

义务教育教科书

(五·四学制)

物理

教学参考资料

八年级 上册

上海科学技术出版社

义务教育教科书

(五·四学制)

物理

教学参考资料

八年级 上册

上海科学技术出版社

主 编：高 景

执行主编：朱 璀

本册主编：於 丰

核心编写人员：（以姓氏笔画为序）

王 捷 朱俊葵 陈浔颖 陈嘉月 徐蓓蓓

图书在版编目（CIP）数据

义务教育教科书（五·四学制）物理教学参考资料.

八年级 上册 / 高景主编. -- 上海 : 上海科学技术出版社, 2024. 8. -- ISBN 978-7-5478-6711-2

I . G633.73

中国国家版本馆CIP数据核字第2024HB4796号

责任编辑：徐青莲

美术设计：诸梦婷

义务教育教科书（五·四学制） 物理教学参考资料 八年级 上册

出 版 上海世纪出版（集团）有限公司 上海科学技术出版社

（上海市闵行区号景路 159 弄 A 座 9F – 10F 邮政编码 201101）

发 行 上海新华书店

印 刷 上海新华印刷有限公司

版 次 2024 年 8 月第 1 版

印 次 2024 年 8 月第 1 次

开 本 890 毫米 × 1240 毫米 1/16

印 张 12.5

字 数 342 千字

书 号 ISBN 978 - 7 - 5478 - 6711 - 2/G · 1242

定 价 38.00 元

版权所有 · 未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分 · 违者必究

如发现印装质量问题或对内容有意见建议，请与本社联系。电话：021-64848025，邮箱：jc@sstp.cn

编写说明

本书是《义务教育教科书(五·四学制) 物理 八年级 上册》的教师指导用书,旨在阐释教材编写意图,阐明相关物理概念,并提供相应的知识背景资料,以帮助教师深入理解教学内容。

教材的编写坚持以立德树人为目标,注重核心素养与教学内容的内在联系。在“情境、探究、应用”框架下强调“从生活走进物理,从物理走向社会”,教材每章节的内容引入均注重以实际生活中的真实问题为情境,然后按“描述现象”“提出问题”“开展探究”“形成结论”“实际应用”的逻辑顺序展开。据此,本书以章为单位进行编写,内容包括整章分析、本章教材解读、本章综合活动手册解读三部分。

整章分析 由“学习目标”和“编写意图”两个栏目组成。“学习目标”部分根据课程标准的要求,明确了在本章的学习过程中涉及的基本方法、技能,以及应体现和逐步形成的学科核心素养。“编写意图”部分包括课程标准的相关要求,本章涉及的重点概念与形成核心素养的关系,本章内容与前后章内容的关系和在形成核心素养过程中的作用,以及本章内容的学时建议。

本章教材解读 先结合章首图对该章学习内容进行简单说明,后续内容以节为单位编写,由“本节编写思路”“正文解读”“习题解读”“本章练习解读”“跨学科实践解读”和“资料链接”等栏目组成。“本节编写思路”主要对该节内容的展开脉络,学生的主要学习内容、学习经历与素养的关联等做出简单说明。“正文解读”的内容包括:节首图呈现的情境与本节学习内容的关系,正文中如何与之呼应的说明;针对教师教或学生学的过程中可能产生的疑问以及一些重要概念做进一步说明和阐述;教材中栏目的说明及设置栏目的目的和作用;阐述教材正文与《义务教育教科书(五·四学制) 物理综合活动手册 八年级 上册》的关系,相关活动的性质、方法和要求;介绍相关内容的知识背景、实际应用等,建立与“资料链接”的联系。“习题解读”和“本章练习解读”设置“参考解答”“命题意图”和“主要素养”。“参考解答”给出了解答的详细过程,并为具有开放性的题目提供一种及以上可能的解答;在“命题意图”部分阐述了编写的出题意图,包括该题对概念的形成、方法的掌握所起的作用,以及该题应体现或解决的重点知识等;主题学习的命题意图说明了该主题下系列问题的相互关联

和对应的教学内容，旨在改变相对固化的习题形式，适当增强习题开放性，减少死记硬背和“机械刷题”现象；“主要素养”是编写者根据自身对课程标准的理解给出习题所对应或体现的核心素养二级指标。“跨学科实践解读”是对跨学科实践活动设计和实施的说明。“资料链接”是对“正文解读”部分内容的补充和进一步阐述。

本章综合活动手册解读 与《义务教育教科书(五·四学制) 物理综合活动手册 八年级 上册》同步。对应每课时的“学生实验”“自主活动”和“想一想”栏目，设置了“参考解答”和“设计意图”。对应每课时的“巩固练习”，设置了“参考解答”和“命题意图”。

应该指出，给出习题体现的“主要素养”的做法是一种尝试，其目的在于引发广大教师在教学实践中对新课标、新教材和新课程所倡导的学科核心素养培育进行深入的思考。教师对主要素养的体会一定会有“见仁见智”的理解。同时，教学过程如何开展、具体内容的教学怎样进行，需要教师根据学情和自身的教学特点做出考虑和安排，这是教师创造性、个性化的工作，应该予以充分的尊重。相应地，书中并未给出具体的教学指导。

对于书中存在的不足之处，我们欢迎广大教师和物理工作者提出宝贵的意见和建议。

目 录

第1章 测量	1
第一部分 整章分析	1
第二部分 本章教材解读	2
第1节 长度的测量	3
第2节 时间的测量	10
第3节 质量的测量	15
跨学科实践 体质的测量与评价	20
第三部分 本章综合活动手册解读	28
第2章 机械运动	31
第一部分 整章分析	31
第二部分 本章教材解读	32
第1节 运动与静止	33
第2节 运动的快慢	37
第3节 速度的测量	42
第三部分 本章综合活动手册解读	52
第3章 声现象	56
第一部分 整章分析	56
第二部分 本章教材解读	57
第1节 声音的产生和传播	58
第2节 声音的特性	64
第3节 声波的应用和控制	71
跨学科实践 简单乐器的制作	76
第三部分 本章综合活动手册解读	85
第4章 光现象	90
第一部分 整章分析	90

第二部分 本章教材解读	92
第1节 光的反射	93
第2节 平面镜成像	102
第3节 光的折射	109
第4节 凸透镜成像	115
第5节 透镜的应用	123
第三部分 本章综合活动手册解读	138

第5章 运动和力	146
第一部分 整章分析	146
第二部分 本章教材解读	148
第1节 力	149
第2节 弹力 重力	154
第3节 二力合成 二力平衡	160
第4节 摩擦力	166
第5节 牛顿第一定律	171
第三部分 本章综合活动手册解读	186

第1章 测量

第一部分 整章分析



学习目标

1. 了解测量的目的、单位及其换算，知道质量的含义。
2. 通过科学推理，知道质量大小与物体位置、形状和物态无关。能进行简单的估测。会使用多次测量取平均值等方法。感受用图像描述数据的方法。
3. 会使用刻度尺和秒表测量长度和时间，会用托盘天平测量固体和液体的质量，能在实验中正确读取和记录实验数据，感受误差的存在，认识多次测量的必要性。在跨学科实践中，初步体会搜集证据、交流评价在探究中的作用。
4. 在测量实验中初步形成严谨认真、实事求是的科学态度。通过了解测珠穆朗玛峰高程的技术，增强民族自豪感。在跨学科实践中，关注物理与生活的紧密联系，树立健康生活的意识。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为：

1. 2. 2 知道质量的含义。会测量固体和液体的质量。
2. 2. 1 会选用适当的工具测量长度和时间，会根据生活经验估测长度和时间。
4. 1. 1 用托盘天平测量物体的质量。
4. 1. 4 用刻度尺测量长度，用表测量时间。
5. 1. 2 能运用所学知识分析日常生活中的安全问题，提出解决方案，践行安全与健康生活。

本章是本套教材的起始章节，主要包括测量的目的与基本要素，长度、时间和质量的测量。

通过长度的测量活动，引导学生学会使用刻度尺，关注规范的测量方法与减小误差的一般方法。在时间的测量活动中，会使用秒表，能进行简单估算，经历时间轴的绘制，感受用图像描述数据的方法。知道质量的含义。在质量的测量活动中，会用托盘天平测量固体和液体的质量。在跨学科实践中，初步感受科学探究，初步形成证据意识、评价意识和健康意识。

本章重点是三个测量实验。在学习过程中要关注递进关系，从测量的规范性、数据的处理方法、实验操作方法等方面培养学生的实验技能与探究能力。本章学习的长度、时间的测量是第2章中测量速度的基础；质量的测量是测量密度的基础；刻度尺的规范使用是弹簧测力计、温度计、电流表等工具使用的基础。

完成本章的学习内容，共需要6课时。其中第1节1课时，第2节1课时，第3节2课时，跨学科实践2课时。



第①章 测量

一名学生正在中学生体质健康测试的现场进行坐位体前屈测试，图中刻度尺的示数反映了学生的身体柔韧程度。体质健康测试包含了多种项目，其中跑步要测量时间，跳远要测量距离，体质指数需要测量质量和身高。测量是物理实验的基础，是认识世界的方法。本章我们将学习测量的基础知识。

通过本章内容的学习，你将学会用工具测量基本物理量——长度、时间和质量；提升与其他同学进行有效交流的能力；感悟实事求是的科学态度。

7

体质健康检测是评判学生个体体质健康的标准之一，积极参加体质健康监测，是践行“每个人都是自身健康的第一责任人”理念的重要一步。其中，坐位体前屈测试是检测项目之一，借助此图引出本章内容，能够促使学生思考物理与生活的紧密联系，激发他们对测量知识的求知欲望。此外，跨学科实践的主题与章首图相互呼应，增强学生从科学角度主动关注个人健康的意识。

本节编写思路



图 1-1-1 测量身高

第1节

长度的测量

[1] 开学了，你又长高了。如图 1-1-1 所示，要知道身高，既可以目测，也可以用工具测量。两种方法得出的结果可能不同，怎样才能测得更准呢？

● 长度测量的方式如何演变？

[2] 从古到今，生活、生产、贸易和科学的研究等活动都离不开测量。测量的目的就是进行可靠的定量比较。

人类祖先在劳动过程中逐渐形成依靠主观感受进行比较的习惯。图 1-1-2 (a) 中哪条黄色线段更长？图 1-1-2 (b) 中哪个橙色圆面积更大？若仅凭肉眼观察，似乎上方的黄色线段更长，右边的橙色圆面积更大。用刻度尺测量

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图测量身高的情境，引出长度测量的不同方法。

2. 经历利用生活经验估测长度等活动，了解长度测量方式的演变，体会单位在测量中的重要性。

3. 通过实验，了解用合适的工具测量长度的方法，学会使用刻度尺的实验技能。

正文解读

[1] 节首图为测量身高的场景，旨在唤起学生对长度测量的生活经历、经验及兴趣。可以通过直接和其他同学比较来估测自己的身高，也可以利用工具、仪器测量具体的身高。

本章的跨学科实践需要学生测量身高，与本情境呼应。

[2] 通过交流生活中的测量活动及其意义，知道测量的目的是进行可靠的定量比较。

后发现，两条线段一样长，两个圆的直径相同，面积也一样大。

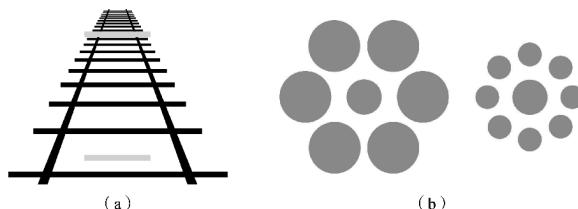


图 1-1-2 比较线段的长短、圆的大小

- [1] 在科学课程中学生已有比较长度、测量长度的经验。在简单的长度测量活动过程中，回顾刻度尺的用法，感受单位在测量中的意义。
- [2] 由此可见，仅凭人的主观感受来比较事物的差异，往往不可靠。要进行可靠的定量比较，需要有一个公认的标准量作为比较的依据，这个标准量叫做单位 (unit)。“布指知寸，布手知尺，舒肘知寻”，古人曾用手和手臂来测量长度。

[3] **自主活动**

如图 1-1-3 所示，“1 抻”为大拇指和中指伸开的距离，试用“拃”为单位估测课桌的长度。

课桌长度为_____拃。

和其他同学交流测量结果，看看是否一致。



图 1-1-3 1 抻

用手测量课桌的长度，同学们的测量结果大小不一。可见这样测量虽然比较便捷，但测量结果的差异明显。

在人类历史上的不同时期、不同地区往往使用不同的单位，给文化交流和生产贸易带来诸多不便。秦朝第一次统一了度量衡，有力地推动了

- [3] 此处设置的“自主活动”是一个体验活动，目的是感受用身体的一部分作为单位测

量长度，得到的结果相近却不一样，从而引发对统一单位必要性的思考。

先用“拃”测量课桌长度，交流结果，讨论结果存在差异的原因；然后，用刻度尺测量自己“1 抻”的长度；最后，结合测量结果说明使用“拃”作为单位的优缺点，体会统一单位的意义。

社会和经济的发展。

- [1] 目前，国际上有一套统一的单位，叫做国际单位制（International System of Units），简称SI。在国际单位制中，长度的基本单位是米（metre），用符号m表示。18世纪末，人们曾利用地球经线来定义米，并依此用铂-铱合金铸成一根“米原器”，作为全世界统一的长度测量基准。2019年起，国际计量大会规定1/299 792 458秒内光在真空中传播的距离为1 m。图1-1-4是一些常见物体长度的数量级。
- [2]

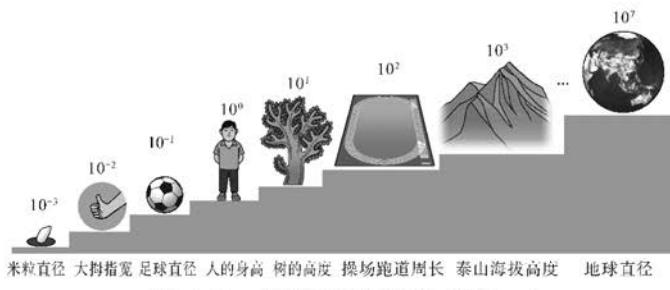


图1-1-4 一些物体长度的数量级（单位：m）

常用的长度单位还有千米（km）、分米（dm）、厘米（cm）和毫米（mm）等。它们与米的换算关系如下：

$$\begin{aligned}
 [3] \quad 1 \text{ km} &= 1000 \text{ m} = 10^3 \text{ m} \\
 1 \text{ dm} &= 0.1 \text{ m} = 10^{-1} \text{ m} \\
 1 \text{ cm} &= 0.01 \text{ m} = 10^{-2} \text{ m} \\
 1 \text{ mm} &= 0.001 \text{ m} = 10^{-3} \text{ m}
 \end{aligned}$$

随着科技的进步，测量长度的工具也在不断发展。如图1-1-5所示，目前常见的长度测量工具有刻度尺、卷尺、游标卡尺和激光测距仪。

[1] 国际单位制

(SI)是世界上最普遍采用的标准度量系统，其中长度的基本单位是米。了解“米”的定义的发展历程。

国际单位制相关内容详见本章资料链接。

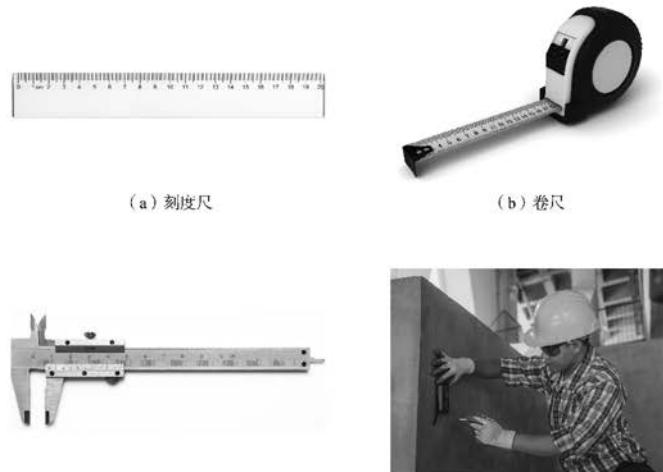
[2] 展示生活中常

见物体长度的数量级，感受物质的空间尺度大小，知道不同长度单位间的换算关系。

[3] 根据此处正

文，在综合活动手册*中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个讨论活动，目的是通过分析实例，识别不同的长度单位。通过展示比较长度时只关注数值忽视单位的错误习惯，明确应统一单位后再进行比较。

*本书中的综合活动手册为《义务教育教科书(五·四学制) 物理综合活动手册 八年级 上册》。



[1] [2] 图 1-1-5 长度测量工具

人类借助先进的测量工具完成了许多高难度测量。2018 年, 我国科学家首次成功利用激光精确地测量地月距离, 也使我国成为世界上极少数实现地月激光精确测量的国家。2020 年 12 月 8 日, 我国科研人员通过北斗卫星导航系统采集的信号精确测量了珠穆朗玛峰的“身高”。

● 如何使用刻度尺测量长度?

[2] 刻度尺是最常用的长度测量工具。使用刻度尺前, 先要明确刻度尺的量程和分度值。刻度尺的量程是指它的测量范围, 分度值是指两条相邻刻度线之间的长度。使用不同分度值的刻度尺测量同一物体的长度, 测量结果可能不同。

[1] 展示生活中常用的长度测量工具以及我国在测量方面的成就, 体会我国科研人员勇于攀登的进取精神。

卷尺相关介绍详见本章资料链接。

[2] 测量前, 先观察工具、测量仪器的量程与分度值, 养成规范的使用习惯。

[1] 学生实验

用刻度尺测量长度

观察刻度尺

选择一把刻度尺，观察它的量程和分度值分别是多少？

学习使用刻度尺

- 如图1-1-6所示，测量时将刻度尺的零刻度线与物体的一端对齐，并使刻度尺有刻度的一边紧贴待测物体。

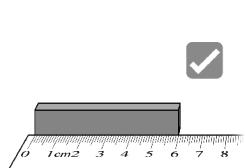


图1-1-6 刻度尺的摆放

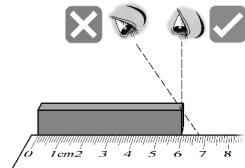


图1-1-7 读数时的视线位置

- 如图1-1-7所示，读数时测量者的视线要正对刻度线。

- 记录的测量结果应包含数值和单位。

测量时，测量结果和真实值相比可能会偏大或偏小，我们把这种差异称为误差。可以采用多次测量取平均值的方法来减小误差。

测量教科书的长和宽

用刻度尺测量教科书的长和宽，将测量结果记录在表1-1-1中。

表1-1-1 数据记录表

序号	教科书的长度/cm	教科书的宽度/cm
1		
2		
3		
教科书长度的平均值：_____		
教科书宽度的平均值：_____		

12

刻度线与物体一端对齐是现阶段教学的规范要求，若把待测物体置于刻度尺的刻度范围内也可以完成测量。

本实验是学习其他物理量测量的基础，在选择测量工具、读数、记录测量结果等实验技能上有许多共同之处，实验过程中注重体会严谨认真、实事求是的科学态度。

[1] 本实验是课程标准中的测量类学生实验。学生从已有经验出发，进一步学习规范使用刻度尺测量长度。

从多种不同量程、分度值的刻度尺中选择分度值和量程合适的刻度尺。

教材图1-1-7所示的两种视线位置，所得读数结果不同。

从多次测量结果的差异中发现误差的存在，体会用多次测量取平均值的方法可以减小误差。

实验注意事项：

- 若是用厚度较大的刻度尺，应先判断刻度印刷于尺的上表面还是下表面，再决定如何摆放才能使刻度紧贴待测物体；
- 在实验表格中记录平均值时，数值和单位均需记录；
- 教材图1-1-6所示的零

[1] “交流讨论”中,观察到:(1)该刻度尺的零刻度线以及15 mm之前的刻度线缺损,其余完好,仍可用来测量长度;(2)该刻度尺的量程偏小,用它测量教科书的长时,需要分段测量。

[2] 回应节首问题“怎样才能测得更准呢”。

习题解读

1. 参考解答: 2×10^6 7×10^{-3} 30 1

命题意图:会进行长度单位的换算。

主要素养:科学推理;物质观念。

2. 参考解答: cm
mm dm m

命题意图:熟悉生活中常见物体的尺度。

主要素养:物质观念;科学推理。

3. 参考解答: 3

3.6

命题意图:会用刻度尺测量长度。

主要素养:证据。

4. 参考解答: 测量硬币的直径:可以用由一把直尺和两把三角尺构成的“卡尺”进行测量(图1),也可以先测得硬币的周长后,利用圆的周长公式 $C = \pi d$ (d 为圆的直径)来求得。测量硬币的周长:可以先测量硬币的直径,然后利用周长公式求得。测量硬币的厚度:将 n 枚硬币叠起放于桌边,用刻度尺测得 n 枚硬币的厚度 h ,计算 $\frac{h}{n}$,即为一枚硬币的厚度。

[1] 交流讨论

如图1-1-8所示,有一把零刻度线缺损的刻度尺,能用它测量教科书的长和宽吗?如果可以,你会如何测量?



图 1-1-8 缺损的刻度尺

[2] 若要测量门的宽度、课桌的高度,选用量程更大的卷尺更合适。选择合适的测量工具,掌握正确的测量方法,可以使测量更准确。

练一练

1. 完成下列长度单位的换算。

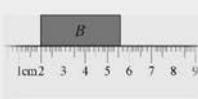
$$2 \times 10^3 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}; 7 \text{ mm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}; \\ 3000 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}; 10^6 \text{ mm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}.$$

2. 给下列测量数值填上适当的单位。

- (1) 一本书的长度为 29 ;
- (2) 一支圆珠笔的长度为 143 ;
- (3) 某位同学的身高为 16.8 ;
- (4) 课桌的宽度为 0.65 。



(a)



(b)

3. 如图1-1-9所示,物体A的长度为 cm,物体B的长度为 cm。

4. 简述利用身边的测量工具测量一枚一元硬币的直径、周长和厚度的方法。

图 1-1-9

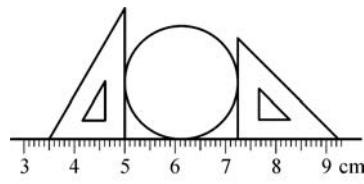


图 1

5. 试用图 1-1-10 所示的方法测量自己的脚长。结合其他同学的测量结果，归纳鞋码与测量结果的对应关系。



图 1-1-10

命题意图：在用刻度尺直接测量长度的基础上，进行曲线长度、微小长度的测量。

主要素养：质疑创新；科学推理。

5. 参考解答：结合实际进行测量。例如，常说的鞋码 36 码，对应 21.5~22.5 cm 脚长。

命题意图：体验与生活相关的测量，对数据分析，做简单归纳。

主要素养：科学态度；科学推理。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

- 通过节首图电子屏幕展示的时间信息，引出时间测量的相关问题。

- 通过了解时间测量工具的演变历程，感受人类对时间认知的逐渐深入和科技的进步。

- 通过实验，了解用合适的工具测量时间的方法，学会使用电子秒表计时。

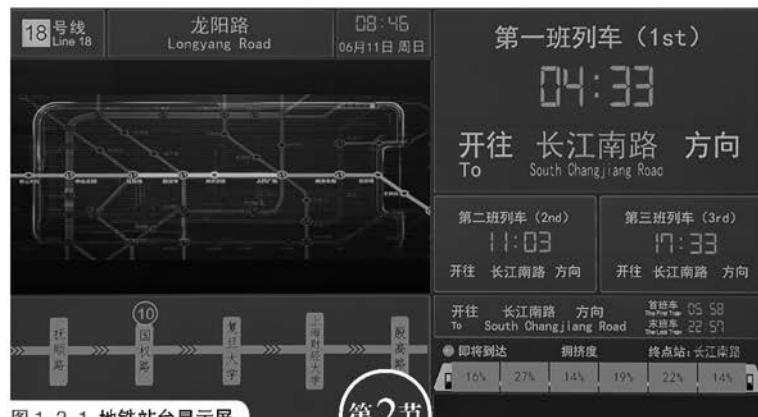


图 1-2-1 地铁站台显示屏

时间的测量

[1] 如图 1-2-1 所示，地铁站台显示屏上的信息预告了地铁到站的时间，方便乘客安排行程。随着信息技术的发展，人们获知时间的方式变得越来越便捷。用刻度尺可以测量长度，用什么工具来测量时间呢？

● 时间的单位如何演变？

[2] “日月忽其不淹兮，春与秋其代序。”古人观察大自然，发现白昼黑夜、四季冷暖会周而复始地出现。以太阳连续两次出现在天空同一位置所用的时间为“日”；根据月亮的盈亏变化、四季的更替，有了“月”和“年”，这才确定了“日”“月”“年”这些时间单位。各种连续的、具有周期性的现象都可以用来测量时间。

正文解读

[1] 现代生活中获取时间信息、测量时间的方法多种多样。节首图是上海轨道交通站台中的电子屏幕，上面显示了许多与时间相关的信息，引发对测量时间重要性的思考。第 2 章第 2 节“运动的快慢”也用到上海轨道交通的时间信息，与该情境呼应。

[2] 诗句出自屈原的《离骚》，意思是：太阳与月亮不停地运行，时光从不停歇，四季不断交替，永无止境。诗句描述了古人对天文周期性现象的观察，引出人类早期使用的时间单位“日”“月”和“年”。

[1]  想一想

图 1-2-2 中的现象是否可以用来测量时间?



(a) 荡秋千



(b) 转动的摩天轮

图 1-2-2 一些周期性现象

[1] 此处设置的“想一想”栏目,是一个基于讨论的活动,目的是通过思考荡秋千、摩天轮转动的共同运动特征,知道连续的、具有周期性的现象可以用来测量时间。秋千的运动与摆钟的钟摆类似,摩天轮的运动与天体的周期性运动类似。

[2] “时”和“刻”是比年、月、日更小的时间

单位。如图 1-2-3 所示,为了满足生产、生活的需要,古人发明了日晷、漏刻等工具来测量时间。日晷利用一天中不同时刻晷针影子的位置变化将晷面划分为十二时辰。



(a)



(b)

图 1-2-3 日晷和漏刻

1583 年,意大利物理学家伽利略 (G. Galilei, 1564—1642) 发现同一吊灯完成一次摆动的时间大致相同。以此为基础,荷兰物理学家惠更斯

[3] (C. Huygens, 1629—1695) 发明了摆钟,摆钟

[2] 日晷与漏刻体现了我国古代劳动人民的智慧。日晷将天文现象巧妙转化后,得到比“日”更小的时间单位。日晷与漏刻的介绍详见本章资料链接。

[3] 机械钟的出现

是人类由天文计时转为机械计时的一个标志,使用机械钟测量时间可以获得更高的精度与稳定性。

[1] 国际单位制中时间的基本单位是秒。了解“秒”的定义和发展历程。

[2] 时间单位的换算有10进制和60进制，比长度单位的换算更复杂。

[3] 本实验是课程标准中的测量类学生实验。在使用前观察测量工具的分度值、量程、按钮等是规范使用仪器的重要一步，先观察秒表、阅读说明书，然后回答“观察电子秒表”中的两个问题。

经不断改进沿用至今。

人类测量时间的工具随着科技的进步不断发展，时间的测量也越来越精确。

[1] 在物理学中，时间用字母 t 表示。在国际单位制中，时间的基本单位是秒(second)，符号是s。人们曾根据地球自转等天文现象来确定1s的长短。目前以铯原子的振动为基准来确定1s的长短。铯原子钟非常稳定，几千万年才相差1s。

[2] 比秒大的单位有分(min)、时(h)，比秒小的单位有毫秒(ms)和微秒(μs)，它们与秒之间的换算关系如下：

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

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

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

$$1 \text{ μs} = 10^{-6} \text{ s}$$



(a)



(b)



(c)

图1-2-4 不同的计时工具

● 如何测量时间？

我们通常用时钟、手表和秒表等工具来测量时间。图1-2-4中时钟的最小单位是分，手表的最小单位一般是秒，使用电子秒表计时最小单位可以到百分之一秒。记录短跑成绩时，就会用到比时钟、手表更精确的秒表。

[3] **学生实验**

用电子秒表测量时间

观察电子秒表

1. 观察实验室提供的电子秒表，它的最小单位是什么？
2. 电子秒表的“启动”“暂停”和“归零”按钮在哪里？

学习使用电子秒表

在计时模式下，按下“启动”按钮，电子秒表开始计时。按下“暂停”按钮，电子秒表停止计时，屏幕上会显示记录的时间。按下“归零”按钮后电子秒表显示的时间会重置为零。大部分电子秒表有分段计时功能，不仅可以将整个计时过程分解，还可以递加计时。

用电子秒表测量脉搏跳动 30 次的时间

测量脉搏跳动 30 次所用的时间，将测量结果填入表 1-2-1 中。

表 1-2-1 数据记录表

序号	脉搏跳动 30 次所用的时间 /s
1	
2	
3	

脉搏跳动 30 次所用时间的平均值：_____ s

[2] 交流讨论

由上述测量结果能否知道脉搏跳动一次的时间？为什么不用电子秒表直接测量脉搏跳动一次的时间？

[3] 图 1-2-5 是苹果下落过程中依次经过位置 A、B、C、D、E、F 的照片，它是每隔 0.1 s 拍摄一次而得。表 1-2-2 记录了苹果从图中位置 A 到其他各个位置所用的时间。

表 1-2-2 数据记录表

位置	A	B	C	D	E	F
运动时间 /s	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

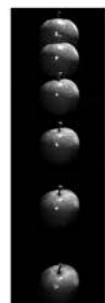


图 1-2-5 苹果下落

[1] 分段计时功能

在第 2 章中测量速度时会用到，学生阅读说明书后练习使用。

[2] 根据此处正文

在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是感受用脉搏作为计时工具来估测时间。在学生实验的基础上，测量从教室一端走到另一端的时间。

测量过程中可以感受到其便捷性，也可以发现走路快慢等因素会使脉搏跳动发生快慢变化。测量后交流用脉搏作为计时工具的优缺点。与第 1 节用“拃”为单位估测课桌长度呼应。

[3] 连续记录物理

过程中的数据，可以用表格，也可以用图像。将运动时间记录在数轴上的做法为第 2 章学习 $s-t$ 图像作铺垫。

习题解读

1. 参考解答: 90

5 400 30 0.5

命题意图: 能进行时间单位的换算。

主要素养: 科学推理。

2. 参考解答: 不一致, 古代“刻”的时长为一天的 $\frac{1}{100}$, 即 $\frac{24}{100} \text{ h} = 0.24 \text{ h}$, 而如今“一刻钟”的时长为 0.25 h 。

命题意图: 感受时间单位的演化, 能进行时间单位的换算。

主要素养: 科学态度; 科学推理。

3. 参考解答: (根据学生实验中脉搏跳动一次的时间来计时) 用脉搏与用手表的测量结果不一样, 且个人测量差异也不一致。

命题意图: 会用秒表测量时间, 会用脉搏估算时间。

主要素养: 证据; 交流。

4. 参考解答: 以实际情况为准。

命题意图: 会用图像表示时间信息。

主要素养: 解释; 科学态度。

5. 参考解答: 一般情况下人的反应时间为 $0.1\sim0.5 \text{ s}$ 。在测量百米赛跑成绩、单次脉搏跳动时间等需要精确测量时间的情况下, 反应时间不能忽略。

命题意图: 知道用秒表计时出现误差的主要原因。

主要素养: 科学态度; 科学推理。

我们也可以把苹果下落的时间信息记录在数轴上。图 1-2-6 中的 t_{AD} 表示苹果从位置 A 下落到位置 D 所用的时间, 线段 AD 的长度可以直观地表示 t_{AD} 的长短。

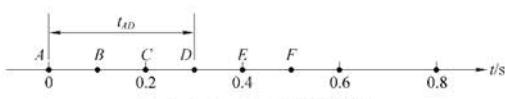


图 1-2-6 记录时间的数轴

练一练

1. 完成下列时间单位的换算。

$$1.5 \text{ h} = \underline{\quad} \text{ min } = \underline{\quad} \text{ s}; 1800 \text{ s} = \underline{\quad} \text{ min } = \underline{\quad} \text{ h}.$$

2. 我国古代将一天分为 100 个“刻”。古代时间单位“刻”和如今的“一刻钟”相比是否一致? 它们之间的换算关系是怎样的?

3. 分别用脉搏和手表作为计时工具测量从教室一端走到另一端的时间, 对两种结果进行比较, 并简述差异。

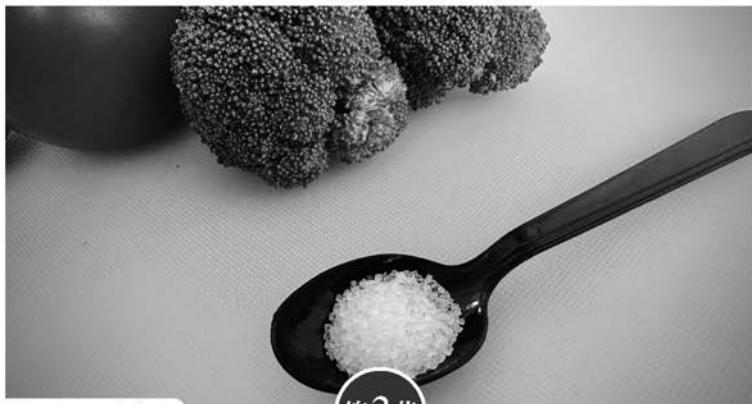
4. 试在图 1-2-7 中的数轴上标注出你从一年级到八年级对应的时间段。畅想未来会发生哪些值得纪念的事情, 将其标注到数轴上。



图 1-2-7

5. 人的反应时间存在差异, 这导致使用秒表计时会出现误差。通过互联网查找测量“反应时间”的方法, 了解自己的反应时间。在哪些测量中反应时间不能忽略? 举例说明。

本节编写思路



第3节

质量的测量



(a)



(b)

图 1-3-2 不同质量的物体

食盐是日常饮食中必不可少的调味品，菜肴的烹饪都离不开它。但摄入过多的食盐可能会引发健康问题，

- [1] 一般成年人每天的摄入量不应超过 5 g。如何判断图 1-3-1 中一勺食盐的质量是否超过了 5 g？

● 什么是质量？

图 1-3-2 中瓶子里的牛奶比杯子里的多，勺子比锅用到的金属少。

- [2] 物理学中，将物体所含物质的多少称为质量 (mass)，符号为 m 。将月球车从地球送到月球表面，将橡皮泥捏成不同的形状，冰化成水，它们的

正文解读

[1] 《健康中国行动(2019—2030)》提倡，健康成年人人均每日食盐摄入量不高于 5 g。结合节首图的食盐用量引发学生对自身健康的关注和对测量质量的兴趣。

[2] 比较由相同物质组成的不同物体，得到质量的定义。知道质量不随位置、形状和物态的变化而改变。位置变化的示例选用的“将月球车从地球送到月球表面”为学习重力相关知识作铺垫。

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的食盐摄入要适量，引出质量测量的相关问题。

2. 通过实例，了解自然界由物质构成，知道质量的含义及其单位。

3. 通过实验，了解测量固体和液体质量的方法，学会使用托盘天平的实验技能。

[1] 国际单位制中质量的基本单位是千克,是唯一一个有国际单位制词头的基本单位。

[2] 知道质量单位的换算关系,展示生活中常见物体质量的数量级,感受物体质量大小。

[3] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动,目的是了解生活中常见物体质量的近似值,增加对不同质量单位的感性认识。

“自主活动”中先用手掂三个生活中常见的物体,感受5 g、50 g和500 g物体的质量,再掂一下物理教材,与掂5 g、50 g和500 g物体的体验做比较,交流后估测物理教材的大致质量。

质量都不会改变。

[1] 在国际单位制中,质量的基本单位是千克(kilogram),符号是kg。如图1-3-3所示,人们曾经用铂-铱合金制成“千克原器”作为1 kg的基准。目前,1 kg由基本物理常数重新定义,提高了质量测量的稳定性和精确度。



图1-3-3 国际千克原器

[2] 常用的质量单位还有吨(t)、克(g)、毫克(mg)。它们与千克之间的换算关系如下:

$$1 t = 1000 \text{ kg}$$

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

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

表1-3-1中是一些常见物体质量的近似值。

[3]

表1-3-1 一些常见物体质量的近似值

物体	质量	物体	质量
一粒米	0.02 g	实心球	2 kg
一元硬币	6 g	家用轿车	$1.5 \times 10^3 \text{ kg}$
鸡蛋	50 g	地球	$6 \times 10^{24} \text{ kg}$
一瓶500 mL的水	500 g	太阳	$2 \times 10^{30} \text{ kg}$



图 1-3-4 电子秤

• 如何测量质量?

[1] 生活中我们常用图 1-3-4 中的电子秤来测量质量, 实验室中则常用托盘天平或电子天平测量质量, 如图 1-3-5 所示。



(a) 托盘天平的结构示意图



(b) 电子天平

图 1-3-5 实验室测量质量的常用工具

[2] 学生实验

用托盘天平测量物体的质量

观察托盘天平

- 实验室中托盘天平的标尺的分度值和量程分别为多少?
- 砝码盒中有几种不同规格的砝码?

学习使用托盘天平

- 把托盘天平放在水平桌面上。用镊子把游码调至标尺左端的零刻度线, 调节平衡螺母, 使指针指在分度盘的中央。
- 将待测物体轻放在天平的左盘, 用镊子在右盘中添加砝码, 并移动游码使指针对准分度盘的中央。此时, 砝码质量与游码示数值之和即为待测物体的质量。

[1] 根据此处正文, 在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个基于讨论的活动, 目的是知道质量单位的换算关系, 感受测量质量可以用灵活的方法。此活动中测量小狗质量的方法为学生实验中测量液体质量的方法作铺垫。

[2] 本实验是课程标准中的测量类学生实验。通过观看实物、模型或多媒体的演示, 学习使用托盘天平的操作细节。

实验过程中要动手、动脑相结合, 思考“游码哪一侧对齐零刻度线”等问题。

[1] 实验完成后整理器材,养成良好的实验习惯。

实验注意事项:

(1) 托盘天平的量程并不是由砝码盒中所有砝码质量总和所决定的,可通过铭牌、说明书等获取该信息;(2) 每次测量前,将游码归零,调节平衡螺母,使托盘天平的指针指向分度盘零刻度线处;(3) 实验过程中不调节平衡螺母;(4) 保持托盘的干净,避免水杯中的水污染托盘。

[2] 关于液体质量的测量,应先完成空烧杯的多次测量,再测量水和烧杯的总质量,最后用作差的方法求得水的质量,为测量密度等实验打基础。

[1] 3. 完成测量后,用镊子将砝码放回砝码盒,将游码移回标尺左端的零刻度线。

用托盘天平测量小木块的质量

测量小木块的质量,将测量结果填入表 1-3-2 中。

表 1-3-2 数据记录表

序号	小木块质量 $m_木/g$
1	
2	
3	
$m_木$ 的平均值: _____	

用托盘天平测量烧杯中水的质量

[2] 测量烧杯中水的质量,将相关测量结果填入表 1-3-3 和表 1-3-4 中。

表 1-3-3 数据记录表

序号	烧杯的质量 m_1/g
1	
2	
3	
m_1 的平均值: _____	

表 1-3-4 数据记录表

序号	水和烧杯的总质量 m_2/g
1	
2	
3	
m_2 的平均值: _____	

烧杯中水的质量 $m_木$: _____。

交流讨论

如果把物体放在右盘,砝码放在左盘,能否准确测出物体的质量?

