岛。

2. 减慢水分的蒸发是盆栽花卉管理的关键。和你的同学一起来讨论,采用哪些方法能减慢水分的蒸发,并设计给花卉浇水的巧妙方案。



物理在线

热管

人造卫星在太空中飞行,那里几乎没有空气,向阳面与背阴面之间的温度相差 250°C 。通过热管可以把高温部分的热量迅速传递到低温部分,使卫星各部分温度基本均匀,保证设备正常工作。

热管是一根密封的真空金属管,管内衬有一层叫吸液芯的多孔材料,里面装有酒精或其他液体。当热管的热端受热时,吸液芯里的液体吸收热量,变成气态。蒸气即在管子里跑到冷端,在管壁上遇冷,放出热量,液化成液态。冷凝后的液体通过吸液芯,又回到热端。这一过程会循环进行,不断地将热量从热端带向冷端。它的传热本领比一般金属高出几千倍,甚至上万倍。

有关热管的应用,可查询互联网或查阅图书馆资料进一步了解。

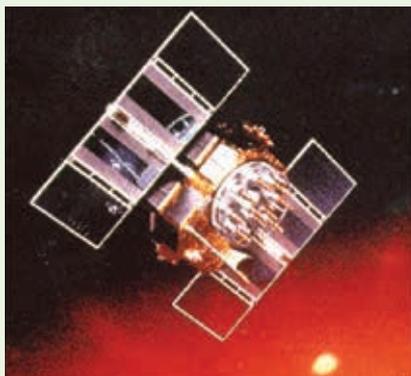


图 5-3-11 热管最早应用在人造卫星中

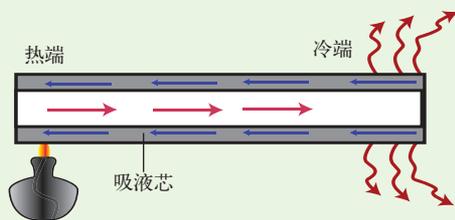


图5-3-12 热管的原理示意图



4. 地球上的水循环

图 5-4-1 黄果树瀑布

◆ 多姿多态的水

水是地球上最重要的自然资源，是生命的摇篮。我们知道，冰、水、水蒸气这三种状态之间可以很容易地互相转化。地上的水蒸发到空气中变成水蒸气，大气中的水蒸气会液化成小水滴；冰能融化成水，水能凝结成冰。

水也可以从固态的冰直接变成水蒸气，也可以从水蒸气直接变成小冰晶。像这样，物质从固态直接变成气态的现象叫做**升华** (sublimation)，从气态直接变成固态叫做**凝华** (deposition)。冬天，晾在室外冰冻的衣服也会干，这是因为冰升华成了水蒸气。冬天常见的霜，是大气中的水蒸气凝华成的小冰晶。

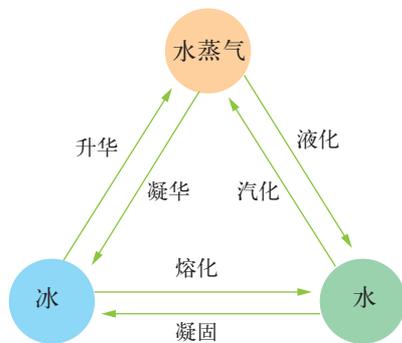


图 5-4-2 水的物态变化



■ 讨论交流 ■ 为什么南极的空气很湿润

南极地区是冰的世界，冰川的厚度平均为2000 m，年平均气温是 -25°C 。这里降水量很小，和撒哈拉沙漠差不多，但有趣的是这里的空气感觉却很湿润。

这是为什么？请和同学一起讨论。

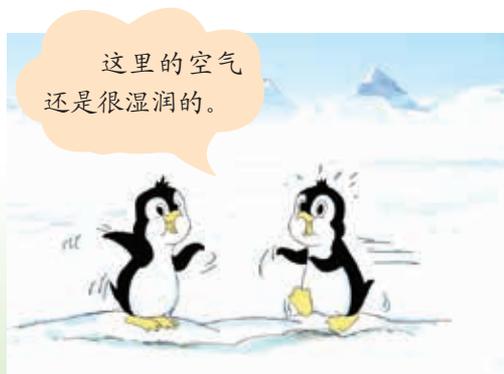


图 5-4-3 企鹅的对话



图5-4-4 植物叶子的表面有许多气孔。水蒸气从气孔排出，进入大气，参与生态系统的水循环，这种现象叫做蒸腾

◆ 地球上的水循环

地球上，水的三种状态在不断地相互转化。阳光照射下，海洋、陆地上的水蒸发成水蒸气，随风流动，升至温度较低的高空，聚集成云，形成雨、雪或冰雹，又落回海洋、陆地。如此周而复始，循环往复，水的物态变化，形成了海洋、陆地、大气间的水循环。

没有水，就没有生命。各种植物、动物在生命过程中，也参与了水的循环。植物从土壤中取得水，然后通过叶面的蒸腾，将水排放到大气中。

地球大气中，气态的水储量约 $12.9 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。雨、雪、雹，统称为降水。地球上每年的降水量约 $237.76 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。陆地上 90% 的淡水以冰的形态分布在极地和高山地区，约有 $24364 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。

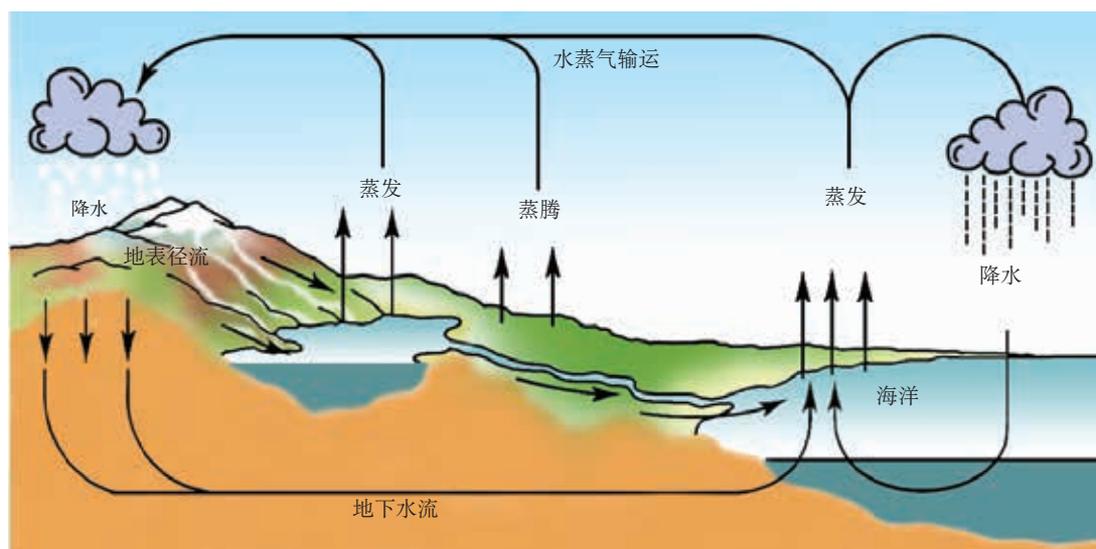


图5-4-5 地球上的水循环示意图



◆ 来自极地的报告

考察报告

近200年来,由于现代工业的发展,大气中二氧化碳的浓度上升到0.034%,加剧了温室效应。研究显示,在过去100年里,由于阿拉斯加和南极冰川的融化,全球海平面上升了20 cm。联合国气象组织认为,到2100年,海平面将上升1 m,荷兰国土的 $\frac{2}{3}$ 将被淹没。如果南极冰盖全部融化,海平面将升高60 m左右,许多沿海地区将变为汪洋大海。据卫星监测证实,近年已有3座巨型冰山先后脱离南极大陆,开始漂流,其中最大的一座面积相当于10个香港。它们是否会给全球气候带来灾难性的影响?



图5-4-6 人类的活动深深地影响着地球的演化。这是一次关于环境教育的国际科学教育会议的会徽

水是宝贵的资源。地球上的淡水只占总水量的2.7%,而可供人类使用的淡水只有全部淡水的25%。人类的活动在大量消耗水资源的同时,还造成了水的污染,导致水资源危机。水资源危机不仅关系到人类的可持续发展,而且关系到人类的生存。大自然已向我们敲响了警钟!