练一练

1. 完成下列质量单位的换算。
 $20\text{ t} = \underline{\quad}\text{kg}$; $50\text{ kg} = \underline{\quad}\text{g}$; $0.02\text{ g} = \underline{\quad}\text{kg}$; $10^9\text{ mg} = \underline{\quad}\text{g}$ 。

2. 给下列测量数值填上适当的单位。

- (1) 一头大象的质量为 3 ;
- (2) 一个西瓜的质量为 5 ;
- (3) 一张 A4 纸的质量为 4 。

3. 选择 3 种常见的物品，先估计它们的质量，再用电子天平测量，并将测量结果填入表 1-3-5 中。

表 1-3-5

测量对象			
估计值 /g			
测量结果 /g			

4. 航天员将质量为 5 kg 的物体带进空间站，该物体的质量是否会发生变化？简述理由。

5. 简述如何用托盘天平测量一枚回形针的质量。

主要素养：解释；物质观念。

5. 参考解答：测量得到 50 枚回形针的总质量 m ，计算 $\frac{m}{50}$ ，就得到了一枚回形针的质量。

命题意图：在用托盘天平测量质量的基础上，进行微小质量物体的测量。

主要素养：质疑创新；科学推理。

1. 参考解答： $2 \times$

10^4 5×10^4 $2 \times$

10^{-5} 1×10^6

命题意图：能进行质量单位的换算。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：t

kg g

命题意图：熟悉生活中常见物体质量的数量级，对常用单位有感性认识。

主要素养：物质观念；科学推理。

3. 参考解答：以实际测量为准。

命题意图：对常用单位有感性认识，能使用工具完成质量的简单测量。

主要素养：证据。

4. 参考解答：不发生变化。因为只是位置发生了变化，所含物质的多少并没有变化。

命题意图：认识质量的概念。

[1] 本活动主要落实课程标准 5.1.2 的跨学科实践的要求。通过测量得到身高、质量等信息，了解身体健康情况，践行健康生活。

[2] 任务 1 包含认识体质指数 BMI，在测得身高、质量的基础上计算得到 BMI，然后初步解释自身 BMI 数据对应的健康状况。

BMI 是学生体质检测的常见项目，评估健康情况是基于分析一系列检测数据所给出的一个结果。

测量身高、质量的规范方法可以参考《“健康中国 2030”规划纲要》等文件，也可向体质检测相关专业老师求助。

体质指数与“超重”“肥胖”的对应关系要关注对应的年龄与性别。

[3] 任务 2 是在完成任务 1 的基础上通过收集更多与自身健康相关的证据来完成的。通过查阅资料和询问相关专业人员，收集可以描述个人健康情况的多种方法，了解 BMI 的局限性，进一步感受使用证据在解决具体问题中的作用和意义，认识生活中处处有物理。

思考脂肪含量、肌肉含量不同但 BMI 相同的情况，经讨论与交流，了解仅用 BMI 来评估胖瘦程度和健康状况是不够的，所以要寻找更多指标进行测量，关注测量方案的便捷性和科学性，进而得到本小组适用的方案。

营养膳食、体育运动的建议可以提供《儿童青少年肥胖食养指南(2024 年版)》等国家卫生健康委发布的指南让学生参考。

本活动可以在一个月或更长的时间段中坚持记录，养成良好的实验记录习惯，持续关注自身体质，真正践行“我们每个人都是自己健康的第一责任人。”

本活动注意事项：需关注学生对于身材的歧视、焦虑等现实问题，引导学生结合其他相关学科，从科学视角积极关注个人健康。



跨学科实践

物理学与日常生活

[1] 体质的测量与评价

人民健康是民族昌盛和国家富强的重要标志，我们每个人都是自己健康的第一责任人。关注自身体质、定期记录自身健康状况是对自身健康负责的第一步。

● 跨学科实践任务

[2] 任务 1：体质检测中使用体质指数（body mass index, BMI）作为衡量胖瘦程度与健康状况的一个依据，其计算公式为：

$$BMI = \frac{m}{h^2}。其中，身体质量 m 的单位为 kg，身高 h 的单位为 m。$$

通过小组合作完成测量与计算，并查阅资料，确定自己的体质指数所对应的等级。把结果填入表 1 中。

表 1

质量 /kg	身高 /m	体质指数 / (kg·m ⁻²)	体质指数对应等级

[3] 任务 2：同样身高、身体质量的人体质指数相同，但他们体内的脂肪含量和肌肉含量不一定相同。搜集评估一个人是否“超重”或“偏瘦”的指标。设计记录表并搜集信息，更全面地评估小组成员的胖瘦程度与健康状况，给出营养膳食与体育运动的针对性建议，小组进行交流与展示。

[1] ● 评价与反思

评价项目	评价要点（☆☆☆）	自评	互评
实践计划	能制订分工合理、任务明确、进度可行的实践计划		
	能在规定的时间内完成计划		
实践成果	会选用合适的工具完成身高、身体质量的测量，能通过计算得到体质指数		
	在评估人体健康时能进行多种测量		
	能制作进一步搜集信息的记录表，体现长期关注自身健康的意识		
	能通过咨询专业人士，得到合理的营养膳食与体育运动的针对性建议		
	定期使用记录表，关注自身体质，保持健康的生活方式		
信息搜集	能有效搜索所需学习资源，注意数据的可靠性和时效性		
	能规范地标注引用数据、图片等相关信息的来源		
交流合作	能利用数字设备开展交流活动		
	在完成各自任务的同时，能与其他成员团结协作，开展合作		
	在规定时间内完成展示，表达方式合理、流畅、自然		

评分方法：完全符合评价要点得☆☆☆，部分符合得☆☆，少量符合得☆

[1] 引导学生通过评价项目有理有据地评价自己和他人的实践过程，通过反思提升实践创新素养。

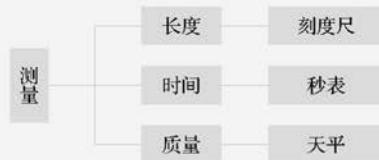
回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 单位：测量中公认的标准。
- 质量：物体所含物质的多少。

知识结构图



本章练习

1. 填写表1中空缺的部分。

表1

物理量	基本单位名称	单位符号	测量工具
长度			
		kg	
	秒		

2. 给以下测量值填上适当的单位。

一堂物理课的时间 2 400 _____ 学校课桌的高度 0.8 _____

一个篮球的质量 600 _____ 一只鞋子的长度 25 _____

3. 阅查太阳系中八颗行星的直径，按从小到大的顺序排列。其中最大的那颗行星的直径约是地球的多少倍？

4. 如图1所示，一位同学测量小木块的长度，并记录了测量结果。由于粗心，他的测量出现了一些问题。帮他找出问题，并在图中改正。



图1

5. 某同学用托盘天平测量一个鸡蛋的质量（约为50 g），砝码盒中配备的砝码规格有：100 g、50 g、20 g、10 g、5 g。

(1) 调节横梁平衡：将天平放在水平桌面上，取下两侧的垫圈，指针就开始摆动，稳定后指针指在分度盘的位置如图2(a)所示。他调节横梁平衡的过程是 _____。

28

同学测量时没有将待测物体一端对齐零刻度线，但读数时按照对齐零刻度线来读数了，且记录数据时漏了单位，长度应为2.7 cm。

命题意图：会使用刻度尺测量长度。

主要素养：证据。

5. **参考解答：**(1) 用镊子将游码移至左端零刻度线，调节平衡螺母，使指针指在分度盘中央 (2) 取下5 g 砝码，移动游码

命题意图：会使用托盘天平测量质量。

主要素养：证据。

1. **参考解答：**米
m 刻度尺 质量
千克 天平 时间
s 秒表

命题意图：知道长度、时间和质量的单位，以及单位符号和对应的测量工具。

主要素养：科学推理。

2. **参考解答：**s
m g cm

命题意图：对常用单位有感性认识。

主要素养：物质观念；科学推理。

3. **参考解答：**从小到大的顺序为水星、火星、金星、地球、海王星、天王星、土星、木星，最大的行星直径约为地球的11倍。

命题意图：初步感受物质世界的空间尺度。

主要素养：物质观念；科学推理。

4. **参考解答：**这位

6. 参考解答: (1) 某一天的日出到日落。

(2) 查阅上海每天的日照时长,超过 12 h 日子的晷针投影转过的角度大于 180° ,不足 12 h 日子的晷针投影角度则小于 180° (当年春分到秋分之间基本大于 180° ,秋分到次年春分则小于 180°)。

命题意图:了解中国古代计时工具的工作原理。

主要素养:科学推理;科学态度。

7. 参考解答:先测出一级台阶的高度 h_0 ,再数出一层楼的台阶数 n ,计算 $h_{\text{楼}} = h_0 n$ 就可以得到大楼的层高。

命题意图:使用累计的方法完成长度的特殊测量。

主要素养:证据;科学推理。

8. 参考解答:以实际测量为准。

命题意图:会进行常见的长度、时间和质量的测量,感受测量的意义。

主要素养:证据;科学态度。

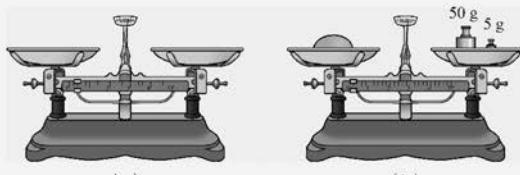


图 2

(2) 调节天平横梁平衡后,他将鸡蛋放在左盘中,用镊子在右盘中加减砝码,当放入 5 g 的砝码时,指针偏向分度盘的右侧,如图 2(b) 所示。则接下来的操作是 _____, 直到横梁恢复平衡。

6. 中国的日晷以赤道式日晷为主,即倾斜安放的晷盘与地球赤道面平行,在晷盘表面划分 12 个大格,每个大格代表 2 h。晷针垂直穿过晷盘中心,上端指向北天极。当太阳光照在日晷上时,晷针的影子就会投向晷面,并随着太阳的移动而移动。晷针的影子就像是现代钟表的指针,晷面则是表盘,日晷就以此来显示时间。

(1) 判断日晷能反映的具体时间是某一天的日出到日落,还是从第一天的日出到第二天的日出。

(2) 查阅相关资料,说明上海地区一处日晷的晷针每天在晷面上投影转过的角度是大于 180° ,还是小于 180° ?

7. 测量一级台阶高度,如何由此进一步得到大楼的层高。

8. 生活中一些场景需要测量长度、时间和质量等物理量,试将相关信息记录在表 2 中。结合你的体会,说说测量的意义。

表 2

场景	物理量	测量结果(近似值)
50 m 跑	时间	8.8 s



国际单位制

国际单位制(法语: Système International d'Unités, 简称 SI), 源于公制(又称米制), 是世界上普遍采用的标准度量系统。国际上以 7 个基本物理量的单位为基本单位, 它们是: 长度, 米; 质量, 千克; 时间, 秒; 电流, 安(培); 热力学温度, 开(尔文); 物质的量, 摩(尔); 发光强度, 坎(德拉)。从 2019 年起, 7 个基本单位都基于自然常数来定义(图 2)。

其他量的单位则根据物理公式用基本单位的组合来表示, 这些单位叫做导出单位, 基本单位和导出单位一起组成了国际单位。

在使用国际单位时, 我们会在一些单位符号或全称前面加上一个表示数量级的前缀, 这些前缀称为国际单位制词头(metric prefix), 以方便书写和表达不同数量级的数值, 见表 1。例如, 长度单位“米”(m)可以加不同的词头, 表示更大或更小的单位, 如千米(kilometer, km)表示一千米, 毫米(millimeter, mm)表示千分之一米。

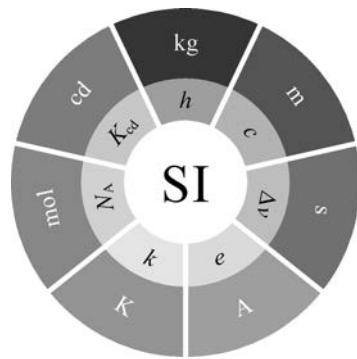


图 2

表 1 国际单位制词头

英文词头名称	中文词头名称	符号	因数
yocto	幺[科托]	y	10^{-24}
zepto	仄[普托]	z	10^{-21}
atto	阿[托]	a	10^{-18}
femto	飞[母托]	f	10^{-15}
pico	皮[可]	p	10^{-12}
nano	纳[诺]	n	10^{-9}
micro	微	μ	10^{-6}
milli	毫	m	10^{-3}
kilo	千	k	10^3
mega	兆	M	10^6
giga	吉[咖]	G	10^9
tera	太[拉]	T	10^{12}
peta	拍[它]	P	10^{15}
exa	艾[可萨]	E	10^{18}
zetta	泽[它]	Z	10^{21}
yotta	尧[它]	Y	10^{24}

注: []内的字, 是在不致混淆的情况下, 可以省略的字。

卷 尺

卷尺是一种便携的长度测量工具,由外壳、伸缩自如的尺带、锁定机制及尺爪等组合而成(图3)。卷尺的使用方法较为简单,只需拉出尺带至对应长度,锁定并读取刻度,然后解锁,尺带便会自动回卷。

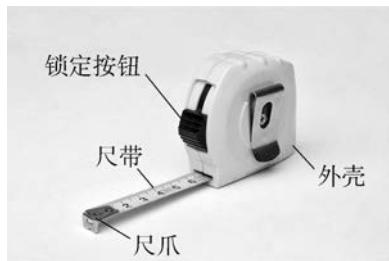


图 3

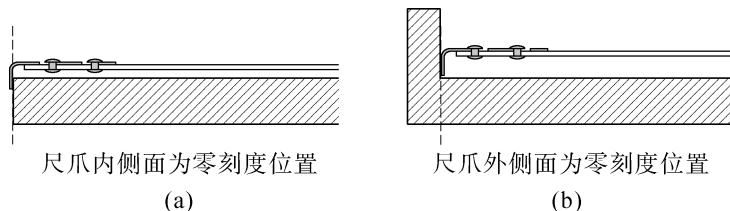


图 4

尺带前端的尺爪可以轻微前后移动,移动的范围相当于尺爪前端金属片的厚度。当用卷尺进行勾量时[图4(a)],尺爪钩住待测物体后,会向前少量移动,此时尺爪内侧面为零刻度位置;当用卷尺进行顶量时[图4(b)],尺爪顶住待测物体后会回缩,回缩长度为尺爪前端金属片的厚度,此时尺爪外侧面为零刻度位置。

遇到转角时,无须曲折尺带,可以直接读取从外壳到刻度线的固定长度 l_0 ,再将此读数加上尺带对应的长度 l (图5),即可得到总的测量长度。

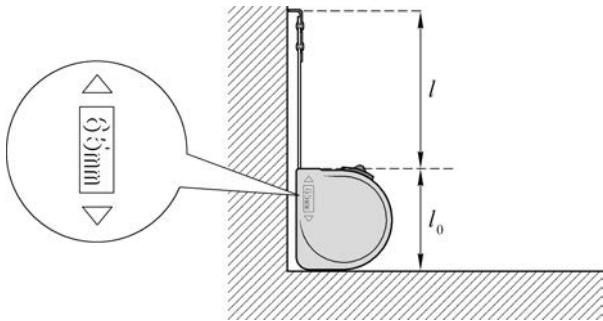


图 5

测量珠穆朗玛峰高程

珠穆朗玛峰,简称珠峰,是喜马拉雅山脉的主峰,同时是世界海拔最高的山峰,位于中国与尼泊尔边境。珠峰的高度不是一成不变的,中国继1975年和2005年两次成功测定并公布高程后,于2020年再次进行了珠峰高程测量。

要了解珠峰的高度,首先需确定测量的基准面。高度通常指物体相对地面的垂直距离,而高程则是物体相对平均海平面的引力方向上的距离。我国自1988年1月1日起采用1985国家高程基准,其基准点位于青岛观象山的水准原点,通过精密水准测量原理建立了国家高程基准网。在珠峰高程测量中,测量队员从珠峰地区的日喀则一等水准点出发,将高程传递至珠峰脚下的六个交会点。在这些点上,测量队员在登顶测量觇标架设好后,同时进行三角高程测量和交会测量。登顶队员首先在峰顶安装测量觇标,同时配置全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System,简称GNSS)接收设备,接收北斗卫星导航系统的信号,获取峰顶几何位置的GNSS观测数据。

此次测量还首次应用了航空重力测量技术,通过飞机上的航空重力仪获取密集的空中重力数据。这些数据与地面重力测量、卫星资料一同进行处理,提高了起算面的精准度,进而提高了珠峰峰顶高度的测定精准度。获取所有测量数据后,最后计算出珠峰峰顶岩石面高程为8 848.86 m。此外,实景三维技术也首次得到应用,为登山队提供指导,并向公众展示珠峰地区的实景,更好地促进对测量过程和意义的理解。

质量和重量

把质量定义为“物体所含物质的多少”，容易被初中学生接受。质量还有其他多种定义的方式。质量可解释为惯性大小的量度，即惯性质量 $m = \frac{F}{a}$ 。质量也可解释为物体产生引力场和受引力场作用的能力的量度，即引力质量。此外，质量还可解释为物体所蕴藏能量的量度，这一定义是从相对论质能定律引入的。早期，质量和重量是不作明确区别的。1901年第三届国际计量大会正式澄清了质量与重量在概念上，以及在计量标准上的区别，明确千克是质量单位。而“重量”所表示的量与力的性质相同，物体的重量是该物体所受的重力大小。这样，质量和重量就是两个含义完全不同的概念。

日晷与漏刻

日晷是古代的一种计时仪器，主要由晷针、晷盘和底座三个部分构成，如图6所示。根据晷针和晷盘结构设计、摆放位置的不同，日晷分为不同的类型，其中广泛使用的是赤道式日晷。我国使用的赤道式日晷的晷盘多呈南高北低之势，以使晷盘平行于赤道面。当太阳光照在日晷上时，晷针的影子会投向晷盘，并随着太阳的移动而移动，以此来显示时刻。晷盘的上、下两面都刻有从子时到亥时的十二个时辰，这些时辰均匀标记在晷盘上。每年从春分到秋分的半年中，太阳直射在北半球，晷针的影子投在晷盘正面；而从秋分到第二年春分，太阳直射在南半球，这时则需要从晷盘的背面读取时刻。

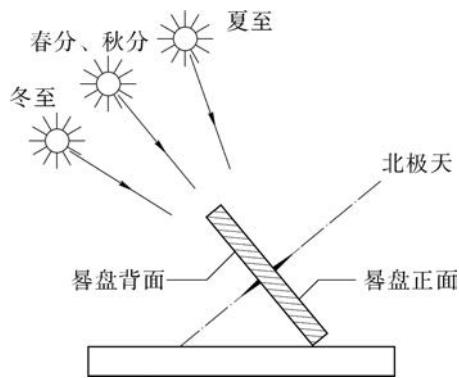


图 6

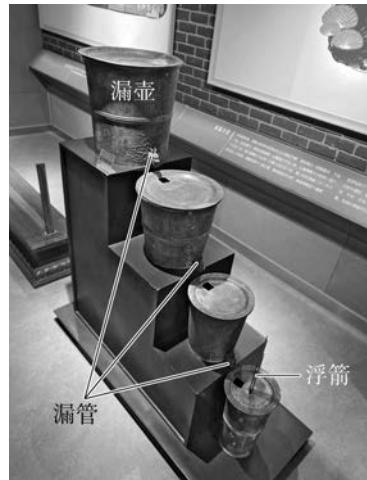


图 7

图 8

然而，日晷在阴雨天和夜间无法使用，且在春分、秋分时也会失效，如图7所示。因此，古人又发明了另一种计时工具——漏刻。这是一种流水计时的方法，其原理是利用水匀速滴落或流出来计量时间的流逝。漏刻通常由装水的容器、能够控制水流速度的漏管以及用来标示时刻的刻度尺（浮箭）组成，如图8所示。使用时，需向漏壶中注水，水从漏管中流出，随着水位的上升，浮箭也会相应上升。人们通过观察箭杆上的标记即可知时刻。值得一提的是，我国西周时期就已出现漏刻。为解决单只漏壶滴水速度不均的问题，我国古人进一步创新出多级漏刻装置，通过多只漏壶的串联来保持水流的均匀性。

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 长度的测量

自主活动

参考解答：(1) 以实际测量结果为准 (2) 以实际测量结果为准(如 12 cm) (3) 优点是便捷;缺点是每个人“1拃”的大小不同,测量结果差异较大(解答不唯一)。 (4) 例如“步”“庹”,可以用“步”测量教室长,用“庹”测量黑板长。

设计意图：感受用身体的一部分作为单位可以估测长度,引发对单位统一必要性的思考。

想一想

参考解答：小明没有将两个长度单位换算至一致,正确的计算为 $n = \frac{380\,000 \text{ km}}{190 \text{ km}} = 2\,000$ (倍)。

设计意图：通过情境感受单位换算的重要性。

学生实验 用刻度尺测量长度

参考解答：实验步骤部分:刻度尺的量程和分度值以实际为准 交流讨论部分：不可以,因为零刻度线磨损,量程太小(其他解答:可以,零刻度线磨损后,可以让教科书一端对齐其他完好的刻度线,读数时计算代替零刻度线的刻度到另一端的长度。解答不唯一)。

设计意图：学习灵活使用刻度尺测量长度,解决真实问题。

巩固练习

1. 参考解答：单位 选用的测量工具不合适,可以用卷尺等量程更大的工具;数据记录没有单位,应该加上单位 m(解答合理即可)。

命题意图：学会选择合适的测量工具,能正确测量与记录长度,能基于实际情况对他人的观点提出看法。

2. 参考解答：km m cm

命题意图：生活中常见物体的大致尺度,单位及其换算,具备一定的推理能力。

3. 参考解答：如图 9 所示 偏大 正确 偏小

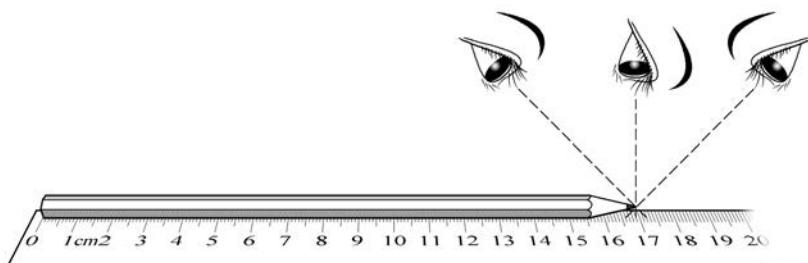


图 9

命题意图：学会规范使用刻度尺测量长度及读数。

第2节 时间的测量

想一想

参考解答：可以用来在具体场景下估测时间，将秋千来回摆动一次的时间记作“1摆”，摩天轮转动一圈的时间记作“1圈”，用“摆”或“圈”来估测。

设计意图：观察生活中的周期性现象，了解这些现象可被用来估测时间。

学生实验 用电子秒表测量时间

参考解答：实验步骤部分：电子秒表的使用以实际为准 交流讨论部分：能，将脉搏跳动 30 次所用的时间除以跳动的次数 30，就是脉搏跳动一次的时间。 由于脉搏跳动一次的时间很短，接近人的反应时间，如果直接用秒表测量，会存在较大的误差。

设计意图：能规范、科学地使用电子秒表测量时间。

自主活动

参考解答：以实际测量结果为准 以实际测量结果为准 优点是便捷；缺点是人的个体差异、身体状态等诸多方面都会影响脉搏跳动的快慢，造成测量结果不准确。

设计意图：感受用脉搏作为工具估测时间的便捷性，引发对单位统一必要性的思考。

巩固练习

1. 参考解答：D

命题意图：能联系生活，知道测量时间的常用工具。

2. 参考解答：C（提示：人的眼睛迅速眨一次约 0.2~0.4 s，人正常呼吸一次约 3~5 s，人打一次哈欠约 5~10 s。）

命题意图：能估算生活中常见事物的时间。

3. 参考解答：按照时间从短到长：一眨眼的工夫（弹指一挥间）、一盏茶的工夫、洗个澡的时间、一炷香的工夫（一顿饭的工夫）、绣一朵花的工夫（解答合理即可）。

命题意图：感受除了周期性现象外，了解中国文化中其他表示时间长短的表述。

第3节 质量的测量

第1课时

自主活动

参考解答：物理教科书的质量约为 325 g。

设计意图：建立对常见物体质量的感知。

想一想

参考解答： $n = \frac{m_{象}}{m_{人}} = \frac{3.7 \times 10^3 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} = 74$ （倍）。 先称出自己的质量 $m_{人}$ ，再抱着小狗，称出小狗与自己的总质量 $m_{总}$ ， $m_{狗} = m_{总} - m_{人}$ 。

设计意图：在问题解决中学习单位换算；了解测量小狗质量的方法，为测量液体质量作铺垫。

巩固练习

- 参考解答：D

命题意图：知道质量的含义。

- 参考解答：物质 千克 等于

命题意图：能推理质量的变化情况，知道物体质量不随物态变化而变化。

- 参考解答： $m_{\text{地球}} = 6 \times 10^{21} \text{ t} = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, $n = \frac{m_{\text{太阳}}}{m_{\text{地球}}} = \frac{2 \times 10^{30} \text{ kg}}{6 \times 10^{24} \text{ kg}} \approx 3.33 \times 10^5$ (倍)。

命题意图：能进行基本的单位换算。

第 2 课时

学生实验 用托盘天平测量物体的质量

参考解答：实验步骤部分：砝码的规格、托盘天平的分度值和量程以实际为准 右 交流讨论部分：这是一种错误的操作，但仍可根据“左盘内砝码的总质量等于右盘内物体质量与游码示数之和”知道右盘内物体的质量。

设计意图：通过活动规范、科学地使用托盘天平测量质量，知道测量固体和液体质量的基本方法。

巩固练习

- 参考解答：(1) √ (2) × (3) × (提示：调节平衡螺母使托盘天平的横梁水平，指针会指在分度盘的中央。在称量过程中，若横梁不水平，可以增减砝码或移动游码使横梁水平，不可以调节平衡螺母。此外，应读取游码左侧在标尺上所对应的刻度值。)

命题意图：回顾托盘天平使用的注意事项，养成严谨的科学态度。

- 参考解答：71.4 g

命题意图：能正确使用托盘天平测量质量，会正确读数。

- 参考解答：用天平测量 1 枚小钢钉的质量 m_0 ，通过 $n = \frac{m_{\text{总}}}{m_0}$ 就能计算得到小钢钉的数量（方案合理即可，若能用天平测量 10 枚小钢钉的质量，能更准确）。

命题意图：能根据已有数据利用累计的方法估测数量。

第2章 机械运动

第一部分 整章分析



学习目标

1. 知道机械运动,了解参照物。知道速度的定义、速度的单位及单位之间的换算,了解匀速直线运动。在描述运动快慢的过程中初步形成运动观念。
2. 通过比较运动快慢,初步感受用两个物理量之比定义新物理量的方法,能用文字、公式、图像描述运动快慢,会用公式计算速度大小。经历建立“匀速直线运动”模型的过程,体会建构物理模型的思想。
3. 会用基本器材测量物体运动的速度。会利用图像法处理实验数据,了解图像在物理学研究中的作用。
4. 在测量速度的实验中培养实事求是的科学态度与团队协作的意识。通过了解中国高速动车组列车的发展,增强民族自豪感。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为:

2. 1. 1 知道机械运动,举例说明机械运动的相对性。
2. 2. 2 能用速度描述物体运动的快慢,并能进行简单计算。会测量物体运动的速度。
4. 1. 5 测量物体运动的速度。

本章是在第1章“测量”基础上,进一步学习“机械运动”。主要包括机械运动,比较运动的快慢,速度与匀速直线运动概念的建立,速度的测量。

通过观察身边的运动,建立机械运动的概念,在判断运动与静止的过程中,学会选择参照物描述研究对象的运动状态,知道运动与静止的相对性。在比较运动快慢的过程中,知道影响运动快慢的因素、比较运动快慢的方法,关注用物理量之比建立速度的概念,能利用速度公式简单计算。在拉动物体做匀速直线运动的活动中,体会匀速直线运动是一种理想模型。在测量速度的活动中,关注实验器材的规范使用以及用图像法处理数据。将中国空间站、高速动车组列车等科技成就融入实例,提升民族自豪感和社会责任感。

本章重点是运动快慢的描述和速度的测量。引导学生用文字、公式、图像三种不同形式描述运动快慢,建立速度的概念,规范、准确地测量物体运动的速度,初步形成机械运动的观念,为高中阶段描述和研究更为复杂的运动作准备。

完成本章学习的内容,共需要6课时。其中第1节1课时,第2节2课时,第3节2课时,主题学习1课时。



第②章 机械运动

图示为“复兴号”动车组在高铁线路上迅速驶过桥梁的场景。运动是宇宙中的普遍现象，大到星系、小到原子，宇宙万物都在运动。本章我们将学习最基本的运动形式——机械运动，并用物理学的语言和方法来描述机械运动。

通过本章内容的学习，你将了解机械运动、速度和匀速直线运动等基本概念，知道运动有相对性；体验建立物理模型的过程；学会测量速度。在描述运动、研究运动的过程中初步建立运动观念。

“复兴号”智能动车组在京张高速铁路上疾驰而过，穿越山岭、隧道、车站和城市。“复兴号”智能动车组在世界上首次实现 350 km/h 自动驾驶。通过此图引出本章内容，能够激发学生对描述运动的兴趣。机械运动和相关运动学概念的学习与本图呼应，为学生初步形成时空观打下基础。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 借助节首图呈现的飞行编队场景，引出描述和判断物体运动的问题。
2. 通过宏观、微观以及生活中的现象，了解运动和机械运动。
3. 经历分析列车运动与静止的活动，认识选择参照物的必要性，感受机械运动的相对性。

正文解读

[1] “飞行表演”中横贯天际的“彩带”是一种记录或者显示运动轨迹的方式，与此类似还有很多。例如，蘸有墨水的钢球在白纸上留下一条运动的痕迹；在沙摆的摆动过程中，从其底部开的小口释放到纸板上的细沙能够反映摆动的轨迹。

- [1] 在图 2-1-1 所示的飞行表演中，9 架飞机组成的编队在天空中拉出 8 道“彩带”，构成一幅“彩带当空舞”的美景。地面上的人通过这些“彩带”可以看出飞机的运动路径。从其中一架飞机驾驶员的视角看来，队中其他飞机的运动情况是怎样的？

● 什么是机械运动？

- [2] 从微观世界里的分子、原子，到身边常见的物体，再到浩瀚的宇宙，无论肉眼是否可见，世间万物都在以各种不同的形式运动着。

在物理学中，把一个物体相对于另一个物体的位置随时间的变化叫做机械运动（mechanical motion），简称运动。

31

- [2] 宇宙膨胀过程中星系的运动、微观世界里分子的运动、无线通信中电磁波的传播、生机盎然的生命运动，运动形式是多样的。除了机械运动，还有热、电、磁、化学、生物等运动。本章聚焦机械运动，如旗帜升起、运动员赛跑、太阳升落等，通过分析、归纳这些现象的共同特征，引出判断物体是否运动的依据。

根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个基于问题讨论的活动，目的是归纳这些运动物体的共同特点。机械运动的定义中除了“位置变化”，还关注了“时间”，有利于形成初步的时空观。



图 2-1-1 飞行编队

第1节

运动与静止

● 什么是机械运动？

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，通过判断列车是否运动，感悟要判断物体是运动还是静止，需要先选定参照物。可以画俯视视角的示意图或用两支笔模拟列车的位置关系。

[2] 此处设置“想一想”，是通过生活实例感受运动的相对性，体会从物理学视角观察和描述生活现象。例如，人站在河岸边，人相对于河岸是静止的，但相对于流动的河水而言，人是逆着河水流动的方向运动的。

32

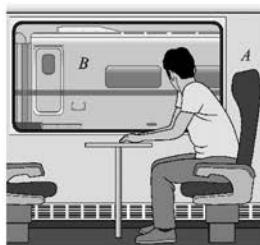


图 2-1-2 车厢中的乘客

[2] 想一想

列举身边机械运动中体现运动相对性的例子。

● 如何判断运动与静止？

[1] *A、B 两列列车并排停在站台旁，图 2-1-2 中 A 车上的乘客望向窗外。过了一会儿，乘客觉得自己乘坐的列车动了。当 A 车“驶过”并排的 B 车车尾后，乘客才发现窗外仍然是静止的站台和轨道，自己其实没动过。*

以行驶中的 B 车为参照，A 车是运动的；以站台为参照，A 车是静止的。

描述物体的运动时，总要先选取一个物体作为标准，这个物体叫做参照物。人们通常所说的“运动”与“静止”都具有相对性，这是相对于参照物而言的。绝对静止的物体是不存在的。

图 2-1-1 中飞行编队的队形保持不变。以其中一架飞机为参照物，其余 8 架飞机都是静止的。

图 2-1-3 是神舟飞船与空间站对接时的示意图。在此过程中，飞船和空间站相对地球运动的速度很大，实现对接有很大的难度。飞船靠近空间站时，相对于空间站是运动的。完成对接后，飞船和空间站同步运动，飞船相对于空间站是静止的。

[3]



图 2-1-3 神舟飞船与空间站对接的示意图（模拟）

[3] 教材图 2-1-3 为 2021 年 10 月 16 日“神舟十三号”与中国空间站成功交会对接的示意图，空间站以高于 7000 m/s 的速度高速运动。在交会对接过程中，飞船的飞行可分为多个阶段，其中在逼近段时，飞船与空间站之间的距离约 100 m ，相对速度约 $1\sim3 \text{ m/s}$ 。飞船利用测量系统精确测量其与空间站的距离、相对速度和姿态。在对接前，飞船以 $0.15\sim0.18 \text{ m/s}$ 的停靠速度与目标相撞，最后实现硬连接。

练一练

1. 下列几种现象中，不属于机械运动的是（ ）。

- A. 行星运动 B. 气温上升
C. 骏马奔腾 D. 枯叶飘落

2. 我国航天员从距地面约 350 km 的天宫空间站看地球，不仅能欣赏到它的美丽，还能观察到平时在地面上不易觉察的地球自转。以下表述正确的是（ ）。

- A. 空间站相对于地球是静止的
B. 航天员相对于地球是静止的
C. 航天员和空间站相对于地球都是静止的
D. 航天员和空间站相对于地球都是运动的

3. 妈妈和小东正乘自动扶梯下行（图 2-1-4）。小东突然想要跑下去，妈妈说：“这样很危险，乘自动扶梯时你要牵着妈妈的手，站着不动。”

妈妈让小东站着不动，保持静止，是以_____为参照物来说的。相对于地面，妈妈和小东是_____的。

4. 从表 2-1-1 的诗句中选定一个研究对象，并选择一个参照物，判断研究对象是运动还是静止的。



图 2-1-4

表 2-1-1

诗句	研究对象	参照物	研究对象运动情况
卧看满天云不动，不知云与我俱东			
看山恰似走来迎，仔细看山山不动，是船行			

33

1. 参考解答：B

命题意图：结合具体的实例巩固对机械运动概念的认识。

主要素养：运动和相互作用观念。

2. 参考解答：D

命题意图：呼应空间站例子，认识机械运动的相对性。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：扶梯的台阶或扶手 运动

命题意图：结合生活实例，渗透安全意识。

主要素养：运动和相互作用观念；社会责任。

4. 参考解答：示例见表 1。答案不唯一，选择有多种搭配组合，合理即可。

命题意图：用表格辅助规范地表述，也为适应开放性问题打下基础。

主要素养：科学推理。

表 1

诗句	研究对象	参照物	研究对象运动情况
卧看满天云不动，不知云与我俱东	云	我	静止
看山恰似走来迎，仔细看山山不动，是船行	山	船	运动

5. 参考解答：答案

合理即可。

方案 1：利用可移动的平台。如图 1 所示，在站台旁设置一个可移动的平台，可与列车连接。列车即将进站时，该平台开始加速。当平台与列车并排运动至速度相同时，即两者相对静止时，乘客上下车。

方案 2：为了同时满足乘客上下车的需要，可以在车站内设置一段与轨道平行的索道，同时让车厢更加小巧灵活，除了能在轨道上滑行，还能像缆车一样在索道上运行。设置 A、B 两个机动的小车厢，其中载有待上车乘客的 A 车厢挂在索道上。载有待下车乘客的 B 车厢在列车即将进站时，脱落后滑行（停止时，刚好到达站台），同时 A 车厢开始启动；当 A 车厢速度增加到相对于列车静止时，A 车厢再放在列车顶部（在

乘客都进入列车内，空的 A 车厢从列车顶部移至列车尾部，供下一站乘客下车使用）。

再例如“并行式对接换乘”或者“多条环道传送带”等方案。

命题意图：学以致用，鼓励创造性思维。

主要素养：质疑创新。

5. 小明在乘坐高速动车组列车旅行时，发现列车要经停很多站点，这样就延长了列车的运行时间，有没有不用停站也能让乘客上下车的方法呢？

他设想：下车的乘客先集中在尾部的车厢，当列车进站时，末尾的车厢脱落，滑行后留在站台上。不过这样只能解决下车的问题，而且车厢会越来越少。

简述如何利用运动的相对性完善上述设想。

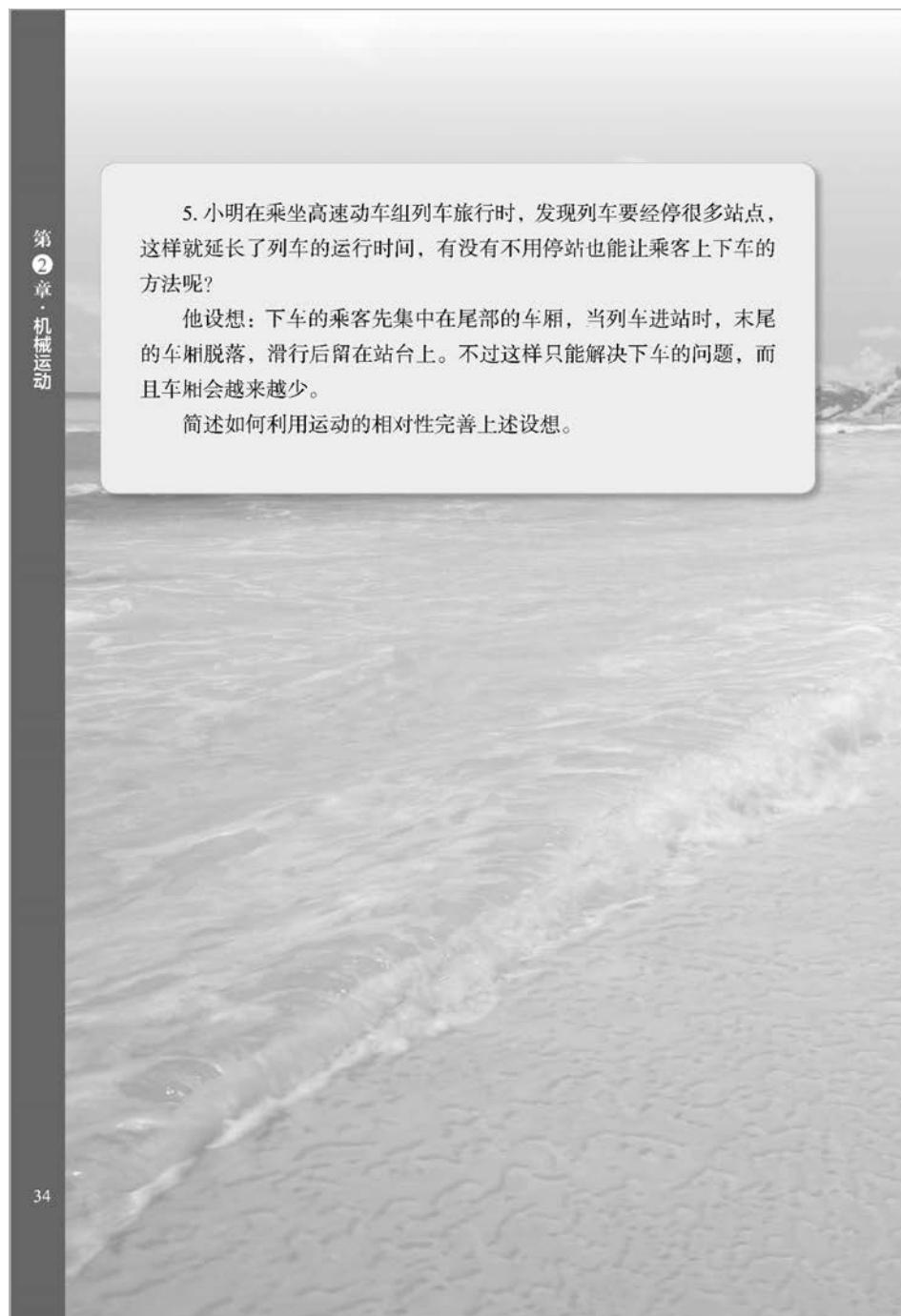


图 1



图 2-2-1 运行的列车

第2节

运动的快慢

[1] 图 2-2-1 中上海轨道交通 5 号线列车正在轨道上运行。从华宁路站到文井路站约 1.4 km，列车的行驶时间为 3 min；从文井路站到闵行开发区站约 1.1 km，行驶时间为 2 min。列车在哪两站间行驶得更快？

● 如何比较运动的快慢？

[2] 如图 2-2-2 (a) 所示，某学校举行的一场 25 m 游泳比赛中，观众觉得领先的运动员乙游得快。这是因为比赛开始时，三位运动员同时出发，他们运动时间相等，运动员乙通过的路径长度最大，游得最快。

如图 2-2-2 (b) 所示，裁判认定运动员甲游得最快。这是因为三位运动员都游到终点，他

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图中展示的列车运行场景，引出比较物体运动快慢的问题。

2. 通过分析生活实例，体验速度概念的形成过程，认识到速度可以描述物体运动的快慢，体会用物理量之比定义新物理量的方法。

3. 经历匀速直线运动物理模型的建构过程，了解匀速直线运动的概念。

正文解读

[1] 在比较列车行驶快慢的问题时，我们选取了地铁线路中比较直的连续三站作为研究对象，以避免速度方向的讨论。时间的数据是从首班车时刻表提取的信息，虽然这样得到的连续两站的时间包含了停站的时间，但符合生活实际，是对运动快慢的粗略描述。上海轨道交通四通八达，我们还可以从首末班车的时刻表了解每个站点的信息，更全面地分析列车的行驶情况。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个讨论活动，目的是通过游泳时观众和裁判两个视角，引出比较运动快慢的两种方法。比较时要抓住相同物理量，相同时间比路程，相同路程比时间。知道要比较运动的快慢，应该同时考虑路程和时间。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个讨论活动，与节首的问题呼应。当路程和时间都不同时，通过计算单位时间内通过的路程来比较运动的快慢，这是引入速度概念的关键。

[2] 此处“通过路程与所用时间之比”是指速度。速率、平均速度等相关物理量概念的介绍详见本章资料链接。

们通过的路径长度相等，运动员甲用时最短，游得最快。

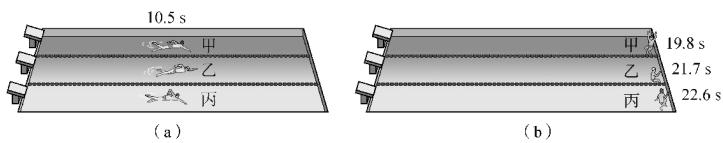


图 2-2-2 谁游得快

运动物体通过的路径长度叫做路程。比较物体运动的快慢需要同时考虑物体通过的路程和时间。如果物体运动的时间相同，路程越长，运动得越快；如果路程相等，运动时间越短，运动得越快。

- [1] 图 2-2-1 中列车通过两段路程的长短和所用的时间都不同，可以分别将列车的路程除以所用的时间，即计算列车单位时间内通过的路程来比较运动快慢。
- [2] 我们把物体通过的路程与所用时间之比叫做速度 (velocity)，用符号 v 表示。像这样，用两个物理量的“比”来定义一个新的物理量的方法
- [3] 叫做比值定义法。

用 v 表示速度， s 表示物体通过的路程， t 表示通过这段路程所用的时间，那么速度

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

速度的单位是由路程和时间的单位组合而成的。在国际单位制中，路程的单位是米，时间的单位是秒，因此速度的单位是米 / 秒，读作“米每秒”，符号是 m/s 或 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。 1 m/s 表示物体在 1 s 内通过的路程为 1 m 。

[3] 比值定义法，是采取比的形式定义一个物理量，是建构并量化概念的一种方法。速度、密度、电阻、功率等均是用比值法定义的物理量。被定义的物理量并不由定义它的物理量决定，与定义它的物理量之间没有因果关系。

[1] 示例·上海轨道交通5号线列车从莘庄站始发，沿途经过多个车站到达闵行开发区站，全长17.2 km，行驶约26 min。求5号线列车的速度。

解：已知列车通过的路程 $s=17.2\text{ km}$ ，运动时间 $t=26\text{ min}\approx0.43\text{ h}$ 。

$$\text{列车运动的速度 } v = \frac{s}{t} = \frac{17.2\text{ km}}{0.43\text{ h}} = 40\text{ km/h}$$

[2]  想一想

图2-2-3为某辆汽车仪表盘上的速度表，该车在1 s内通过的路程为多少米？



图2-2-3 汽车速度表

图2-2-4为一些常见物体速度的近似值。

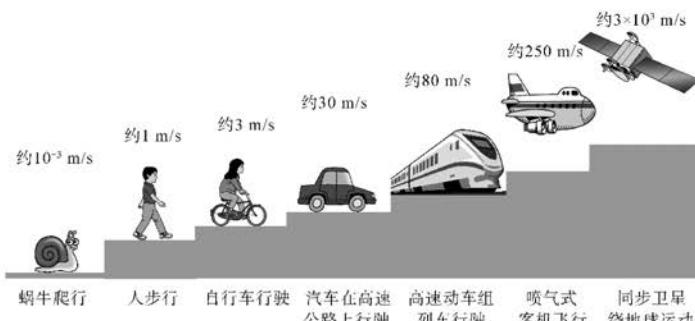


图2-2-4 一些常见物体速度的近似值

● 什么是匀速直线运动？

如果做直线运动的物体速度不变，这样的运

[1] 该示例呼应节首图，简单计算列车的速度。计算时注意统一单位。这是物理课程学习中第一次出现计算题示例，起到示范作用。可以先分析已知的信息，解答后需验证答案是否合理。

[2] 通过“想一想”，了解速度单位的换算，学会复合单位的换算方法。还可以介绍城市道路的限速，增强交通安全意识。

《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》第四十五条：机动车在道路上行驶不得超过限速标志、标线标明的速度。在没有限速标志、标线的道路，机动车不得超过下列最高行驶速度：

(一) 没有道路中心线的道路，城市道路为每小时30公里，公路为每小时40公里；

(二) 同方向只有1条机动车道的道路，城市道路为每小时50公里，公路为每小时70公里。

[1] 此处设置的

“自主活动”是体验类活动，旨在经历建立匀速直线运动物理模型的过程，体会匀速直线运动是从实际运动抽象出来的。

有条件的情况下尽量分组体验，也可以在主题学习中实践，拍摄视频进行分析。视频是由若干时间间隔相等的照片构成的。每一帧画面里物块的标记点，反映了各个时刻物块的位置。

经历体验活动，感受：(1) 匀速直线运动并不真实存在；(2) 虽然匀速直线运动并不真实存在，但可以将日常生活中的一些运动或其中一段运动简化成理想的匀速直线运动，有利于解决问题。

[1] 自主活动

尝试用手拉着细线，带动图 2-2-5 中的物块沿直线做匀速直线运动。俯视物块，每隔相同时间记录物块的位置，如图 2-2-6 所示。

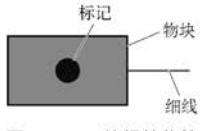


图 2-2-5 俯视的物块

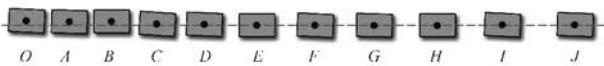


图 2-2-6 物块运动

在上述活动中，相对于笔直的参考线，我们可以看到物块开始运动时的运动轨迹会偏离直线，在相等时间内通过的路程长短不一。但从位置 E 到位置 I，物块上标记点的运动轨迹接近直线，且间距近似相等，这段运动最接近匀速直线运动。

如果改用电动机牵引图 2-2-5 中的物块沿平直导轨运动，可以使物块的运动更接近匀速直线运动。动车组列车在平直轨道上平稳地行驶，乘客随自动扶梯缓慢上行，都可以近似看成匀速直线运动。

[2] 自然界中很难找到严格地做匀速直线运动的物体。匀速直线运动是一种理想化的物理模型，是从实际运动抽象出来的。建立物理模型是一种重要的物理学思想方法。

38

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个讨论活动，目的是结合生活实例建构匀速直线运动的物理模型。讨论过程中，无论以什么运动为例，都需要清晰地表述研究对象和运动过程。

练一练

1. 做匀速直线运动的物体在相等_____内通过的_____相等，其运动轨迹是_____。

2. 图 2-2-7 所示的情境中最接近匀速直线运动的物体是()。



- A. 运行中的旋转木马 B. 触地后向上弹起的篮球 C. 在水平路面上转弯的汽车 D. 运行中的平代步扶梯

图 2-2-7

3. 在某场自由泳比赛后，解说员说选手 A 的成绩打破了选手 B 保持的世界纪录。用比较运动快慢的方法说明谁游得快。

4. 小明经常慢跑，他慢跑的速度为 4.0 m/s 。小明从家出发，慢跑 4.3 km 到达图书馆，他跑了多长时间？

► 主题学习：身边的机械运动 1

以小组为单位，选择常见的运动物体，如蜗牛、自行车等，拍摄一段直线运动的视频。

(1) 你所在的小组选择什么物体作为研究对象？

(2) 用点代替物体描出其运动轨迹，选出其中最接近匀速直线运动的一段标为 AB。

1. 参考解答：时间 路程 直线

命题意图：巩固匀速直线运动概念。

主要素养：运动和相互作用观念。

2. 参考解答：D(运动中的水平代步扶梯的运动轨迹最接近直线，速度大小基本不变。)