发展空间



自我评价

1. 请在图 5-4-7 中,填写各种物态变化的名称和吸放热情况。

2. 1822 年,法国物理学家托尔做了一个实验:把酒精注入一个很坚固的玻璃管中,将管密封,加热。结果发现,每当酒精加热到某一温度时,玻璃管就会爆炸。请解释这种现象(此实验十分危险,请勿模仿)。

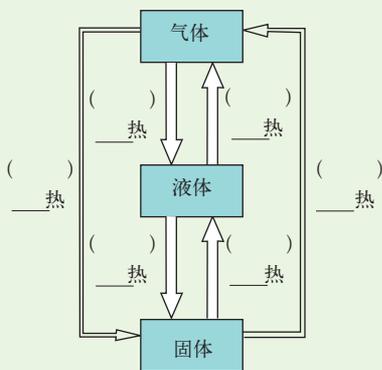


图 5-4-7



物理在线

湿地

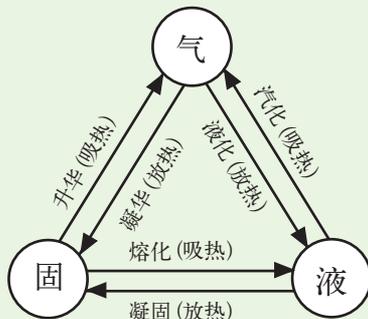
湿地与森林、海洋一起并称为地球的三大生态系统。它在蓄洪防旱、调节气候、控制土壤侵蚀、降解污染、美化环境等方面起着重要作用,被誉为“地球的肾”。

关于湿地,你知道哪些知识?它是怎样来蓄洪、防旱、调节气候的?请和你的同学利用互联网、图书馆查询有关内容,与同学进行交流。



知识要点

1. 物质存在着三种形态,可以发生下图所示的状态变化。
2. 固体分为晶体和非晶体。晶体有一定的熔点,非晶体没有固定的熔点。
3. 汽化有蒸发和沸腾两种方式,这两种方式都要吸热。不同的是:蒸发是在任何温度下都能发生的,只在液体表面进行的汽化;沸腾是在一定温度下发生的,在液体内部和液体表面同时进行的剧烈汽化。



第六章 质量与密度

“铁比木头重。”

这种说法科学吗？要回答这个问题，就要从质量说起。



- ◆ 质量
- ◆ 物质的密度
- ◆ 测量密度
- ◆ 活动 :密度知识应用交流会

1. 质量

图6-1-1 天平



认识质量

到商店里去买东西，巧克力、盐、洗衣粉等很多物品上都标有质量（图 6-1-2）。商场里的许多物品要通过称量质量来计算价格。



(a)



(b)

图6-1-2 包装盒和包装袋上标有食品的质量

自然界中的一切物体都是由物质组成的。质量（mass）表示物体中含有物质的多少。



讨论交流

质量是物体的属性



图6-1-3 在太空中的宇航员

1. 把一块橡皮泥捏成其他形状后，它的质量没有改变。
2. 一块冰放在杯子中，融化成水，物态发生了变化，但它的质量没有变化。
3. 地球上的物体被宇航员带到太空后，质量没有变化。

分析以上事实，和同学一起谈谈对质量的看法。

大量事实说明，物体的质量与物体的形状、物态及其所处的空间位置无关，质量是物体的一个基本属性。

在国际单位制中，质量的单位是千克，符号是 kg。它等于保存在巴黎国际计量局内的国际千克原器的质量（图 6-1-4）。常用的质量单位还有吨（t）、克（g）和毫克（mg）。



图6-1-4 在法国巴黎国际计量局保存着由铂铱合金制成的国际千克原器



图6-1-5 宇宙中一些物体的质量尺度

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

◆ 测量质量

在科学研究及生产、生活中，人们用天平 (balance) 和各种秤测量质量。

在实验室里常用托盘天平测量质量。下面是一种托盘天平的使用说明书，请对照实物，认真阅读，熟悉天平的主要结构、调节与使用方法。

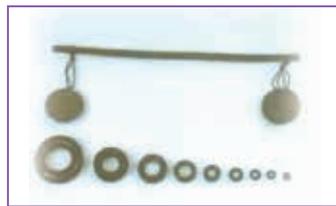


图 6-1-6 战国时期的天平——木衡和铜环权

J0105 型托盘天平使用说明书

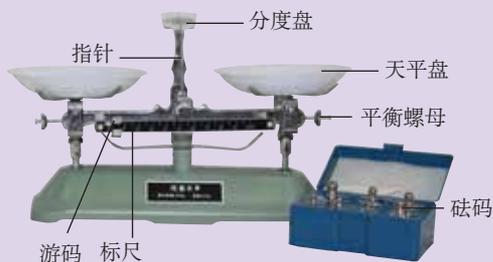


图6-1-7 天平和砝码

用途：测量物体的质量。

结构：主要部件如图 6-1-7 所示。

该天平附砝码一组：10 克 (1)、20 克 (2)、50 克 (1)、100 克 (2)、200 克 (1)。

性能：最大称量 500 克

分度值 0.5 克

最大称量时感量 0.5 克

- 注：1.天平能够测量的最大质量叫做天平的**最大称量**。
2.**感量**表示天平的灵敏程度。



天平就像一个跷跷板,怎样调节天平的平衡?

使用前,游码应该放在什么位置?测量时,怎样由砝码数和游码示数,计算物体的质量?



使用方法:

1. 把天平放在水平台面上,把游码放在标尺左端的零刻度线处。
2. 调节横梁两端的平衡螺母,使指针指在分度盘的中线处,这时横梁平衡。
3. 把被测物体放在左盘里,用镊子向右盘里加(或减)砝码并调节游码在标尺上的位置,直到横梁恢复平衡。这时盘中砝码的总质量加上游码在标尺上所对的刻度值,就等于被测物体的质量。

保养方法:

1. 用天平称量的物体质量不能超过天平的最大称量。往盘里加减砝码时要用镊子轻拿轻放。
2. 保持天平干燥、清洁。不要把潮湿的物体和化学药品直接放在天平盘里,不要把砝码弄湿弄脏,以免锈蚀。

实验探究 ■ 用天平测量固体和液体的质量

1. 用天平测量一组固体物块的质量。

(1) 取一组相同体积的铜块、铁块、铝块,用手分别感觉并估测它们的质量大小。

(2) 用天平称出物块的质量,把得到的数据记录在下面的表格中。

	第一次	第二次	第三次	平均值
铜块的质量/kg				
铁块的质量/kg				
铝块的质量/kg				

(3) 和你的同学比一比,看看谁估测的数值最接近测量值。

2. 用天平测量50 mL水的质量

取一量杯，先测量空杯的质量；在杯中加入50 mL的水，测量加水量杯的质量，分别把得到的数据记录在下面的表格中。

	第一次	第二次	第三次	平均值
空量杯的质量 /kg				
加水杯的质量 /kg				
50 mL 水的质量 /kg				

想一想，怎样计算杯中水的质量？

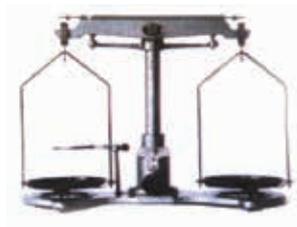
在生产、生活中，人们还常用下列工具测量质量。



(a) 杆秤



(b) 案秤



(c) 物理天平

图 6-1-8 几种常用的测量质量的工具

发展空间

家庭实验室

用天平测量面积

小聪想用天平和刻度尺测量地图上某一地区的面积，她设计的实验方案是：首先测出一整张地图的质量，并测出它的长和宽；然后沿所要测量地区的边界线将地图剪下，测出剪下部分的质量。想一想，上述实验方案有什么需要改进的地方？根据这样的测量怎样计算出地图上该地区的面积？



2. 物质的密度

图6-2-1 鸡尾酒

◆ 认识密度



是铁重还是木头重？要回答这一问题，必须同时考虑物体的质量和体积。可以选取相同的体积进行比较，如 1 cm^3 、 1 dm^3 或 1 m^3 等单位体积。

Y ■ 实验探究 ■ 1 cm^3 物体质量的含义

1. 收集各种小物品，如大小不同的铜块、铁块、橡皮、石子等物体，从中选两个物体进行测量，并计算出 1 cm^3 的这种物体的质量，填在下面的卡片中。



图6-2-2 收集物品

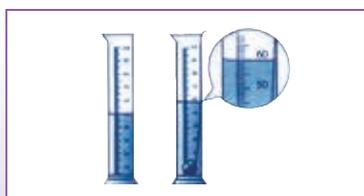


图 6-2-3 量筒是用来测量液体体积的量具。如果要测量不规则小物体的体积，可以把物体用细线系好，使它完全浸没在量筒的水中。前后两次水面所在位置的刻度值之差就是所测物体的体积