命题意图：从真实情境中建立物理模型。

主要素养：模型建构。

3. 参考解答：选手 A 游得更快。两名选手运动的路程 s 相同，但所用时间 $t_A < t_B$ ，由 $v = \frac{s}{t}$ 可得 $v_A > v_B$ ，即选手 A 游得更快。也可以回答，相同路程，所用时间越短游得越快。

命题意图：用物理语言有逻辑地推理，引导从经验和直觉到严谨的物理语言的表述。

主要素养：科学推理。

4. 参考解答：已知小明运动的路程 $s = 4.3 \text{ km} = 4300 \text{ m}$ ，速度 $v = 4.0 \text{ m/s}$ ，运动的时间

$$t = \frac{s}{v} = \frac{4300 \text{ m}}{4.0 \text{ m/s}} = 1075 \text{ s} \approx 18 \text{ min.}$$

命题意图：能正确变换速度公式，计算运动的时间。

主要素养：科学推理。

主题学习参考解答：(1) 研究对象如在透明吸管中爬行的蚂蚁，在桌面上滚动的乒乓球，运动的滑板、自行车、平衡车等。(2) 用点描述运动轨迹的方法有多种，例如白纸放在屏幕上，每隔相同时间(逐帧或者间隔相同帧数)描点；借助视频分析软件高效完成类似频闪照片的自动追踪运动图像。拍摄建议有：① 根据运动物体，贴上大小合适、颜色和物体颜色有明显区分的标记点；② 固定拍摄设备，使镜头相对地面保持静止；③ 保持拍摄对象在镜头中的大小基本一致(视角不要过大)，镜头与物体有一定距离；④ 镜头中在研究对象附近放置一把刻度尺等，方便后续定量研究。

命题意图：这是本章的第一个主题学习，学会记录物体的运动图像，了解物理模型的意义。

主要素养：模型建构；证据；解释；科学态度。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图展示的集装箱码头上集装箱自动上升的情境，引出速度测量的相关问题。

2. 通过实验，会使用刻度尺和电子秒表测量物体的速度，感受基于物理公式间接测量物理量的方法。

3. 经历用图像处理实验数据的过程，体验用多种方式描述和记录物体的运动。



图 2-3-1 被吊起的集装箱

第3节

速度的测量

[1] 如图 2-3-1 所示，上海洋山深水港的超大型自动化集装箱码头现场空无一人。一个个集装箱被平稳地吊起，由无人驾驶的导引车井然有序地自动“派送”。集装箱上升的速度有多大？

● 如何测量速度？

我们可以在实验室模拟图 2-3-1 所示的情境，用安装在铁架台上的电动机带动钩码平稳上升。

学生实验

测量物体运动的速度

实验原理与方案

要测量钩码上升的速度，需要测量钩码通过的路程 s 和通过这段路程所用的时间 t ，再利用公式 $v = \frac{s}{t}$ 即可计算出钩码速度 v 的大小。

正文解读

[1] 上海洋山深水港四期自动化码头是全球规模最大、智能化程度最高的全自动集装箱码头之一。该码头采用完全自主知识产权的智能操作系统，实现了从船舶装卸、水平运输到堆场管理的全程无人化操作。通过远程操控技术，桥吊精准地抓取并稳稳放置每个集装箱，自动导引车穿梭于码头间，依据系统指令精确无误地将集装箱运至预定位置。通过该情境，引出如何测量集装箱稳定上升时的速度大小的问题。

实验装置与方法

[1] 本实验要用到刻度尺、电子秒表、电动机、细线、钩码和铁架台等。搭建如图 2-3-2 所示的实验装置。电动机稳定运行时，能够通过细线带动钩码缓慢平稳地竖直上升。

实验操作和数据收集

1. 刻度尺紧靠立柱，平行于细线放置。在刻度尺上每隔 10 cm 贴一条标记线。
2. 打开电动机，当钩码经过标记线 O 处开始计时，此后钩码每经过一个标记线记录一次时间。

数据处理

将相关测量数据填入表 2-3-1 中，并求出钩码上升的速度。

表 2-3-1 数据记录表

过程	路程 s/cm	时间 t/s	速度 $v/(m\cdot s^{-1})$
$O \rightarrow A$			
$A \rightarrow B$			
$B \rightarrow C$			
$C \rightarrow D$			
$D \rightarrow E$			

[2] 交流讨论

根据所得数据，描述钩码的运动情况。

我们也可以根据上述速度测量原理实地粗略地测量上海洋山深水港集装箱上升的速度。

生活中有很多需要测速的场景，例如高速公路上用雷达测速监测车辆是否超速（图 2-3-3），跑步时可用运动手环测量速度。

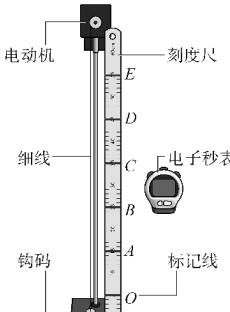


图 2-3-2 测量速度的实验装置

[1] 此处使用电子秒表的分段计时功能，该功能可以显示两类时间，一类是分段时间，一类是累计时间。为提高效率，进行实验数据记录时，可以在综合活动手册本节对应的两个表格中记录分段时间和累计时间。

电子秒表的分段计时功能的使用介绍详见本章资料链接。



图 2-3-3 雷达测速

41

[2] 根据实验所得数据描述钩码的运动情况：钩码沿直线上升，且在每一段中的速度基本相同，做匀速直线运动。如果未调整钩码使其平稳上升，或者标记线从钩码运动的起点开始，描述会有所不同。言之有理即可。此处与本节“练一练”第 1 题呼应。

[1] 此处设置的“自主活动”是体验类活动,是物理学习中第一次接触图像,目的是学习用图像描述运动的方法。

教材中表 2-3-1 记录的是分段过程,表 2-3-2 记录的是从 O 点开始的累计过程,累计时间可以由分段时间累加得到,也可直接来自电子秒表显示的累计时间。表 2-3-2 中,时间的数据放在路程的前面一列反映了自变量和因变量之间的逻辑关系,为建立坐标和描点作好准备。通过活动,体验从多组路程和时间的数据到建立 s 、 t 坐标轴,描点连线做出 s - t 图像的过程,感受用图像描绘物理规律的方法。

此处对匀速直线运动的 s - t 图像不做过高要求。能够从图像上读出数据点,注意坐标轴上的物理量单位。

作图法的相关介绍详见本章资料链接。

[1] 自主活动

某位同学做了测量钩码运动速度的实验,表 2-3-2 记录了钩码到达各标记线所用的时间。

表 2-3-2 数据记录表

过程	时间 t/s	路程 s/cm
$O \rightarrow A$	3.67	10
$O \rightarrow B$	6.35	20
$O \rightarrow C$	9.19	30
$O \rightarrow D$	12.32	40
$O \rightarrow E$	15.04	50

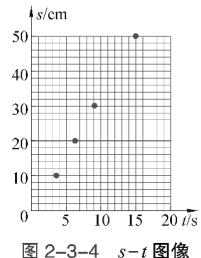


图 2-3-4 s - t 图像

- 根据表 2-3-2 的数据,在图 2-3-4 的 s - t 图中标出遗漏的数据点。
- 观察数据点的分布特征,将它们用光滑的线连起来。

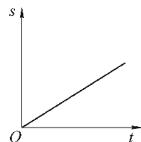


图 2-3-5
匀速直线运动的 s - t 图像

如图 2-3-5 所示,匀速直线运动的 s - t 图像是一条过原点 O 的倾斜直线。实验中记录的数据点个数是有限的,而通过数据点得到的图线由无数个点组成。我们可以从图像上的任意一点知道物体通过的路程和对应的运动时间,从而得到物体运动的速度。

练一练

1. 在“测量物体运动的速度”的实验中,如果一接通电动机电源就开始计时,会对实验造成什么影响?

2. 一辆小车在5 s内一直停在离出发点20 m处。在图2-3-6的s-t坐标平面中描出1 s、5 s时的数据点,并把这5 s内的s-t图像画完整。

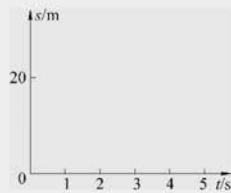


图2-3-6

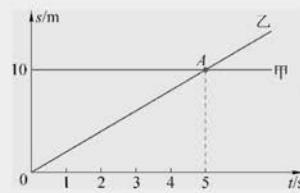


图2-3-7

3. 甲、乙两辆小车运动的s-t图像如图2-3-7所示,乙车做什么运动?乙车的速度是多大?图中A点有什么含义?

4. 小明用手机导航查询从A地去B地的步行路线,查询结果显示:435 m, 7 min。试通过估算判断手机导航给出的步行时间是否合理。

▶ 主题学习:身边的机械运动2

分析第2节主题学习中拍摄直线运动的视频,提取物体运动的相关信息。

- (1) 如何知道物体AB段运动经过的路程和所用的时间?
- (2) 物体的速度是多少?
- (3) 还有其他实验方案能测量运动物体的相关数据吗?

1. 参考解答: 电动机刚接通电源时,钩码从静止开始运动,刚开始的一段运动速度比稳定上升时的小,所以实验中记录的第一段时间比较长。第一段的运动速度不能准确反映钩码平稳上升的速度。

命题意图: 通过问题引导,思考实验中“测量起始点的设置”的问题。

主要素养: 证据;质疑创新。

2. 参考解答: 如图2所示(注意添加辅助线)

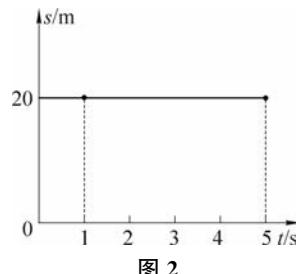


图2

命题意图: 练习描数据点得到图像。同时,为第3题中甲车图像的理解作好铺垫。

主要素养: 解释。

3. 参考解答: 乙车处于匀速直线运动状态。乙车速度 $v = \frac{s}{t} = \frac{10 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$ 。图中A点表示5 s时甲、乙两车在10 m处相遇。

命题意图: 呼应本节正文最后一段,可以从图像上任意一点知道物体通过的路程和对应的运动时间,从而得到物体运动的速度。避免斜率、交点等概念或结论的死记硬背,注重理解。

主要素养: 运动和相互作用观念;解释。

4. 参考解答: 合理,人的步行速度约为1 m/s,步行435 m所需时间约为 $\frac{435 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 435 \text{ s} = 7 \text{ min } 15 \text{ s}$,与导航显示的时间基本一致(另一种方法:通过导航上的路程和时间,计算出速度约为1 m/s,符合人的步行速度)。

第2章 · 机械运动

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 机械运动：一个物体相对于另一个物体的位置随时间的变化。
- 匀速直线运动：速度不变的直线运动。
- 速度：物体通过的路程与所用时间之比。

知识结构图

```

graph TD
    MM[机械运动] --> RW[参照物]
    MM --> MRS[运动的相对性]
    MRS --> S[速度]
    MRS --> ULD[匀速直线运动]
  
```

(接上页)

命题意图：正确变换速度公式，论证生活实例的合理性。

主要素养：运动和相互作用观念；科学论证。

主题学习参考解答：(1) 可以量出画面中参照物的尺寸和物体运动的路程。再根据画面中已知实际尺寸的参照物大小得出比例尺，按照比例计算物体运动的真实路程。所用的时间可以通过视频进度条得到。(2) 计算时需要注意数据和单位的完整性和规范性。(3) 这是一个开放性问题，鼓励学生反思实验过程，主动探索信息技术来改进实验，例如清楚基本原理后，用分析软件更便捷地得到信息。

命题意图：这是本章的第2个主题学习，用所学知识测量生活实际中物体运动的速度。

主要素养：证据；解释；科学态度。

本章练习

1. 在物理学中，把一个物体相对于另一个物体的_____随时间的变化叫做机械运动。自然界中一切物体都在_____，绝对_____的物体是不存在的。

2. 两辆列车都向南行驶，甲车运动得快，乙车运动得慢。若以乙车为参照物，甲车向_____运动；若以甲车为参照物，乙车向_____运动。

3. 试将图1中三种运动与对应的速度连线。



图1

4. 列举生活中接近匀速直线运动的实例。

5. 求某列“复兴号”动车组按时速350 km/h行驶4.5 h通过的路程。

6. 自然界中的最大速度是真空中的光速，约为 3×10^8 m/s。光从太阳到地球所花的时间为8 min 20 s，则地球与太阳之间的距离约是_____。

7. 某大型喷气式客机的飞行速度为990 km/h，它1 min飞行多少千米？估算骑自行车要用多长时间才能通过客机1 min内飞过的路程？

$$350 \text{ km/h} \times 4.5 \text{ h} = 1575 \text{ km}$$

命题意图：正确变换速度公式。此处单位统一即可。

主要素养：科学推理；社会责任。

6. **参考解答：**距离 $s=vt=3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 500 \text{ s}=1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

命题意图：用公式计算路程，注意单位的统一。

主要素养：科学推理。

7. **参考解答：**该客机1 min飞行的路程 $s=v_1 t_1=990 \text{ km/h} \times \frac{1}{60} \text{ h}=16.5 \text{ km}$ 。骑自行车通过路程 s 所需的时间 $t_2=\frac{s}{v_2}=\frac{16.5 \text{ km}}{5 \text{ m/s}}=3300 \text{ s}=55 \text{ min}$ 。

命题意图：通过飞机和自行车相同路程的用时对比，了解常用交通工具的速度大小。

主要素养：科学推理。

1. **参考解答：**位
置 运动 静止

命题意图：巩固机
械运动的基本概念。

主要素养：运动和
相互作用观念。

2. **参考解答：**南 北

命题意图：基于运
动的相对性进行推理。

主要素养：运动和相
互作用观念；科学推理。

3. **参考解答：**人步
行速度约1 m/s，客机飞
行速度约250 m/s，动车
组行驶速度约80 m/s

命题意图：了解生
活中常见速度的大小。

主要素养：运动和
相互作用观念。

4. **参考解答：**汽车
沿平直公路以相同的速
度行驶；降落伞从高处下
落到接近地面时的一段
速度几乎不变的运动。

命题意图：会用规
范的物理语言进行表述。

主要素养：模型建
构；科学态度。

5. **参考解答：**已知
列车行驶时间 $t=4.5 \text{ h}$ ，
速度 $v=350 \text{ km/h}$ ，则通
过的路程 $s=vt=$

8. 参考解答：(1) 已知路程 $s = 5 \text{ km}$, 速度 $v = 300 \text{ km/h}$, 则行驶时间

$$t = \frac{s}{v} = \frac{5 \text{ km}}{300 \text{ km/h}} =$$

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

(2) 列车完全通过隧道的路程需要考虑列车长度, 已知

$$v = 300 \text{ km/h} = \frac{250}{3} \text{ m/s},$$

$$s_{\text{总}} = vt = \frac{250}{3} \text{ m/s} \times$$

$$18 \text{ s} = 1500 \text{ m}, \text{则 } s_{\text{隧道}} =$$

$$s_{\text{总}} - l_{\text{车}} = 1500 \text{ m} -$$

$$200 \text{ m} = 1300 \text{ m}.$$

命题意图：第(2)问可采用等级评分。如果未考虑列车长度, 运算、求解等规范, 基本正确, 是对隧道长度的粗略估算。在此基础上进一步完善, 即考虑列车长度, 为建构物理模型打基础。

主要素养：科学推理; 模型建构。

9. 参考解答：行人完全通过人行横道需要 8 s , 考虑到预留时间 10 s , 汽车前进的路程

$$s = v_{\text{车}} t = 10 \text{ m/s} \times$$

$(8+10) \text{ s} = 180 \text{ m} < 200 \text{ m}$, 所以不需要停下来(通过时间来判断: 汽车开到人行横道所需时间 $t_1 = 20 \text{ s}$, 行人完全通过人行横道需要的时间和预留的安全时间 $t_2 = 18 \text{ s}$, $t_1 > t_2$)。根据交通规则, 汽车经过人行横道时, 应减速行驶; 遇行人正通过人行横道, 应停车让行, 确保安全。

命题意图：可采用等级评分。运用运动的知识解决实际问题, 同时渗透安全教育。

主要素养：科学推理; 社会责任。

主题学习参考解答：(1) 比较各组选出的运动时, 主要判断依据是“轨迹比较直”和“各点间隔均匀”。学生为了达到看起来又直又均匀的效果, 可能会把图缩小或者选取非常短的时间间隔。第2种做法其实隐含了极限的思想。哪怕是变速直线运动, 选取其中的一小段时间, 也很接近匀速直线运动。比如视频中相邻的一帧一帧, 总共取了10帧。(2) 比较运动快慢, 主要有三种做法, 相同路程比较时间, 相同时间



图2

► 主题学习：身边的机械运动3

交流前两个主题学习中的研究过程, 说说遇到的困难和解决方法。

(1) 哪个小组记录的运动最接近匀速直线运动? 判断依据是什么?

(2) 哪个小组选定的物体做匀速直线运动的速度最快? 简述比较的方法。

比较路程，直接比较速度的大小。

命题意图：这是本章第3个主题学习，对本章核心内容的复习。

本章各主题学习间联系见表2。

表2

主题学习	学习任务	教学内容
身边的机械运动	以小组为单位，选择常见的运动的物体，如蜗牛、自行车等，拍摄一段直线运动的视频	运动轨迹、匀速直线运动
	分析拍摄直线运动的视频，提取物体运动的相关信息，求出速度	路程、时间、速度
	交流各组的研究过程，比较运动快慢，总结比较的方法	比较运动快慢的方法

第2章不仅涵盖了匀速直线运动、速度等物理概念，还涉及测量速度的实验技能。“描述一个日常生活中做直线运动的物体”这一主题学习旨在将抽象的物理概念具体化，让学生在“拍摄—分析—交流”的沉浸式任务中学习新知识，让学习过程成为一种探索未知、解决问题的旅程，从而培养模型建构、科学推理、质疑创新、证据、解释、交流、科学态度等核心素养。

主题学习活动中的注意事项：

- (1) 学生可能会选取自己熟悉的日常场景和物品，如蜗牛爬行、自行车骑行等，这有利于增强学习的亲近感，让学生意识到物理无处不在。
- (2) 学生通过小组合作，拍摄直线运动视频，直接参与数据收集的第一线。这一过程中，他们选择合适的工具并操作，经历实验设计的过程。
- (3) 在分析阶段，学生可能会利用视频分析软件或传统手工方法，测量运动物体的路程和时间，进而计算速度。这一过程既是对匀速直线运动概念的深化，也是对数据分析能力的提升。
- (4) 提出“是否有其他实验方案？”的思考，学生会跳出既定框架，探索更多测量运动物体数据的方法，促进创新思维的发展。
- (5) 学生不仅会分享自己的研究成果，还分享实验中遇到的挑战及解决方案，倾听、比较他人的工作。教师可以根据实际学情设计主题学习来丰富学生的学习经历。

主要素养：解释；交流；科学态度。

资料链接

速度相关概念的联系与区别

在高中的物理课程中，速度被定义为位移与发生这段位移所需时间的比，用以描述物体运动的快慢。作为一个矢量，速度不仅具有大小，还包含方向信息，其方向与物体位移的方向一致。

当我们讨论变速直线运动时，引入了平均速度的概念。平均速度指物体在特定时间内的总位移与这段时间的比，用于粗略估计物体的运动快慢。同样是一个矢量，平均速度综合了大小和方向，但值得注意

的是,当物体的净位移为零时(如往返运动),其平均速度也将相应为零。

瞬时速度则提供了一个更为精确的描述,它代表物体在某一时刻或通过某一位置的速度。可以将瞬时速度理解为时间间隔无限趋近于零时,位移与时间之比的极限。

在探讨速度时,速率的概念也不可或缺。速率定义为路程与时间之比,是一个标量,仅反映物体运动的绝对快慢。瞬时速率即瞬时速度的大小,不包括方向信息。平均速率与平均速度的大小亦有所区别,前者是基于路程而非位移计算得出的。在存在折返或曲线路径的运动中,平均速度的大小与平均速率往往不同。

速度与速率的根本区别在于,速度同时关注物体位置变化的方向和快慢,是矢量;速率仅仅衡量运动的快慢,没有方向性,是标量。在单向直线运动中,速度的大小和速率的数值通常相同,但在曲线运动中,两者可以有显著差异。

比值定义法作为一种定义物理量的方法,在物理学和其他科学领域应用广泛。该方法将一个物理量定义为两个或多个其他物理量之间的比,确保新定义的物理量具有客观性和普适性,不受计算时使用的物理量数值的影响。前面讨论的速度就是一个典型的用该方法得出的物理量,它反映了物体位置变化的快慢,而与物体实际行进的距离或时间无关。类似的比值定义法还可应用于密度、压强、功率、比热容等物理量的确定。

变化率则是对物理量随另一物理量变化的快慢程度的度量,常表现为某个量相对于另一个量的导数。在微积分中,变化率可以被精确地定义为自变量增量趋于零时,因变量增量与自变量增量之比的极限值。这一概念在分析物理过程中起到了重要作用。

电子秒表的分段计时功能

运动员需要跑多圈(例如跑步、自行车赛、滑冰比赛等)时,电子秒表的分段计时功能可以有效地记录每一圈或每个阶段的用时(分段时间)以及从开始到段点的时间(累计时间或者递加时间),如图 3 所示。

例如某同学在操场上跑三圈,教练员使用电子秒表记录这位同学每圈的用时以及总的完成时间。以某型号电子秒表为例,具体操作步骤如下:

- (1) 使电子秒表处于计时模式且已清零。
- (2) 该同学开始跑步时,教练员立刻按下秒表的“START/STOP”键开始计时。
- (3) 完成第一圈时,按下“LAP/SPLIT”键记录下第一圈的时间,秒表会显示出第一圈的用时,同时继续累计总时间。
- (4) 继续跑步,在第二圈结束时按下“LAP/SPLIT”键,此时电子秒表界面如图 4 所示,可以由①得知分段次数“02”,从②得知第二圈的分段时间,从③读得开始到完成两圈的时间,④则是动态显示持续计时时间。
- (5) 跑完三圈时,按下“STOP”键终止计时,此时秒表显示第三圈单独的时间和总时间。
- (6) 通过“RECALL”按键,可以回看这三段的分段时间,和从开始到每个段点的时间。

这样,教练员不仅可以得知运动员每圈的速度和体能分配,还可以通过对比不同圈次的成绩来分析耐力状况等,为后续训练提供针对性的数据支持。



图 3



图 4

注意,不同的秒表品牌和型号可能会有不同的按键布局和操作方式,因此具体的使用方法应参照对应型号的操作手册。

作 图 法

在物理实验中,为了清晰、形象地看到物理量之间的对应关系,或方便地比较不同的物理特性,常用作图法来直观地显示,有时进行直线拟合,有时还要进行曲线拟合。

作图法是研究物理量之间变化规律的重要手段。下面以图 5 为例介绍实验作图应遵守的规则。

(1) 作图用纸一般应采用标准坐标纸。取横坐标代表自变量,取纵坐标代表因变量。根据自变量(及因变量)的最低值与最高值,选取合适的作图标度比例,使图线能够大致占据整张坐标纸。坐标轴起点的取值视需要而定,其标度值不一定从零开始。

(2) 每一坐标轴要标明物理量的名称及单位。坐标轴标度值的大小应能反映物理量的有效数字。相邻标度线间的量值变化应以不用计算便能确定各点的坐标为原则,通常只用 1、2、5 及其十进倍率进行分度,一般不用 3、7 等进行分度。

(3) 用“+”或“×”等符号来表示测量的数据点,使与数据对应的坐标点准确地落在符号的中心。在同一坐标系内作多条曲线时,不同的数据组应使用不同的符号来表示数据点,并在图中适当位置说明不同符号的意义。

(4) 根据数据点的分布情况,用直尺或曲线板连成光滑的直线或曲线,并使数据点匀称分布在拟合图线的两侧。数据点符号和图线务必粗细合适且清晰分明。

(5) 利用已经作好的图线,可以求得待测量或得出经验方程(公式)。如当图线为直线时,可以在图线上求出斜率和截距,进而得出相应的线性方程。在利用所作出的直线求斜率时,所取点的位置应靠近直线的两端(即选点的间距尽量大些),以减小计算误差,为计算方便起见,可选取横坐标为整数。取点的符号应有别于测量数据点的符号,如可以用“△”,并在其旁标出坐标值。

以上规则是针对手工作图的,也可以借助计算机用制图软件作图。

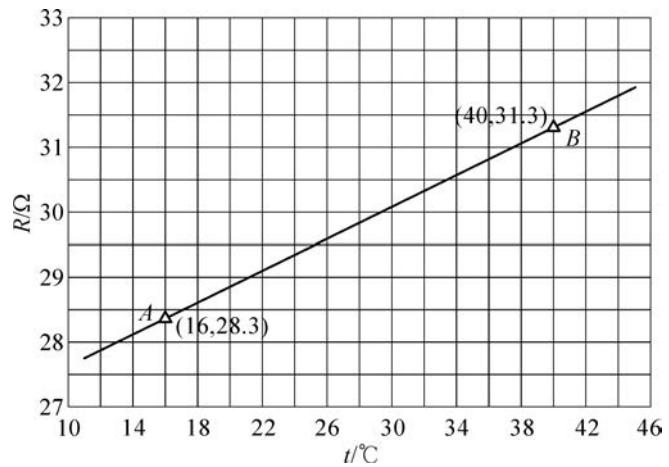


图 5

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 运动与静止

想一想 1

参考解答：旗帜在从旗杆底端上升到顶端；鱼儿从石头的一边游动到另一边；车辆迅速地经过了街道两旁的建筑物。这些运动的物体的共同点是一个物体相对于另一个物体的位置随时间发生了变化。

设计意图：学会描述机械运动，在描述中归纳出共性，对机械运动有初步认识。

自主活动

参考解答：A车以B车为参照时，A车的位置随时间发生变化，是运动的，所以乘客感觉A车运动了。在B车驶离A车窗口后，乘客会以站台为参照，A车的位置不变，所以乘客发现A车没有开动。

设计意图：通过自主活动，引出参照物，了解物体的运动或静止都是相对于选择的参照物而言的，初步体会运动的相对性。

想一想 2

参考解答：开放性回答，举例合理、表述规范即可。例如，游乐场里运行的摩天轮，以地面为参照物，轿厢里的乘客是运动的；以轿厢为参照物，乘客是静止的。

设计意图：通过举例，引发对生活中机械运动的思考，进一步理解运动的相对性。

巩固练习

- 参考解答：不能 机械运动具有相对性，判断物体运动或静止，需选定参照物，图中无参照物可选
命题意图：知道判断机械运动的一般过程。

- 参考解答：D

命题意图：体验从图片中提取信息，能利用运动的相对性进行推理。

- 参考解答：C(提示：如图6所示，将地心O、地面P到地球静止轨道卫星A的连线看成是一根“棒”，这根“棒”随着地球一起自转，这些点在棒上的位置始终不变。)

命题意图：能用运动的相对性推理，能初步建立地球与卫星之间的空间模型，知道参照物的作用。

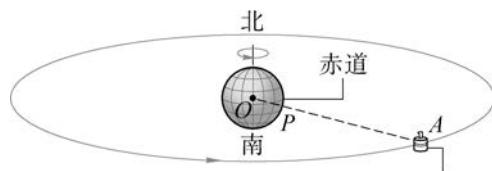


图 6

第2节 运动的快慢

第1课时

想一想 1

参考解答：在图(a)中乙游得最快，三位运动员运动时间相等，乙通过的路径长度最长，游得最快。在图(b)中甲游得最快，三位运动员通过的路径长度相等，甲用时最短，游得最快。

设计意图：初步认识比较运动快慢的两个角度，归纳比较运动快慢的两种方法。

自主活动

参考解答：先要获取每一段路程和对应的时间，再比较通过的路程与所用时间之比（还有多种方法：
① 每分钟经过的路程分别为 0.5 km 、 0.6 km ；② 每小时经过的路程分别为 30 km 、 36 km ；③ 若都行驶 6 km 分别需要 12 min 、 10 min ）。

设计意图：用物体通过的路程与所用时间之比来判断运动快慢，通过学习该方法建立速度的概念。

想一想 2

参考解答：（1）表盘数值的单位是千米/时。（2）速度约为 72 km/h ，表示 1 s 内通过的路程为 20 m 。（3）有可能是在高速公路或者高架快速路上行驶（解答合理即可）。

设计意图：会读速度表盘的数值，会进行速度单位的换算，了解道路交通的限速规定，增强安全意识。

巩固练习

1. 参考解答：直线运动 匀速直线运动 分类依据：按照运动轨迹分成直线运动和曲线运动，按照运动快慢是否恒定将直线运动再分成匀速直线运动和变速直线运动。

命题意图：能对机械运动分类。

2. 参考解答：D

命题意图：加深对路程长度与时间、速度大小关系的理解。

3. 参考解答：（1）“100”表示限速 100 km/h ，“60”表示该标志牌所在处到南京的距离为 60 km 。

（2）由图可知，该标志牌所在处到南京的路程 $s = 60\text{ km}$ ，将汽车的运动看成匀速直线运动，则速度 $v = \frac{s}{t} = \frac{60\text{ km}}{40\text{ min}} = \frac{60\text{ km}}{\frac{2}{3}\text{ h}} = 90\text{ km/h}$ 。 （3）在遵守交通规则的前提下，以最大车速 100 km/h 行驶时，所用时间最短，时间 $t = \frac{s}{v} = \frac{60\text{ km}}{100\text{ km/h}} = \frac{3}{5}\text{ h} = 36\text{ min}$ 。

命题意图：能通过交通标志牌获取信息，能用速度公式计算，增强交通安全意识。

第 2 课时

自主活动

参考解答：固定拍摄设备进行俯拍，缓慢拉动带标记的物块，逐帧回放，绘制物块的运动轨迹，如图 7 所示。如图 8 所示，找到轨迹图中最接近匀速直线运动的一段。

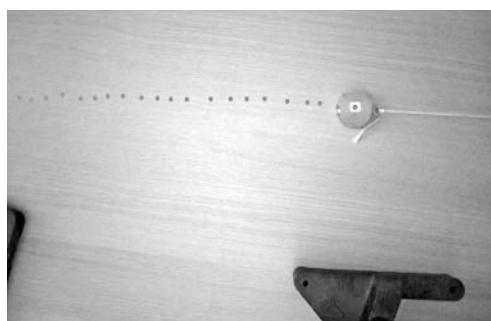


图 7

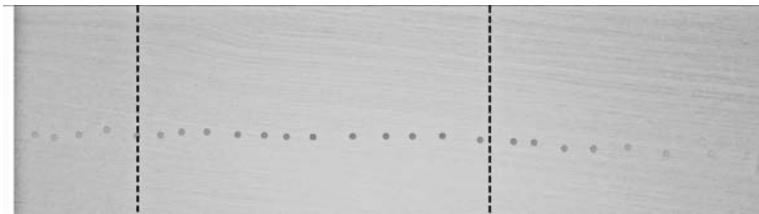


图 8

设计意图：通过自主活动的经历，建立匀速直线运动模型，体会匀速直线运动是理想模型。

想一想

参考解答：地铁列车在平直轨道上以一定速度平稳行驶，自动扶梯以恒定速度上升等。理由：运动轨迹基本为直线，运动快慢基本不变（相同时间内通过的路程基本相等）。

设计意图：通过生活中的实例，进一步认识匀速直线运动，提升将生活情境转化为物理模型的能力。

巩固练习

1. 参考解答：解答不唯一。例如图 9 中 PQ 段可看作匀速直线运动。

命题意图：知道匀速直线运动是一种理想模型，能结合匀速直线运动模型来描述运动情况。

2. 参考解答：从图中“0:10:00”得到训练时间约为 10 min。将跑步近似为匀速直线运动，

$$\text{速度 } v = \frac{s}{t} = \frac{2 \text{ km}}{10 \text{ min}} = \frac{2 \text{ km}}{600 \text{ s}} = \frac{10}{3} \text{ m/s} \approx 3.3 \text{ m/s}.$$

命题意图：能提取数据，运用速度公式进行计算。

3. 参考解答：不能，百米赛跑从静止开始起跑，整体来说速度大小有变化，不能看成匀速直线运动（其他解答：能，如果除去加速起跑阶段，其余部分可以看成匀速直线运动。解答合理即可）。

命题意图：知道匀速直线运动是一种理想模型，能运用匀速直线运动模型来说明生活中的实际运动是否符合该模型标准。

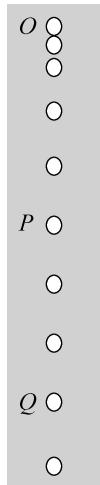


图 9

第 3 节 速度的测量

第 1 课时

学生实验 测量物体运动的速度

参考解答：实验原理与方案部分：钩码通过的路程 s 通过这段路程所用的时间 t $v = \frac{s}{t}$ 交流讨论部分：钩码沿直线上升，且在每一段中的速度基本相同，做匀速直线运动。

设计意图：通过实验学会测量物体运动的速度。

巩固练习

1. 参考解答：不应从气泡在零位置处开始计时，因为刚开始气泡运动不够稳定。可以观察气泡的运动后再决定记号的起始位置，例如从离底部 8 cm 开始。

命题意图：理解学生实验中钩码从静止开始起动的速度变化问题，并能迁移到实际问题中。

2. 参考解答：所用时间 t 约为 90 s，汽车的速度 $v = \frac{s}{t} = \frac{0.72 \text{ km}}{90 \text{ s}} = 28.8 \text{ km/h}$ ，汽车速度表不准确，

所示速度偏大。

命题意图：会用公式计算速度，并进行速度单位的换算，从而比较速度大小。

3. 参考解答：开放性解答，还需要知道小李一步的距离，进而计算得到速度。如果取小李一步的距离为 0.5 m，得到速度为 15 m/s。

命题意图：能从真实情境中提取信息，丰富测量运动物体速度的方案。

第 2 课时

自主活动

参考解答：(1) 以实际测量数据为准 (2) 以实际测量数据为准 (3) 直线 (4) 基于图像上的任意一点，可以知道运动的时间和经过的路程，还能计算物体运动的速度。

设计意图：通过数据描点、拟合图像，初步学会描点法处理数据及用图像描述运动的方法。

巩固练习

1. 参考解答：(1) 匀速 6 (2) 0.8 (3) 小于

命题意图：能读取运动图像中的信息，会用图像的方式描述运动。

2. 参考解答：2 5 匀速直线运动

命题意图：能建立匀速直线运动模型，能提取信息计算速度大小。

3. 参考解答：(1) 高尔夫球的运动可以看成匀速直线运动，因为高尔夫球在相同时间间隔内通过的路程基本相等。 (2) 高尔夫球运动的总时间，即 3 个频闪时间间隔 t ；测量出照片中高尔夫球的直径与最左边高尔夫球球心到最右边球心的距离，按照比例计算出高尔夫球运动的总路程 s 。

命题意图：能建立匀速直线运动模型，能通过分析文字、图片信息，说明实物与图片的长度比例关系。

第3章 声现象

第一部分 整章分析



学习目标

1. 认识声音的产生和传播条件。了解声音的特性。能解释生活中相关的声现象。知道噪声的危害及控制方法。
2. 在探究声音传播条件的过程中,能基于证据合理推测。观察声音的振动图像,感受用图像描述物体振动的方法,了解微小变化放大的实验方法。
3. 经历响度与振幅、音调与频率关系的探究过程,知道响度与振幅有关、音调与频率有关、音色随发声体变化,体会问题、证据、解释、交流在科学探究中的作用。
4. 通过了解现代技术中声学知识的一些应用,知道物理与生活的紧密联系。在了解噪声的危害及控制方法中,培养自我保护意识和环境保护的社会责任感。在跨学科实践活动中,感受中华文明的博大精深,树立民族自豪感。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为:

2. 3. 1 通过实验,认识声的产生和传播条件。
2. 3. 2 了解声音的特性。了解现代技术中声学知识的一些应用。知道噪声的危害及控制方法。

本章在科学课中声音内容学习的基础上,进一步走近“声现象”。主要包括声音的产生和传播、声音的特征,以及声波的应用和控制。

通过证明声源在振动,知道声音产生的条件,初步体验科学论证的方法,感受微小变化放大在物理学中的作用。经历探究声音传播与介质关系的活动,了解声音传播的条件、声音传播的速度,感受类比、推理等科学方法。在探究响度与振幅、音调与频率关系的过程中,体会观察、微小变化放大、推理等科学方法,感受用图像描述物体振动的方法。在了解声呐、B超、汽车泊车系统等声波的应用,噪声的危害及控制方法的过程中,能理性、辩证地分析问题,初步具有质疑的意识。在跨学科实践活动中,通过“研琴图”了解古代人民制作古琴的过程,体会自制简单乐器的乐趣和价值。

本章重点关注声音的产生、传播及特征,在探究活动中能发现问题、通过合适的方法收集证据、得出结论。本章学习主要涉及微小变化放大和控制变量的科学方法。其中,观察现象、提出问题、通过实验探究问题的思路,是第4章学习并探究光现象的基础,也为高中进一步学习振动和波作准备。

完成本章学习的内容,共需要7课时。其中第1节2课时,第2节2课时,第3节1课时,跨学科实践2课时。



第③章 声现象

许多动物都通过声音感知环境，互相交流。海豚视力不佳，它们主要通过声音彼此交换信息。在物理学中，声学是历史悠久的分支学科之一。本章我们将学习与常见声现象有关的声学基础知识。

通过本章内容的学习，你将了解声音的产生和传播、声音的特性等基本概念和规律；认识声波的应用和危害；体验观察现象、归纳结论的科学方法；增强环境保护和健康生活的意识。

47

声音在海豚的生活中起着至关重要的作用。海豚依靠声音来定位目标、与同伴交流。将此图置于章首位置，旨在激发学生对探索声音产生与传播的兴趣。声波的分类及各类声波的实际应用与本图相呼应，增强了学生对物理学与实际生活之间紧密联系的认知。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图展示弹奏琵琶的情境，引出声音产生和传播的问题。

2. 通过观察不同发声体发声的例子，归纳发声体发声时的共同特征。

3. 通过实验探究，了解声音传播需要介质、声速的大小与介质有关。



图 3-1-1 弹奏琵琶

第1节

声音的产生和传播

[1] 我国的民族乐器种类繁多，常见的有古筝、古琴、琵琶等。如图 3-1-1 所示，用手指拨动琴弦，就能听到悠扬婉转的声音。声音是如何产生、传播，并被我们听到的呢？

● 声音是如何产生的？

我们的生活中充满各种声音，说话声、鸟鸣声、琴声、电扇声……人、动物、乐器、机械都能发出各种各样的声音。



图 3-1-2 拨动皮筋

[2] 如图 3-1-2 所示，拨动紧绷在笔盒上的皮筋，皮筋振动，就能听到皮筋发出的声音。将手指放在正在播放音乐的扬声器上，手指会感到扬声器在振动。

正文解读

[1] 古筝、古琴、琵琶等都属于弹拨乐器。可以通过拨动琴弦并拍摄其运动的慢动作视频，引导学生大致观察琴弦的振动幅度，“看到”振动。需要注意的是，琴弦振动时很有可能形成驻波。关于琴弦振动形成驻波的介绍及不同类型乐器的发声原理等相关内容详见本章资料链接。

[2] 此处正文可以设计为学生活动，经历体验活动，让学生听到声音的时候“感受”振动。发展学生观察和描述实验现象的能力，激发对科学探究的兴趣。

[1] 自主活动

如图3-1-3所示，将橡皮薄膜绷紧在杯口上，用手指敲击橡皮膜，能听到橡皮膜发出“嘭嘭”声，这时可以观察到橡皮膜的振动吗？

若在橡皮膜上放几粒泡沫塑料颗粒，再敲击橡皮膜，听到声音的同时看到泡沫塑料颗粒弹跳起来，这是为什么呢？

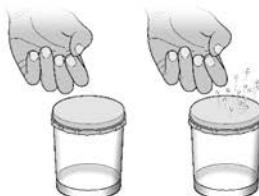


图3-1-3 敲击橡皮膜

- [2] 如图3-1-4(a)所示，在音叉的叉臂上固定一根钢针，敲击音叉，再用熏黑的玻璃片迅速滑过针尖，玻璃片上会出现如图3-1-4(b)所示的锯齿状划痕，说明音叉发出声音时也在来回振动。

大量的事实表明，声音是由物体的振动产生的。

琵琶、铃铛、竹笛分别是靠琴弦、壳体、空气柱振动发声的。物理学中将这些发声物体统称为声源（sound source）。

● 声音是如何传播的？

- [3] 如图3-1-5所示，将扬声器对准烛焰。随着扬声器发出有节奏的声音，烛焰随之摆动，

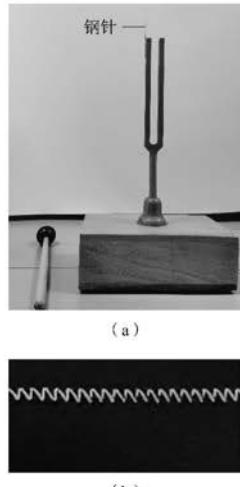


图3-1-4 记录音叉的振动

[1] 此处设置“自主活动”是为了引导学生思考如何间接观察不易观察的振动，用泡沫塑料颗粒的运动幅度反映橡皮膜的振动幅度，体会微小变化放大的方法。泡沫塑料颗粒建议选用直径为0.5 cm的聚苯乙烯泡沫小球，如果用聚丙烯泡沫小球，实验效果不理想。

[2] 此处正文可以设计为演示实验。在未敲响音叉时，先用熏黑的玻璃片划过针尖，敲响音叉后再用同一玻璃片划过针尖，将两次划痕拍照后放大。通过比较两次划痕的不同，进一步认识发声体都在振动，为下一节利用振动图像研究声音的特性作准备。

可将玻璃片放在蜡烛火焰的尖端附近熏黑。关于钢针的大小，建议选用直径约为1 mm、长度为9 cm左右的。

- [3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个观察声波在空气中传播的活动，学生能直观地感受到声音是如何通过空气传播的，以及空气的振动与声音有关。

活动中先观察低音纸盆随着音乐节奏振动的状况，再观察烛焰随着音乐节奏晃动的情况。

活动注意事项：(1) 可以选用大口径、带电源的低音纸盆扬声器；(2) 为了避免烛焰受到其他空气扰动的影响而晃动，可以将扬声器和蜡烛都放置在透明的有机玻璃罩内；(3) 扬声器需与音频发声装置相连接。可用手机或音频发生器作为发声装置，建议选择节奏比较强烈的音乐。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是感受声音在不同类型介质中的传播。

蜂鸣器可以用音乐贺卡中的发声装置来代替，也可以用播放音乐的手机来代替。将装有手机的密封袋浸入水中后，依然能听到音乐，这说明液体可以传播声音。还可以引导学生描述声音传播到人耳的过程，从而进一步体会固体、液体和气体都能作为声音传播的介质。



图 3-1-5 扬声器前的烛焰



图 3-1-6 固体传声

表明烛焰处的空气受到了扬声器上薄膜振动的影响。进一步研究表明，由于声源的振动带动周围空气的振动，从而使声音在空气中向四周传播。

[1] 如图 3-1-6 所示，将发声的蜂鸣器放在课桌上，一侧耳朵紧贴在桌面，另一侧耳朵用手塞住，就能听到蜂鸣器的声音，表明课桌能传播声音。游泳时，我们在水面下也能听到岸上的声音，说明水也能传播声音。

固体、液体、气体都可以成为传播声音的介质。声源的振动在介质中的传播，叫做声波 (sound wave)。

[2] 自主活动

如图 3-1-7 所示，把正在发声的扬声器放入连接抽气装置的透明玻璃罩中。隔着玻璃罩，能听到扬声器发出的声音，并能看到扬声器上方的泡沫塑料颗粒不断跳动。逐渐抽出玻璃罩内空气，再打开阀门让空气重新充入玻璃罩内。在此过程中，听到的声音有什么变化？泡沫塑料颗粒的跳动情况如何变化？

若玻璃罩内变成真空，会出现怎样的情况？



图 3-1-7 玻璃罩内的扬声器

以上实验中，扬声器上的泡沫塑料颗粒始终在跳动，说明扬声器一直在振动。在玻璃罩外听到的声音随玻璃罩内空气的减少而变弱，说明声音的传播需要介质。声波无法在真空中传播。

[2] 通过“自主活动”了解声波传播需要介质，声波不能在真空中传播。在解决问题的过程中，感受科学推理在物理研究中的作用。

活动注意事项：(1) 注意密封性，确保抽气过程中不发生泄漏；(2) 扬声器可以用无线音箱替代。需在扬声器与玻璃座底座之间垫上减震材料，如海绵，以防止底座传声；(3) 建议选用直径为 1 cm 的聚苯乙烯泡沫小球。

[1] 分析数据获取

信息,是科学探究中的一项重要能力。通过学习分类和比较数据的方法,发展初步运用物理语言归纳、总结、表述的能力。

[2] 根据此处正

文,在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组合作讨论活动,目的是建构声波传播模型,从而了解回声形成的原因。通过介绍“天坛的三音石”,学生能够了解到我国古代劳动人民在声学方面的创造力。此外,回音壁的圆形围墙墙面光滑,当游客在墙壁的任意一侧轻声说话时,声音会在墙面上多次反射,最终传递到墙壁的另一侧,让另一侧的人能够清晰地听到原本很微弱的声音。

- 物理学中用声速来描述声音在介质中传播的快慢。表3-1-1列出了声音在一些常见介质中的传播速度。

表3-1-1 声音在一些常见介质中的传播速度

介质	声速/(m·s ⁻¹)	介质	声速/(m·s ⁻¹)
空气(0℃)	332	冰	3 230
空气(15℃)	340	松木	3 320
空气(30℃)	349	大理石	3 810
纯水(25℃)	1 493	钢铁	5 200
海水(25℃)	1 533	玻璃	5 000~6 000

从表3-1-1中的数据可以看出,声速的大小不仅与介质的种类有关,还与介质的温度有关。

- [2] 声音在介质中传播,遇到障碍物时,一部分被反射回来,形成回声。如果传到人耳的前后两次声音的间隔超过0.1 s,人耳就能将回声和原声区分开。在山谷里喊一声,可以听到回声。如图3-1-8所示,北京天坛公园回音壁的圆心处有一块三音石,站在它上面拍一下手后,可以听到多次较明显的回声。

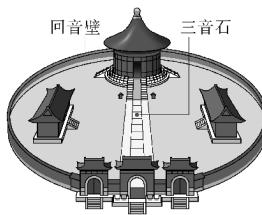


图3-1-8 天坛回音壁示意图

- [3]  STSE

图3-1-9是人耳的结构示意图。耳郭相当于一个声波收集器,声波传入耳道中,引起鼓膜振动,鼓膜的振动通过听小骨传至耳蜗,然后通过听觉神经将信息传到大脑,产生听觉。

讲话时,声带的振动往往经过牙床、上下颌骨等传入内耳,引起听

51

- [3] 此处设置“STSE”的目的是让学生领悟物理学与生物学的关联,感受学习物理的价值。讲解人耳的构造及听觉的生成过程,可以与正文内容相互呼应。而“骨传导”耳机的介绍,则能引导学生关注“爱护耳朵,保护听力”的重要性。

觉。图3-1-10中的骨传导耳机借助头骨的振动，将声音信号传递到耳蜗和听觉神经。在嘈杂环境中，人们会不自觉地把耳机音量调大。长期佩戴耳机，不论是入耳式耳机还是骨传导耳机，都会对听力造成伤害。

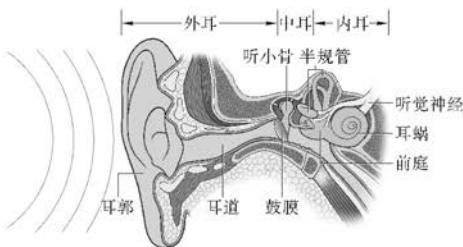


图3-1-9 人耳的结构示意图



图3-1-10 骨传导耳机

习题解读

1. 参考解答：风铃是金属管振动发声，琵琶是弦振动发声，大鼓是鼓面振动发声。

命题意图：认识声音的产生条件。

主要素养：运动和相互作用观念。

练一练

1. 说明图3-1-11中物体的发声部分。



(a) 风铃



(b) 琵琶



(c) 大鼓

图3-1-11

2. 如图3-1-12所示,敲击音叉后,将音叉靠近悬挂着的乒乓球。简述观察到的现象,并对此进行解释。



图3-1-12

3. 根据表3-1-1中的数据描述空气中的声速与温度之间的关系,分析、归纳声波在不同介质中传播速度的差异。
4. 北京天坛公园中的“回音壁”是一道圆形的围墙,半径32.5 m。站在圆心处三音石上拍掌,若声速为340 m/s,经过多长时间听到第一次回声?
5. 某小组同学计划在教室里测量空气中的声速,其中一位同学在讲台处拍手,另一位同学在最后一排座位处手持秒表,看到拍手时开始计时,听到拍手声结束计时。
- 简要说明以上实验中,除了时间还需要测量什么物理量。
 - 评价他们的方法是否切实可行,并提出优化建议。

2. 参考解答:当发声的音叉靠近乒乓球时,乒乓球会被音叉不断地弹开,该现象说明发声的音叉在振动。

命题意图:知道利用微小变化放大的方法可观察不可见的振动。

主要素养:证据;解释。

3. 参考解答:由表中数据可知,声速与温度有关,温度越高,声音在空气中传播的速度越大;也可以发现声速与介质有关,气体中的声速小于液体中的,更小于固体中的。

命题意图:认识声的传播条件,了解声速与介质有关。

主要素养:证据;解释。

4. 参考解答:已知声波经过的路程 $s=2\times 32.5\text{ m}=65\text{ m}$,声速 $v=340\text{ m/s}$,则间隔时间 $t=\frac{s}{v}=\frac{65\text{ m}}{340\text{ m/s}}\approx 0.19\text{ s}$ 。

命题意图:能用声

速和匀速直线运动知识解决实际问题。

主要素养:模型建构。

5. 参考解答:(1)需要测量讲台到最后一排的距离 s ,以及看到手掌相击动作和听到声音的时间间隔 t ,利用 $v=\frac{s}{t}$ 求得声速。(2)方法不可行,教室的距离太短,导致看得手掌相击动作和听到声音的时间间隔极短。人做出反应也需要时间。所以该方法不可行。建议到较大的场地进行实验,根据人的反应时间,建议实验的场地直径超过68 m。

命题意图:能用声速知识解决实际问题。

主要素养:质疑创新。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图展示古筝调音的情境，引出声音具有特性。

2. 通过对拨动琴弦的分析和“自主活动”，了解响度的概念以及影响声音响度的相关因素。

3. 通过拨动钢尺实验和了解听觉频率范围活动，了解影响声音音调的相关因素，并认识到人的听觉频率范围，以及超声波和次声波的概念。

4. 通过实例和体验，知道发声体不同，发出声音的音色也不同。



图 3-2-1 古筝调音

第2节

声音的特性

[1] 古筝的声音优美动听，有“东方钢琴”之称。如图 3-2-1 所示，调音师边拨动琴弦，边用工具转动古筝旁的琴钉调节琴弦的松紧，古筝发出了高低不同的声音。不同的声音有不同的特性，声音有哪几种特性？

● 为什么听到的声音有强弱之分？



图 3-2-2 拨动琴弦

如图 3-2-2 所示，用手指拨动琴弦，将它拨到不同的位置后松手，听到声音的强弱不同。我们把声音的强弱程度叫做响度，这是声音的特性之一。若拨动琴弦的距离较大，琴弦振动的幅度也较大，听到的声音就较强。物理学中用振幅来描述声源振动的幅度。

声源的振动可以用传感器来研究。如图 3-2-3 (a) 所示，敲击音叉使其发声，振动的音叉带动

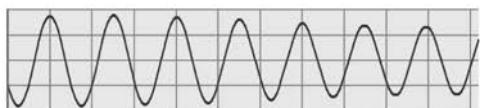
正文解读

[1] 古筝等弦乐的音调高低与弦振动的频率有关，而这种频率与弦的长度、张力，以及弦的材质和直径等物理属性相关。在古筝调音时，可以通过旋转琴钉来调节弦的松紧，进而改变弦的张力；也可以微调筝码的位置，改变弦的有效振动长度。

周围空气振动，传感器和计算机将空气的振动情况转化为图像。图像的横轴表示时间，图像沿纵轴的起伏程度反映了振动幅度的变化。



(a)



(b)

图 3-2-3 用计算机显示声音的振动图像

[1] 自主活动

敲击音叉，我们听到音叉发出的声音逐渐变弱，屏幕上显示的振动图像如图 3-2-3 (b) 所示。随着时间的变化，音叉的振幅如何变化？

上述实验表明，音叉的振幅随着时间推移逐渐减小，发出的声音逐渐变弱。声音的响度与声源的振幅有关，振幅越大，响度就越大。

- [2] 响度还与观察者距离声源的远近有关。声源发出的声音向四面八方传播，传得越远就越分散。若要增大某一位置声音的响度，可以借助喇叭之类的工具减小声音的分散程度，使声音集中向某一方向传播。

• 为什么听到的声音有高低之分？

乐器发出的声音时强时弱，时高时低。物理学中用音调来描述声音的高低，这是声音的又一种特性。

[1] 此处设置“自主活动”，是为了让学生了解到可以利用记录的声音振动图像来研究声音特征。同时，该活动与前一节中熏黑玻璃板上的记录图像相互印证，有助于建立起所见图像和所听声音之间的联系，进而提高抽象思维能力。

[2] 响度与观察者距离声源的关系可以通过自主活动的实验装置来演示。将音量不变的蜂鸣器逐渐远离接收声音的计算机，引导学生观察图像的变化，并分析其原因。

影响响度的相关因素详见本章资料链接。

[1] 此处的“自主活动”旨在引导学生探究音调高低与发声体振动频率之间的关系。用表格来收集实验数据，学习如何系统地记录和分析数据，并体会在表达时如何运用这些证据来支持自己的观点。发展证据意识。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个演示实验，目的是探究发声体振动频率和发声体结构的关系。通过观察大小音叉的区别，分辨音调的高低，比较图像的差异，可以发现发声体的振动频率与发声体结构的关系。

影响音调的相关因素详见本章资料链接。

[1] 自主活动

如图3-2-4所示，将钢尺伸出桌面，用拇指按压在桌边的钢尺处，另一只手拨动钢尺，使之振动。倾听钢尺发出的声音，并观察钢尺振动的快慢。逐渐减小钢尺伸出桌面的长度，重复上述操作。钢尺发出声音的音调高低会如何变化？



图3-2-4 钢尺振动发声

由上述实验可知，钢尺伸出桌面的长度不同，钢尺振动的快慢也不同，钢尺振动发出声音的音调就不同。音调的高低与声源振动的快慢有关。

物理学中用频率来描述振动的快慢。频率是振动物体在一定时间内振动的次数与所用时间的比，数值上等于单位时间内振动的次数，用 f 表示。频率的单位是赫兹，简称赫，符号是Hz。例如，音叉每秒振动256次，其频率可表示为 $f=256\text{ Hz}$ 。频率高表示物体振动得快，频率低表示物体振动得慢。声源的振动频率决定了声音的频率。

[2] 敲击大小不同的音叉，听到的声音高低不同。用传感器接收音叉发出的声音，如图3-2-5(a)所示，音调低的声音振动图像较稀疏，声

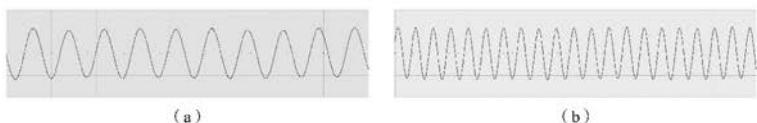


图3-2-5 不同频率声音的振动图像

的频率较低；如图 3-2-5（b）所示，音调高的声音振动图像较密集，声音的频率较高。因此音调的高低反映了声音频率的高低。

[1] 声源振动的频率通常与其形状、尺寸、材料等因素有关。古筝、琵琶等乐器的琴弦被拨动时，较细的琴弦发出声音的音调较高，较粗的琴弦发出声音的音调较低。如图 3-2-1 所示，通过转动古筝的琴钉，可以调节琴弦的松紧，改变琴弦的粗细，从而改变其振动的频率。

生活中，人们可以通过音调来分辨西瓜的生熟。向保温瓶灌水时，可以根据音调的变化来判断瓶内水是否加满。在加水过程中，随着瓶内水位上升，水上方的空气柱变短，空气柱振动的频率变大，发出的声音音调变高。

[2] 自主活动

用声波发生器发出不同频率的声音，记录你能听到声音的最高频率和最低频率。与其他同学比较一下能听到的声音频率范围是否相同。

人耳能听到的声音频率范围通常为 20~20 000 Hz。频率大于 20 000 Hz 的声波叫超声波，频率低于 20 Hz 的声波叫做次声波。

图 3-2-6 是人和一些动物的发声频率和听觉频率的范围，可以看出有些动物对超声波很敏感，如海豚和蝙蝠能发出超声波也能听到超声波；还有些动物对次声波敏感，如大象能感知频率低达 1 Hz 的次声波。超声波和次声波特点不同，它们的应用和对环境的影响也不同。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是探究影响音调的相关因素。

可以结合跨学科实践活动开展：利用自制的简单乐器，通过调整乐器的结构、材料等因素，观察并感受不同因素对音调的影响。

[2] 此处设置“自主活动”是为了让学生感受不同频率的声音，知道人的听觉频率有范围。利用相关软件，发出 2 000 Hz 的声音，逐渐调高声音的频率，再逐渐降低声音的频率，记录听到的声音频率范围。活动中要提醒学生注意保护耳朵！在专用屏蔽室实测的年轻人听觉范围为 100~12 000 Hz，故建议活动中声音的频率不用太高。

[1] 教材图 3-2-6 展示了人类与动物在发声频率和听觉频率范围上的数据。通过对图的分析以及对相同点和差异的归纳，学习如何提取关键信息，并使用物理语言进行归纳、表达。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个演示实验，目的是探究音色与发声体的关系。不同乐器演奏同一音调时，振动图像的疏密程度大致相同，说明基频相同。基频指的是一个周期性振荡中最长周期所对应的频率，也被称为基波频率。而音色之所以不同，是因为它们产生的谐波不同，谐波是基频的倍数频率。不同乐器产生的谐波在振幅和相位上存在差异，这使它们各自具备了独特的音色特征。

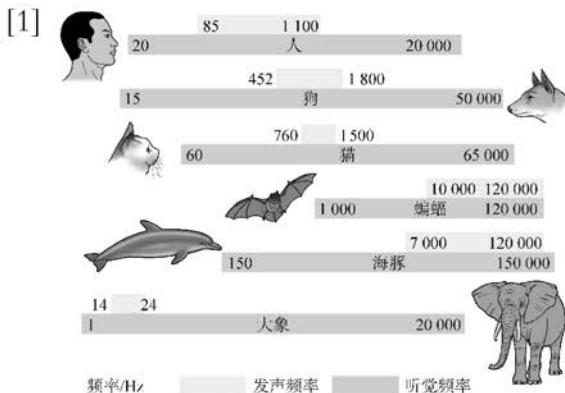


图 3-2-6 人和一些动物的发声频率和听觉频率的范围

● 可以通过声音分辨发声体吗？

古筝的声音悠扬，钢琴的声音浑厚。我们能轻松分辨的原因是由于它们的音色不同。

[2] 如图 3-2-7 所示，钢琴和尤克里里发出同一音调的声音时，振动图像的疏密程度大致相同，即振动的频率相同；振动图像的形状却有差异，这说明两种乐器的音色不同。

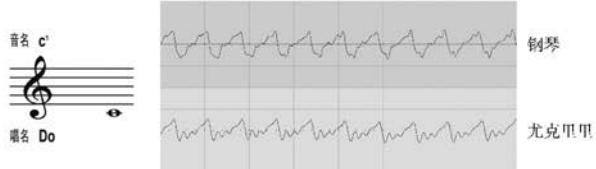


图 3-2-7 钢琴和尤克里里发出同一音调声音时的振动图像

大量实验表明，声源的材料、结构等不同，它们发出声音的音色不同，音色也是声音的一种

特性。接听熟人电话时，我们一下子就能分辨出是谁在讲话，这是因为每个人的喉头、声带、鼻腔等器官在尺寸和形态方面的差异，使每个人发出的声音有不同的音色。

[1] 科学与人文

考古发现，我国古代先民很早就开始制作乐器。

图 3-2-8 所示的贾湖骨笛距今已有 8 000 多年，是迄今为止我国考古发现的最古老的乐器。在贾湖骨笛流传的 1 000 余年中，骨笛从早期的四按音孔发展到晚期的七按音孔，吹奏者从管口吹入气体，使管内空气柱振动发出声音。按压管身的按音孔可以改变振动的空气柱长度，从而改变空气振动的频率，发出不同音调的声音。骨笛的发展反映了中原地区从旧石器时期到新石器时期音乐文化的历史，表明我们的祖先很早就进入了音乐文明时期。

图 3-2-9 所示的曾侯乙编钟是战国早期的大型礼乐重器。全套编钟共 65 件。大钟与小钟的形状和尺寸不同，敲击后发出的声音音调也不同。大钟声音低沉，小钟声音高亢。敲击每口钟的前面和侧面，会发出两个音调的声音，65 件编钟对应了 130 个音调。这套编钟表明我国当时的工匠在音乐声学、青铜器冶炼、乐器制造等方面已掌握了丰富的科学知识和高超的工艺技能，是人类在青铜时代创造的伟大艺术作品。

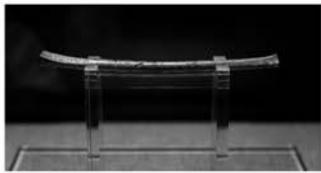


图 3-2-8 贾湖骨笛



图 3-2-9 曾侯乙编钟复原件

[1] 此处设置“科学与人文”的目的是引导学生感受中华文明的悠久历史和深厚底蕴，激发民族自豪感。贾湖骨笛和编钟的制作工艺及独特设计，不仅展现了我国古代音乐文化的辉煌成就，更体现了中华民族在科技与艺术领域的卓越追求。

习题解读

1. 参考解答：古琴发声时，弦的粗细、长短不同，声音的音调不同；竹笛发声时，通过控制竹笛上孔洞的开放与关闭，改变振动的空气柱长度，从而产生不同音调的声音。

命题意图：了解影响音调的因素。

主要素养：证据。

2. 参考解答：音色 音调

命题意图：知道声音的特性。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：音调 大弦说明弦长且粗，那么振动的频率低，发出的声音音调低，反之小弦发出的声音音调高，所以这里的“大弦小声”应指大弦发出的声音低，即音调低。

命题意图：了解影响音调的因素。

主要素养：科学推理。

4. 参考解答：振动快慢 蝴蝶的翅膀每秒振动5~6次，发出的声音振动频率为5~6 Hz，属于次声波，不在人的听觉频率范围内，所以我们听不到蝴蝶翅膀振动的声音。

命题意图：了解次声波。

主要素养：科学论证。

练一练

1. 说出图3-2-10中的乐器发声时是怎样改变音调的。



(a) 古琴



(b) 竹笛

图3-2-10

2. “夜半钟声到客船”中的“钟”声是根据声音的_____判断出来的；“转轴拨弦三两声，未成曲调先有情”从物理学的角度来看，弹琵琶之前“转轴”是为了改变弦的松紧程度，从而改变弦发声的_____。

3. 早在战国时期就有“大弦小声，小弦大声”的记载，其中“大弦”“小弦”是指弦乐器的弦长短和粗细不同，“小声”“大声”则是指琴弦振动时发出声音的_____不同，原因是_____。

4. 频率是表示物体_____的物理量，数值上等于单位时间内振动的次数。蝴蝶飞行时，它的翅膀在不停地振动，每秒振动5~6次，我们听不到蝴蝶翅膀振动时发出的声音的原因是_____。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

- 通过节首图展示古船打捞的场景，引出声波的应用。
- 通过实例，介绍声波能传递信息和能量，了解声波的应用。
- 通过实验，归纳减弱噪声的方法，了解噪声的危害。



图 3-3-1 打捞沉船

第3节

声波的应用和控制

图 3-3-1 为“长江口二号”古船整体打捞工程的主作业船。2022 年 11 月 21 日，经过长达 7 年的水下考古调查勘探，“长江口二号”古船被成功打捞出水，实现了我国水下考古的历史性突破。作业船打捞古船前，需先确定古船在水底的情况，而长江口是江海交汇水域，水下能见度几乎为零。在这种复杂的情况下，如何开展水下探测呢？

● 声波有哪些应用？

[1] 声波能传递信息，如列车员通过列车鸣笛声的长短可判断列车运行的情况。人们根据声波在水中能远距离传播的特点，制成声呐装置。如图 3-3-2 所示，利用声呐装置能对水下物体进行定位。在探测“长江口二号”古船位置的过程中，

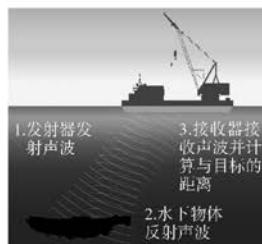


图 3-3-2 声呐

61

正文解读

[1] 本章第 1 节中扬声器前的烛焰晃动实验，展示了声波能够传递能量。可以利用矿泉水瓶、橡皮薄膜和橡皮管等材料进行探究。在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是感受声波传递信息和能量的过程。

[1] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组合作讨论活动,旨在拓宽对超声波和次声波应用的知识面。

通过介绍超声波和次声波的应用,进而了解声波在各个领域的实际运用,激发对物理现象和科技应用的探索欲望。另外,还可以利用一些介绍声呐应用、B超检测的视频资料,拓宽学生的科学视野。

在医学超声诊断中有A型、B型、M型、D型等多种不同的成像模式,不同的超声成像模式其成像原理不同,各有其优势和临床适用范围。B型超声波通过扇形扫描,显示出组织器官的二维图像,成为超声诊断的主要方法。

超声波清洁原理详见本章资料链接。

我国考古工作者和科技人员利用声呐设备对长江口水域进行全面勘测,最终确定了“长江口二号”古船的外形及沉船位置处的水底地貌,为整体打捞工作提供了重要的基础数据。

[1] 超声波有较强的穿透能力。图3-3-3中技术员用超声波探伤仪检测钢结构的缺陷。图3-3-4中医医生用B型超声波观察母体中胎儿的发育情况。



图3-3-3 超声探伤



图3-3-4 B型超声波诊断

超声波具有较强指向性,如海豚借助超声波能发现百米外的猎物。如图3-3-5所示,汽车自动泊车系统通过计算发射超声波与接收障碍物反射信号的时间差,获得障碍物与车辆之间的距离,从而实现自动泊车。



图3-3-5 自动泊车

次声波主要来源于地震、火山爆发、海啸、龙卷风、雷暴、台风等自然现象。此外,火箭发射、飞机飞行、机器运转等过程中也会产生次声波。大象、鲸等动物能用次声波交流信息。

声波也能传递能量。脉冲超声波的能量能治疗运动性损伤,加湿器利用超声波的能量将水

“打碎”成直径为几微米的小水珠。

次声波传播时能量损失小，能绕过障碍物传播得很远。2022年，位于南太平洋的海底火山爆发后，我国沿海地区多次监测到了火山爆发传来的次声波。

● 如何控制噪声？

- [1] 两根钢锯条摩擦发出的声音听起来很刺耳，该声音的振动图像（图3-3-6）是紊乱、断续的，说明钢锯条摩擦发声的振动是无规律的。物理学中，将声源做无规律振动时发出的声音称为噪声。

从环境保护角度而言，干扰人们的生活、学习、工作声音都属于噪声，如考场外的喧闹声、列车驶过的呼啸声、建筑工地机械的运转声等。

噪声使人感到不适，轻则分散注意力，影响情绪；重则伤害身体，造成听力损伤。特别强的噪声还会对仪器设备和建筑结构带来严重的破坏，因此控制噪声十分必要。

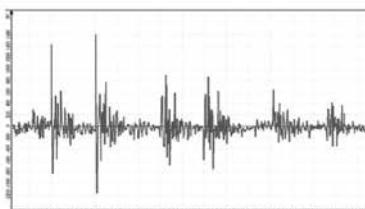


图3-3-6 噪声的振动图像

- [2] **自主活动**

把正在发声的蜂鸣器放入笔盒中，或者分别用纸巾和海绵包裹。比较不同材料的降低噪声能力。

控制噪声可以从控制声源入手，如潜水艇的螺旋桨采用特殊合金制造，即使螺旋桨高速转动，

[1] 可以将钢锯条摩擦的噪声图像与音叉振动发声的声音图像进行比较，从而认识噪声的特性。音叉振动是单一频率的简谐运动，其振动图像呈正弦或余弦函数形式。

[2] 在此处设置“自主活动”，目的是让学生了解减弱噪声的方法，增强环境保护意识。通过实验对比发现，不同材料吸收声音的能力不同，海绵对声音的吸收效果较好。公路边种植树木的作用之一，是因为树木对声音具有较好的吸收效果。

[1] 通过介绍多种控制噪声影响的方法和实际应用场景，拓宽学生知识面，提升环保意识。

在公路边常见的噪声监测设备所显示的数据是以分贝(dB)为单位的，这是一个衡量声强级的标准。声强级是用来表示声音强弱的等级。通常，0 dB 的定义为：一般人刚好能听到的频率为 1 000 Hz 的声强级，其对应的声强值。这可以被视为人类听觉的下限。相比之下，10 dB 的声强级大约相当于微风吹拂树叶时产生的沙沙声。而 30~40 dB 之间的声强级则被认为是一个较为理想的安静环境。当声强级达到 70 dB 时，它可能会分散人的注意力。

[1] 发出的声音也很轻。也可以在噪声的传播途径中采用吸收、反射的方法来降低噪声，如录音室、音乐教室等墙壁上常安装图 3-3-7 所示的吸音材料。控制噪声还可以从保护受噪声影响对象方面着手，如图 3-3-8 所示，机场的地勤人员在指挥飞机停机时会佩戴耳罩。



图 3-3-7
吸收声音的材料



图 3-3-8
机场工作人员佩戴的防声耳罩

练一练

1. 声波可以传递信息和能量，将下列实例的编号填入表 3-3-1 相应的分类中，并根据生活常识或查阅相关资料再各补充一例填入表中。

- ① 海豚利用回声定位以确定猎物的位置和距离；
- ② 医生通过听诊器了解病人心、肺的状况；
- ③ 超声波清洁器用超声波清除眼镜镜片上的垢迹；
- ④ 医生用超声波为病人打碎体内的结石；
- ⑤ 抹香鲸之间用次声波交流；
- ⑥ 超声波加湿器将水雾化。

习题解读

1. 参考解答：声波传递信息：①②⑤；补充：超声波探查人体内部器官、声呐探测鱼群、超声探伤等（合理均可） 声波传递能量：③④⑥；补充：超声波洗牙、声波能够“吹灭”烛焰等（合理均可）

命题意图：知道声波能传递信息和能量。

主要素养：证据。

表 3-3-1

声波传递信息	声波传递能量
补充:	补充:

2. 小区内竖立了图 3-3-9 所示的交通标志牌，这表示禁止_____，这是在_____处控制噪声；有些人睡觉时使用耳塞，这是在保护_____。



图 3-3-9

3. 轻轨列车轨道两侧安装的隔音屏障，主要用来减少列车行驶时造成的噪声污染，属于从_____控制噪声。以下减少噪声污染的方法同属这类的是()。

- A. 住宅区的窗户安装真空玻璃
- B. 处于钢材切割车间时，在耳朵上戴防声耳罩
- C. 车辆行驶时在市区禁止鸣笛
- D. 给机器加减震装置

4. 列举学校或居住小区周边的噪声源，并提出减小噪声影响的建议。

设备可能产生噪声。

减小噪声影响的建议：

(1) 隔声措施：在噪声源和居民区之间设置隔声屏障、隔声窗等。(2) 控制交通噪声：设置交通管制，限制车辆鸣笛，改善道路状况，等等。(3) 改善施工管理：要求施工单位采取降噪措施，限制施工时间。(4) 倡导文明生活：加强宣传教育，提高居民文明素质，减少喧哗等不文明行为。

命题意图：了解减弱噪声的方法。

主要素养：社会责任。

2. 参考解答：汽车
鸣笛 噪声源 受噪声
影响者

命题意图：了解减
弱噪声的方法。

主要素养：社
会责任。

3. 参考解答：传播
途径 A(选项 B 为保
护受噪声影响者，选项
C、D 都是从控制声源
角度减弱噪声。)

命题意图：了解减
弱噪声的方法。

主要素养：社
会责任。

4. 参考解答：学校
或居住小区周边的噪声
源可能有：

- (1) 交通噪声：来
自车辆行驶、鸣笛等，如
公路、街道和停车场等。
- (2) 施工噪声：建筑工
地施工过程中的机械设
备、敲打声等。
- (3) 商
业噪声：周边商铺的广
播、音响等。
- (4) 社
会生活噪声：人群聚集产
生的喧哗声、宠物叫声等。
- (5) 工业噪声：如
果附近有工厂，工业设

跨学科实践解读

[1] 本活动既落实课程标准 2.3.1 和 2.3.2 的学业要求,也落实 5.2.1 的跨学科实践要求。在制作简单乐器的过程中,感悟古人“研琴即研心”的深意,学习也应当这般用心投入。

本活动涉及多个学科的知识。

物理学科:解释声音的产生和传播等现象,为学生理解乐器发声的原理提供科学依据;材料的选择和制作方法的探究,培养学生的实验设计和观察能力。

音乐艺术:帮助学生了解乐器的基本构造和发声原理,了解演奏技巧,培养音乐感知和表达能力;鼓励学生发挥创意,设计独特的乐器外观,提升审美水平。

工程设计:设计和制作乐器的过程,涉及乐器的形状、结构、功能优化以及制作过程中的测试和改进,培养学生的工程设计能力;在设计和制作过程中能够解决各种实际问题,提高乐器实用性。

[2] 《斫琴图》由东晋画家顾恺之创作,现今藏于北京故宫博物院的则是宋人的临摹本。画中巧妙地在不同位置展示了斫琴的关键步骤:挖刨琴板、制作部件、造作琴弦、上弦听音等,这些步骤共同构成了一幅生动且完整的画面。其中,左侧描绘了对挑选出的木板进行粗雕和精雕,右侧展示了制作琴部件(包括胶合和制琴弦)以及调音的过程。

[3] 制作活动具有开放性和实践性,为学生提供了发挥创造性的广阔空间,鼓励他们去探索各种简单乐器的制作方法。在制订制作方案时,引导学生详细记录所使用的材料信息。以制作水琴为例,需记录水的体积等关键数据,从而帮助学生养成良好的实验记录习惯。同时,指导学生按照实验步骤,分步骤撰写制作方法,以确保能够完成制作。



跨学科实践

物理学与日常生活

[1] 简单乐器的制作

[2] 如图 1 所示的《斫(zhuó)琴图》是迄今唯一展现古人制琴过程的古画。画面展示了古人斫琴的大致工序。



图 1 楼顾恺之《斫琴图》

● 跨学科实践任务

任务 1: 利用身边的材料,制作一个简单的乐器,使其能够发出不同音调的声音。

记录制作方案,记录内容可参照图 2,同时将改变音调的方法以及相应的频率记录在表 1 中。

[3] 简单乐器的名称:_____

发声原理:_____

材料:_____

制作方法:_____

简单乐器照片

粘贴处

图 2 制作方案

表 1

[1]

记录改变声音音调的方法(可以图文说明)		频率 /Hz
方法一		
方法二		
方法三		
.....		

[2]

- 任务 2: 展示自制乐器的使用方法, 如怎样发声, 怎样调节响度和音调等。

分享乐器从选材到成型的制作过程, 以及在此过程中遇到的困难和解决困难的方法。

与其他小组交流讨论, 提出改进自制乐器的设想。

● 评价与反思

评价项目	评价要点(☆☆☆)	自评	互评
实践计划	能制订分工合理、任务明确、进度可行的实践计划		
	能在规定的时间内完成计划		
实践成果	能应用相关学科知识, 设计切实可行的简单乐器制作方案		
	能自制乐器, 通过调试让它发出不同的音调, 并测出相应的频率		
	能说明自制乐器发声的原理		
信息搜集	能有效搜索所需学习资源, 注意数据的可靠性和时效性		
	能规范地标注引用数据、图片等相关信息的来源		

[1] 该活动帮助学生进一步了解音调与发声体的材料、结构等关系。可以用相关的手机应用程序, 也可以用计算机软件测量自制乐器发出声音的音调。

[2] 任务 2 设置的意图是, 通过开展交流汇报, 促使学生运用本章所学的知识, 有条理地评估自己与他人的问题解决方案, 进而培养批判性思维和评价能力。同时, 学生通过反思和总结实践经验, 提升自身的实践创新能力。

(续表)

评价项目	评价要点(☆☆☆)	自评	互评
交流合作	能利用数字设备开展交流活动		
	在完成各自任务的同时，能与其他成员团结协作，开展合作		
	在规定时间内完成展示，表达方式合理、流畅、自然		

评分方法：完全符合评价要点得☆☆☆，部分符合得☆☆，少量符合得☆

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 声音的产生：声音是由物体的振动产生的。
- 声音的传播：气体、液体、固体都能够传播声音。声源的振动在介质中的传播形成声波。声波不能在真空中传播。
- 声音的特性：响度、音调和音色是声音的三个特性。

知识结构图



本章练习解读

1. 参考解答：发声体振动产生声音，用手按压琴弦后，琴弦不振动，琴声自然会消失。

命题意图：认识声音产生的条件。

主要素养：科学论证。

2. 参考解答：(1) A
(2) B (3) B (4) A

命题意图：通过选用不同的材料，改变声音的传播，达成人们所需要的声音效果。

主要素养：模型建构。

3. 参考解答：音调 响度 音色

命题意图：了解声音的特性。

主要素养：科学推理。

4. 参考解答：在远离发声音箱的过程中，音箱发出的声音向四周传播，越到远处就越分散，人听到的声音就越弱，即响度越小。

命题意图：了解影响响度的因素。

主要素养：科学论证。

5. 参考解答：已知声波被海底反射回来的时间 $t=10\text{ s}$ ，在海水中的声速 $v=1500\text{ m/s}$ ，则声波传播的路程 $s=vt=1500\text{ m/s} \times 10\text{ s}=15000\text{ m}$ ，故潜水器与海底间的距离 $L=\frac{s}{2}=\frac{15000\text{ m}}{2}=7500\text{ m}$ 。

命题意图：能用声速和匀速直线运动知识解决实际问题。

主要素养：模型建构。

6. 参考解答：通常情况下，人能听到回声，原声和回声的时间差在 0.1 s 以上。空气中的声速为 340 m/s ，则反射声波的障碍物与人耳的距离至少为 $\frac{340\text{ m/s} \times 0.1\text{ s}}{2}=17\text{ m}$ 。

本章练习

1. 为什么用手按压正在发声的琴弦，琴声会消失？

2. 声波在遇到障碍物时有一部分会发生反射，一部分会绕过障碍物，还有一部分会被障碍物吸收。不同的障碍物表面对声波的反射和吸收能力不同。通常坚硬光滑的表面反射声波的能力强，松软多孔的表面吸收声波的能力强。

试根据以上信息，为下列各个场景选择质地合适的材料，将字母选填在横线上。

A. 松软多孔 B. 坚硬光滑

(1) 室内音乐厅的墙壁：_____；

(2) 露天音乐舞台背景：_____；

(3) “回音壁”表面：_____；

(4) 录音教室的天花板与墙面：_____。

3. 一名男低音歌唱家正在放声歌唱，为他轻声伴唱的是位女高音歌唱家，这里的“高”和“低”指的是声音的_____；安静的图书馆中，我们如果需要交流，一定要“小”声，这里的“小”指的是声音的_____；在教室里，未看到人，我们一般也能分辨室外讲话的是哪位同学，依据的是不同同学声音的_____不同。(均选填“响度”“音调”或“音色”)

4. 为什么在远离发声音箱的过程中，我们听到的声音会越来越小？

5. 声呐被称为潜水器的耳目。它发出声波的频率大多为 $10\sim30\text{ kHz}$ 。若悬停在海水中的潜水器发出的声波在 10 s 内被海底反射回来并接收，试估算潜水器与海底间的距离。(已知声波在海水中传播的速度是 1500 m/s)

6. 在教室里上课时，我们一般听不到老师讲话的回声；走廊里的

喧闹声有时会传入教室产生干扰。试说明听不到回声的原因并提出改善教室隔音效果的建议。

7. 有一根足够长的钢管，当甲同学敲击钢管的一端时，乙同学用耳朵紧贴着钢管的另一端，参考表 3-1-1 中列出的声音在钢铁和空气中的传播速度，试说明乙同学是紧贴钢管的那只耳朵先听到声音，还是另一只耳朵先听到声音？

8. 我们能听见蝙蝠用于回声定位的超声波吗？试说明理由。

9. 在二楼教室，如果你拖动桌椅，楼下教室里的同学可以听到响声。试描述声音是怎么传到楼下同学耳中的。此过程中声波在哪些介质中传播？

当距离小于 17 m 时，反射回来的声波（即回声）和原声混在一起，人耳就听不到回声了。而教室的长和宽一般都不足 17 m，所以我们听不到老师讲话的回声。

教室外的声音主要通过门窗的空隙和墙壁等传入教室，所以可以阻隔声音或用多孔材料吸收声音。

命题意图：分析声音的传播路径，解决实际问题。

主要素养：模型建构。

7. **参考解答：**紧贴钢管的耳朵先听到声音，因为声音在钢管中的传播速度大于在空气中的传播速度。若声源与接收者的距离为 s ，由

$t = \frac{s}{v}$ 可知，声音在钢管中传播的时间较短。

命题意图：用声音在不同介质中的传播速度的差异解决实际问题。

主要素养：科学推理。

8. **参考解答：**频率大于 20 000 Hz 的声波称为超声波，而人的听觉频率范围是 20~20 000 Hz，所以人听不到蝙蝠发出的超声波。

命题意图：了解人的听觉频率范围。

主要素养：科学论证。

9. **参考解答：**拖动桌椅，引起二楼地面振动，声波可能沿固体地面、墙壁传播，振动从二楼地面传递到一楼墙壁，再通过空气传播进入人耳；也可能振动从二楼地面直接通过空气传播进入人耳。

命题意图：用声音的传播知识解决实际问题。

主要素养：科学推理。

资料链接

振动图像和波的图像

简谐运动的振动图像和简谐波的图像的形状都符合正弦或余弦函数,但两者的意义不同。

振动图像:记录了振动过程中一个质点相对平衡位置的位移随时间的变化。

波的图像:记录了某一时刻,介质中沿波的传播方向上的各个质点相对其平衡位置的位移。

表 1

图 像		
研究对象	一个质点	介质中沿波的传播方向上的各个质点
横坐标	时间	各个质点平衡位置的空间分布
纵坐标	该质点相对于平衡位置的位移	各个质点相对于平衡位置的位移
两个相邻峰值间的距离	周期	波长
图像的意义	一个质点在不同时刻的振动位移	介质中沿波的传播方向上的各个质点在同一时刻的振动位移
图像随时间变化趋势	图形不变,图线随时间而延伸	原有波形沿波的传播方向平移

在本章中,用声传感器记录的振动图像,是声波引起空气振动后,由空气振动带动传感器内的膜片振动。膜片的振动情况被转化为电信号,并被记录和显示。

驻波和琴弦的振动

驻波是一种特殊的干涉现象,它发生在两列振幅和频率均相同且沿相反方向传播的波叠加时。为了获得这两列沿相反方向传播的波,我们通常会利用波的反射现象。由于反射波是波源发出的波的反射,因此它与波源发出的波具有相同的振幅和频率。以琴弦为例,当琴弦被拨动并开始振动时,它会产生沿着琴弦传播的声波。当这些声波传播到琴弦的固定端时,会发生反射,形成与入射波传播方向相反的反射波,且两者的振幅和频率都相同。弦的长度通常是波在弦中传播波长的一半距离的整数倍,这样的长度条件有助于弦上形成一系列驻波,如图 1 所示。

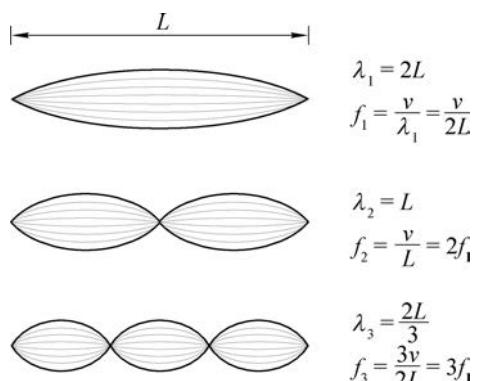


图 1

驻波的一个特点是弦上存在静止不动的点,这些点被称为波节。相邻两波节之间的质点有不同的振动幅度,其中间位置的质点振动幅度最大,称为波腹。波腹处的振动幅度是两列波振幅的代数和。驻波的形成使得琴弦在特定位置上振动幅度最大,而在其他位置振动幅度较小。这种独特的振动模式决定了琴弦所产生的声音特征,包括音调、响度和音色。

通过调整琴弦的长度、张力和弹奏方式等因素,我们可以改变驻波的形成和特征,从而产生不同的音色。

几类乐器的发声原理

篪(chí)、笛、箫、笙等吹奏乐器的历史非常悠久。其中,笙早在商代已成为演奏乐器,考古发掘的最早的骨笛是新石器时代的产物。管的振动产生纵波,或管内空气柱的振动形成疏密波。若管内空气柱的振动使管子的两端成为波腹,这种乐器称为开管乐器;若管内空气柱的振动使管子的两端分别成为波腹和波节,这种乐器称为闭管乐器。因此,管乐器,如长笛和短笛,是通过控制不同的开放孔,改变空气柱的长度,来实现音调的改变。

打击乐器是指通过敲打乐器本体而发出声音的乐器。例如,敲击板而使板振动发声的磬、锣、钹;将板弯曲成壳体,利用壳振动发声的钟、铃。在中国传统的音乐文化中,钟磬之音、金石之声备受喜爱。磬是将石块制成一定的板式,并按照音调高低将它们成组地编挂在乐架上,这种磬就被称为编磬。它的出现不晚于殷商时期。在湖北江陵和随县发现的战国时期的编磬分别有 28 具和 32 具,那时人们已经认识到,磬板越大、越薄,振动发声越低;磬板越小、越厚,振动发声越高。

琴、瑟、筝、筑等弹拨乐器在很早就已有了雏形,后来它们中的古琴成为中国传统乐器之一,一直流传至今。波源振动在弦中传播时通常是横波,弦发音的高低是由其振动频率决定的,而振动频率又受到弦长、线密度和张力等因素的影响。大约公元前 6 至 5 世纪,人们已经知道了音调与弦长的定量关系,从一个被认定为基音的弦长(或管长)出发,把它分为三等分,再去掉一分(“损一”)或加上一分(“益一”),以此来确定另一音的长度。在数学上,就是将发基音的弦长乘以 $\frac{2}{3}$ (损一),或乘以 $\frac{4}{3}$ (益一)。以此类推,计算 12 次,就可以在弦上得到比基音高一倍或低一半的音(即高八度或低八度的音),也就完成了一个八度中的 12 个音的计算。从这 12 个音中选出 5 个或 7 个,就构成了五声音阶或七声阶。这就是“三分损益法”,最早记载于《管子·地员篇》,比古希腊的毕达哥拉斯(约公元前 570—496 年)提出的基本相同的方法要早得多。

响 度 和 音 调

响度和音调是人耳对声音的响应的表现。这些主观量与客观量(如强度、频率、波形)之间并非简单的一一对应关系,而是十分复杂的。不过,我们可以找到它们之间的定量关系。然而,音色(或音品)就很难用定量的方式来表示。

声强(或声压)是表示声音大小的客观物理量,基于人耳对声音强弱变化的响应特性,以对数形式对其标度后称为声强级(或声压级),单位是分贝(dB)。响度是人耳主观感受到的声音的轻响程度,以响度级表示其大小,单位是 phon(音:方)。常以 1 000 Hz 纯音的声强级(或声压级)为标准标度响度级。例如,1 000 Hz 纯音的声强级(或声压级)为 10 dB 时,其对应的响度级标为 10 phon……依次类推。所听到的其他各频率的声音,是通过与 1 000 Hz 纯音进行主观比对来确定其响度级的。对于纯音,在频率不变