- 物品： 大钉子
- 材料： 铁
- 状态： 固体
- 质量： _____
- 体积： _____
- 单位体积的质量： _____

2. 分成几个小组，汇总你们的数据，将 1 cm^3 物体质量相同的物品放在一起，记录在下表中。你有什么发现？

单位体积的质量/ (g/cm^3)	物品名称
7.9	铁钉、螺母……

1 cm^3 的铁和铜的质量不相等。

这些放在一起的物体都是由相同的材料组成的。



3. 将你们的发现与其他组进行交流，对“ 1 cm^3 物体质量”的意义提出你的看法。

1 cm^3 某种物质的质量反映了这种物质的一种特性。在物理学中，物体质量与体积的比叫做组成物体的这种物质的密度 (density)。

如果用 ρ 表示密度， m 表示质量， V 表示体积，计算密度的公式可以写作

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

密度的单位由质量单位和体积单位组成，国际单位制中质量的基本单位是 kg ，体积单位是 m^3 ，所以密度的单位是 kg/m^3 。常用的密度单位还有 g/cm^3 。

每种物质都有一定的密度。为了应用方便，科学家们测定了各种物质的密度。下面是一些常见物质的密度表。



图6-2-4 火星上的铁与地球上的铁的密度相同



常见固体的密度

(常温常压下)

物质	密度 / (kg/m ³)	物质	密度 / (kg/m ³)
金	19.3×10^3	玻璃	$(2.4 \sim 2.8) \times 10^3$
铅	11.3×10^3	混凝土	2.2×10^3
银	10.5×10^3	冰	0.9×10^3
铜	8.9×10^3	蜡	0.9×10^3
钢、铁	7.9×10^3	干松木	0.5×10^3
铝	2.7×10^3	金刚石	3.5×10^3

常见气体的密度

(0℃, 一个标准大气压)

物质	密度 / (kg/m ³)
二氧化碳	1.98
氧	1.43
空气	1.29
一氧化碳	1.25
氮	0.18
氢	0.09

常见液体的密度

(常温常压下)

物质	密度 / (kg/m ³)	物质	密度 / (kg/m ³)	物质	密度 / (kg/m ³)
水银	13.60×10^3	纯水	1.00×10^3	酒精	0.80×10^3
硫酸	1.80×10^3	植物油	0.90×10^3	汽油	0.71×10^3
牛奶	1.03×10^3	柴油	0.85×10^3	机油	0.91×10^3
海水	1.03×10^3	煤油	0.80×10^3	四氯化碳	1.6×10^3

◆ 密度的应用

密度在工农业生产中有许多应用，如农业生产中配制盐水选种，食品工业中鉴别牛奶，制造业中对材料的选择，勘探中估算矿山、油田的储量等，都需要根据密度进行计算、选择。



(a) 航天飞机用密度较小的新材料制造，可用飞机来运输



(b) 拍摄影视剧中房屋倒塌砸伤人的特技镜头时，常选用密度很小的泡沫塑料做道具



(c) 气象工作者利用密度很小的氢或氦气，制造探空气球，采集气象资料

图 6-2-5 不同密度物质的应用

【例题】 有一枚北京奥运会纪念币，它的质量为 16.1 g，体积为 1.8 cm^3 ，请判断这枚纪念币是不是金制成的。

解： 密度是物质的特性，可以通过求出纪念币的密度 ρ 来判断它的成分。

$$m = 16.1 \text{ g} = 0.0161 \text{ kg}$$

$$V = 1.8 \text{ cm}^3 = 0.0000018 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.0161 \text{ kg}}{0.0000018 \text{ m}^3} = 8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

根据密度表可以查得这种纪念币的主要成分应是铜，不是金。



图 6-2-6 北京奥运会纪念币

发展空间



自我评价

1. 找几枚面值 5 角的硬币，设计实验鉴别它是由什么金属做成的。
2. 人的密度跟水差不多，根据你的质量算一算自己的体积有多大。
3. 甲、乙两个金属块，从外观上很难辨别出它们是什么物质的，现测得它们的体积和质量分别为：(甲) $15 \text{ cm}^3, 290 \text{ g}$ ；(乙) $5.4 \text{ cm}^3, 48 \text{ g}$ 。你能鉴别出各物块可能是什么金属吗？