的情况下增加声强级(或声压级),则人耳感受到的响度也随之增加。

实验表明,声音的响度与频率也有关。对于声强级(或声压级)相同、频率不同的各声音,频率在1 000~5 000 Hz的声音听起来最响。这表明,人的听觉系统对频率在1 000~5 000 Hz之间的声音最敏感。

此外,声音的传播环境也可能影响响度的感知。例如,在一个开放的空间中,声音会更容易传播和扩散,因此响度可能会相对较小;而在一个封闭的空间中,声音会被反射和增强,响度可能会相对较大。

音调是听觉分辨声音高低的一种属性,音调的单位是美(mel),1 000 美=声压级是40 dB的1 000 Hz的纯音。

影响音调高低的因素包括发声体的大小、材料、形状、结构以及外部环境等。这些因素都会影响发声体的振动频率,而振动频率决定了音调的高低。

不同的材料有不同的物理属性,如弹性模量和质量等,这些属性会影响发声体振动时的频率。例如,较轻的材料往往具有较高的振动频率,而较重的材料则具有较低的振动频率。

发声体的形状和大小也会影响其振动频率。一般来说,较小的发声体往往具有较高的振动频率,而较大的发声体则具有较低的振动频率。此外,发声体的厚度、长度和截面形状等因素也会影响其振动频率。

温度、压力和湿度等环境因素也会对发声体的振动频率产生影响。例如,温度的变化可能会影响材料的弹性模量和热膨胀系数,从而影响发声体的振动频率。

纯音的音调主要和它的频率有关,但也和它的强度有关。低频的纯音,声压级升高,会感到音调变低。频率在1 000~5 000 Hz之间的纯音,音调几乎与声压级无关。频率再高的纯音,声压级升高时,会感到音调变高。

超声波清洁原理

超声波清洗广泛应用于精密零件清洗,主要利用的是空化效应。清洗设备借助超声波在液体中产生振动,通过疏密相间的振动来拉伸、压缩液体,“疏”的位置形成空穴,“密”的位置压缩液体。对液体内部频繁拉伸、压缩,促使大量微气泡产生[图2(a)],气泡顶部凹陷变形[图2(b)(c)(d)],液体瞬间冲入,形成一连串的水击小“炸弹”,以高速射流冲击在零件的壁面上[图2(e)],零件外表和缝隙中的污垢脱落,达到清洁的目的。

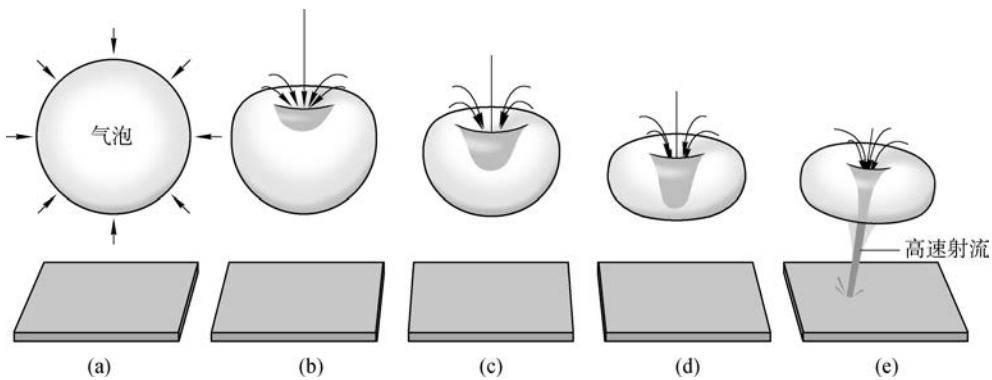


图 2

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 声音的产生和传播

第1课时

自主活动1

参考解答：(1) 能听到橡皮膜发出的声音。由于橡皮膜的振动幅度较小，可能较难直接观察。(2) 听到橡皮膜发出“嘭嘭”声的同时看到泡沫塑料颗粒弹起。(3) 橡皮膜的振动不易被观察到，可由泡沫塑料颗粒的弹跳推测出。使泡沫塑料颗粒弹起的原因是橡皮膜发生振动。由此可知，泡沫塑料颗粒的作用是将橡皮膜的微小振动现象放大。建议泡沫塑料颗粒选用直径为0.5 cm的聚苯乙烯泡沫小球。

设计意图：通过观察橡皮膜发声时的现象了解放大法的作用，引发对微小振动的观察和思考。通过交流与合作，进一步体会利用相互作用来放大微小变化使其便于观察的方法。

自主活动2

参考解答：当扬声器播放音乐时，扬声器的纸盆产生振动，与此同时，前方的烛焰也出现了相应的晃动。

设计意图：通过实验观察和分析，感受声波与物质的相互作用。

自主活动3

参考解答：(1) 能。(2) 说明桌子、水和空气均能传播声音，固体、液体和气体都可以作为声音的传播介质。(3) 蜂鸣器发出的声音会引起密封袋内的空气振动，进而使得密封袋本身振动，接着引起水的振动。声音可以直接通过水面引起空气振动，最后传入人耳；也可以是水的振动引起水槽振动，再传入空气，最终传入人耳。

设计意图：通过分析声波在各类介质中传播的实例，感受物质间的相互作用，提高观察能力以及运用物理语言表述现象的能力。

巩固练习

1. 参考解答：管内空气柱

命题意图：能用物理知识解释“贾湖骨笛”的发声原理。

2. 参考解答：既没有阻止声音的产生，又没有阻止声音传播到其他人的耳朵，只是阻止声音传入自己的耳朵。

命题意图：能用声音的产生和传播知识解释成语中蕴含的物理规律。

3. 参考解答：人们交谈发出声音，引起空气的振动，形成声波，声波传到水中，引起液体的振动，声波在水中传播，最终传入在水底的人耳。这一现象表明空气和水能作为声音传播的介质。

命题意图：能用声音传播的条件分析声学现象。

第2课时

自主活动

参考解答：(1) 听到的声音强度逐渐减弱，泡沫塑料颗粒却持续跳动，说明扬声器发出的声音情况未改变；然而，听到的声音却变轻，这表明声音的传播与介质有关（注意：随着空气的抽出，泡沫塑料颗粒在跳动过程中受到的空气阻力变小，颗粒跳动的高度会高一点）。 (2) 听到的声音会逐渐增强。 (3) 如果抽气机能将玻璃罩内抽到真空状态，那么声波就会失去传播的介质，所以我们将无法听到声音。

设计意图：以证据为基础，合理推理预测声音的变化，了解声波的传播与空气介质的关系，发展逻辑推理能力和证据意识。

想一想

参考解答：(1) 如图3所示 (2) 三音石恰好位于圆的中心位置。当我们拍一下手后，声音会在空气中向四周传播，遇到围墙后会被反射回来。这些反射回来的声音都会经过位于圆心的三音石。因此，我们站在三音石上拍手，就能听到清晰的回音，而且回音特别响亮。反射回来的声音经过圆心后会继续向前传播，一直传到对面的围墙上，经过第二次反射后又回到三音石。依次类推，这样，我们就听到了多次回声。

设计意图：用示意图来反映声音的传播过程，用回声知识解决实际问题。

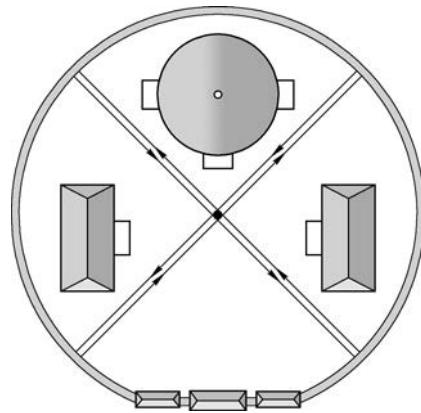


图3

巩固练习

1. 参考解答：因为声音的传播需要介质，而太空中是真空环境，声波无法传播。所以，航天员在出舱作业时，即使他们彼此很近，也无法听到对方的声音。

命题意图：利用声音传播的条件推理得出结论。

2. 参考解答：(1) 325 m/s (2) 增大

命题意图：体验从图中提取信息，能通过分析实验数据归纳、解释声学现象。

3. 参考解答：根据实际情况进行操作〔提示：在标准大气条件下（温度 20℃，大气压强 1.01×10^5 Pa），空气中的声速约为 343 m/s。但由于温度、湿度、大气压强等环境因素的影响，实际测得的声速可能有所不同〕。

命题意图：能正确使用实验器材获取实验数据，并通过数据处理计算声速。

第2节 声音的特征

第1课时

自主活动1

参考解答：(1) 减小 (2) 减小 减小 减小 (3) 响度与声源的振幅有关系；由生活经验可知，距离声源越远，声音就会越弱，这说明响度还与离开声源的距离有关系。

设计意图：观察并感受音叉所发出声音强弱的变化，了解图像反映物理规律的方法，结合生活经验归

纳影响响度的因素。

自主活动 2

参考解答：(1) 见表 2

表 2

序号	钢尺伸出桌面的长度	声音的音调(选填“高”“较高”或“低”)	钢尺的振动快慢(选填“快”“较快”或“慢”)
1	长	低	慢
2	较长	较高	较快
3	短	高	快

(2) 音调高低与钢尺的振动快慢有关。当钢尺振动较快时,发出的声音音调较高;而当钢尺振动较慢时,发出的声音音调较低。

设计意图：用表格记录实验现象,研究影响音调的有关因素。

自主活动 3

参考解答：(1) 见表 3

表 3

音叉类型	声音的音调(选填“高”或“低”)	振动图像的疏密程度(选填“疏”或“密”)
大音叉	低	疏
小音叉	高	密

(2) 通过观察振动的图像,发现大音叉的振动图像较为稀疏,这表明大音叉的振动频率较低。同时,我们听到大音叉发出的声音音调也较低。由此可知,两个音叉振动的频率不同,发出声音的音调不同。振动频率高的音叉,发出的声音音调也高。

设计意图：初步学会用图像进行分析、推理、归纳的方法。

巩固练习

1. 参考解答：响度

命题意图：能用声音的特性知识解决实际问题,增强社会责任意识。

2. 参考解答：D

命题意图：能用音调的特性解释实验现象。

3. 参考解答：图(a) 用较大的力敲击音叉,音叉振动幅度较大,发出的声音响度较大,声音振动图像的振幅较大,图(a)中振动图像的振幅大于图(b)中振动图像的振幅,所以是图(a)

命题意图：体验从图像中提取信息,能用声音的特性知识解释现象。

第 2 课时

自主活动 1

参考解答：(1) 探究音调与琴弦长度的关系：在保证琴弦粗细、松紧程度不变的情况下,调整被拨动

琴弦的有效长度,记录音调的高低。探究音调与琴弦粗细的关系:在保证琴弦长度和松紧程度不变的情况下,分别拨动不同粗细的琴弦,记录音调的高低。探究音调与琴弦松紧的关系:在保证琴弦长度不变的情况下,调整琴弦的松紧程度,拨动琴弦,记录音调的高低。(2)在其他条件相同的情况下,琴弦越短,其振动频率越高,音调也越高。在其他条件相同的情况下,琴弦越细,其振动频率越高,音调也越高。在其他条件相同的情况下,琴弦张得越紧,其振动频率变高,音调也变高。

设计意图:初步学会根据问题,控制变量,设计实验方案,基于证据归纳结论。

自主活动2

参考解答:(1)以实际测量结果为准(如19 800 Hz)(2)以实际测量结果为准(如30 Hz)(3)了解到每个人能听到的声音频率范围可能存在差异,这种差异可能由个体、年龄、长期暴露在噪声环境中(戴耳机)、声乐训练(对某些频率感知明显)等原因造成。(4)20~20 000

设计意图:了解自身听觉频率范围的上限与下限,通过交流讨论,意识到每个人的听觉频率范围可能会有所不同,认识到保护听力的重要性。

自主活动3

参考解答:相同点:振动图像的疏密相同,说明振动的频率相同;不同点:振动图像的形状不相同。

设计意图:比较分析声音振动图像的差异,了解不同发声体音色的区别。

巩固练习

1. 参考解答:C

命题意图:能用声音的特性知识解决实际问题。

2. 参考解答:音调 次声波

命题意图:知道影响音调的因素,能用超声波和次声波知识分析生活中的现象。

3. 参考解答:音调 钟的厚薄不同,即发声体的结构不同,振动的快慢不同,所以发出声音的音调不同

命题意图:用声音的特性知识解释我国古代乐器的发声原理。

第3节 声波的应用和控制

自主活动1

参考解答:(1)碎纸屑跳动 空气 橡皮膜 跳动 能量 (2)以实际测量结果为准 信息

设计意图:运用微小变化放大的实验方法,认识到声波能传递能量和信息。

想一想

参考解答:超声波的应用:海豚是通过喷水孔发出超声波,利用下颚接收超声波后直接传到内耳,由此海豚可以发现100 m以外几厘米宽的物体;“奋斗者号”潜水器上装备了很多声呐设备,有的用于与水面进行通信,有的用于探测海底地形地貌,有的用于防止潜水器与障碍物发生碰撞,有的用于跟踪海底物体,还有的用于提供定位保证安全;血管内超声成像探头前端的微型超声换能器的最小直径仅1.2 mm,它可进入到血管或心脏内,用以观察血管或心脏内的断面图像。

次声波的应用:产生次声波的声源相当广泛,现在人们已经知道的次声波声源有火山爆发、坠入大气

层中的流星、极光、地震、海啸、台风、雷暴、龙卷风、电离层扰动，等等。另外，核爆炸、火箭发射、化学爆炸也能产生次声波。由于次声波的频率很低，所以在传播过程中大气对它的吸收系数很小，它的传播距离就很远，而且它的速度大于风暴移动的速度，所以人们可以利用次声波来预报风暴的来临。此外，次声波也可用于勘探埋藏很深的矿藏、测定同温层中冷热空气团的分布、检查运转的机器隐患等。

设计意图：交流和讨论超声波和次声波的相关应用。

自主活动 2

参考解答：表格内容以实际测量结果为准 差 具体以实际测量结果为准

设计意图：通过分析实验测量数据，了解隔音效果与材料之间的关系，增强控制噪声、改善环境的社会责任感。

巩固练习

1. 参考解答：能量 信息

命题意图：知道声波能传递信息和能量，能解释生活中的声现象。

2. 参考解答：C

命题意图：知道噪声的危害，能用控制噪声的方法解决实际问题。

3. 参考解答：见表 4

表 4

日常生活中的噪声	可采取的措施	控制噪声的方法
道路运输噪声	路旁设置隔音板	控制噪声的传播途径
工地施工噪声	设定夜间禁止施工时段	控制噪声源
邻里夜间吵闹	带上耳塞	保护受噪声影响者
道路运输噪声	路旁栽种绿化	控制噪声的传播途径
夜间装修	规定夜间禁止装修	控制噪声源

命题意图：能从图中获取有效信息，知道噪声的危害及控制方法，增强保护自己、关心他人的意识。

第4章 光现象

第一部分 整章分析



学习目标

1. 了解光的反射定律,了解平面镜成像时像与物的关系,知道平面镜成像的特点,了解光的折射现象及特点,了解凸透镜对光的会聚作用和凹透镜对光的发散作用,了解凸透镜成像的规律,了解白光的组成和不同色光混合的现象。
2. 建立“光线”模型,感受物理建模的方法。建立“法线”概念,提升抽象思维能力。在分析凸透镜与凹透镜对光的作用的过程中,感受分类的方法。在分析光的折射特点的过程中,学会与光的反射定律进行对比,体会物理规律间的内在联系。
3. 经历探究光的反射定律、探究平面镜成像的特点、探究凸透镜成像规律的活动,逐步学会提出问题、搜集证据、作出解释、交流反思的科学探究方法,感受交流与评价的重要作用。
4. 观察分析常见的光现象,认识物理学是对自然现象的描述和解释。在探究过程中,养成实事求是的科学态度。在观察白光色散的活动中,感受物理之美。在了解视力矫正与透镜应用的过程中,增强保护视力意识以及将科学知识应用于日常生活和社会实践的意识。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为:

2. 3. 3 探究并了解光的反射定律。通过实验,了解光的折射现象及其特点。
2. 3. 4 探究并了解平面镜成像时像与物的关系。知道平面镜成像的特点及应用。
2. 3. 5 了解凸透镜对光的会聚作用和凹透镜对光的发散作用。探究并了解凸透镜成像的规律。了解凸透镜成像规律的应用。
2. 3. 6 通过实验,了解白光的组成和不同色光混合的现象。
4. 2. 6 探究光的反射定律。
4. 2. 7 探究平面镜成像的特点。
4. 2. 8 探究凸透镜成像的规律。

本章是在第3章“声现象”基础上,进一步走近“光现象”。主要包括光的反射定律、光的折射现象及特点、光的色散现象及成因、平面镜成像特点及凸透镜成像规律。

通过观察光现象,知道光沿直线传播的条件,学会用“光线”模型研究光的传播。在探究光的反射定律的过程中,先建立“法线”的概念,再借助“法线”确定反射光线与入射光线的位置关系。在探究平面镜成像特点的过程中,注重虚像概念的建立过程。在探究凸透镜成像规律时,利用物与像的关系图,找出成

像情况变化的关键点,得出成像规律。

本章重点是三个学生实验。在学习过程中要关注递进关系,让学生经历科学探究的各个环节,也要在不同实验中有所侧重,逐步增加实验的开放性。本章主要涉及提出问题、作出猜想、搜集证据、作出解释、交流反思的科学探究环节。本章的科学探究方法是后续进一步学习探究实验的基础,将真实情境建构为物理模型的方法为力学的学习奠定基础。

完成本章学习的内容,共需要 12 课时。其中第 1 节 2 课时,第 2 节 2 课时,第 3 节 2 课时,第 4 节 3 课时,第 5 节 2 课时,主题学习 1 课时。



第④章 光现象

阳光照向地球，送来光明和温暖。光可以传递能量和信息。本章我们将学习常见的光现象及其基本规律。

通过本章内容的学习，你将了解光的反射现象、折射现象；经历光的反射定律、平面镜成像特点和凸透镜成像规律的探究过程，感受观察、比较、归纳、推理等科学方法，增强合作交流的意识。了解我国古代对光现象研究的成就，激发民族自豪感。

太阳是离地球最近的恒星，也是最重要的自然光源。它温暖的光芒照耀着地球，不仅维持着地表温度，还为万物提供了生长所需的能量。太阳光给了我们视觉上的感知，让我们能够清晰地看到周围的世界。通过展示在太空中观看日出的壮观景色来引出本章内容，且探索光在不同介质中传播的规律也与本图相互呼应，从而激发学生对光传播现象和规律的好奇心和探究欲。



图 4-1-1 塔式光热电站

光的反射

图 4-1-1 为建于敦煌市的塔式光热电站，它利用大量的镜面反射阳光，并使其汇聚于中心塔的吸热器上，将塔内的熔盐温度加热到 500℃，可实现 24 h 连续发电。照在镜面上的阳光为什么都恰好能反射到吸热器上？

● 光是如何传播的？

- [1] 我们用肉眼看到的大部分星星是像太阳一样能自身发光的恒星，自然界中也有如萤火虫、藻类等发光的生物，人类还发明了各种各样的灯。这些能够自行发光的物体叫做光源。
- [2] 如图 4-1-2 所示，清晨的阳光穿过树叶间的缝隙沿直线照射下来。汽车前灯的光束和投影仪的光束也是直的，表明光在空气中是沿直线传播的。

图 4-1-2
清晨穿过树叶缝隙的阳光

73

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图展示的塔式光热电站镜面反射情境，引发对光的反射现象及规律的思考。
2. 经历描述光的传播路径活动，了解光沿直线传播的条件，体会建构“光线”模型的方法。
3. 通过探究光的反射定律实验过程，了解法线、入射角和反射角的含义，能初步制订实验方案，能基于现象抽象思维。
4. 通过生活中的实验和实例，了解镜面反射与漫反射。

正文解读

[1] 介绍自然光源和人造光源，知道“发光”的物体不一定都是光源，同时形成对光的反射现象的初步认识。

[2] 此处正文可设计为演示活动，通过用水雾或纸板辅助观察激光在空气中的传播，体会显示光的传播路径的方法。实验中应强调激光具有危险性，为后续学生实验中激光器的规范使用作铺垫。

[1] 此处设置“自主活动”是为了演示光在除空气(气体)以外的其他介质中的传播情况。其中,光在水中传播可利用均匀盐水。若在水中加入少量牛奶充分搅匀后进行实验,可以更清晰地呈现光的传播路径。还可以通过光在不均匀盐水、明胶等介质中不沿直线传播的现象,进一步突出光沿直线传播的条件。

[2] “光线”是一种为描述光的传播情况而建构的物理模型,并不真实存在。

关于物理模型的相关内容详见本章资料链接。

[1] 自主活动

如图 4-1-3 所示,将激光分别射向浓盐水和明胶,观察光在水和明胶中的传播路径。

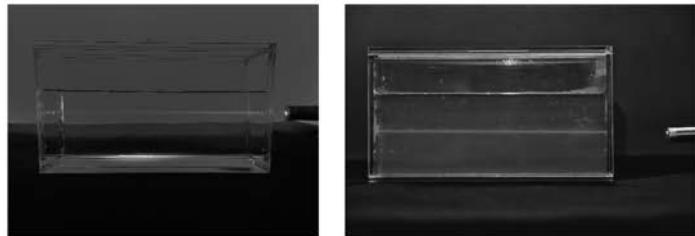


图 4-1-3 光的传播路径

由上述实验可知,光在水和明胶中都是沿直线传播的。空气、水、明胶和玻璃等都是能透光的介质,大量实验表明,光在同种均匀介质中沿直线传播。因此,高层建筑安装电梯轨道时,可用激光束检测电梯轨道是否竖直。

[2] 为了描述光的传播情况,我们用直线表示光在均匀介质中的传播路径,用箭头表示光的传播方向。图 4-1-4 中带箭头的直线叫做光线 (light ray),而光束可以看成由许多这样的光线所构成。

与声音不同,光不仅能在介质中传播,也能在真空中传播。在物理学中,用字母 c 表示真空中的光速,通常可近似取 $c = 3.0 \times 10^8$ m/s。光每秒走过的路程相当于绕地球赤道 7 圈半。

图 4-1-4 光线

光在介质中的传播速度比在真空中的小。光在空气中的传播速度接近 c ，在水中的传播速度约为 $\frac{3}{4}c$ ，在玻璃中的传播速度约为 $\frac{2}{3}c$ 。

[1] 科学与人文

小孔成像实验的记载最早见于《墨经》。如图4-1-5所示，一块带有小孔的板遮挡在物体和墙面之间，由于光在均匀介质中沿直线传播，从物体发出的光，沿直线穿过小孔，照在小孔另一侧的墙上，墙面上就出现了物体倒立的像。

元代天文学家赵友钦专门建造了实验专用房屋，以研究光源、孔的大小等相关因素对小孔成像效果的影响。



图 4-1-5 小孔成像

● 光的反射遵循什么规律？

如图4-1-6所示，微风吹过水面，水波荡漾，水面上出现粼粼的波光，这是因为射向水面的阳光经水面反射后，改变了传播方向，进入我们的眼睛，引起了视觉。光从一种介质射向另一种介质时，一部分光返回到原介质的现象称为光的反射（reflection）。



图 4-1-6 波光粼粼的湖面

- [2] 通过一束光斜射向平面镜发生反射的现象可以研究光的反射所遵循的规律。如图4-1-7所示，用斜射向平面镜的光线AO表示入射光线；
- [3] O点表示入射光线在平面镜上的入射点，用光线OB表示反射光线。

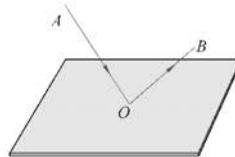


图 4-1-7
入射光线和反射光线

- [3] 如教材图4-1-7所示，光的反射现象存在于三维空间中，因此不能机械化地将光的反射现象直接转化为教材图4-1-10所示的平面模型。需先开展“实验一 探究反射光线与入射光线的关系”，确定入射光线和反射光线的位置关系。

[1] 小孔成像是光沿直线传播形成的光学现象。通过介绍我国早期的光学研究，激发民族自豪感。

可引导学生自主体验影响小孔成像现象的相关因素，如孔的形状、尺寸等，培养探究意识与学习物理的兴趣。需注意的是，光通过小孔所成的本质上不是像，是由无数个光斑组成的图形，具体说明详见本章资料链接。

[2] 光的反射现象很常见，但要研究反射规律需观察光反射前后的传播路径。可借鉴显示光沿直线传播路径的方法。

[1] 本实验是课程标准中的探究类学生实验。

科学探究主要包括问题、证据、解释、交流等要素，故教材中探究类学生实验相应设置了提出问题、搜集证据、作出解释、交流反思等栏目。

本实验分为两部分，第一部分为“实验一 探究反射光线与入射光线的关系”，第二部分为“实验二 探究反射角与入射角的大小关系”。实验一为定性实验，注重观察与推理，着重于反射光线与入射光线在空间内的位置关系。实验二为定量实验，注重测量与分析，着重于反射角与入射角的关系。

在两个实验中，法线都有着重要作用。在实验一中，法线用以确定反射光线所在的平面。在实验二中，法线用以形成反射角与入射角，从而确定反射光线在平面内的具体位置。

[1] 学生实验

探究光的反射定律

[2] 实验一 探究反射光线与入射光线的关系

提出问题

在水平桌面上放一块平面镜，光源发出的光束斜射向平面镜发生反射。改变入射光的方向或调整平面镜的方向，都会使反射光的方向发生变化。反射光与入射光的方向与平面镜有怎样的关系？提出你的猜想并说明依据。

搜集证据

• 器材

平面镜、激光笔、蜡烛灯、彩色卡纸、喷雾水瓶。

本实验不需要的器材是_____。

• 方案

① 如 4-1-8 所示，把标记好入射点 O 的平面镜水平放置，将一束激光斜射向镜面上的 O 点，喷雾显示入射光和反射光的位置。



注意

不能用激光照射人的眼睛，否则会损伤眼睛。

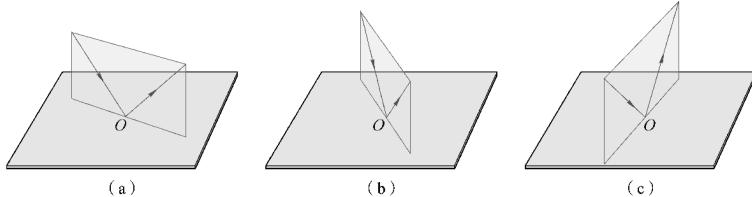


图 4-1-8 反射光和入射光的位置关系

② 转换视角观察入射光和反射光，并用卡纸寻找入射光和反射光构成的平面，在卡纸上记录入射光线和反射光线的路径和方向。
③ 观察卡纸平面和镜面的关系。
④ 通过调整激光笔的位置来改变入射光方向，重复上述实验。

[2] 实验一相关说明：(1) 通过“提出问题”栏目创设的生活情境或实验现象，引发学生思考，发展发现问题、提出问题的能力，以及根据经验和已有知识作出猜想与假设的能力。本实验通过呈现光斜射向平面镜的情境，引发关于反射光线、入射光线与平面镜三者的空间关系的思考；(2) 本实验使用激光笔作为光源，使用时要注意安全；(3) 多次实验，通过观察现象，得出无论光从哪个方向射向同一入射点，入射光线与对应反射光线总是在垂直于镜面的同一平面内；(4) 本实验中三处填空应填写：蜡烛灯 同一平面 垂直。

作出解释

·分析

反射光线和入射光线与镜面的关系。

·结论

由上述实验可知：反射光线和入射光线在_____；反射光线和入射光线构成的平面始终与镜面_____。

如图 4-1-8 所示，光沿不同方向射向入射点 O，可以找到各入射光线与其对应的反射光线所在的平面。如图 4-1-9 所示，这些平面相交于同一条直线 ON，这条直线过入射点 O 且垂直于镜面，叫做法线 (normal line)。实验表明：反射光线在入射光线与法线决定的平面内；反射光线和入射光线分别位于法线的两侧。

[1] 我们可以将光反射时的立体图简化为如图 4-1-10 所示的平面图。入射光线与法线的夹角 θ_1 叫做入射角，反射光线与法线的夹角 θ_2 叫做反射角。

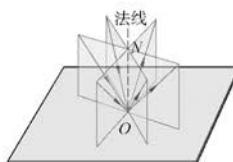


图 4-1-9
反射光线、入射光线和法线的空间关系

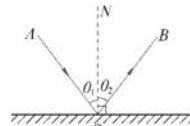


图 4-1-10 光的反射

[2] 实验二 探究反射角与入射角的大小关系

提出问题

如图 4-1-11 所示，将平面镜安装在光具盘中央，打开激光光源，让入射光线从法线的右侧射向平面镜，增大入射角，反射角的大小如何变化？反射角和入射角的大小有怎样的关系？

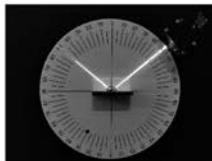


图 4-1-11 光具盘

[1] 借助教材图 4-1-9，体会反射现象中引入法线的意义。对于某一入射点而言，法线是唯一确定的，法线和入射光线决定了对应反射光线所在的平面。因此，此时可以将光的反射现象从三维空间简化为平面模型。

[2] 实验二相关说明

(1) 为便于定量研究反射角与入射角的大小关系，本实验需使用光具盘，使用中应注意平面镜放入的位置，镜面应与光具盘上的 90° 线重合，此时光具盘上的零刻度线为法线的位置；(2) 能正确记录反射角与入射角的大小，即反射光线与法线的夹角以及入射光线与法线的夹角，并填写在数据记录表中；(3) 多次实验得出反射角等于入射角的结论；(4) 本实验中两处填空应填写：反射角的大小 = 入射角的大小。

[1] 实验后开展交流反思，目的是加深对实验过程的理解，体会“光线”模型的重要作用。使用彩色卡纸的主要目的有两个，一是便于找到反射光线与入射光线所在的平面，二是便于确定该平面与反射面的位置关系。

[2] 在总结光的反射定律时，一方面要注意反射光线与入射光线之间的因果关系，故反射光线写在入射光线前；另一方面要注意光的反射定律的三个层面之间的内在逻辑关系。

搜集证据

- 器材

激光源、平面镜、光具盘。

- 方案

改变入射角的大小，观察反射角的变化情况，量出_____，归纳两者间的对应规律。

- 记录

将入射角与反射角的大小填入表 4-1-1 中。

表 4-1-1 数据记录表

入射角	30°			0°
反射角				

作出解释

- 分析

比较反射角和入射角的大小。

- 结论

由上述实验可知：反射角与入射角_____。

[1] 交流反思

实验一中彩色卡纸的作用是什么？

大量实验表明：

[2] 在反射现象中，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的两侧；反射角等于入射角。这就是光的反射定律（reflection law）。

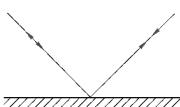


图 4-1-12 光的传播路径可逆

[3] 如图 4-1-12 所示，如果让光逆着反射光线的方向射到镜面上，反射后它会逆着原来入射光线的方向射出。这表明，在光的反射现象中，光的传播路径是可逆的。

[3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动。通过活动，学生能直观地感受在光的反射现象中，光的传播路径是可逆的。

“自主活动”中先将红色激光斜射向平面镜，接着用蓝色激光逆着红色激光反射光线的方向入射，观察蓝色激光的反射光线与红色激光的入射光线之间的位置关系。

[1] 展示生活中不同类型的光的反射现象,通过观察、比较引发思考现象不同的本质原因,感受物理知识与日常生活之间的紧密联系。

● 生活中哪些现象与光的反射有关?

- [1] 照进教室的阳光经文具上的金属部件反射,在墙面上形成亮斑,移动文具,亮斑的位置也随之移动。橡皮、木杆铅笔等文具的表面却不会引起这类现象,这是由于不同材质的表面对光的反射情况不同。
- [2] 如图 4-1-13 所示,平行激光束经平面镜反射后依旧相互平行,这种反射现象叫镜面反射(mirror reflection)。太阳光照射到建筑物外的玻璃幕墙时也会发生镜面反射。如图 4-1-14 所示,明亮耀眼的反射光会对人们的生活和生产环境造成不良影响,这种“光污染”现象越来越引起人们的重视。

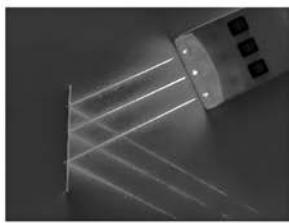


图 4-1-13 射向镜面的激光束



图 4-1-14 光污染

如图 4-1-15 所示,将平行的激光束射向纸面,纸面上映出一片红光,无法观察到明显的反射光线。这是因为将看似光滑平整的纸面放到显微镜下,可以观察到它的表面是凹凸不平的。这种凹凸不平的表面可以看成是由大量法线方向不同的小平面组成的。如图 4-1-16

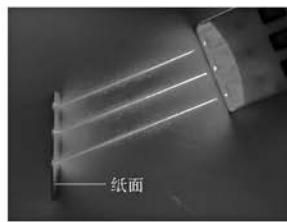


图 4-1-15 射向纸面的激光束

[2] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个观察光的不同反射类型的活动。通过活动,学生直观地感受到镜面反射与漫反射的差异。

“自主活动”中用红色平行激光束分别射向平面镜与白纸的表面,观察两类反射面呈现出的不同反射效果。通过分析光路图,归纳得到无论是镜面反射还是漫反射,都遵循光的反射定律。活动中,既要对比两类反射的区别,也要说出它们之间的联系。

习题解读

1. 参考解答：影子

长度在学生逐渐远离路灯的过程中变长。光是沿直线传播的，在学生远离路灯的过程中，路灯与学生头顶的连线与地面的夹角逐渐变小，使影子的长度变长。

命题意图：能利用光沿直线传播规律解释生活中的问题。

主要素养：科学推理；模型建构。

2. 参考解答：卡纸向上运动使小孔缩小的过程中，光屏上先呈现三角形光斑，然后随着小孔的缩小，呈现蜡烛倒立的像，即小孔成像现象。

命题意图：体验小孔成像现象，并知道其特点。

主要素养：科学推理；证据；解释。

所示，根据光的反射定律，相互平行的光束经这些方向各异的小平面反射后，反射光线射向各个方向，这种反射叫做漫反射（diffuse reflection）。我们能看到桌椅、墙壁等自身不发光的物体的原因就是光在这些物体的表面发生了漫反射，反射光射向各个方向。

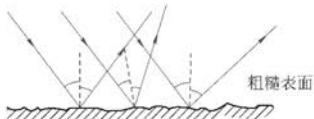


图 4-1-16 漫反射

练一练

1. 根据光的直线传播知识，说明图 4-1-17 中的学生在逐渐远离路灯的过程中，其影子的长度如何变化。



图 4-1-17

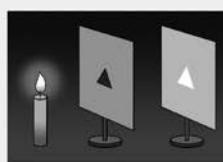
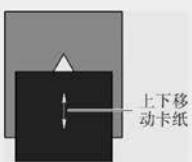


图 4-1-18



2. 如图 4-1-18 (a) 所示，在暗室的水平桌面上依次放置蜡烛、开有三角形孔洞的卡纸、一块作为光屏的白色硬纸板。点燃蜡烛后，光屏上有一个较亮的三角形光斑。然后如图 4-1-18 (b) 所示，移动黑色卡纸逐渐改变三角形孔洞的大小，简述在光屏上出现的变化。

3. 与镜面夹角为 30° 的入射光线AO经平面镜反射后，反射角多大？在图4-1-19中，画出反射光线OB，并标出入射角和反射角。

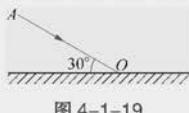


图4-1-19

4. 图4-1-20中，AB为光热电站的中心塔。利用镜面可将太阳光反射到塔上某处。POQ为其中一束光线经平面镜反射的路径示意图。试通过作图标出平面镜的位置和入射角的度数。



图4-1-20

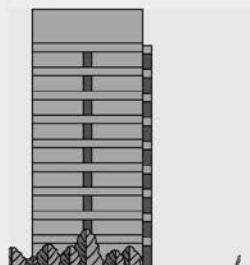


图4-1-21

5. 激光测距技术广泛应用于人们的生产和生活中。激光测距仪向目标发射激光束并接收反射回来的激光束，通过测出激光往返的时间，可以算出激光测距仪与目标物之间的距离。若站在图4-1-21所示位置，用激光测距仪测量学校教学楼的高度，简述测量方法。

3. 参考解答：如图

1所示

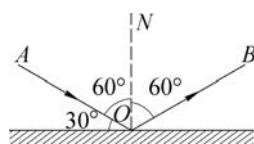


图1

命题意图：能利用光的反射定律，确定反射光线的位置。

主要素养：科学推理；模型建构。

4. 参考解答：如图

2所示

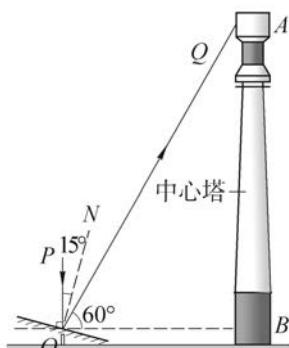


图2

命题意图：用光的反射定律逆向思维。

主要素养：科学推理；模型建构。

5. 参考解答：如图

3所示，在某一位置用激光测距仪向楼顶发射激光，测得人与楼顶的

距离 h_1 ；再测得人到大楼的水平距离 h_2 ，利用勾股定理得出大楼的高度为 $\sqrt{h_1^2 - h_2^2}$ 。

命题意图：利用光的反射定律解决实际问题。

主要素养：科学推理；模型建构；解释。

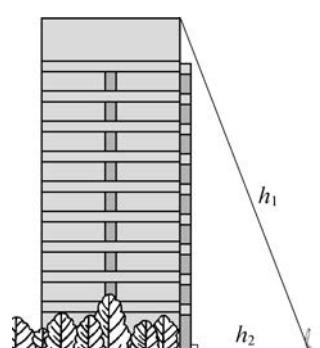


图3

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图中展示的国家大剧院倒影情境，引发对平面镜成像特点的思考。

2. 分析生活实例，了解平面镜，体会分类归纳的方法。

3. 通过探究平面镜成像特点的实验过程，了解平面镜成像时像与物的关系，感受等效替代的方法。

4. 通过作图了解平面镜成像原理，以及平面镜在生活中的应用，感受科学技术对人类生活的影响。



图 4-2-1 国家大剧院

第2节

平面镜成像

[1] 如图 4-2-1 所示，国家大剧院的中心建筑是人工湖环绕的半椭球体。建筑实体在水中形成倒影。为什么水中倒影与水面上的实体完全对称，宛如悬浮于空中的飞艇？

● 什么是平面镜？

生活中有各种各样的镜面。如图 4-2-2 所

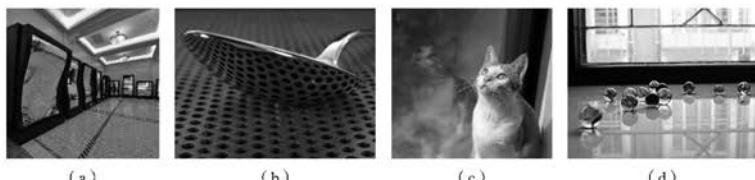


图 4-2-2 生活中的镜面

正文解读

[1] 国家大剧院在人工湖中的倒影与本体相连接，像与物难以分辨。其实，平面镜成像是光的反射现象形成的，光照射到水面后，由于一部分光线会发生折射，因此反射光线所形成的像会比物体暗一些。通过本图初步感受平面镜成像中像与物的对称关系，为后续猜想成像特点作铺垫。

示的哈哈镜、不锈钢勺表面、透明玻璃板、抛光大理石地面等都可视为镜面。

- [1] 有些镜面的反射面是曲面，如金属勺和哈哈镜；有些镜面的反射面是平面，如玻璃板、大理石地面、平静的水面和穿衣镜的表面。反射面是平面的镜面称为平面镜（plane mirror）。图4-2-2中玻璃板内的“猫”、大理石地面下的“玻璃球”都是物体通过平面镜所成的像。

● 平面镜成像有什么特点？

照镜子时，我们常会远离镜子看看整体形象，靠近镜子看看细节。此时镜中像的位置、像的大小似乎也在随着人的移动发生变化。

- [2] 如图4-2-3所示，将一盏点亮的蜡烛灯置于竖直放置的镜子前，能看到蜡烛灯的像。若将手伸到镜后摸一下，不仅摸不到像，也无法在镜中看到手。

乘坐地铁时，看到玻璃窗外广告牌的同时也能看到自己的像。我们可以用玻璃板作为平面镜来研究平面镜成像的特点。

- [3] 如图4-2-4所示，将玻璃板竖直立于水平桌面上，在玻璃板前放一盏点亮的蜡烛灯，看到蜡烛灯的像在玻璃板的后面。将光屏放置在玻璃板后，直接观察光屏，无论怎么移动光屏，都不能在光屏上看到蜡烛灯的像。

平面镜所成的这种能被人眼观察到，但不能呈现在光屏上的像是虚像。



图4-2-3 平面镜成像

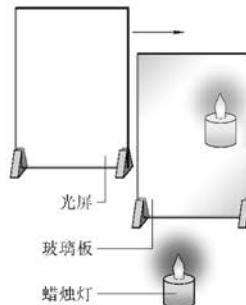


图4-2-4 玻璃板成像

[1] 展示生活中各种镜面，归纳共性、分析差异，认识到光滑平整的物体表面可看作平面镜。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是感受玻璃板在探究平面镜成像特点中的作用。

在探究过程中，找到像的位置是研究成像特点的关键之一。通过实验体验和生活经验，了解到用水银镜无法确定像的位置，需寻找合适的平面镜作为实验器材。

[3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是初步感受虚像，体会用等效替代来确定像与物的位置、比较像与物的大小。

在平面镜后放置光

屏，对比在平面镜前后观察像的不同感受，认识到只有在平面镜前才能观察到像，初步建立虚像是一种能被人眼观察到，但无法在光屏上呈现的像。为后续了解平面镜成像原理是光的反射作铺垫。

虚像概念是学习的难点，是通过平面镜成像特点和凸透镜成像规律的探究活动初步建立的。关于实像和虚像的相关内容详见本章资料链接。

[1] 本实验是课程标准中的探究类学生实验。

在提出问题阶段，以实验现象为依据，从像与物的位置关系和大小关系的角度作出猜想，并提出进一步的假设。

搜集证据是实验的重要一环。以确定像的位置、比较像与物大小关系为目的，引导学生选择合适的实验器材，制订实验方案。

多次实验、记录多组数据得出平面镜所成像与物关于平面镜对称的几个基本特征：平面镜所成像与物大小相等；像距与物距相等；像物连线与镜面垂直。在此基础上，归纳平面镜成像特点。

本实验中四处填空应填写：激光笔 相等 等于 垂直。

学生实验

[1] 探究平面镜成像的特点

提出问题

在直立的玻璃板前放一盏点亮的蜡烛灯A，像在玻璃板后。当蜡烛灯A靠近或远离玻璃板时，玻璃板中的像如何变化？描述你观察到的现象，猜想像和物的位置和大小之间存在什么关系？

搜集证据

· 器材

薄玻璃板、白纸、激光笔、蜡烛灯（如图4-2-5所示，其中A、B蜡烛灯完全相同）、刻度尺。本实验不需要的器材是_____。

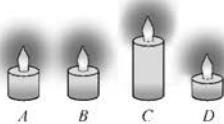


图4-2-5 蜡烛灯

· 方案

①如图4-2-6所示，在水平桌面上铺一张白纸，将薄玻璃板竖直置于白纸上，记下玻璃板的位置OO'。

②在玻璃板前放一盏点亮的蜡烛灯A，透过玻璃板观察蜡烛灯A的像。

③在玻璃板后分别放置未点亮的另外三盏蜡烛灯B、C、D，移动玻璃板后的蜡烛灯寻找蜡烛灯A所成像的位置。从玻璃板前面不同位置看去，当玻璃板后的蜡烛灯与A的像重合，好像也被点亮时，玻璃板后蜡烛灯的高度即像的高度，玻璃板后蜡烛灯的位置即像的位置。