物理在线

从 0.0067 发现氦

在科学史上有一个著名的故事。19 世纪末，英国物理学家瑞利 (Lord Rayleigh, 1842—1919) 在精确测量各种气体的密度时，发现由空气中取得的氮的密度是 1.2572 kg/m^3 ，从氨中取得的氮的密度是 1.2505 kg/m^3 ，二者相差 0.0067 kg/m^3 。虽经多次重复测量，仍然存在这个令人奇怪的差异。后来，他从空气中分离出另一种当时还不知道的密度较大的气体——氦。瑞利因此荣获 1904 年的诺贝尔物理学奖。这个故事说明在科学实验中，尽可能精确地进行测量是多么重要。

有关故事的详细情况，可以查询互联网进行了解。

3. 测量密度



图 6-3-1 金属的密度有多大

密度是物质的一种重要特性。根据密度的大小，人们可以鉴别物质；选择密度不同的材料，可以满足不同的需要；通过测量密度，科学研究中还可能发现某些新的物质。



图 6-3-2 勘探人员常利用物质密度鉴别矿石种类

实验探究 ■ 测量矿石的密度

测量物质密度，是勘探人员鉴别矿石种类的重要方法。

采一小块矿石，用天平和量筒测量它的密度。

测量步骤：

- (1) _____
- (2) _____
- (3) _____

将测量数据填入以下表格中。

常见矿石的密度

(常温常压下)

物质	密度 / (kg/m ³)
煤	$(1.2 \sim 1.7) \times 10^3$
石灰岩	$(2.3 \sim 3.0) \times 10^3$
花岗岩	$(2.6 \sim 2.8) \times 10^3$
黄铜矿	$(4.1 \sim 4.3) \times 10^3$
黄铁矿	$(4.9 \sim 5.2) \times 10^3$
磁铁矿	$(4.8 \sim 5.2) \times 10^3$
赤铁矿	$(5.1 \sim 5.2) \times 10^3$

	第一次	第二次	第三次	密度平均值/ (kg/m ³)
质量/kg				
体积/m ³				
密度/(kg/m ³)				

根据测量结果，查阅“常见矿石密度”表，你能推测出矿石的种类是什么吗？

实验探究 ■ 测量酱油的密度

酱油是我们生活中常用的调味品。取一杯酱油，设计一个实验方案，测量它的密度。

测量步骤：

- (1) _____

(2) _____

(3) _____

将测量数据填入以下表格中。

	第一次	第二次	第三次	密度平均值 / (kg/m^3)
质量 /kg				
体积 / m^3				
密度 /(kg/m^3)				

你留意过酱油的商品标签上有关质量或容积的标注吗？请利用密度的知识，设计一个实验方案，核实这些商品信息。

发展空间

走向社会

调查密度知识在生活中的应用

日常生活中，留心观察，你会发现有关密度的知识在生活中有着广泛的应用。请自己确定调查研究课题，解决一个实际问题。

我的研究课题是……

4. 活动 密度知识应用交流会

图 6-4-1 合作探究



图 6-4-2



图 6-4-3

同学们！今天各个小组将对自己密度应用的探究课题做陈述报告。希望每个小组将你们在课题研究中所碰到的问题和解决方法讲清楚。在每个小组报告探究结果时，希望其他同学能进行评价，并提出改进意见。也就是说，如果让你去设计，你将会有什么不同的做法。

报告 1 铅球是铅做的吗

我们小组想用密度的知识鉴别铅球是不是铅做的。我们知道，不同的物质有不同的密度。所以只要求出了铅球的密度，就能得到结论。铅球的质量可以用台秤来测量，关键是测量铅球的体积。我们按下面的步骤来测量。

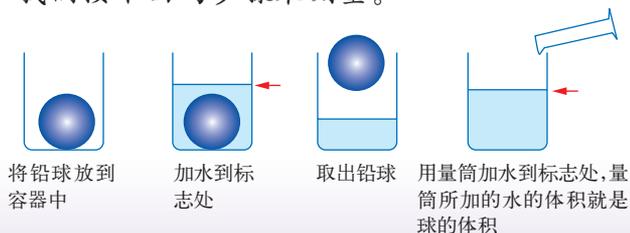


图 6-4-4 实验过程示意图

我们测得的铅球质量是 3.995 kg ，体积是 0.510 dm^3 ，计算出的密度是 7.833 g/cm^3 。经过查表，我们澄清了一个事实，铅球的基本成分是铁！请同学们对我们的实验提出改进意见。

这个办法很巧妙，有没有更直接的方法？

如果用直尺和三角板直接测出铅球的直径，就能求出它的体积……



报告 2 测量砖的密度

我们的课题是测量砖的密度。先取一小块砖作样本，在天平上测量出它的质量，用量筒测量它的体积。但开始我们没有成功，因为砖吸水。后来，我们想，砖既然吸水，就让它吸得足足的，然后再放到量筒中，就能测出它的体积了。这样，我们测得的砖的密度是 $1.45 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。



图 6-4-5

这里面有个问题，砖吸水后会膨胀，体积会变大。你们的测量值会偏小。

如果在砖上面刷层油漆，能不能解决这个问题呢？

.....