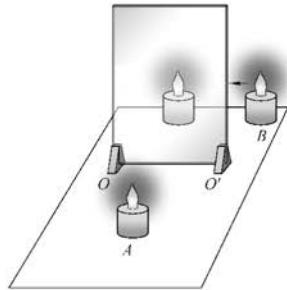


图4-2-6 探究平面镜成像特点

[2] ④在白纸上用圆点记录蜡烛灯A和像的位置。

⑤比较像与蜡烛灯A的高度。

⑥改变蜡烛灯A的位置，重复实验。

· 记录

用直线把每次实验中蜡烛灯A和像在纸上的标记连起来，观察这些连线与OO'之间的关系，分别用刻度尺量出蜡烛灯A和像到OO'的距离。

[2] 应注意蜡烛灯是圆柱体物体，标记像与物的位置时要取对应点，例如均取最接近玻璃板的位置。

[1] 如玻璃板的厚度无法忽略、桌面无法严格水平等，会导致实验数据存在误差，建议将玻璃板面向蜡烛灯A的那一平面作为反射面，记为玻璃板的位置 OO' 。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是进一步理解平面镜成像特点。

此活动有两部分。

一是利用平面镜成像中像与物关于平面镜对称的特点，引导学生通过找对称点的方式得到物体AB在平面镜中所成像 $A'B'$ 的位置。二是将大小相同的两个物体，一远一近地放置在平面镜前，观察两个物体所成像的大小，解释两个像看上去大小不同但两个物体大小相同的原因。

“近大远小”是人眼的一种视觉效果。在交

将蜡烛灯A到平面镜的距离、像到平面镜的距离填入表4-2-1中。

表4-2-1 数据记录表

实验次数	蜡烛灯A到平面镜的距离/cm	像到平面镜的距离/cm
1		
2		
3		

作出解释

- 分析

[1] 比较像与物的大小、像与物到平面镜的距离，像与物连线与镜面的关系，像的大小与位置的关系。

- 结论

由上述实验可得：像与蜡烛灯A的大小_____；像到平面镜的距离_____蜡烛灯A到平面镜的距离；像和蜡烛灯A的连线_____于镜面；像与蜡烛灯A关于镜面对称。

交流反思

[2] 判断同样大小的物体在镜子里成的像是否“近大远小”，简述理由。

大量实验表明：

平面镜所成的像是虚像；像和物体的大小相等；像和物体到平面镜的距离相等。

●为什么平面镜所成的像是虚像？

在实验中，我们发现平面镜后的蜡烛灯虽然没有点亮，但是在平面镜中却能看到一盏点亮的蜡烛灯，这是因为它与镜前已点亮的蜡烛灯的像

流反思中用实验结论说明平面镜中所成像的大小只与物体自身大小有关，与物距无关。

[1] 虚像的概念是学习的难点。根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动,目的是了解平面镜成像的原理。

“自主活动”中,将一张黑纸放在玻璃板后,观察到像不仅没有消失,反而更清晰了。说明平面镜成像是由光的反射产生的,增加黑纸后,透射光减少,故成像更清晰。通过教材图4-2-7,解释平面镜成像原理及平面镜成虚像的原因。

虚像的形成是由于人眼在观察发光点时,是根据射入眼睛的那部分光线的最后方向和发散程度来判断它们发光中心的位置的。所以当一束成虚像的发散光束射入眼睛后,人的感觉是在这束光的延长线交点处似乎有一个发光点。

重合了。如图4-2-7所示,平面镜前蜡烛灯上的点S向四处发光,其中部分光经平面镜反射后

[1] 进入我们的眼睛,引起视觉感受,我们的眼睛主观上会感觉这些反射光线好像是从反射光线的反向延长线的交点S'发出的,似乎点S'也在镜后向四处发光。点S'是点S在平面镜中所成的像。由于光并非真的从点S'处发出,所以平面镜所成的像是虚像。临水而建的国家大剧院在水中的倒影为虚像,虚像与水面上实体关于水面对称,宛如一个完整的椭球体。

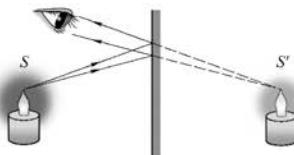


图4-2-7 平面镜成虚像

[2] 平面镜在生活中的应用非常广泛。如图4-2-8所示,电梯间用平面镜装饰,使乘客感觉空间更宽敞;舞蹈演员通过平面镜观察和修正自己的动作;牙科医生利用小镜子来看清口腔内的情况等。



图4-2-8 平面镜的应用

[2] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组讨论活动,目的是通过列举生活中平面镜应用的场景,渗透物理与生活的紧密联系。平面镜在生活中应用广泛,有利有弊,应引导学生分类讨论。

[1] “拓展视野”介绍了凸面镜与凹面镜的结构特点、对光的作用，以及生活中的一些简单应用。

与平面镜相比，凸面镜、凹面镜也能成像，根据不同的成像特点，在生活中有不同的应用场景。

与透镜类似，凸面镜、凹面镜对光也有发散作用、会聚作用，既能成实像，也能成虚像。

题解读

1. 参考解答：不变 0.8

命题意图：用平面镜成像特点分析生活情境。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：如图4所示

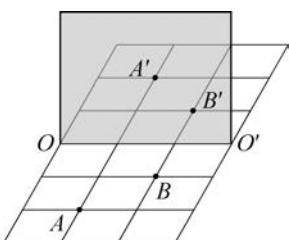


图4

[1]

拓展视野

除了平面镜，生活中常见的镜面还有凸面镜和凹面镜。金属勺子的上表面相当于凹面镜，下表面则相当于凸面镜。

凹面镜对光有会聚作用，图4-2-9中的太阳灶和医生用的额带反光镜都是由凹面镜制成。额带反光镜能将反射光聚在一起，便于医生更清晰地观察患处。



(a) 太阳灶烧水



(b) 额带反光镜



(a) 广角镜



(b) 汽车后视镜

图4-2-9 凹面镜的应用

图4-2-10 凸面镜的应用

凸面镜对光有发散作用。图4-2-10所示的广角镜和汽车后视镜等都是由凸面镜制成，能显示更大的视野。

图4-1-1中的塔式光热电站，需让尽可能多的阳光反射后会聚于同一位置，所用的镜面并不是平面镜，有像碗碟的碟形镜面，也有向内弯曲的抛物镜面。

练一练

1. 某同学站在平面镜前整理校服，他与镜面的距离为1m，当他走近平面镜时，镜中像的长度_____(选填“变小”“不变”或“变大”)；此时他与镜面的距离变为0.4m，则他与镜中像的距离应为____m。

2. 如图4-2-11所示，将平面镜竖直放置在方格纸上。在方格纸上标出物体A对应的像A'的位置，并标出像B'对应的物体B的位置。

87

命题意图：回顾实验过程，确定像的位置。

主要素养：模型建构；证据。

3. 参考解答: 9时

25分

命题意图:用平面镜成像特点解决实际问题。

主要素养:科学推理。

4. 参考解答:已知视力检测时的要求是被测的人与视力表的距离为5m。但房间太小,可以利用平面镜成像特点使人与视力表的像的距离为5m,因此在左侧墙壁安装平面镜。因为视力表距离平面镜4m,所以视力表在平面镜中所成的像距离平面镜4m,因此人应面对平面镜站立,与平面镜的距离为 $5\text{ m} - 4\text{ m} = 1\text{ m}$ 。

命题意图:用平面镜成像特点解决实际问题。

主要素养:科学推理;证据;解释。

主题学习参考解答:(1)右侧的水面较为平静,可看作平面镜,房屋在平静的水面形成虚像即房屋的倒影,是镜面反射所成的平面镜成像现象。(2)右侧水面看作平面镜,产生镜面反射。左侧水面表面凹凸不平,这种凹凸不平的表面可以看成是由大量法线方向不同的小平面组成,产生漫反射现象。太阳光经这些方向各异的小平面反射后,反射光线射向各个方向,所以反射光进入人眼引起视觉的水面会让人感觉特别亮,反射光未进入人眼的水面会让人感觉暗,因此感觉波光粼粼。

命题意图:这是本章的第一个主题学习,知道平面镜成像原理,结合镜面反射与漫反射,解释现象。

主要素养:科学推理;解释。

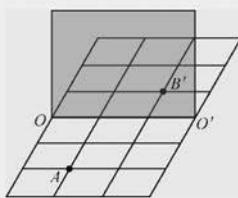


图 4-2-11



图 4-2-12

3. 将钟竖直悬挂在平面镜前,图4-2-12为钟在平面镜中的像,此时钟面显示的时间是_____。

4. 图4-2-13为眼镜店的平面图,墙上贴有视力表。按规定,视力检测的标准距离为5m,超过了这家眼镜店室内的左右距离。请你帮助店主解决这个问题,并在图中相应位置标注检测者站立的位置及方向。

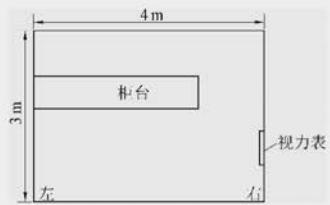


图 4-2-13

► 主题学习:生活中的光现象 1

如图4-2-14所示,小石堤将河水一分为二,右侧的水面呈现出房屋的倒影,左侧的水面则是波光粼粼。

(1)右侧的水面为什么能形成倒影?

(2)为什么小石堤两侧水面的光现象不同?



图 4-2-14

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的筷子“弯曲”情境，引发对光的折射现象的思考。
2. 通过实验，了解光的折射现象及其特点，发展观察现象归纳规律的实验能力。
3. 分析生活实例，了解折射现象的原理。
4. 通过生活中的实例和实验现象，了解白光的组成和不同色光混合后的现象。

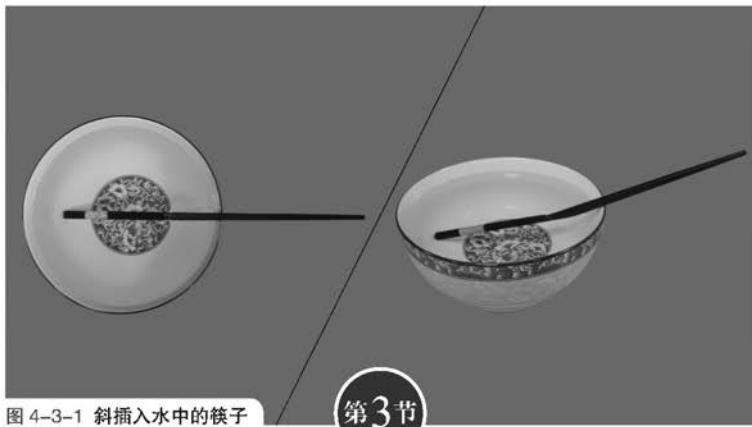


图 4-3-1 斜插入水中的筷子

第3节

光的折射

- [1] 如图 4-3-1 所示，将筷子斜插入盛有水的碗中。从碗的正上方看，整根筷子似乎是笔直的。而从侧上方看，筷子看起来向上弯折了，为什么会出现这种现象？

● 什么是光的折射现象？

我们知道，光在同种均匀介质中是沿直线传播的。自然界中的光不总在一种介质中传播，当光从一种介质射向另一种介质时，一部分光返回原介质中，发生光的反射现象。还有一部分光会进入另一种介质。我们通过实验来观察进入另一种介质的那一部分光的传播路径。

89

正文解读

- [1] 节首图展示从不同视角观察筷子斜插入水中的情境，引发思考现象产生的原因，引出光的折射现象。

[1] 通过“自主活动”了解折射光线、反射光线和入射光线的空间位置关系，并进一步体会“光线”模型和法线在研究光学现象中的重要作用。活动中，注意调配浓盐水时要搅匀，可以借助水雾、烟雾等呈现光路，便于观察。

[2] 与光的反射现象进行类比和对比，用研究光的反射定律的实验方法来研究光的折射现象。

[3] 通过“自主活动”，了解折射角随入射角的变化情况。可设计为学生探究活动，活动中要注意光具盘的规范使用，以及防止激光对眼睛造成伤害。本活动只需定性比较，但需要尽可能多地改变入射角，得出折射角随入射角变化的情况。活动中可能出现全反射现象，相关内容详见本章资料链接。

[1] 自主活动

如图 4-3-2 所示，玻璃容器中盛有浓盐水，水面上方有烟雾。一束激光从空气斜射向水面，分别从侧面和上方观察激光的传播情况。

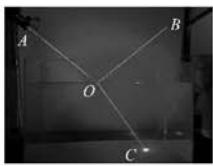


图 4-3-2 光斜射入浓盐水

实验表明，光从空气斜射入浓盐水，光的传播方向发生变化。光从一种介质斜射入另一种介质时传播方向发生偏折的现象，叫做光的折射 (refraction)。

[2] 实验中发现，从上方竖直向下看，反射光线恰好遮住水中的折射光线，说明折射光线、反射光线和法线在同一平面内。我们可以将光的折射现象用图 4-3-3 所示的平面图表示。光线 AO 表示入射光线，光线 OC 表示折射光线， O 为入射点。 NN' 为过入射点 O 且垂直于分界面的法线，入射光线与法线的夹角 θ_1 叫做入射角，折射光线与法线的夹角 θ_2 叫做折射角。

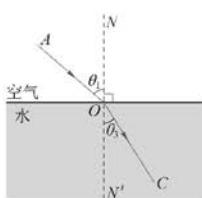


图 4-3-3 光的折射

[3] 自主活动

如图 4-3-4 所示，在光具盘中央放一块半圆形玻璃砖。一束激光从空气斜射向半圆形玻璃砖的中心 O 。观察玻璃砖中的折射光线，比较折射角与入射角的大小关系。改变入射角的大小，观察折射角的变化情况。



图 4-3-4 光从空气斜射入玻璃

把玻璃砖换成水槽重复上述实验。

实验发现，当光从空气斜射入水或其他透明介质中时，折射光线向法线偏折，折射角小于入射角。减小入射角，折射角也随之减小；增大入射角，折射角也随之增大。当光垂直于界面入射时，光的传播方向不发生偏折。

大量研究表明：

- [1] 光发生折射时，折射光线、入射光线和法线在同一平面内，折射光线和入射光线分别位于法线的两侧。不同介质对光的折射本领是不同的。

● 生活中哪些现象与光的折射有关？

炎炎夏日，清澈见底的山中潭水（图4-3-5），让人有下水嬉戏的欲望，但千万不要觉得水看起来不深就贸然下水，在潭边上看水的深度总比实际的要浅一些，这是因为光发生了折射。如图

- [2] 4-3-6所示，在容器底部有一个石块，它从水下发出的光线AO和AO'在斜射向空气时发生折射，折射光线OB和O'C进入人眼时，由于人感觉光是沿着直线传播的，会认为光线是从OB与O'C反向延长线的交点A'射出的。人看到的石块的像在石块实际位置的上方。图4-3-1中的筷子看上去折成两段也是同样的道理所致。

光的折射还会形成许多有趣的现象。图4-3-7



图4-3-5 潭清疑水浅

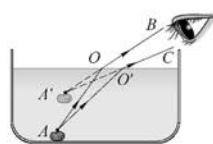


图4-3-6 水变“浅”

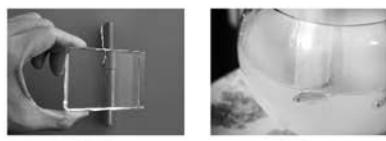


图4-3-7 与折射有关的生活现象

[1] 在归纳结论时可以类比光的反射定律，同时也要注意折射与入射之间的因果关系。在归纳“不同介质对光的折射本领是不同的”这一结论时，可以控制入射角相同，比较在水中、盐水中与玻璃中的折射角，多次实验进行归纳。

[2] 通过教材图4-3-6，了解光的折射现象中形成虚像的原因。也可以类比平面镜成虚像，呼应节首图，来自筷子在水中部分的光，经折射后进入人眼中，人感觉筷子是在折射光线反向延长线的交点处，因此筷子像的位置在实际位置上方，所以感觉向上弯折了。

[1] 通过“自主活动”了解白光的色散现象。演示时，光源可选择阳光、投影仪或者白色 LED 强光手电。学生自主体验时，为安全起见，建议用阳光或白色 LED 非强光手电。为更好地呈现色散效果，建议使用折射率高的玻璃材质的三棱镜。



图 4-3-8 雨后彩虹

中的笔好像被玻璃砖分成了三段、水中的一条小鱼似乎变成了两条小鱼等，这些现象都与光的折射有关。

● 白光是单色光吗？

“赤橙黄绿青蓝紫，谁持彩练当空舞？雨后复斜阳，关山阵阵苍”，《菩萨蛮·大柏地》一开始便以破空而来的生花妙笔描绘了傍晚雨后彩虹高悬天际的斑斓夏景，令人赞叹。如图 4-3-8 所示，彩虹是阳光照射到空气中的水珠后形成的视觉效果。

[1] 自主活动

图 4-3-9 中无色透明的玻璃三棱柱叫做三棱镜。让一束太阳光通过狭缝照射三棱镜，从三棱镜射出的光照射到光屏上，可以观察到光屏上出现_____。

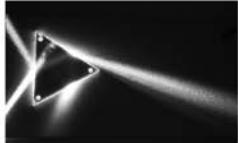


图 4-3-9 白光通过三棱镜

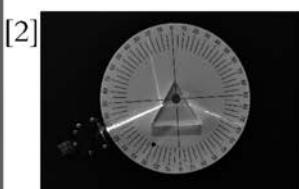


图 4-3-10 激光斜射入三棱镜

实验中观察到白色的太阳光通过三棱镜后在光屏上形成一条由红到紫连续排列的彩色光带。像这种白光被三棱镜分解成许多不同颜色的光的现象称为光的色散 (dispersion)。

进一步研究表明，白光可以分解为由红到紫连续排列的彩色光带。由多种色光合成的光叫做复色光，白光就是一种复色光。

如图 4-3-10 所示，将红色激光斜射至三棱镜的一边，发现红光经过三棱镜折射后，不会发生色

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是知道单色光以及光的色散原因。

用红色激光、绿色激光从同一位置斜射至三棱镜，折射光线不发生色散，说明红光、绿光是单色光。通过比较红光、绿光经过三棱镜折射后的折射光线与入射光线延长线之间的夹角大小关系，反映三棱镜对不同单色光的折射程度不同。由绿光的偏折程度大于红光的现象可知，三棱镜对绿光折射程度更大，推理得出光的色散是由于三棱镜对不同色光的折射程度不同形成的。

关于色散现象成因的具体说明详见本章资料链接。

散现象，这样的色光叫做单色光。若绿色激光从同一方向斜射至三棱镜的一边，绿光通过三棱镜后偏折程度大于红光。这说明三棱镜对不同色光的折射程度不同。正是因为这个缘故，由各种单色光组成的白光经过三棱镜后才会形成彩色的光带。

- [1] 用放大镜观察计算机或手机屏幕上的白色图像，发现白色的图像并不是由白色光点组成的，而是由红、绿、蓝三种颜色光点组成的。
- [2] 进一步研究表明，红、绿、蓝三种色光是无法用其他色光混合而成的。如果把红、绿、蓝光按照一定的比例照射在白色光屏上，将看到的如图 4-3-11 所示的各种色光。

我们通过电视、手机的屏幕看到的影像都是由红、绿、蓝三种颜色的光点按照不同的比例混合，引起的视觉感受。

练一练

1. 在图 4-3-12 中，光线从空气斜射入水中，入射角为 50° ，试在图中画出折射光线的大致方向。

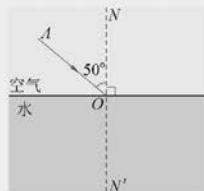


图 4-3-12

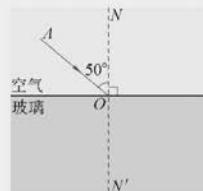


图 4-3-13

2. 玻璃对光的折射本领比水强。如图 4-3-13 所示，光线从空气

2. 参考解答：如图 6 所示，玻璃对光的折射本领比水强，所以折射角应小于图 5 的折射角。

命题意图：根据光的折射规律作图，解释现象。

主要素养：模型建构；科学推理；解释。



图 4-3-11 光的三原色

[1] 直接观察屏幕难以看到像素点，可以借助放大镜，或在屏幕上滴水珠。水珠可看作凸透镜，有同样的放大效果。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个观察三原色光合成的活动，目的是知道白光是复色光，了解三原色光。活动中，使用红、绿、蓝三色光源，两两组合，照射在白墙或白色光屏上，观察重叠部分的颜色。再将红、绿、蓝全部打开，照射在白墙或白色光屏上，观察重叠部分的颜色。

习题解读

1. 参考解答：如图 5 所示

命题意图：根据光的折射规律作图。

主要素养：模型建构；科学推理。

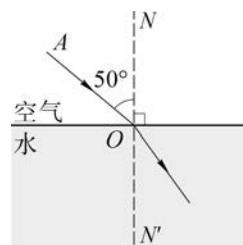


图 5

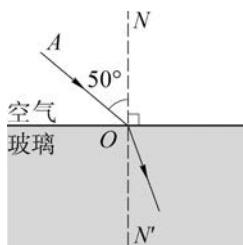


图 6

3. 参考解答：不能。水下的鱼发出的光线在斜射向空气时发生折射，折射光线向远离法线的方向偏折，人逆着折射光线看去，就会感觉鱼的位置更靠近水面，所以需要瞄准的方向为鱼的下方，这样才能叉到鱼。

命题意图：知道光折射所成像的位置高于物体实际位置，解释生活中的现象。

主要素养：科学推理；解释。

4. 参考解答：如图7所示

命题意图：知道光的色散现象及成因。

主要素养：科学推理；解释。

主题学习参考解答：(1) 鱼和云都是虚像。(2) 鱼是光折射形成的像，云是光反射形成的像。

命题意图：这是本章的第2个主题学习，分析真实的光学现象，解释现象的本质。

主要素养：科学推理；质疑；解释。

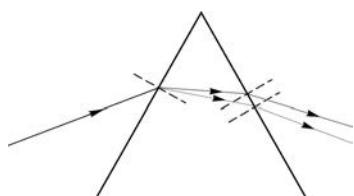


图7

斜射入玻璃中，入射角为 50° ，试在图中画出折射光线的大致方向。与图4-3-12作比较并简述理由。

3. 如图4-3-14所示，鱼在清澈的水中游动，若渔夫沿着看到鱼的方向叉鱼，能否叉到鱼？简述原因。



图4-3-14

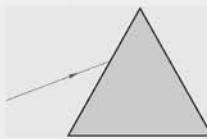


图4-3-15

4. 观察图4-3-9中白光通过三棱镜产生的色散现象。在图4-3-15中画出白光通过三棱镜的大致光路图和七彩光带的大致位置。

► 主题学习：生活中的光现象2

图4-3-16中可以看到“鱼在云中游”的神奇现象。

(1) 图中的鱼和云是实物还是像？

(2) 简述“鱼在云中游”这种光现象是怎么形成的。



图4-3-16

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图呈现的水滴成像场景，引出透镜成像特点的相关问题。
2. 通过对实例的分析，了解透镜，体会分类归纳的方法。
3. 经历观察透镜对光的作用活动，了解凸透镜对光的会聚作用和凹透镜对光的发散作用，体会“光线”模型的作用。
4. 通过探究凸透镜成像规律的实验过程，学会记录和分析数据、能归纳和表述实验结论。

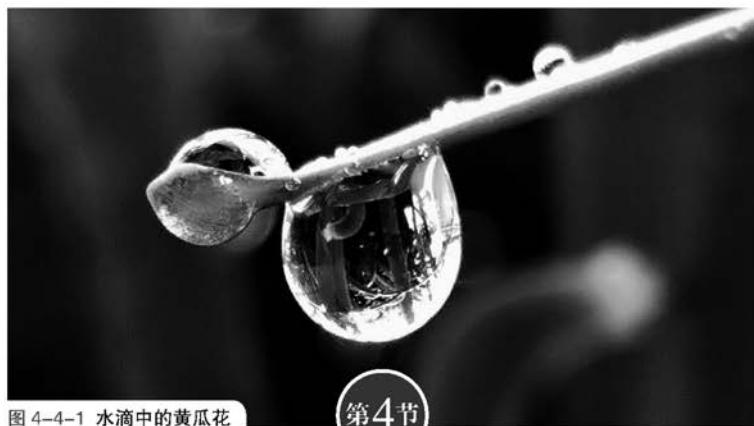


图 4-4-1 水滴中的黄瓜花

第4节

凸透镜成像

[1] 图 4-4-1 中有一水滴挂在枝头。透过水滴，我们看到一朵黄瓜花，它是上下倒置且缩小的。能否透过水滴看到放大的黄瓜花？

● 什么是透镜？

我们把两侧表面都是球面的一部分或一侧表面是球面的一部分而另一侧表面是平面的透明体叫做透镜（lens）。厚度远小于球面半径的透镜叫做薄透镜。

根据透镜中间与边缘厚度的差异，常把透镜分为凸透镜和凹透镜两类，如图 4-4-2 所示，中间比边缘厚的透镜叫做凸透镜（convex lens），中间比边缘薄的透镜叫做凹透镜（concave lens）。

图 4-4-1 中的水滴可以看作一块天然的凸透镜。

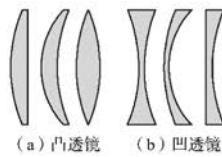


图 4-4-2 两种透镜

95

正文解读

[1] 节首图展示的是通过水珠所成的倒立、缩小的黄瓜花的像。说明圆润的水珠可以看作凸透镜，此时黄瓜花离水珠的距离大于 2 倍焦距。通过本图引发思考为什么能看到倒立、缩小的黄瓜花，引出凸透镜及其成像规律的内容。

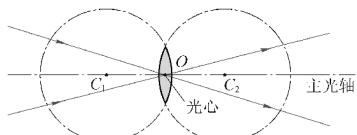
[1] 真实的透镜不一定是两侧对称，本章仅仅研究两侧对称的薄透镜。

[2] 此处设置“想一想”是为了引发思考。如眼镜、放大镜等都是透镜，眼睛也可以看作透镜。这些生活中的透镜，有的是凸透镜，有的是凹透镜。让学生交流，有助于建立透镜与生活实例的联系。

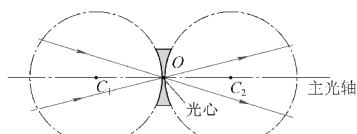
[2] 想一想

生活中哪些常见物品上用到了透镜？

[1] 如图 4-4-3 所示，通过透镜两个球面球心的直线 C_1C_2 叫做透镜的主光轴，简称主轴。光通过透镜会发生折射，使光的传播方向发生偏折。但在主轴上有一个特殊点，通过该点的光传播方向不发生改变，这个点叫做透镜的光心，用字母 O 表示。薄透镜的光心可被视作透镜的中心。



(a) 凸透镜



(b) 凹透镜

图 4-4-3 透镜的主光轴和光心

● 透镜对光有什么作用？

俗话说“冰火两重天”，但我国古代很早就掌握了用冰取火的巧妙方法。据公元前 2 世纪成书的《淮南万毕术》记载：“削冰令圆，举以向日，以艾承其影，则火生。”如图 4-4-4 所示，将冰做成凸透镜，然后对着太阳，使太阳光会聚为一个很小的光斑，放在光斑处的易燃物就会燃烧起来。



图 4-4-4 冰透镜取火

[1] 自主活动

用平行于主轴的激光束照射凸透镜，观察平行光束通过凸透镜后的偏折情况。可以看到上、下两束平行光通过凸透镜后向_____（选填“靠近”或“远离”）主轴的方向偏折，它们_____（选填“会”或“不会”）交于一点。

凸透镜对光有会聚作用，也被称为会聚透镜。如图 4-4-5 所示，平行于主轴的光经凸透镜折射后，会聚于主轴上的一点，该点叫做凸透镜的焦点 (focus)，用字母 F 表示，凸透镜的焦点到光心的距离叫做焦距 (focal length)，用字母 f 表示。

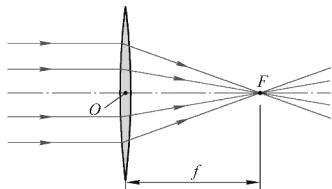
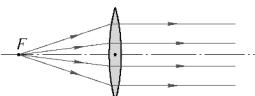


图 4-4-5 凸透镜的焦点和焦距

- [2] 凸透镜的两侧各有一个焦点，凸透镜的焦距能反映凸透镜对光会聚作用的强弱，焦距越短，对光的会聚作用就越强。

如图 4-4-6 所示，位于凸透镜焦点处光源发出的光经凸透镜折射后，平行于主轴射出。有些强光手电筒巧妙地运用了这一特点，将光源置于凸透镜的焦点处，光源发出的光经凸透镜折射后成为平行光束射出，这样就能在夜晚照亮前方较长的一段距离。

图 4-4-6
焦点处光源发出的光经
凸透镜折射

[1] 通过“自主活动”了解凸透镜对光的会聚作用。本活动建议让学生体验，提供光具盘和凸透镜。观察平行于主轴的激光束经过凸透镜折射后的传播特点。

- [2] 建议提供不同焦距的凸透镜，对比它们会聚作用的差异。

[1] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动,通过观察平行于主轴的光通过凹透镜折射后的传播特点,认识凹透镜对光的发散作用。可对比凸透镜的焦点,结合虚像的概念,了解凹透镜的虚焦点。

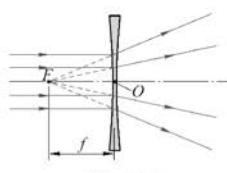


图 4-4-7
凹透镜的虚焦点和焦距

[2] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动,目的是通过活动知道凸透镜的几类成像情况,了解光具座的作用,知道如何准确找到实像的位置,学会观察虚像,为后续探究凸透镜成像规律打下基础。

“自主活动”有两个关键步骤。(1) 使用放大镜观察身边的物体,知道放大镜能成正立放大、倒立放大、倒立缩小的像,猜想成像情况与物距的关系。(2) 引导学生使用光具座找到实像的位置,将发光物、凸透镜、光屏依次放置在光具座上,调节它们的中心在同一高度;固定发光物、凸透镜的位置,移动光屏;观察到光屏上出现较为清晰的像后,缓慢、来回移动光屏,观察光屏上像的清晰程度,直到最清晰为止,该位置即实像的位置。观察虚像时,无需光屏,需要从光屏侧透过透镜观察。

[1] 凹透镜对光有发散作用,也被称为发散透镜。如图 4-4-7 所示,平行于主轴的光通过凹透镜后,会向远离主轴的方向偏折,这些发散光的反向延长线相交于主轴上一点。由于这个点不是实际光线的交点,该点叫做凹透镜的虚焦点,也用字母 F 表示。虚焦点到凹透镜光心的距离叫做凹透镜的焦距,也用字母 f 表示。凹透镜两侧各有一个虚焦点。

● 凸透镜成像有什么规律?

[2] 放大镜是一个凸透镜,可以用它来研究凸透镜的成像情况。我们将物体到凸透镜的距离称为物距,用符号 u 表示,像到凸透镜的距离称为像距,用符号 v 表示。如图 4-4-8 所示,把放大镜置于书本上方,然后将放大镜渐渐远离书本,增大物距,看到的像先是正立、放大的,然后变成倒立、放大的,最后变成倒立、缩小的像。

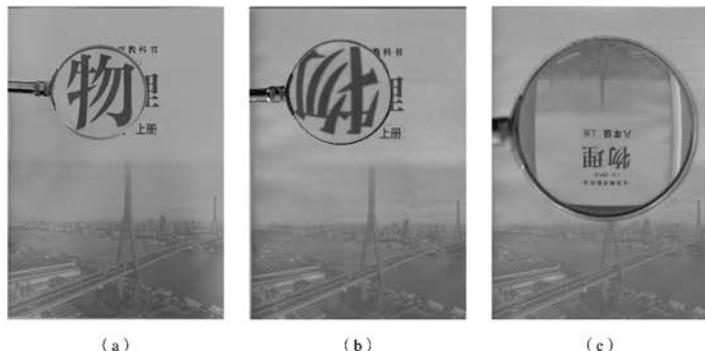


图 4-4-8 放大镜所成的像

[1] 本实验是课程标准中的探究类学生实验。

在提出问题阶段，已经知道凸透镜能成三种不同特点的像，在此基础上引发猜想不同成像情况可能与物距有关，并作出进一步假设。

在搜集证据阶段，需通过来回移动光屏，找到最清晰实像的准确位置，以便于准确读出像距、物距。

数据分析是本实验的重点。通过小组合作，组间数据共享，在图中正确绘制像和物的关系。从中找出成像情况变化的几个关键点，归纳凸透镜成像规律。

本实验中8处填空应填写：物距 以实际为准 以实际为准 大于2倍焦距 $2f$ 大于1倍焦距 f 小于2倍焦距 $2f$ 倒立、放大 小于1倍焦距 f 正立、放大

[2] 建议凸透镜焦距为5 cm、10 cm、15 cm，发光物高度约10 cm。

[1] 学生实验

探究凸透镜成像的规律

提出问题

我们看到随着放大镜与物体之间距离的改变，所成像的大小、正倒会发生变化。看来成像情况与_____密切相关。猜想它们之间的关系，并简述你的依据。

搜集证据

• 器材

焦距已知的凸透镜、发光物、光屏、带刻度的光具座。

• 方案

①如图4-4-9所示，把发光物、凸透镜和光屏放置在光具座上，将它们的中心位置调节到高度一致，保持凸透镜位置不变。

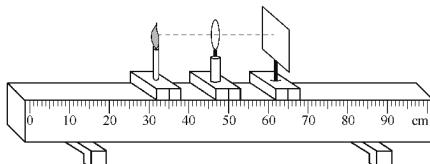


图4-4-9 探究凸透镜成像规律实验装置

②把发光物放在距离凸透镜较远的位置，在光具座上慢慢移动光屏找像。如果能在光屏上找到像，即为实像，确定其最清晰的位置，记录物距、像距、像的正倒、大小等情况。

③逐渐减小物距，重复以上实验操作，做好记录。

④如果无法用光屏找到实像，尝试移除光屏，用眼睛透过凸透镜观察虚像。

• 记录

[2] 凸透镜焦距 f 为_____cm，发光物高度 h 为_____cm，并将其他实验数据填入表4-4-1中。

[1] 各组间使用同一焦距凸透镜的数据均可绘制在一张图内。可以采用组间数据共享的方式提高效率。绘制时应尽量规范、精确，便于找到成像情况变化的关键点。分析可得，2倍焦距处是成缩小实像与放大实像的分界点；焦点是成实像与虚像的分界点。还可以得出实像均为倒立的。凸透镜成像原理图在初中阶段不做要求，具体说明详见本章资料链接。

[2] 实验结论是：当物距 u 大于2倍焦距 $2f$ 时，凸透镜成倒立、缩小的实像；当物距 u 大于1倍焦距 f 小于2倍焦距 $2f$ 时，凸透镜成倒立、放大的实像；当物距 u 小于1倍焦距 f 时，凸透镜成正立、放大的虚像。

表 4-4-1 数据记录表

实验序号	物距 u/cm	像的情况			
		像距 v/cm	像高 h'/cm	虚或实	正或倒
1					
2					
3					
4					
5					

作出解释

[1] • 分析

如图 4-4-10 所示，汇总使用焦距相同的凸透镜进行实验的相关数据，用数字 1 ~ 6 标出物体在主轴上的位置，用 $1'$ ~ $6'$ 标出与之对应的像的位置。用带箭头的线段表示物体、像的大小与正倒情况，可以得到凸透镜成实像时的物、像关系。

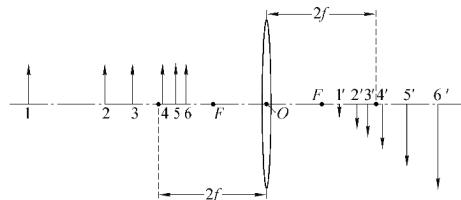


图 4-4-10 某一焦距凸透镜的物、像关系

[2] • 结论

由上述实验可得：

当物距 $u > 2f$ 时，凸透镜成一个倒立、缩小的实像；

当物距 $f < u < 2f$ 时，凸透镜成一个倒立、放大的实像；

当物距 $u < f$ 时，凸透镜成一个正立、放大的虚像。

[3] 交流反思

各实验小组比较所用凸透镜的焦距，各组成像情况是否均与上述结论一致。

[3] 可提供不同焦距的凸透镜，便于各组间学生对比实验结论。通过比较发现焦距不同的凸透镜成像情况与上述结论一致。

大量实验表明：

当 $u > 2f$ 时，物体在凸透镜另一侧 $f < v < 2f$ 的范围内成一个倒立、缩小的实像。

当 $u = 2f$ 时，物体在凸透镜另一侧 $v = 2f$ 处成一个倒立、等大的实像。

当 $f < u < 2f$ 时，物体在凸透镜另一侧 $v > 2f$ 范围内成一个倒立、放大的实像。

当 $u < f$ 时，在物体同侧成一个正立、放大的虚像。

- [1] 图 4-4-1 中的水滴就是一个凸透镜。黄瓜花位于水滴的 2 倍焦距之外，可以通过水滴看到的是缩小、倒立的实像。如果水滴与黄瓜花的距离足够近，也有可能看到放大的像。

[1] 此处是对节首图的回应。

练一练

1. 如图 4-4-11 所示的四个透镜中，具有会聚作用的透镜是_____。
(选填“A”“B”“C”或“D”)

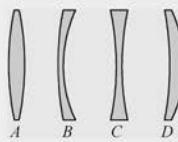


图 4-4-11



图 4-4-12

2. 将图 4-4-12 中的入射光线通过透镜后的折射光线补全。
3. 将一个凸透镜正对太阳，可以在另一侧距凸透镜 10 cm 处得到一个最小、最亮的光斑。若将一个物体放在距此透镜前 30 cm 处，可

101

习题解读

1. 参考解答：A、D

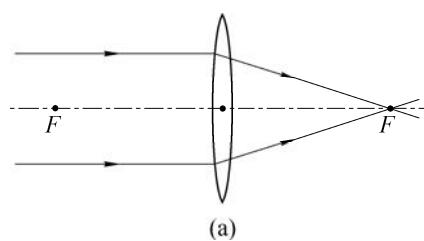
命题意图：知道透镜对光的作用，能对透镜进行分类。

主要素养：模型建构；科学推理。

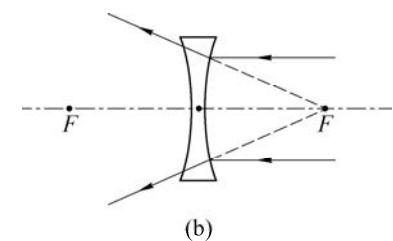
2. 参考解答：如图 8 所示

命题意图：知道透镜对光的作用。

主要素养：模型建构；科学推理。



(a)



(b)

图 8

3. 参考解答：由“距凸透镜 10 cm 处得到一个最小、最亮的光斑”可知，该透镜的焦距为 10 cm。物体放置于透镜前 30 cm 即物距 u 为 30 cm，大于 2 倍焦距。根据凸透镜成像规律可得，所成的像为倒立、缩小的实像。

命题意图：运用凸透镜成像规律分析成像情况。

主要素养：解释。

4. 参考解答: 20

20 倒立、等大的实

命题意图:结合实验情境运用凸透镜成像规律推理成像情况。

主要素养:证据;科学推理;解释。

5. 参考解答: (1) 光屏上的像逐渐变大,之后转变为虚像,逐渐变小。(2) 物体在 2 倍焦距处,放大实像变为缩小实像,物体在焦点处实像变虚像。(3) 左右倒置。

命题意图:对凸透镜成像实验做进一步分析。

主要素养:科学推理;证据;解释。

以在凸透镜的另一侧得到一个()。

- A. 倒立、放大的实像
- B. 倒立、缩小的实像
- C. 正立、放大的虚像
- D. 正立、缩小的实像

4. 图 4-4-13 是某小组同学做“探究凸透镜成像的规律”实验的装置图,此时物距是____cm,像距是____cm,凸透镜成_____像。

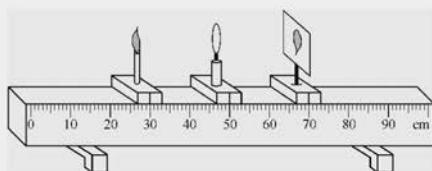


图 4-4-13

5. 在“探究凸透镜成像的规律”实验之后,某小组做了以下研究,将物体从 2 倍焦距外逐步移至 1 倍焦距以内。

- (1) 在逐渐调整物距的过程中,成像情况如何变化?
- (2) 物体经过哪些特殊位置时,成像情况会发生转变?比如从实像变为虚像,从放大实像变为缩小实像。
- (3) 成实像时,像与物是否左右倒置?