图6-4-6

报告 3 课桌的体积有多大

我们的探究课题是，一张课桌的体积有多大？我们先用台秤测量了一张课桌的质量，是 14.8 kg 。为了求出课桌木料的密度，我们到木工房，找到一块和课桌材质相同的木料作样本，用天平和量筒测出样本的质量和体积，计算出它的密度是 720 kg/m^3 。然后根据 $V = \frac{m}{\rho}$ ，计算出了课桌材料的体积是 0.02 m^3 。

如果让你去设计，你会有什么不同的做法？

好！取样求密度的方法是解决这个问题关键……

.....





一节课很快过去，密度知识应用交流会结束了。同学们不但学习了密度的应用，而且还学到了利用密度处理实际问题的一些方法。



知识要点

1. 质量是物体中所含物质的多少。质量的单位是 kg。天平是测量质量的仪器。

2. 物体质量与体积的比叫做组成物体的这种物质的密度。各种物质的密度可以从密度表中查到。计算密度的公式是： $\rho = \frac{m}{V}$ ，密度的单位是 kg/m^3 。

中英文索引

(名词后面的数字是它第一次出现的页码)

A		
凹透镜 concave lens	72	
C		
参照物 reference object	24	
测量 measurement	11	
超声 supersound	40	
次声 infrasonic sound	40	
F		
法线 normal	60	
反射 reflection	60	
反射定律 reflection law	61	
反射角 reflection angle	60	
沸点 boiling point	103	
非晶体 amorphous matter	96	
沸腾 boiling	102	
G		
共鸣 resonance	49	
光速 light velocity	58	
光线 light ray	60	
光源 light source	56	
H		
回声 echo	49	
J		
机械运动 mechanical motion	20	
焦点 focus	73	
焦距 focal length	73	
介质 medium	38	
镜面反射 mirror reflection	63	
晶体 crystal	96	
M		
漫反射 diffuse reflection	63	
密度 density	117	
N		
能量 energy	32	
凝固 solidification	97	
凝固点 solidifying point	100	
凝华 deposition	107	
P		
平面镜 plane mirror	65	
Q		
汽化 vaporization	102	
R		
熔点 melting point	99	
熔化 melting	97	
入射角 incident angle	60	
S		
声波 sound wave	37	
升华 sublimation	107	
声速 sound velocity	39	
声源 sound source	37	
速度 velocity	26	
T		
天平 balance	113	
凸透镜 convex lens	72	
W		
温度 temperature	92	
温度计 thermometer	92	
误差 error	13	
X		
像 image	65	
响度 loudness	43	
Y		
液化 liquefaction	104	
音调 pitch	42	
音色 musical quality	43	
匀速直线运动 uniform rectilinear motion	28	
Z		
噪声 noise	46	
折射 refraction	69	
折射角 refraction angle	69	
蒸发 evaporation	103	
质量 mass	112	

主 编 吴祖仁
本 册 主 编 刘 锋
本 册 副 主 编 李春密 汪 海
本 册 编 者 刘广辉 袁书领 郑 军 钟晓青
郑其武 陈彦军 叶 耀

感谢张虎岗、王大川、钟朝光等对教材修订提供的帮助。

出 版 人 所广一
责任编辑 莫永超 石雷先
版式设计 郝晓红 刘 莹
责任校对 贾静芳
责任印制 叶小峰

义务教育教科书

物 理

WU LI

八年级 上册

教育科学出版社 出版发行

(北京·朝阳区安慧北里安园甲9号)

邮编: 100101

市场部电话: 010-64989009 编辑部电话: 010-64989537

传真: 010-64891796

网址: <http://www.esph.com.cn>

各地新华书店经销

江西龙莹印务有限公司印装

开本: 787毫米 × 1092毫米 1/16 印张: 8.25

2012年7月第1版 2021年6月第10次印刷

ISBN 978-7-5041-6720-0

定价: 8.25元

如有印装质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。