图 4-5-1 远望近观

透镜的应用

[1] 我们能看到物体是因为光通过眼睛到达视网膜，视网膜上的感光细胞受到光的刺激产生信号，视神经把这个信号传输给大脑，大脑通过信息处理，引起视觉感受使我们看到物体。如图4-5-1所示，为什么眼睛既能看清远处的景物，也能看清近处书上的图案和文字？

● 眼睛是如何看清物体的？

[2] 图4-5-2为人眼结构的示意图。眼睛前端的晶状体和角膜的共同作用相当于一个凸透镜，能将光会聚在视网膜上。睫状肌可以控制晶状体的厚度，从而调节晶状体的焦距。

眼睛在看物体时，物距通常大于2倍焦距，因此从物体射入眼睛的光经过角膜和晶状体的折射后，在视网膜上成的是倒立、缩小的实像。当

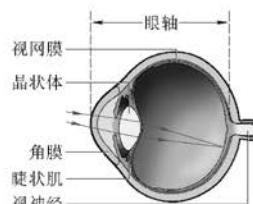


图 4-5-2 人眼结构示意图

103

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的远眺和读书场景，引出关于眼睛调焦成像的相关问题。

2. 通过把人眼结构构成凸透镜成像模型的过程，了解人眼成像的原理以及近视眼和远视眼的成因。

3. 认识用透镜矫正视力的原理，进一步领会透镜对光的作用，感受“光线”模型的作用。

4. 分析透镜在生活中应用的实例，感受物理学发展对科技进步的推动作用。

正文解读

[1] 眼睛是心灵的窗户，是人类感知世界的窗口，也是一个精密的光学器官。节首图中男孩远望，女孩近观，蕴含着眼睛能够调节焦距这一信息。

[2] 将眼睛结构与凸透镜成像装置进行类比，晶状体和角膜的组合相当于凸透镜，视网膜相当于光屏，眼轴的长度可近似看作像距。显然在看物体时，像距是不变的。远处和近处的物体眼睛都能看清，调节焦距是关键。

[1] 教材图 4-5-

3 是视力良好的眼睛看远处、近处物体的光路图。看远处物体时，因物体较远，射入眼中的各光束间的角度变化极小，因此可近似看作平行光，可以将入射光线反向延长便于理解。看近处物体时，各光束间的角度变化较大，需要更强的会聚作用，才能把光会聚在视网膜上。因此对比图(a)与图(b)，可以发现看近处物体时，晶状体更凸，焦距更短，会聚能力更强。

[2] 通过渗透视力保护观念，强调明视距离的重要作用，提高学生爱眼护眼的意识。

[3] 通过“自主活动”了解睫状肌调节晶状体焦距的过程，以及眼睛成像的原理。教材图 4-5-4 中的水透镜为自制，也可提供其他形式的水透镜。实验中，应在光具座上依次放置发光物、水透镜、光屏，将发光物放置在较远处，建议按照凸透镜成像规律实验的基本步骤找到像的位置。通过注射器向水透镜的透明水袋中抽水或注水，模拟睫状肌调节焦距的作用，观察光屏上像的变化情况。保持水透镜、发光物位置不变，再次移动光屏，找到改变水透镜水量后像的位置。分析实验现象，体验睫状肌调节焦距的效果。

[4] 根据此处内容，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组讨论活动，目的是通过交流讨论，增强保护视力的意识。

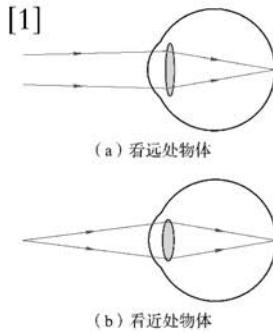


图 4-5-3 人眼看远近不同物体时的情形

被观察的物体到眼睛的距离发生变化时，睫状肌会通过调节晶状体的弯曲程度来改变焦距，使视网膜上的像保持清晰。如图 4-5-3 (a) 所示，物体在远处时，射向眼睛的光几乎是平行的，这些光刚好会聚在视网膜上，清晰成像。如图 4-5-3 (b) 所示，物体在近处时，射向眼睛的光是发散的，需要睫状肌收缩，进一步弯曲晶状体使焦距变小，才能使光重新会聚在视网膜上成像。

睫状肌的调节能力是有限的，眼睛观察近处物体最清晰而又不容易疲劳的距离大约是 25 cm，这个距离叫做明视距离。为了保护视力，学习时应保持眼睛与书本的距离在 25 cm 左右。长时间用眼看书，特别是近距离看书会让睫状肌始终处于收缩状态，容易损害眼睛的调节功能，造成近视。

[3] 自主活动

图 4-5-4 是一个自制水透镜，可以通过注射器向水透镜的透明水袋中注水或抽水，改变水袋的弯曲程度从而改变水透镜的焦距，模拟睫状肌调节焦距的作用。

将水透镜、发光物、光屏放在光具座上，观察水透镜水量变化时，光屏上像的变化情况。



图 4-5-4 水透镜

● 眼睛是如何矫正视力的？

[4] 近视的同学如果不戴眼镜的话，能看清近处的物体，但是无论眼睛的睫状肌如何努力调节都

不能看清远处的物体。戴上合适的眼镜就能改善视力，看清远处的物体。

[1] 如图 4-5-5 (a) 所示，形成近视眼的原因是晶状体的焦距偏短或者眼轴偏长，来自远处物体的光会聚在视网膜前，到达视网膜时已经不是一个点，而是一片模糊的光斑。如图 4-5-5 (b) 所示，利用凹透镜使光发散的特点，在眼睛前放一个合适的凹透镜，就能使光重新会聚在视网膜上，便能看清远处的物体了。

如图 4-5-6 (a) 所示，形成远视眼的原因是晶状体的焦距偏长或者眼轴较短，近处物体的光还没有会聚成一点就到达视网膜了，这时看到的物体也是模糊的。如图 4-5-6 (b) 所示，我们可以利用凸透镜对光的会聚作用，在眼睛前放一个合适的凸透镜，使近处物体的光会聚在视网膜上，便能看清近处的物体了。

[2]

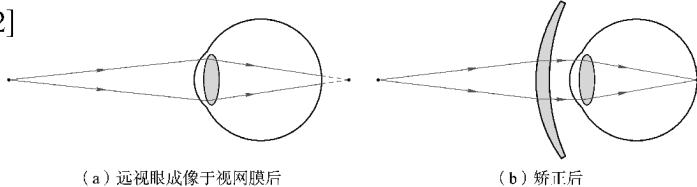


图 4-5-5 近视眼及其矫正

● 透镜在生活中还有哪些应用？

人们利用透镜成像的原理，发明了许多光学设备。

照相机的镜头可视为凸透镜，被拍摄物体的位置一般在 2 倍焦距之外，感光元件上的像

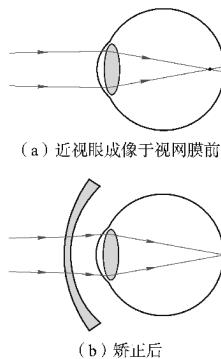


图 4-5-6 远视眼及其矫正

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是通过活动初步认识眼镜矫正视力的过程。

“自主活动”中，将发光物、水透镜、光屏依次放置在光具座上，调节三者中心位置在同一高度。固定水透镜位置不变，将物体移动至远处，调节光屏的位置，找到像的位置；向水透镜中注水，使其变凸，焦距变小，观察到光屏上的像变模糊；通过在水透镜前放置凹透镜使像重新变清晰。实验表明，凹透镜能矫正视力，可通过观察近视眼镜的镜片验证实验结论。

[2] 利用光路图说明，远视眼看不清近处物体的原因，以及用凸透镜矫正视力的原理。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是了解照相机的成像原理。

“自主活动”中，将发光物、水透镜、光屏依次放置在光具座上，调节三者中心位置在同一高度。保持水透镜和光屏之间的距离不变，改变发光物的位置，模拟景物的远近变化。通过调节水透镜中的水量，即改变水透镜焦距，使位于不同位置物体的像都能清晰地呈现在光屏上。照相机是最接近眼睛的成像仪器。可以类比眼睛分析照相机的结构。

[2] 光学望远镜是一种利用透镜或反射镜以及其他光学器件观测遥远物体的光学仪器，可分为折射望远镜、反射望远镜与折反射式望远镜。开普勒式望远镜是一种折射望远镜。关于光学望远镜的具体说明详见本章资料链接。



图 4-5-8 显微镜

是倒立、缩小的。为了使像清晰地成在感光元件上，可以利用调焦旋钮调节镜头与感光元件之间的距离。图 4-5-7 是一台数码相机的成像原理图。

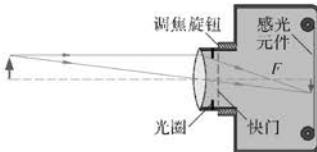


图 4-5-7 照相机的成像原理

如图 4-5-8 所示，显微镜的镜筒两端各有一组透镜，每组透镜都相当于一个凸透镜，靠近眼睛的一组透镜叫做目镜，靠近被观察物体的一组透镜叫做物镜。经过物镜和目镜两次放大，可以观察到肉眼无法直接看到的微小物体。

[2] 如图 4-5-9 所示，望远镜也有两组透镜，开普勒式望远镜的物镜和目镜均为凸透镜。通过开普勒式望远镜观察到的是远处天体倒立的像。



图 4-5-9 开普勒式望远镜

显微镜和望远镜的发明具有里程碑的意义，而透镜则是构筑这一里程碑的基石。

[1] STSE

光学显微镜的发明开启了人类认识微生物、细胞等微小生命体之门，但是光学显微镜的放大倍数是有限的，要观察更微小的物体就需要更先进的技术与设备。随着物理学的发展，人们又发明了电子显微镜（图4-5-10）、场离子显微镜、扫描隧道显微镜等，它们与光学显微镜的原理不同，可以将物体放大 $10^6 \sim 10^8$ 倍，帮助人们“看到”分子、原子等。这不仅改变了人们对微观世界的认知，也极大地推动了新材料、新工艺、生物医药等领域的跨越式发展。

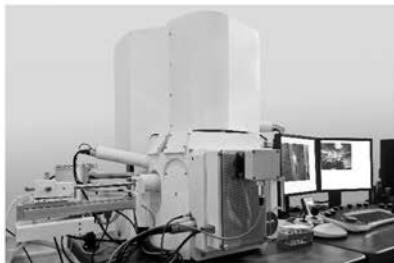


图4-5-10 电子显微镜

练一练

- 人眼的结构中，_____对光有会聚作用，像呈现在_____上。
- 图4-5-11是某人眼睛成像的示意图，他的眼睛属于_____（选填“近视眼”或“远视眼”），他需要戴_____（选填“凸”或“凹”）透镜来矫正视力。



图4-5-11

[1] 本栏目主要介

绍了显微镜的发现，体现物理学与科学技术的紧密联系。由于原子的直径远小于可见光的波长，这就使可见光在与原子相遇时会发生衍射，从而导致无法清晰成像。所以要观察分子、原子等微小粒子时，需要使用电子显微镜。

题解读

1. 参考解答：角膜与晶状体 视网膜

命题意图：知道眼睛结构与成像原理。

主要素养：解释。

2. 参考解答：远视眼 凸

命题意图：会分析眼睛成像图，知道视力矫正的方法。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：凹

上面

命题意图：用视力矫正的知识解释生活中的情境。

主要素养：解释。

4. 参考解答：镜
头 光圈 视网膜
眼睑

命题意图：能将眼睛和相机类比，了解他们的成像原理。

主要素养：科学推理；证据。

5. 参考解答：光依次从大焦距凸透镜到小焦距凸透镜传播时相当于望远镜。观察到的像是倒立、缩小的。两个凸透镜间距越小，能看到越远的物体。互换两个凸透镜的位置，将看不清物体的像。

命题意图：体验自制望远镜成像的过程，激发研究兴趣，培养创新意识。

主要素养：证据；解释。

3. 将一副远视眼镜与一副近视眼镜按照图 4-5-12 所示的方式放置，可知图中上面的是_____透镜；某同学需要戴近视眼镜，他应该选择_____（选填“上面”或“下面”）的眼镜。

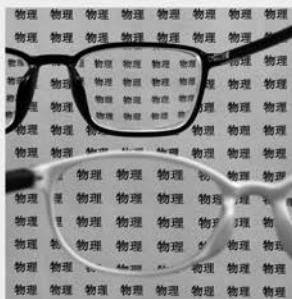


图 4-5-12

4. 眼睛是心灵的窗户，是人类感官中最重要的器官，它有着精细的结构。照相机是参考眼睛的结构发明的。通过查阅资料，比较照相机和眼睛的结构，把它们功能相似的部位填入表 4-5-1 中。

表 4-5-1

照相机		感光元件		快门
眼睛	角膜、晶状体		瞳孔	

5. 自制简易望远镜：如图 4-5-13 所示，取两个焦距不同的放大镜，两手各拿一只。通过两个透镜观察远处的景物，调整两个凸透镜间的距离，直到看得最清楚为止，物体是变大还是缩小了？将两个凸透镜的位置互换，重复操作，看看分别会有什么样的变化。（注意：不要正对光源）



图 4-5-13

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 光的反射现象：光从一种介质射向另一种介质时，一部分光返回到原介质中的现象。
- 光的反射定律：在反射现象中，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的两侧；反射角等于入射角。
- 平面镜成像特点：平面镜所成的像是虚像；像和物体的大小相等；像和物体到平面镜的距离相等。
- 光的折射现象：光从一种介质斜射入另一种介质时传播方向发生偏折的现象。
- 透镜：两侧表面都是球面的一部分或一侧表面是球面的一部分而另一侧表面是平面的透明体。
- 凸透镜成像规律：当 $u > 2f$ 时，物体在凸透镜另一侧 $f < v < 2f$ 的范围，成一个倒立、缩小的实像；当 $u = 2f$ 时，物体在凸透镜另一侧 $v = 2f$ 处成一个倒立、等大的实像；当 $f < u < 2f$ 时，物体在凸透镜另一侧 $v > 2f$ 范围，成一个倒立、放大的实像；当 $u < f$ 时，在物体同侧成一个正立、放大的虚像。

知识结构图



本章练习解读

1. 参考解答：如图9所示

命题意图：辨别生活中常见的光学现象。

主要素养：解释。

2. 参考解答：凸会聚 焦点

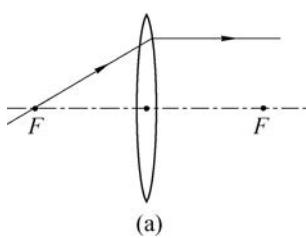
命题意图：知道凸透镜对光的会聚作用。

主要素养：科学推理。

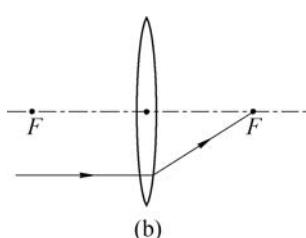
3. 参考解答：如图10所示

命题意图：用凸透镜对光的会聚作用和光路可逆作图。

主要素养：模型建构；科学推理。



(a)



(b)

图 10

本章练习

1. 图1为生活中常见的各种光学现象，试用连线的方式将它们归类。



(a) 墙上彩色光带



(d) 树影清晰



(b) 瞄准：三点一线



(c) 小狗照镜子



(e) 铅笔“折断”



(f) 盐湖倒影

图 1

2. 为了防火，禁止在森林中乱丢玻璃瓶，是因为玻璃瓶往往类似于一个_____透镜，使阳光_____（选填“会聚”或“发散”）于_____处，如果该处恰好有枯草或干树叶，容易被点燃，引起火灾。

3. 根据图2中已有的光线，将入射光线补画完整。

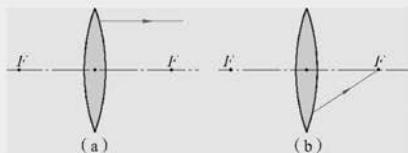


图 2



图 9

4. 参考解答：前凹

命题意图：知道近视眼的成因情况及矫正方法。

主要素养：解释。

5. 参考解答：方法

一：保持镜面水平，将其竖直向下移动一段距离。方法二：平面镜绕入射点 O 顺时针转一定角度（合理即可）。

命题意图：根据光的反射定律进行推理，尝试用不同方法解决问题。

主要素养：模型建构；科学推理；创新。

6. 参考解答：凸透
镜 倒立 缩小 实
变小 变大

命题意图：用凸透镜成像规律解释生活中的现象。

主要素养：科学推理；解释。

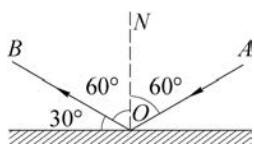
7. 参考解答：如图
11 所示

图 11

4. 如果一束平行光经过眼睛的角膜和晶状体折射后，会聚在视网膜_____（选填“前”或“后”），这就是近视眼。戴一副焦距合适由_____透镜做的眼镜可以矫正。

5. 如图 3 所示，一束光在平面镜上发生反射，反射光恰好照在固定光屏上的 A 处。现要使反射光照在光屏上的 B 处，你能想到几种方法？通过作图标出平面镜的新位置。

6. 摄像机的镜头相当于一个_____，成_____、_____的_____像。图 4 为车站工作人员用摄像机拍摄列车进站视频中的两张截图，可以看出物距（列车到摄像机之间的距离）逐渐_____，所成像逐渐_____。（后两空均选填“变大”或“变小”）



(a)



(b)

7. 如图 5 所示，反射光线 OB 与平面镜的夹角是 30° ，反射角是多大？画出入射光线 AO ，并标出入射角和反射角。

8. 根据平面镜成像的特点，在图 6 (a) 中画出像 $A'B'$ 对应的物体 AB ，图 6 (b) 中画出物体 AB 通过平面镜所成的像 $A'B'$ ，及图 6 (c) 中画出平面镜 OO' 的位置。

命题意图：用光的反射定律规范作图。

主要素养：模型建构；科学推理。

8. 参考解答：如图 12 所示

命题意图：用平面镜成像特点规范作图。

主要素养：模型建构；科学推理。

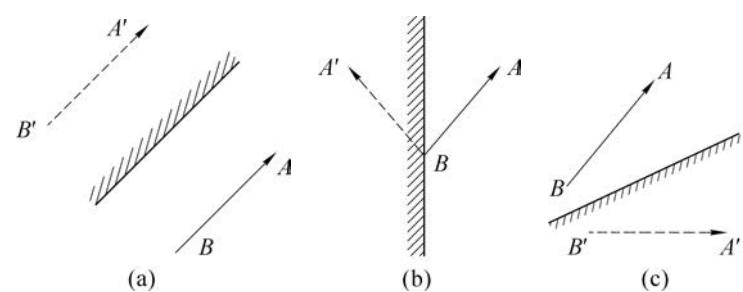


图 12

9. 参考解答: (1) *a*
 (2) *d* (3) *e* (4) 变
 小 变小

命题意图: 结合实
 验情境,用凸透镜成像
 规律推理分析成像
 情况。

主要素养: 科学推
 理;解释。

- 10. 参考解答:**
- (1) 小李在屏蔽门后面的虚像似乎在对面墙壁上的广告牌上
 - (2) 小李站立
 - (3) 小李与玻璃屏蔽门之间距离
 - (4) 玻璃屏蔽门相当于平面镜,小李与他的像关于平面镜对称,小李与玻璃屏蔽门之间距离等于像与玻璃屏蔽门之间距离,小李在屏蔽门后面的虚像似乎在对面墙壁上的广告牌上,所以小李与玻璃屏蔽门之间距离等于玻璃屏蔽门到对面墙壁之间的距离

命题意图: 用平面
 镜成像特点设计合理方
 案,解释问题。

主要素养: 科学推
 理;证据;解释。

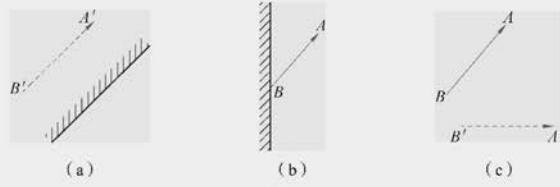


图 6

9. 如图 7 所示,在“探究凸透镜成像规律”的实验中,保持凸透镜的位置不变,先后把发光物放在 *a*、*b*、*c*、*d* 和 *e* 点,回答以下问题。

- (1) 把发光物放在_____点,光屏上出现的像最小。
- (2) 把发光物放在_____点,光屏上出现的像最大。
- (3) 把发光物放在_____点,光屏上不出现发光物的像。
- (4) 如果把发光物从 *d* 点移到 *a* 点,像到凸透镜的距离_____,像的大小_____。(均选填“变大”“变小”或“不变”)

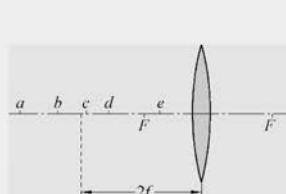


图 7

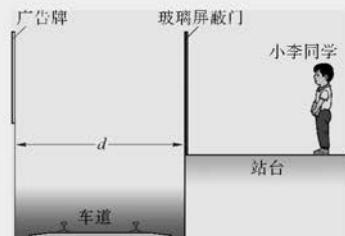


图 8

10. 如图 8 所示,小李同学站在地铁站台上,他透过玻璃板制成的屏蔽门,可以看到车道对面墙壁上的广告牌,以及自己在屏蔽门后面的虚像。小李同学根据该现象设计了在站台上估测玻璃屏蔽门到对面墙壁之间距离 *d* 的实验,并在小王同学的帮助下估测出了这段距离,试填写相关实验步骤。

主题学习参考解

答：(1) 水中的吸管好像折断是光的折射现象；玻璃桌面相当于一块平面镜，因此能看到吸管的倒影，所以吸管看起来被折成三段。

(2) 吸管在水中的部分被放大，是因为水杯相当于一个凸透镜，我们看到的是正立、放大的虚像，平面镜成的是大小相等的虚像，所以粗细不同。

命题意图：这是本章的第3个主题学习，能综合分析生活中较为复杂的光学现象。

本章各主题学习间联系见表1。

第4章涵盖了光的直线传播、光的反射、光的折射等光的传播现象，以及小孔成像、平面镜成像、凸透镜成像等成像现象。“生活中的光现象”这一主题学习活动旨在综合运用本章所学的内容解释生活中的光现象，进一步认识

- (1) 小李同学相对于玻璃屏蔽门前后移动，直到小王同学从不同位置都能观察到_____。
- (2) 标出_____的位置。
- (3) 量出_____的距离。
- (4) 步骤(3)中量得的距离等于玻璃屏蔽门到对面墙壁之间的距离 d ，这是因为_____。

▶ 主题学习：生活中的光现象3

如图9所示，一根笔直的玻璃吸管斜放入玻璃桌面上的一杯水中。

- (1) 吸管为什么看起来分为三段？
(2) 为什么三段吸管的粗细不同？



图9

表1

主题学习	学习任务	教学内容
生活中的光现象	解释水面上形成倒影与波光粼粼这两种不同现象的原因	平面镜成像、镜面反射与漫反射
	辨析“鱼在云中游”的现象中鱼和云是实物还是像	平面镜成像、光的折射
	分析在玻璃桌面上的水杯中斜插入的吸管，看起来似乎有三段的原因	平面镜成像、光的折射、凸透镜成像

光的传播与成像之间的联系。在解决问题的过程中培养模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新、解释、交流等核心素养。

主题学习活动中的注意事项：

(1) 波光粼粼的形成原因,鱼和云的成像情况,吸管为什么被“分成”三段等问题可能是学生分析和解释光现象的难点。

(2) 在分析光现象时,可利用对比、类比的方法帮助理解。例如,倒影与波光粼粼的不同景象,本质是镜面反射与漫反射两类光的反射现象所形成的;鱼和云的像,本质上是光的折射与光的反射所形成的虚像。

(3) 被“分成”三段的吸管,考查学生的综合分析能力,是对光学成像的综合运用,通过该主题学习的探究,学生应能分辨平面镜成像、光的折射成像、凸透镜成像现象在生活中的实例。

(4) 在交流阶段,可以引导学生提出生活中还有哪些与图中类似的情境,或者还有哪些神奇的光现象,促进创新思维的发展。

教师可以根据实际学情设计主题学习来丰富学生的学习经历。

主要素养:科学推理;论证;解释。

资料链接

物理模型

通过模型建构,可使本来较为复杂的实际对象经过理想化的抽象后成为较为简单的物理模型。比如光的传播中最重要的特征是沿直线,因此用带箭头的直线表示光的传播路径与方向。初中阶段除了光线模型以外,平面镜、匀速直线运动、杠杆、连通器等都属于物理模型。

用基于理想化物理模型解决真实问题时,往往还需要逐步考虑原来被忽略的一些次要因素,并将其中相对重要的部分对原来理想化的物理模型进行综合考虑,使之逐步接近真实情形,从而获得与实际更为接近的科学结果。

小孔成像、实像与虚像

如图 13 所示,取烛焰作为光源,烛焰顶端 A 与尾端 B 通过一个三角形孔在光屏上呈现出 A' 与 B' 两处三角形光斑。如果将烛焰的每一处都看作一个光源,发出的光束经过小孔后在光屏上会出现无数细小的三角形光斑,邻近的光斑会相互重合增加亮度,使光屏上呈现出类似烛焰像的效果。当孔不够小时,所有的三角形光斑以很小的差别重叠在一起,我们看到的就是一个三角形大光斑,没有像的效果。

在物理学中像的定义是:物点 S 发出的同心光束经光学系统射出后,所有的光线又再交于 S' 为顶点的同心光束,通常把 S' 称为 S 的像点,若出射的同心光束是会聚的,我们称像点 S' 为实像,如图 14(a)所示;若出射的同心光束是发散的,称像点 S' 为虚像,如图 14(b)所示。结合小孔成像光路图可知,其不具备“再相交于 S' ”的条件,因此小孔成像中的“像”应视为光斑更合理。由此可知,

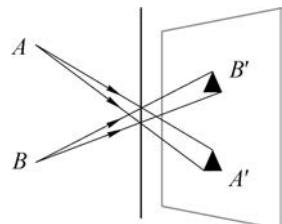


图 13

能呈现在光屏上的不一定是实像。

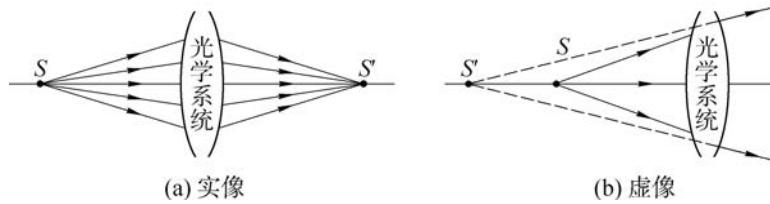


图 14

全反射和光纤

根据光的折射规律可知,折射角随入射角的增大而增大。当光从光密介质射向光疏介质时,比如从玻璃或水斜射入空气中,增大入射角超过某一角度(临界角)时,此时折射光将完全消失,只剩下反射光线的现象叫做全反射。

光导纤维简称“光纤”,是一种能够传导光波和各种光信号的纤维,运用了全反射进行信息传输。如图 15 所示光纤的结构呈圆柱形,中间是直径为微米级的纤芯,是光密介质,外面包裹光疏介质,最外面是塑料护套。特殊的制造工艺和特殊的材料,使光纤既纤细似发,柔顺如丝,又具有较高的强度。光能够在光纤中传输就是利用光在光密与光疏两种不同介质的分界面产生的全反射。

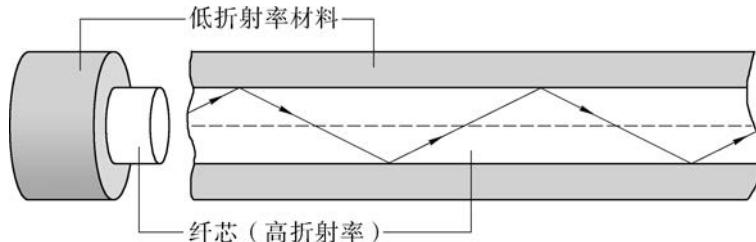


图 15

光的色散与折射率

当白光经过三棱镜后,为什么会发生色散?这是因为三棱镜对不同单色光的折射率不同。

当光从真空斜射入某种介质时,把常数 C(即入射角 θ_1 的正弦与折射角 θ_2 的正弦的比值)称为这种介质的折射率(refractive index),用符号 n 表示。

$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

折射率决定了光从真空或空气斜射入介质时的偏折程度。当白光射入三棱镜时,由于不同单色光的频率不同,进入介质后的光速不同,使同一介质对不同单色光的折射率不同。比如红光的频率在可见光范围内最小,所以三棱镜对其折射率最小,偏折程度最小;紫光的频率在可见光范围内最高,所以通过三棱镜折射时,偏折程度最大。因而白光经三棱镜色散后形成了由红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫排序的彩色光带。

彩虹是生活中的色散现象。如图 16 所示,雨后空气中的小水滴就像一个圆形棱镜,阳光入射水滴后经过二次折射和一次内反射重回大气。在此过程中,由于阳光中不同颜色的可见光折射率各不相同,折

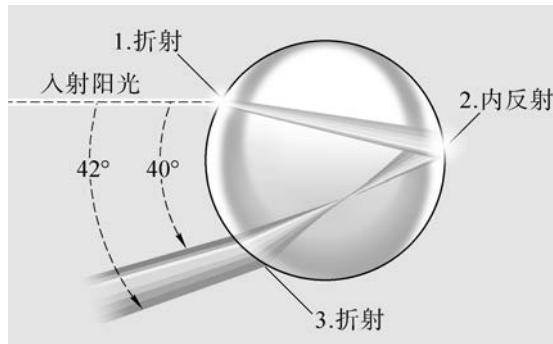


图 16

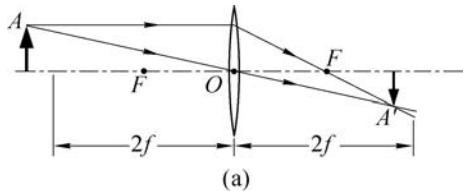
射后便发生色散，最终形成彩虹。由于发生两次折射和一次内反射，人们需要背对阳光才能观察到彩虹。

凸透镜成像原理图

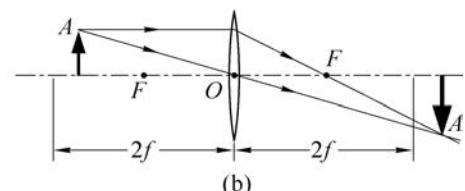
凸透镜有三条特殊光线，平行于主轴的光经凸透镜折射会聚于焦点；过光心的光沿直线传播；焦点处发出的光经凸透镜折射平行于主轴，如图 17 所示。

如图 18 所示，利用三条特殊光线中的任意两条，比如平行于主轴与过光心的光线，就能方便地画出物体由凸透镜所成的像，分析得出凸透镜成像规律。

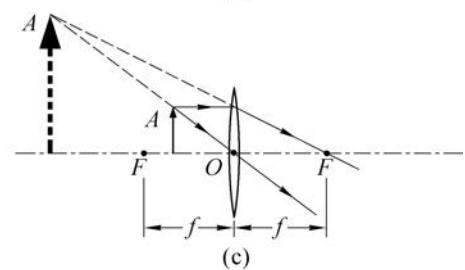
结合上述成像原理，进一步分析光路图可得出凸透镜成像时，像距、物距和焦距之间的定量关系。



(a) 物体放在距离透镜 $2f$ 以外，像成在透镜另一侧大于 f 而小于 $2f$ 处，是缩小、倒立的实像。



(b) 物体放在距离透镜大于 f 而小于 $2f$ 处，像成在透镜另一侧的 $2f$ 以外，是放大、倒立的实像。



(c) 物体放在距离透镜小于 f 处，在透镜同一侧成正立、放大的虚像。

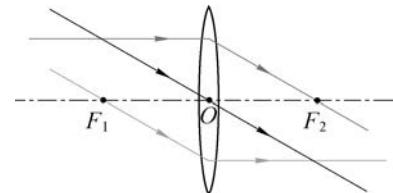


图 17

如图 19 所示，物距为 u ，物高为 H ，像距为 v ，像高为 h ，焦距为 f 。

因为 $\triangle ABO \sim \triangle DCO$ 相似，

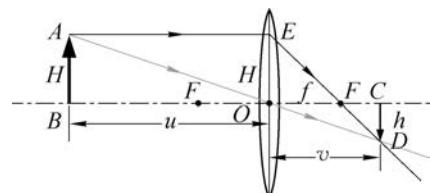


图 19

所以

$$\frac{u}{v} = \frac{H}{h}.$$

又因为 $\triangle EOF$ 与 $\triangle DCF$ 相似，

所以

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{(v-f)},$$

故

$$\frac{u}{v} = \frac{f}{(v-f)}.$$

化简后得

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}.$$

光学望远镜

光学望远镜，是用于收集可见光的一种望远镜，根据其结构原理不同，分为折射式望远镜、反射式望远镜、折反射式望远镜。

折射式望远镜是用透镜作物镜的望远镜。伽利略式望远镜的物镜与目镜的两组透镜，分别是凸透镜与凹透镜，成像原理图如图 20(a)所示。物体发出的光首先经物镜折射后成一个倒立、缩小的实像。折射光线在进入人眼前又经凹透镜折射，使原本会聚的光线变为发散。眼睛观察到的是经凹透镜折射后，发散光线反向延长的正立、放大的虚像。开普勒式望远镜的目镜与物镜的两组透镜均是凸透镜，成像原理图如图 20(b)所示。物体发出的光首先经物镜折射后在目镜 1 倍焦距以内成倒立、缩小的实像，这个像可以看作是目镜的“物体”，它再经目镜放大为一个正立、放大的虚像。但相对于真实的物体，它是倒立、放大的虚像。相比于伽利略式望远镜，开普勒式望远镜的视野更宽阔。

反射式望远镜是用凹面反射镜作物镜的望远镜。

折反射式望远镜是将折射系统与反射系统相结合的一种光学望远镜。它的物镜既包含透镜又包含反射镜。

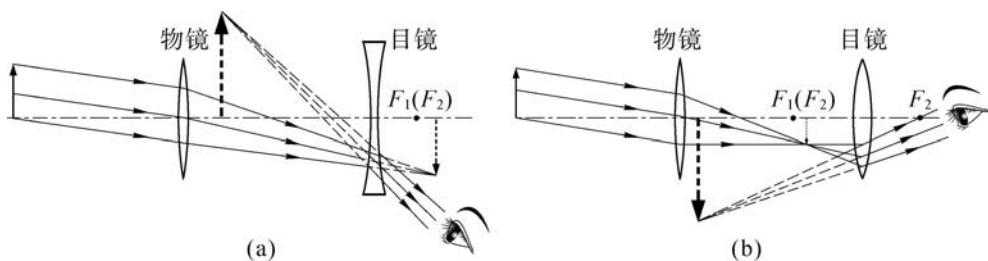


图 20

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 光的反射

第1课时

自主活动

参考解答：(1) 同种均匀介质 (2) 在空气中喷洒水雾，激光笔向水雾中发射一束激光，初步观察光路，再用卡纸找到光路所在平面，可知光在空气中沿直线传播。

设计意图：能根据实验现象归纳光在均匀介质中沿直线传播的条件，初步建立光线模型。

学生实验 探究光的反射定律

实验一 探究反射光线与入射光线的关系

参考解答：交流反思部分：1. 同一平面 垂直 2. 这些平面相交于同一条直线，这一条直线过入射点且垂直镜面。反射光线在入射光线与法线决定的平面内，反射光线和入射光线分别位于法线的两侧。 3. 成立。

设计意图：经历比较完整的科学探究过程，知道科学探究的基本环节，在确定反射光线与入射光线位置关系的过程中，建立法线的概念，提升抽象思维能力。

巩固练习

1. 参考解答：镜花水月、波光粼粼 立竿见影、坐井观天、形影相随

命题意图：能区分成语中所蕴含的光现象及光的传播规律。

2. 参考解答：反射

命题意图：能将实际问题转化为物理模型，能识别光的反射现象。

3. 参考解答：如图 21 所示

命题意图：能利用光线解释光的传播现象，并进行合理推理。

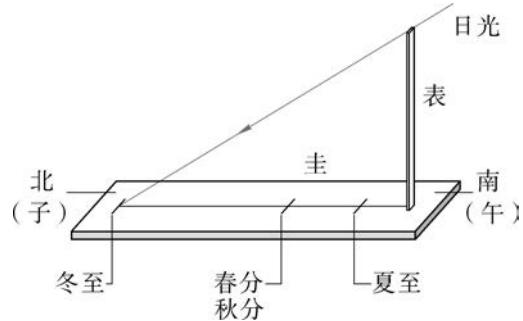


图 21

第2课时

学生实验 探究光的反射定律

实验二 探究反射角与入射角的大小关系

参考解答：实验步骤部分：反射角 交流反思部分：1. 减小 靠拢 减小 等于 0° 0° 2. 实验一中使用彩色卡纸是使反射光线与入射光线呈现在卡纸上，便于观察它们所组成的平面与反射面的关系。实验一和实验二的顺序不能互换。实验一和实验二的探究顺序遵循了反射光线位置从模糊到清晰的过程，即先确定反射光线的大致位置在入射光线与法线组成的平面内，通过法线对平面的分割，将反射

光线的具体位置从一整个平面缩小到与入射光线相对的另外半个平面内,最终通过反射角等于入射角确定反射光线的准确位置。

设计意图:通过科学探究活动,定量研究反射角与入射角的关系,能完整归纳光的反射定律。

自主活动 1

参考解答:反射光线与入射光线重合,说明光的反射现象中,光的传播路径是可逆的。

设计意图:知道光的反射现象中光路可逆,培养逆向思维。

自主活动 2

参考解答:平行的激光束经平面镜反射后,能观察到相互平行的反射光线;平行的激光束经纸面反射后,纸面上呈现的是红色光斑,观察不到反射光线。

设计意图:对比镜面反射和漫反射的异同,了解两类反射现象的特点。

巩固练习

1. 参考解答:如图 22 所示

命题意图:知道光的反射定律并进行作图。

2. 参考解答:漫反射 不相同 不相同 30°

命题意图:知道镜面反射和漫反射,能根据已有条件分析光的反射现象。

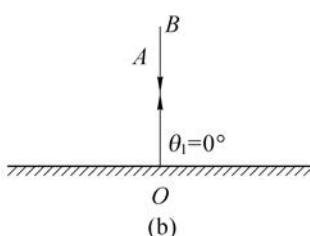
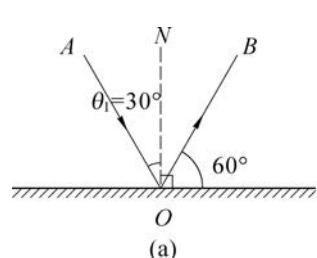


图 22

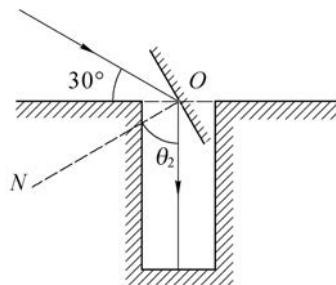


图 23

3. 参考解答:如图 23 所示

命题意图:利用光的反射定律作图解决实际问题。

第 2 节 平面镜成像

第 1 课时

自主活动 1

参考解答:1. 玻璃、光滑大理石地面、瓷砖、抛光的平滑钢板等。 2. 使用(薄)玻璃板。

设计意图:建立平面镜概念,知道玻璃板的作用,为后续实验打基础。

自主活动 2

参考解答:(1) 光屏上不能呈现蜡烛灯的像。(2) 用另一盏蜡烛灯放在玻璃板后,观察能否与点亮的蜡烛灯的像完全重合,若能重合且似乎也被点亮,说明玻璃板后蜡烛灯的高度即像的高度,玻璃板后蜡

烛灯的位置即像的位置。

设计意图：经历找像的过程，知道平面镜成的像是虚像，体会等效替代的方法。

学生实验 探究平面镜成像的特点

参考解答：实验结论部分：相等 等于 垂直

设计意图：经历探究平面镜成像特点的活动，进一步了解科学探究的基本过程，学会分析实验数据，归纳实验结论。

巩固练习

1. 参考解答：C

命题意图：知道平面镜成像的对称性，能对实际情况进行推理。

2. 参考解答：位置 垂直

命题意图：能根据实验目的选用合适的器材，知道探究平面镜成像特点的实验步骤。

3. 参考解答：1.5 2 等于

命题意图：能将生活中的实际问题转化为平面镜成像现象，并利用平面镜成像的特点解决实际问题。

第2课时

自主活动1

参考解答：1. 如图24所示 2. 我们在日常生活中看同样大小的物体时会近大远小，是我们的视觉造成的效果。图中的两个物品距平面镜的距离不同，根据平面镜成像特点，虽然像的大小是一样的，但是距离平面镜远的物品，成的像也就离观察者更远，视觉效果就变小了。

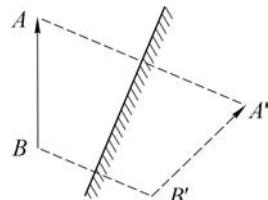


图24

设计意图：进一步理解平面镜成像特点，通过分析“近大远小”背后的原理，学会用平面镜成像特点解释实际问题。

自主活动2

参考解答：(1) 能。 (2) 说明平面镜成的像是虚像，是反射光线的反向延长线相交形成的像，所以在玻璃板后挡一张黑纸仍能成像。 (3) 如图25所示

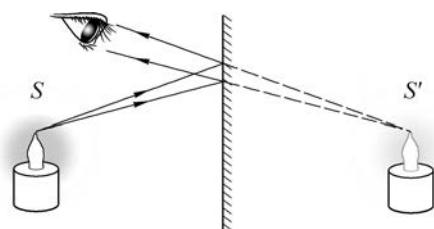


图25

设计意图：通过体验、分析、作图等活动，了解平面镜成虚像的原理。

想一想

参考解答：穿衣镜、潜望镜、口腔镜等，成像特点均为正立、等大的虚像。

设计意图：列举生活中平面镜应用的场景，进一步理解平面镜成像特点。

巩固练习

1. 参考解答：直线传播 反射 虚像

命题意图：能利用光的直线传播和光的反射定律推理得出结论，知道平面镜成像特点。

2. 参考解答：如图 26 所示

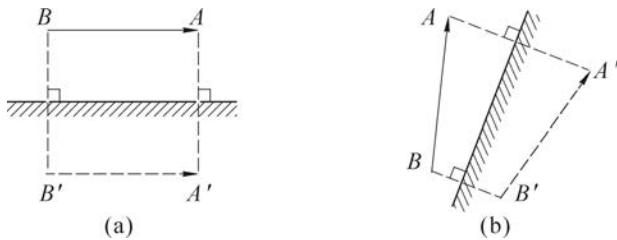


图 26

命题意图：能通过作图解释平面镜成像的特点。

3. 参考解答：打开车厢内的灯会导致车外比车内暗，车内的物体被照亮后会经由车窗成像，从而影响司机观察前方道路情况

命题意图：利用平面镜成像特点解释实际问题。

第3节 光的折射

第1课时

自主活动1

参考解答：(1) 不一致，进入浓盐水的光束传播方向发生改变。 (2) 能。入射光线、折射光线和法线在同一平面内。

设计意图：观察光的折射现象，类比光的反射定律，描述折射光线与入射光线的位置关系。

自主活动2

参考解答：(1) 靠拢 增大 (2) 改变介质，上述结论仍成立。

设计意图：在探究折射光线、入射光线关系的基础上，进一步探究折射角与入射角的关系。

想一想

参考解答：利用光具盘实验记录光从空气斜射入玻璃砖时的入射角 θ_1 和折射角 θ_2 ，再以 θ_2 为入射角，使光从玻璃砖斜射入空气，若此时折射角为 θ_1 ，则证明在光的折射现象中，光的传播路径也是可逆的。

设计意图：能基于折射角与入射角的实验数据，迁移光的反射现象中的光路可逆，推理在光的折射现象中光路可逆。

巩固练习

1. 参考解答：①和③ ②和④ ①和③都是由光的反射形成的平面镜成像现象，②和④都是由光的折射形成的现象

命题意图：能区分不同光学现象对应的光学规律，推理得出结论。

2. 参考解答：如图 27 所示

命题意图：能通过作图解释光的折射规律。

3. 参考解答：小于 增大 45°

命题意图：能提取数据解决问题。

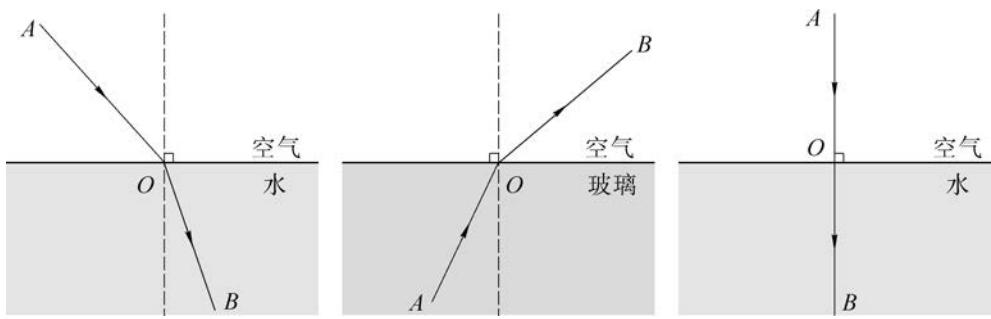


图 27

第 2 课时

自主活动 1

参考解答：(1) 先出现白色光带，白色光带随三棱镜旋转；又出现边缘是红色和紫色、中间夹着白光的光带；光带中间的白色逐渐变成彩色，且颜色越来越丰富；彩色光带随三棱镜的旋转从紫色开始逐渐消失。 (2) 按“红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫”的顺序分布；相邻两种颜色间没有明显的分界线，是渐变的。

设计意图：知道光的色散现象，建立复色光的概念，感受物理之美。

自主活动 2

参考解答：不会发生色散，绿光的偏折更明显。

设计意图：通过对比不同单色光经同一介质折射后的偏折情况，归纳、推理光发生色散的原因。

自主活动 3

参考解答：黄色 青色 品红 白色

设计意图：知道白光是复色光，了解三原色光。

巩固练习

1. 参考解答：折射 红 折射 红

命题意图：能利用光的折射规律和光的色散知识进行推理。

2. 参考解答：红 绿 蓝 (1) 白 (2) 黑

命题意图：知道光的三原色按比例混合可以形成各种色光，能推理三原色光合成的实际情况。

3. 参考解答：上升，如图 28 所示

命题意图：能利用光的折射规律，结合作图，解释生活中的实际问题。

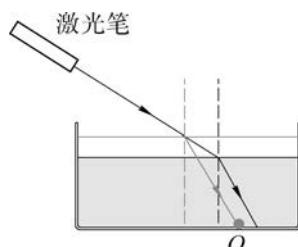


图 28

第 4 节 凸透镜成像

第 1 课时

想一想

参考解答：眼镜、放大镜、照相机、手电筒等。

设计意图：结合生活中的实例，进一步认识凸透镜。

自主活动

参考解答：(1) 靠近 会 (2) 说明凸透镜对光有会聚作用。

设计意图：通过自主探究，能描述现象，认识凸透镜对光的作用。

巩固练习

- 参考解答：会聚 焦点

命题意图：知道从凸透镜焦点发出的光经凸透镜折射后的传播特点。

- 参考解答：如图 29 所示

命题意图：能用光线模型画出过凸透镜焦点的光的传播方向。

- 参考解答：使凸透镜正对太阳，纸放在透镜后面，与透镜平行。前后移动纸张，直到在纸上出现一个最小最亮的光斑。量出光斑与透镜间的距离，约等于凸透镜的焦距。

命题意图：理解凸透镜焦点的定义，能结合实际进行科学推理，说明测量焦距的方法。

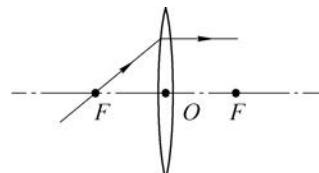


图 29

第 2 课时

自主活动 1

参考解答：(1) 远离 (2) 说明凹透镜对光有发散作用。发散光线的反向延长线的交点是凹透镜的虚焦点。

设计意图：通过自主探究，能描述现象，认识凹透镜对光的作用，知道虚焦点。

自主活动 2

参考解答：1. 放大镜能成正立、放大的像，倒立、放大的像以及倒立、缩小的像。 2. 物距 对于同一放大镜，物距越大，像越小。 3. 在光屏上找到清晰像的步骤是：固定发光物、凸透镜的位置，移动光屏，观察到光屏上出现较为清晰的像后，缓慢来回移动光屏，观察光屏上像的清晰程度，直到最清晰为止，该位置即实像的位置。 4. 如果不用光具座，优点是不受光具座长度限制，但无法直接测量得出物距与像距，也不便于调节发光物、凸透镜、光屏的高度。 5. 从光屏一侧观察凸透镜。

设计意图：知道凸透镜成像的不同情况，了解光具座的作用，知道如何准确找到实像的位置，学会观察虚像，为后续探究凸透镜成像规律的实验开展打下基础。

巩固练习

- 参考解答：凸 凹 凹 对光有发散作用或中间薄边缘厚。

命题意图：知道透镜的分类以及对光的作用。

- 参考解答：(b)(c) (a)(b) (a)

命题意图：知道凸透镜的成像情况。

- 参考解答：观察实像时需固定发光物、凸透镜的位置不变，来回移动光屏，直到光屏上的像最清晰为止；观察虚像时需移除光屏，从光屏侧透过凸透镜观察。

命题意图：重温实验中的观察实像与虚像的过程，重视实验操作的规范性。

第3课时

学生实验 探究凸透镜成像的规律

参考解答：作出解释部分：1. $2f$ 处 F 2. 大于 $2f$ 等于 $2f$ 倒立、等大
大于 $1f$ 小于 $2f$ 倒立、放大 小于 $1f$ 正立、放大 交流反思部分：不同焦距的凸透镜完成上述实验时的结论一致。

设计意图：经历科学探究过程，通过小组合作，组间数据共享，得到像、物关系，并从中发现成像情况变化的关键点，归纳凸透镜成像规律。

巩固练习

- 参考解答：(1) 焦距 (2) 发光物 同一高度 光屏中央 (3) 光屏上的像是否为最清晰 (4) f $2f$ (5) 得到普遍规律

命题意图：重温探究凸透镜成像规律的实验过程，体会严谨认真、实事求是的科学态度。

- 参考解答：如图 30 所示

命题意图：会运用凸透镜成像规律分析凸透镜成像图中像的情况。

- 参考解答： $0 \sim 20\text{ cm}$ $20 \sim 40\text{ cm}$ 此时成倒立的实像

命题意图：运用凸透镜成像规律进行合理科学推理与科学论证。

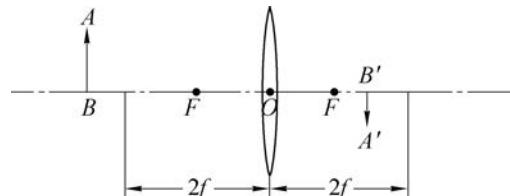


图 30

第5节 透镜的应用

第1课时

自主活动

- 参考解答：(1) 根据实际情况操作 (2) 观察到光屏上的像变模糊 (3) 变小 大 小 (4) 小 大

设计意图：用水透镜模拟晶状体，感受眼睛成像的过程。通过观察水透镜的水量改变后像的变化情况，建立晶状体形状与焦距、成像之间的关联。

想一想

参考解答：学习时，眼睛与书本保持明视距离。不应长时间观看电子设备，长时间用眼后应眺望远处，放松睫状肌（解答合理即可）。

设计意图：通过交流讨论保护视力的习惯，增强保护视力的意识。

巩固练习

- 参考解答：倒立 缩小

命题意图：能将眼睛成像转化为物理模型，能根据凸透镜成像规律进行合理推理。

- 参考解答：B（提示：眼睛的像距保持不变，通过调节晶状体的焦距来调整成像情况）

命题意图：知道眼睛的成像原理。

3. 参考解答：收缩 变小

命题意图：知道眼睛调节焦距的原理，能解释眼睛成像中的真实问题。

第 2 课时

自主活动 1

参考解答：需要放置凹透镜。

设计意图：通过向水透镜注水，模拟近视眼的成像情况，利用凹透镜矫正视力，初步认识眼镜矫正视力的过程。

自主活动 2

参考解答：发光物较远时，通过减少水透镜的水量使像清晰地呈现在光屏上；发光物较近时，通过增加水透镜的水量使像清晰地呈现在光屏上。

设计意图：知道照相机的成像原理以及调节焦距的作用。

巩固练习

1. 参考解答：薄 弱 凹

命题意图：知道近视的形成与矫正。

2. 参考解答：C(提示：图中所成的应是倒立、缩小的实像)

命题意图：能结合凸透镜成像规律科学推理现象，解释“天宫课堂”中的实验，增强民族自豪感。

3. 参考解答：大于 增大 减小

命题意图：知道照相机的成像原理，解释生活中照相机成像的实例。

第5章 运动和力

第一部分 整章分析



学习目标

1. 了解重力、弹力和摩擦力等生活中常见的力,认识力的作用效果,知道力的作用是相互的。知道二力平衡条件、认识牛顿第一定律,能分析、解释简单的力学现象,初步形成运动和相互作用观念。
2. 会用弹簧测力计测量力的大小,能用示意图描述力。在分析同一直线上两个力的合力的过程中体会等效替代的思想方法。在探究运动与力的关系中了解实验与推理相结合的研究方法。
3. 在“探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关”的实验中,能用控制变量的思想设计实验方案,经历收集、分析实验数据的过程,能根据证据通过归纳推理得出结论并作出解释,能对实验进行反思,提出改进建议。
4. 通过对自然界和生活中与运动和相互作用有关现象的描述与解释,激发物理学习的兴趣。通过实验和科学推理认识牛顿第一定律,感受科学推理在科学中的作用。通过实验与活动,培养实事求是的科学态度与交流合作的能力。



编写意图

课程标准中对本章“内容要求”为:

2. 2. 3 通过常见的事例或实验,了解重力、弹力和摩擦力,认识力的作用效果。探究并了解滑动摩擦力的大小与哪些因素有关。
2. 2. 4 能用示意图描述力。会测量力的大小。了解同一直线上的二力合成。知道二力平衡条件。
2. 2. 5 通过实验和科学推理,认识牛顿第一定律。能运用物体的惯性解释自然界和生活中的有关现象。

本章内容是力学的基础部分。主要包括力的概念与作用效果,弹力、重力和摩擦力,力的测量,同一直线上二力合成,二力平衡条件,牛顿第一定律与惯性。

通过常见的生活现象与实验活动,建构力的概念,能分辨施力物体和受力物体,认识力的作用效果,知道力的作用是相互的。在认识重力、弹力的过程中,会用示意图描述、分析物体的受力情况。会用弹簧测力计测量力,知道实验测量存在误差。在探究同一直线上二力合成的实验中,体会等效替代的思想方法,会求解同一直线上两个力的合力。在了解摩擦力时,重点探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关,体会控制变量的思想,经历科学探究的一般过程,通过数据记录与分析,能根据证据归纳得出结论。在学习牛顿第一定律的过程中,了解伽利略研究运动与力关系的过程及研究方法,能分析、解释生活中与惯性有关的简单问题。

本章重点是认识力，包括弹力、重力、摩擦力等生活中常见的力，了解这些力的作用效果，学会用同一直线上的二力合成、二力平衡及牛顿第一定律来解释和解决简单的实际问题，初步建立运动与力的关系。本章内容是形成运动和相互作用观念的重要载体，是学习压力与压强、浮力、简单机械、功与能等内容的基础，也为高中阶段进一步学习运动与力的关系作准备。

完成本章学习的内容，共需要 10 课时。其中第 1 节 2 课时，第 2 节 3 课时，第 3 节 2 课时，第 4 节 1 课时，第 5 节 1 课时，结合实际学情建议自主开展主题学习 1 课时。



第⑤章 运动和力

“春分到，蛋儿俏”。我国民间在春分有“竖蛋”的习俗。将鸡蛋竖立在一顆螺丝钉上保持不动，其背后涉及物体受力的平衡。本章我们将学习力的基本知识，从物理学视角认识物体间的相互作用。

通过本章内容的学习，你将了解力、力的作用效果和生活中常见的力；认识二力平衡的条件和牛顿第一定律；学会力的测量方法；经历探究影响滑动摩擦力因素的过程，体会控制变量和等效替代等思想方法在科学探究中的作用；初步建立运动和相互作用的观念；感悟人类认识客观世界的方式由思辨向实证的演化。

114

外壳圆润光滑的生鸡蛋能稳稳地竖立在小螺帽上，通过此图引出本章内容，能够激发学生实践和探索现象背后原因的兴趣，且力的概念、生活中常见的力和平衡条件的学习都与本图相互呼应，为学生初步形成运动和相互作用观念打基础。

本节编写思路

第1节 力



图 5-1-1 拔河

第1节

力

[1] 图 5-1-1 为拔河比赛中一位运动员正用力拉绳的情境。比赛时，双方各执绳的一端，通过手、腰、腿一齐用力，向相反方向拽动绳子，决出胜负。人们在用力时总会感到肌肉绷紧，“力”最早是人们在劳动时从肌肉的紧张中感受到的。那么，力就是“肌肉的紧张”吗？

● 什么是力？

[2] 拔河时，人对绳子施加了“拉”的作用。提水桶时，人对水桶施加了“提”的作用。短道速滑接力时，后面的运动员对前面的运动员施加了“推”的作用，如图 5-1-2 所示。

在物理学中常把生活中的“拉”“提”“推”等称为“作用”。这样，我们可以说，力 (force)



图 5-1-2 短道速滑接力

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的运动员用力拉绳场景，引发对力的概念的思考。

2. 通过分析生活实例和实验现象，初步建立力的概念，了解力的作用是相互的。

3. 通过常见实例与“自主活动”，了解力可以使物体发生形变，也可以改变物体的运动状态，进而认识力的作用效果。

4. 经历分析力的作用效果与力的三要素关系的过程，体会用力的示意图表示力的方法。

115

正文解读

[1] 节首语以传统运动项目拔河为情境，从人们用力时的身体感觉引出对力是否是“肌肉的紧张”的追问，激发学习兴趣。通过学习逐渐认识到力是物体对物体的作用，是物理学抽象出来的概念，体现从感性认识转化为理性认识的发展过程。

[2] 此处回应节首语的情境，分析拔河、提水桶、短道速滑接力等常见例子中“拉”“提”“推”等作用现象感知力的存在，归纳、概括实例中的共同特征，初步形成力的概念，了解施力物体和受力物体。

关于自然界中的四种基本相互作用详见本章资料链接。

[1] 此处设置“自主活动”是为了说明力的作用是相互的。实验时观察弹簧与装水的气球在悬挂前后的形状变化，推断弹簧受到了气球施加的向下的拉力，同时气球也受到了弹簧施加的向上的拉力。弹簧和气球既是施力物体，也是受力物体，力的作用是相互的，且相互作用力的方向是相反的。

[2] 此处列举磁体间相互作用的例子说明力的作用是相互的，且这种相互作用不一定需要相互接触，同时反映了力改变物体运动状态的作用效果，为后续聚焦力的作用效果作铺垫。

关于牛顿第三定律的重要性详见本章资料链接。

是物体对物体的作用。发生作用的两个物体，一个是施力物体，另一个是受力物体。拔河时人拉绳子，人是施力物体，绳子是受力物体。

在物理学中，力的符号用 F 表示，力的单位是牛顿（newton），简称牛，符号是N。用手托着两个鸡蛋所需的力大约为1N。

[1] 自主活动

如图5-1-3所示，在木板上放置一个装水的气球。将两根相同弹簧的上端分别固定在铁架台上，把装水的气球悬挂在一根弹簧的下端挂钩上。观察弹簧与气球在悬挂前后的变化。

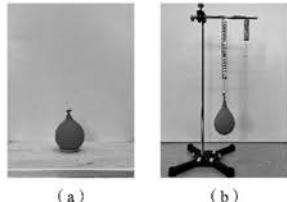


图5-1-3 装水的气球挂在弹簧下

上述实验中，弹簧被气球拉长，挂在弹簧下端的气球形状也发生了变化。图5-1-4中，两

[2] 辆相距很近的小车上各固定一块条形磁体，异名磁极相对。由于两车上的条形磁体相互吸引，松手后两车将互相靠近。



图5-1-4 磁体间的相互作用

[3] 这些现象表明一个物体对另一个物体施力时，受力物体也会反过来对施力物体施加力的作用。也就是说，力的作用是相互的。提水桶时，

[3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组合作讨论活动，目的是通过分析讨论人和绳都受到哪些力的作用，体会力的作用是相互的。

手也感受到水桶向下的拉力。可见，手对水桶施加力的同时，水桶对手也施加了力。

● 力有哪些作用效果？

如图 5-1-5 所示，用力揉面团，面团会被揉成各种形状；坚硬的钢锭受到液压机巨大的压力而变形。大量事实证明，力可以使物体发生形变。



图 5-1-5 物体受力后形状的变化

[1] 自主活动

如图 5-1-6 所示，在锥形瓶中装满水，塞上穿有细玻璃管的橡皮塞，用手压瓶底后松开，观察细玻璃管中水面位置的变化。



图 5-1-6 锥形瓶受力变形

上述实验中，用手压锥形瓶底部，细玻璃管中水面上升。松手后，水面就恢复到原来的位置。由于锥形瓶内水的体积是一定的，管内水面上升说明锥形瓶底部受到压力时发生了微小的形变。

除了可以使物体发生形变外，力还有其他的作用效果吗？

[1] 力可以使物体发生形变。生活中有些物体的形变是明显的，如面团、海绵、弹簧等；有些物体的形变是非常微小的，人眼不易直接观察到。

此处设置“自主活动”的意图是再一次体会用微小变化放大的方法观察锥形瓶的形变。为了使实验效果更醒目，可加入几滴红墨水，在玻璃管后衬白色纸屏，且玻璃管的内径尽量小。可通过挤压瓶底玻璃管内液面立刻上升，松手后液面立刻回落的现象，将锥形瓶的形变与液体的热胀冷缩进行区分，因为温度上升和下降都是一个相对缓慢的过程。除此以外，手压桌子时，桌子发生的微小形变等生活实例，可用激光笔和平面镜将桌子的微小变化放大观察。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个演示力的作用效果的活动。通过这个活动，学生能直观感受到力可以改变物体运动的快慢，也可以改变物体运动的方向。

“自主活动”中先观察原来静止的小球受外力作用后运动状态发生改变；再研究运动着的小球受外力作用后运动状态的改变。此处小球和吹风机也可用小铁球和条形磁体代替。

[2] 在物理学中，运动状态的改变包括物体运动快慢和运动方向的改变，只要其中一个发生了变化，那么运动状态就发生了变化。所以衡量运动状态是否改变的物理量是矢量速度。

用电吹风吹静置于水平桌面上的塑料小球，
[1] 小球将由静止变为运动。如图 5-1-7 (a) 所示，让塑料小球从斜面上滚下，在它的运动路径上用电吹风正对着它吹，小球运动会变慢。如图 5-1-7 (b) 所示，再用电吹风在塑料小球的运动路径上对其侧吹，小球的运动方向会发生改变。

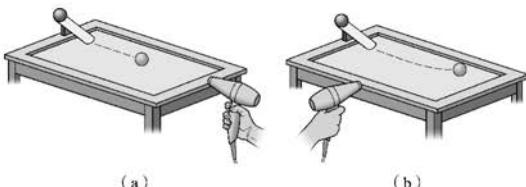


图 5-1-7 运动的塑料小球受到力的作用

[2] 大量事实证明，力可以改变物体运动的快慢，也可以改变物体运动的方向，即力可以改变物体的运动状态。

● 力的作用效果与力的哪些因素有关？

手拉（或压）弹簧时，用力越大，弹簧被拉得越长（或压得越短）。打乒乓球时，球拍击球的力的大小和方向都会影响乒乓球运动的情况。生活经验表明，力的作用效果与力的大小和方向有关。

如图 5-1-8 所示，分别在 A、B、C 三处推窗，在靠近窗把手处的 A 点推窗最容易，靠近窗轴处的 C 点推窗最费力。由此可见，力的作用效果还与力的作用点有关。我们把力的大小、方向和作用点叫做力的三要素。

[3] 物理学中经常用一根带箭头的线段来表示



图 5-1-8 不同的推窗位置

[3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是体会用力的示意图描述力的方法。

“自主活动”中迁移建构“光线”模型的方法，思考如何用抽象的图形来描述力的方向、作用点及力的大小，体会力的示意图的科学、严谨和简洁明了，并能规范地画出力的示意图。

力。如图 5-1-9 所示,从力的作用点开始沿着力的方向画一条线段,在线段的末端处画一个箭头表示力的方向,并在线段旁标出力的名称,这样的方法叫做力的示意图。如果在同一图中表示多个力,力越大,线段越长。

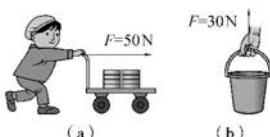


图 5-1-9 不同力的示意图

练一练

- 划船时,手拿船桨向后划水时会感觉船桨受到“阻碍”,简述这个“阻碍”是如何产生的?
- 两人站在滑板上,双手相抵,若其中一人用力推另一人的手掌,简述可能出现的现象及原因。
- 试举例说明力的作用效果与力的大小、方向、作用点有关。
- 用线将吊灯悬挂在天花板上,线对灯的拉力 $F=6\text{ N}$ 。在图 5-1-10 中画出拉力 F 的示意图。



图 5-1-10



图 5-1-11

- 一位同学沿水平方向用 50 N 的力推箱子,在图 5-1-11 中画出这个力的示意图。

1. 参考解答: 力的作用是相互的,桨对水向后施力时,水对桨也会产生向前的力(阻碍船桨向后划水),使得小船前进。

命题意图: 用力的作用的相互性解决生活中的实际问题。

主要素养: 科学推理;模型建构。

2. 参考解答: 会观察到两人均向后退。力的作用是相互的,当一人用力推另一人时,自身也受到了另一人对自己相反方向的推力,因此自己也会向后退。

命题意图: 用力的作用的相互性、力的作用效果解决生活中的实际问题。

主要素养: 科学论证;解释。

3. 参考解答: 用大小不同的力拉同一根橡皮筋,橡皮筋形变程度不同。羽毛球拍击球方

向不同,羽毛球运动的方向不同。打桌球时,球杆击球点不同,球的运动轨迹不同。

命题意图: 知道影响力的作用效果的因素,能发现、解释生活中的相关现象。

主要素养: 科学推理;解释。

4. 参考解答: 如图 1 所示

命题意图: 能用力的示意图表示拉力的三要素。

主要素养: 模型建构。

5. 参考解答: 如图 2 所示

命题意图: 能用力的示意图表示推力的三要素。

主要素养: 模型建构。

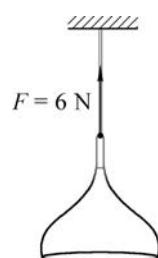


图 1



图 2

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的运动员借助蹦床高高跃起场景，引出弹力及其产生条件的问题。

2. 通过分析生活实例和实验现象，建立弹力的概念，并了解弹力的三要素。

3. 通过实验，了解用弹簧测力计测量力的方法，会使用弹簧测力计测力。

4. 通过常见事例和“自主活动”，建立重力的概念，了解重力的三要素及计算重力大小的方法。



弹力 重力

[1] 蹦床运动有“空中芭蕾”之称。图 5-2-1 中运动员借助蹦床高高跃起，在空中做出各种高难度的动作。为什么运动员借助蹦床能跳得很高呢？

● 什么是弹力？



[2] 把橡皮筋拉长，松手后橡皮筋会恢复到原来的长度。如图 5-2-2 所示，手捏橡胶球使它发生形变，松手后，橡胶球会恢复原状。蹦床运动员将蹦床床面压得凹陷，运动员离开床面后，床面也会恢复原状。

橡皮筋、橡胶球、蹦床床面等物体在外力作用下发生形变，撤去外力后又能恢复到原来的形状，物体的这种性质叫做弹性。橡皮泥、面团等物体发生形变后不能自动地恢复到原来的形状，物体的这种性质叫做塑性。我们用手捏橡胶球或

正文解读

[1] 节首语以生活中熟悉的蹦床运动为情境，对运动员借助蹦床高高跃起的原因进行追问，引发对蹦床床面材料性质、运动员起跳基本动作及受力情况分析等问题的思考，激发探究欲，学习从物理视角认识和解释生活现象。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是通过观察比较不同物体在外力作用下发生形变，撤去外力后恢复形变情况的区别。该活动不仅是上一节力可以改变物体形状的实例，还为引出弹力及其产生条件作铺垫。

拉伸橡皮筋时，可以感受到它们对手有力的作用。具备弹性的物体发生形变时产生的力叫做弹力（elastic force）。蹦床床面发生形变时对运动员产生了向上的弹力，帮助运动员跳得更高。

[1] 弹力是生活中普遍存在的力。如图 5-2-3 所示，汽车静止在水平地面上，在轮胎与地面接触处，地面向下发生了微小的形变。由于地面要恢复原状，对车轮产生向上的弹力，这个弹力就是地面对车轮的支持力 F ，它的方向垂直地面向上。



图 5-2-3 地面对车轮的弹力



图 5-2-4 悬线对小球的弹力

图 5-2-4 中，小球被悬线挂起，悬线发生了微小的形变。悬线要恢复原状，就会对小球产生向上的弹力，这个力就是悬线对小球的拉力 F ，它的方向沿悬线向上。

[2] 自主活动

如图 5-2-5 所示，用手指压缩弹簧，感受弹力的大小。



图 5-2-5 感受弹力

上述实验中，手对同一弹簧施加大小不同的压力，弹簧的形变程度不同。形变程度越大，弹

[1] 通过展示生活中应用弹力的实例，了解日常生活中的压力、支持力、拉力等都是弹力，感受受力物体受到的弹力的方向与施力物体发生形变的方向有关。

[2] 此处设置“自主活动”的意图是感受弹簧弹力大小与弹簧形变量的定性关系。关于胡克定律的相关内容详见本章资料链接。

实验时应注意沿弹簧轴线（图 3 所示虚线）方向施加压力，使弹簧沿轴线方向发生弹性形变。



图 3

[1] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。目的是通过阅读教材了解弹簧测力计的构造。

[2] 本实验是课程标准中的测量类学生实验。目的是学会用弹簧测力计测量力。

实验分为观察、体验、应用三个部分。第一部分为观察实验器材,实验室通常所用的器材是0~5 N或0~2.5 N的弹簧测力计,所对应的分度值也不同。第二部分为学习正确使用弹簧测力计的方法,知道调零的正确方法,知道所测力的方向需要与弹簧轴线一致等要求。第三部分为使用弹簧测力计测量力,包括测量笔袋对弹簧测力计的拉力、教科书对弹簧测力计的水平拉力。

实验时应根据实际情况选择量程与分度值合适的弹簧测力计。注意使用弹簧测力计不能超出量程,以免损坏器材。由于教科书无法直接挂在弹簧测力计的挂钩上,建议实验时在教科书上夹上夹子方便测量。

力也越大。物体的弹性都有一定的限度,如果把弹簧过度拉伸,弹簧就不能恢复到原来形状。

● 如何测量力的大小?

在一定范围内,弹簧所受的拉力越大,弹簧的形变程度越大。根据这个原理,人们制造了实验室中常用的测力仪器——弹簧测力计,其结构如图5-2-6所示。使用弹簧测力计时,先将圆环固定,当挂钩受到拉力时,弹簧就会伸长,指针会随弹簧的伸长而移动。弹簧形变稳定时,指针所指的刻度值即为此刻挂钩所受的拉力大小。

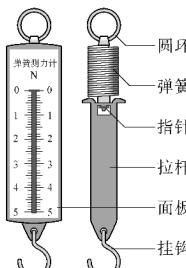


图5-2-6 弹簧测力计

[2] 学生实验

用弹簧测力计测量力

观察弹簧测力计

实验室提供的弹簧测力计的量程和分度值是多少?

学习使用弹簧测力计

1. 使用前将弹簧测力计沿待测力的方向调零。
2. 测量时保持待测力的方向与弹簧伸长方向沿同一直线。
3. 用手拉弹簧测力计的挂钩,使指针分别指到1 N、2 N、4 N的刻度位置,体验1 N、2 N、4 N力的大小。

使用弹簧测力计测量力

1. 将笔袋悬挂在弹簧测力计的挂钩上,测量笔袋静止时对弹簧测力计的拉力 $F_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ N。
2. 用弹簧测力计沿水平方向缓慢拉动桌面上的教科书,测量教科书对弹簧测力计的拉力 $F_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ N。

[1] 交流讨论

上述实验中，在测量教科书对弹簧测力计的水平拉力前，是否需要重新对弹簧测力计进行调零？

如图 5-2-7 所示，除了弹簧测力计外，生活中常见的测力计还有握力计等。在科学研究 [2] 中，还可以使用传感器测量力的大小。



图 5-2-7 握力计

• 什么是重力？

在图 5-2-1 中，无论蹦床运动员跳得多高，最终仍要落回床面。瀑布“飞流直下三千尺”，水滴自屋檐滴落，都是因为地球对它附近的物体有吸引的作用。

物理学中，地球表面附近的物体由于地球吸引而受到的力叫做重力 (gravity)，用 G 表示。

[3] 自主活动

如图 5-2-8 所示，将绳子的下端系一重物后悬挂，绷直的绳子和重物构成一条重垂线。改变图中斜面倾角，观察绳子方向的变化。

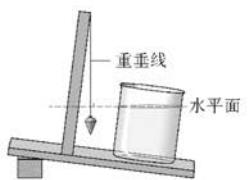


图 5-2-8 重垂线与水平面

上述实验中，绳子由于物体受到重力而绷直，且绳子的方向总是和水平面垂直，因此重力的方向总是竖直向下的。

双手分别拿着质量不同的两瓶水时，感觉用力大小不同。这说明物体受到的重力与它的质量有关。

研究表明，地球表面附近的物体所受的重力

[1] 实验后设置“交流反思”，目的是加深对“将弹簧测力计沿所测力的方向”要求的理解。因教科书对弹簧测力计的水平拉力方向与笔袋对弹簧测力计的拉力方向不同，考虑到弹簧自身受重力的因素，需在测量水平拉力前重新对弹簧测力计沿水平方向调零。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。目的是学习使用力传感器测量力。

[3] 此处设置“自主活动”的意图是通过实验现象的观察，体会重力的方向总是竖直向下的。当物体以线悬挂并相对于地球静止时，物体所受重力的方向沿悬线向下，即竖直向下。事实上，物体所受的重力与悬线对物体拉力是一对平衡力。实验时应

注意比较竖直方向与水平方向的关系。

关于重力与万有引力的相关内容详见本章资料链接。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是通过实验研究物体所受的重力与物体质量的关系。

实验器材可以用力传感器，也可以用弹簧测力计，但都需沿竖直方向调零。计算比例系数 $\frac{G}{m}$ 验证 g 的大小是否为 9.8 N/kg 。

[2] 重力加速度 g 在初中阶段无法定义，此处仅说明物体所受的重力 G 与它的质量 m 之间的比例关系，得出重力大小的计算公式。

需注意的是重力加速度 g 的大小会随纬度变化而略有改变，赤道最小，两极最大，此外 g 的大小还会受地质等因素的影响。

大小与物体的质量成正比。物理学中，将重力与质量的比用字母 g 表示，物体所受的重力 G 与

[1] 它的质量 m 之间的关系可以写为：

$$g = \frac{G}{m} \text{, 即 } G = mg.$$

在国际单位制中，重力的单位是牛，质量的单位是千克，因此 g 的单位是牛/千克，符号是 N/kg ，读作牛每千克。实验测得，在地球表面附近， g 的大小约为 9.8 N/kg ，它表明在地球表面

[2] 附近，质量为 1 kg 的物体所受的重力约为 9.8 N 。

示例。一辆汽车的质量为 1.2 t ，它受到的重力大小为多少？

解：已知地球表面附近 $g = 9.8 \text{ N/kg}$ ，汽车的质量 $m_{\text{车}} = 1.2 \text{ t} = 1.2 \times 10^3 \text{ kg}$ 。

汽车受到的重力

$$G_{\text{车}} = m_{\text{车}} g = 1.2 \times 10^3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 11760 \text{ N}.$$

物体的各个部分都受到重力的作用。对于

[3] 整个物体而言，各部分所受到的重力可以看成是作用在某一个点上，这个点叫做重心 (center of gravity)。如图 5-2-9 所示，粗细均匀的直棒的重心在它的几何中心，均匀球的重心在球心。

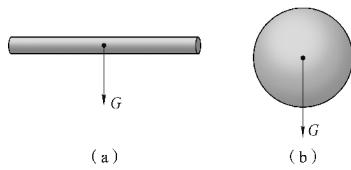


图 5-2-9 形状规则、质量分布均匀的物体的重心

[3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是了解铅笔的重心位置。物体的重心其实是物体重力的等效作用点，而非实际作用点。物体的重心不一定在物体上，例如，质量均匀分布的圆环，重心在圆环的圆心；质量分布均匀的空心球，重心在球心等。当然物体的重心位置还与物体的质量分布有关，例如不倒翁的重心往往偏底部中间处，摔跤运动员在比赛中俯下身体会降低自身重心等。

练一练

1. 小明用弹簧拉力器锻炼身体，拉开的距离越大，就感到越费力，这是什么原因？

2. 跳床运动员在跳床最低点时受到哪几个力的作用？分别说出它们的施力物体。在图5-2-10中画出这几个力的示意图。



图 5-2-10



图 5-2-11

3. 如图5-2-11所示，该弹簧测力计的量程为_____N，分度值为_____N，图中弹簧测力计的示数为_____N。

4. 某根钢索能承受的最大拉力为 1×10^4 N，能否用它吊起一辆质量为 2×10^3 kg的汽车？

5. 如图5-2-12所示，用几根橡皮筋代替弹簧制作一个简易测力计。当拉力均匀增加时，橡皮筋伸长量增加不均匀。该测力计的刻度和量程如何确定？该测力计的刻度是否均匀？

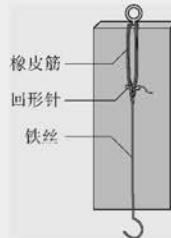


图 5-2-12

125

4. 参考解答：汽车所受重力 $G=mg=2 \times 10^3$ kg $\times 9.8$ N/kg $=1.96 \times 10^4$ N $>10^4$ N，所以该钢索不能吊起质量为 2×10^3 kg的汽车。

命题意图：用重力计算公式解决实际问题。

主要素养：科学推理；科学论证。

5. 参考解读：由于橡皮筋受力伸长程度不均匀，只能采用实际测定的方法确定刻度。对自制橡皮筋测力计的挂钩依次施加0.5 N、1 N、1.5 N、2 N等拉力，直至橡皮筋拉伸至最长，在刻度板上标出所受拉力对应回形针的位置，记下刻度值，并确定量程。

命题意图：类比弹簧测力计的原理设计测力计。

主要素养：质疑创新；证据。

1. 参考解答：同一弹簧的形变量越大，弹簧的弹力也越大。两手拉开距离越大，弹簧形变量越大，弹簧拉力器向内的弹力越大，人感觉越费力。

命题意图：用弹簧弹力大小与弹簧形变量的定性关系解释问题。

主要素养：科学推理；解释。

2. 参考解答：在跳床最低点，运动员受到重力与弹力的作用，重力的施力物体是地球，弹力的施力物体是跳床。如图4所示。

命题意图：知道弹力、重力的产生原因及规范表示。

主要素养：科学推理；模型建构。

3. 参考解答：0~5 N 0.2 N 1.2 N

命题意图：学会弹簧测力计的正确读数。

主要素养：证据。

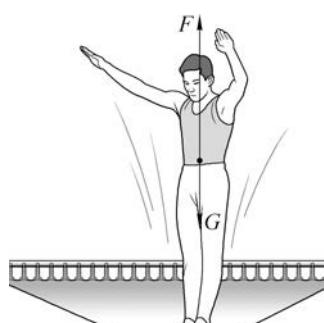


图 4

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的丹顶鹤单腿站立场景，引发对物体保持静止状态条件的思考。

2. 通过分析生活实例和实验现象，了解合力、分力以及同一直线上的二力合成，体会等效替代的思想方法。

3. 通过常见实例和“自主活动”，了解二力平衡的条件，在用二力平衡的条件解释实际问题的过程中发展运动和相互作用观念。



第3节

二力合成 二力平衡



(a) 两只蚂蚁搬运树叶



(b) 多人救援抛锚汽车

图 5-3-2 不同的力

[1] 图 5-3-1 中的国家一级保护野生动物丹顶鹤单腿站立，细长的鹤腿支撑着整个身体保持稳定的静止状态。物体的静止状态在自然界中普遍存在，保持静止状态的物体要满足怎样的条件？

● 什么是二力合成？

[2] 如图 5-3-2 所示，两只蚂蚁能搬动一片树叶，一只蚂蚁也可以搬动；几个人一起用力能把抛锚的汽车从雪地里推出，用一辆牵引车也能将其拖出。可见，一个力作用在物体上产生的效果可以与几个力共同作用在这个物体上产生的效果相同。

如果一个力对物体产生的作用效果与几个力同时对物体产生的作用效果相同，那么就可以用这个力代替这几个力，这个力就叫做这几个力的

正文解读

[1] 节首语以丹顶鹤单腿站立保持平衡的优雅姿态为情境，既承接了上一节重点知识的应用，又引发平衡状态及条件的思考。丹顶鹤的生活习性还能激发学习兴趣，增强保护大自然的意识。

[2] 等效替代的思想是解决生活实际问题必不可少的方法之一。此处先以生活中常见的蚂蚁搬叶子和推车问题创设真实情境，引入合力、分力的概念，从而认识到两个力或几个力的共同作用效果可以被一个力等效替代的事实，进而形成多个力合成的推理逻辑，感受从特殊到一般的科学思维模式。

合力，这几个力叫做这个力的分力，这种思想方法叫做等效替代。

求几个力的合力的过程叫做力的合成。当两个力沿同一直线作用于同一物体时，怎样求它们的合力呢？

[1] 如图 5-3-3 (a) 所示，将橡皮筋一端固定，用两个力传感器通过细线同时沿同一方向拉橡皮筋的另一端。橡皮筋在 F_1 、 F_2 的共同作用下被拉长。 F_1 、 F_2 的合力应使橡皮筋发生同样的形变。

如图 5-3-3 (b) 所示，使用单个力传感器，将橡皮筋的另一端拉到图 5-3-3 (a) 中同样的位置，此时的拉力 F_3 即为 F_1 和 F_2 的合力。

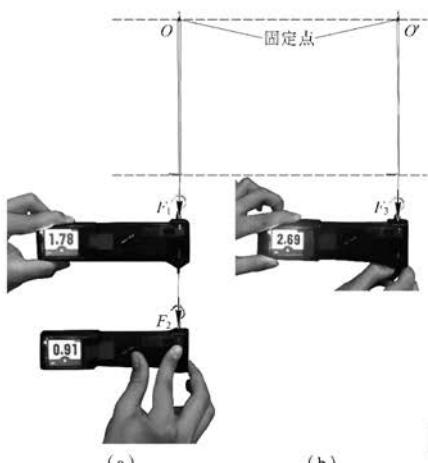


图 5-3-3 研究同一直线上二力合成的实验

通过比较发现，作用于同一直线上方向相同的二力合成时，合力与分力的方向相同，合力的大小等于分力之和。

[2] 想一想

若力 F_1 与 F_2 的方向相反，如何利用图 5-3-3 中的器材来研究合力与分力的关系？

127

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个演示“利用力的传感器研究同一直线上方向相同的两个力的合力”的活动（本活动也可使用弹簧测力计完成，但应避免出现弹簧测力计倒挂测力的情况）。通过这个活动，学生能直观理解等效替代的思想方法。

“自主活动”中应注意：先用同一直线上方向相同的两个力共同作用使橡皮筋发生形变，再用一个力作用于同一根橡皮筋使其产生相同的形变效果，得出同一直线上方向相同的两个力的共同作用可以由一个产生相同效果的力替代，从而建构合力与分力的概念。通过比较合力与分力的大小、方向关系，归纳得出同一直线上方向相同的两个力求解合力的方法。

[2] 此处设置“想一想”的意图是设计“研究同一直线上方向相反的两个力的合力”的实验，观察现象，归纳结论。

实验中应将橡皮筋一端固定，两个方向相反的力同时作用于橡皮筋的另一端，使橡皮筋伸长。接着用另一个力作用于橡皮筋的同一端，使橡皮筋产生相同的形变效果，说明这一个力可以替代两个力同时共同作用，进而探究同一直线上方向相反的两个“分力”与“合力”的数学关系。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组合作讨论活动，目的是会求解同一直线上的两个力的合力。可用力的示意图表示，使情境更直观，再根据同一直线上的二力合成的规律来求解。

[2] 通过示例学习将真实情境中的物体简化为物理研究对象，感受用力的示意图进行受力分析的便捷和直观。作图时，应按之前学习力的示意图的要求体现同一张图上力越大，带有箭头的线段越长。

[3] 通过分析丹顶鹤保持静止，神舟飞船匀速下落的运动状态，引出平衡状态以及二力平衡的问题。此外，丹顶鹤是中国特有的动物，神舟飞船是我国航天事业的重要成果，用此情境来提升学生民族自豪感。

关于平衡的分类详见本章资料链接。

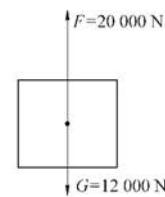


图 5-3-4 力的示意图



图 5-3-5
神舟飞船返回舱降落

大量实验表明：

[1] 在同一直线上，方向相同的两个力的合力大小等于两力大小之和，合力方向与两力的方向相同；方向相反的两个力的合力大小等于两力大小之差，合力方向与较大力的方向相同。

[2] 示例·一台吊车用 20 000 N 竖直向上的拉力 F ，提起重力 G 为 12 000 N 的物体。求物体所受合力的大小和方向。

分析：如图 5-3-4 所示，以物体为研究对象，画出力的示意图，根据求合力的方法，方向相反的两个力的合力大小等于两个力大小之差，因此合力 $F_{合}$ 的大小应为拉力 F 与重力 G 的差值。合力方向应与较大力的方向相同，即与拉力 F 的方向一致。

解： $F_{合} = F - G = 20 000 \text{ N} - 12 000 \text{ N} = 8 000 \text{ N}$ ，其方向与拉力 F 方向一致，竖直向上。

由上题可知，如果将拉力 F 减小为 12 000 N，则物体所受的合力为零。

● 如何使物体保持静止或匀速直线运动？

[3] 图 5-3-1 中，丹顶鹤的身体保持静止，物体静止时，速度始终为零，运动状态不变。图 5-3-5 中，神舟飞船返回舱正在以近似匀速的状态下落，做匀速直线运动物体的运动状态也保持不变。

在物理学中，将物体保持静止或匀速直线运

动的状态称为平衡状态。如果物体在两个力的作用下处于平衡状态，称为二力平衡状态，这两个力就构成了一对平衡力。

[1] 自主活动

如图 5-3-6 所示，用细绳连接电动机与力传感器，将钩码挂在力传感器上保持静止，比较力传感器对钩码的拉力 F 与钩码重力 G 的大小和方向。

电动机带着钩码沿竖直方向匀速上升或匀速下降，比较力传感器对钩码的拉力 F 与钩码重力 G 的大小和方向。



图 5-3-6 研究二力平衡的实验装置

大量实验表明：

当物体处于二力平衡时，作用在该物体上的这两个力大小相等，方向相反，且作用在同一直线上。此时物体所受合力为零。

- [2] 单脚站立的丹顶鹤，悬挂在弹簧测力计上匀速上升的钩码，都在两个力的作用下处于平衡状态。如图 5-3-7 所示，放置在水平桌面上的杯子受重力与桌面对它的支持力的作用，这两个力的合力为零，杯子处于平衡状态。
- [3] 根据二力平衡的条件，用“悬挂法”可以确定一块形状不规则薄木板的重心。如图 5-3-8 所示，先通过板上任意一点 A 将板悬挂起来，木板在拉力和重力的作用下平衡，在木板上画出重



图 5-3-7 杯子的受力示意图

129

[1] 此处设置“自主活动”的意图是通过实验研究物体处于二力平衡时的受力特点。

该活动分为两个部分。第一部分是研究物体静止时，物体受到的拉力与重力之间的关系。第二部分是研究物体做匀速直线运动时，物体受到的拉力与重力之间的关系。本活动难点在物体匀速上升或匀速下降时拉力大小的记录。可以使用教材图 5-3-6 的方式搭建实验装置，利用步进电机控制力传感器和钩码一起匀速上升或匀速下降，借助力传感器采集数据。若采用手持弹簧测力计悬挂钩码的方式，应尽可能控制其缓慢上升或下降，以保证物体做匀速直线运动，且方便读取数据。

[2] 此处回应节首图，解释丹顶鹤单脚站立背后的物理知识。

[3] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。它是一个体验活动，目的是运用“悬挂法”确定物体的重心。

“悬挂法”确定重心的方法较适用于寻找薄板的重心。两次悬挂后，在忽略薄板厚度的情况下，悬线延长线的交点位置就是薄板的重心。如果物体有一定的厚度，则重心在物体内部，就无法用悬线延长线的交点得到重心的位置了。可以用手指指尖抵住测得的位置，观察物体是否能保持静止来验证重心位置。

习题解读

1. 参考解答：合力大小为 200 N，因为两位同学共同对水桶施加的作用效果与一位成年人对水桶施加的作用效果相同，都能将水桶缓慢提起，所以可以将成年人对水桶施加的力替代两位同学共同对水桶施加的力，作为两位同学对水桶的合力，大小为 200 N。

命题意图：用等效替代的思想方法求解合力。

主要素养：科学推理；解释。

2. 参考解答：本题需分类讨论：

(1) 如图 5 所示，若 F_1 与 F_2 方向相同，则 $F_{\text{合}} = F_1 + F_2 = 20 \text{ N} + 10 \text{ N} = 30 \text{ N}$ ，合力的方向为水平向右。

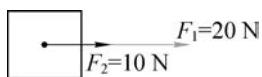


图 5

(2) 如图 6 所示，若 F_1 与 F_2 方向相反，则 $F_{\text{合}} = F_1 - F_2 = 20 \text{ N} - 10 \text{ N} = 10 \text{ N}$ ，合力的方向为水平向右。

命题意图：会求解同一直线上两个力的合成。

主要素养：科学论证；科学推理。

3. 参考解答：如图 7 所示

命题意图：用二力平衡的条件分析物体的受力情况。

主要素养：科学推理；模型建构。

垂线的方向，重心一定在这条直线上。然后换一个悬挂点 B ，再将板悬挂起来，画出此时重垂线的方向。两条重垂线的交点 O 就是薄木板重心。

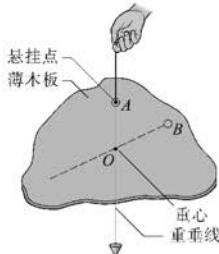


图 5-3-8 悬挂法测重心

练一练

1. 一位成年人将重力为 200 N 的水桶缓慢提起，两位同学合作也能将这个水桶提起。两位同学对水桶的合力是多少？为什么？

2. 大小为 20 N、水平向右的力 F_1 与大小为 10 N 的力 F_2 沿同一直线作用在同一物体上，求 F_1 和 F_2 合力的大小与方向。

3. 在图 5-3-5 中用力的示意图表示匀速下落的神舟飞船返回舱受到的力。

4. 图 5-3-9 中是形状不同的四块薄硬纸片，用悬挂法确定它们的重心。



(a) 圆形



(b) 长方形



(c) 等边三角形



(d) 圆环

图 5-3-9

130

图 6



图 6



图 7

通过这一活动，可以得出结论：形状规则、质量分布均匀的物体的重心在它的_____。重心_____（选填“一定”或“不一定”）在物体上。

5. 甲同学说：物体受两个大小相等、作用在同一直线上的力的作用，就能处于平衡状态。乙同学说：物体在两个力的作用下处于平衡状态，这两个力一定大小相等、作用在同一直线上。简要评价两位同学的观点。

4. 参考解答：几何

中心 不一定

命题意图：用二力平衡的条件解决实际问题。

主要素养：科学推理；科学论证。

5. 参考解读：甲同学观点错误，如果物体只受两个力的作用，根据二力平衡还需满足两个力方向相反的条件。（可列举物体受多于两个力的情况，故判断理由不唯一。）乙同学观点正确但不完整，处于二力平衡状态的物体满足二力平衡的条件，所受的两个力不仅一定大小相等，而且方向相反，作用在同一直线上。

命题意图：理解二力平衡的条件。

主要素养：科学推理；质疑创新。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图所展示的冰壶滑行场景，引发对阻碍物体相对运动的相关思考。

2. 通过对实例的分析，了解摩擦力，体会分类归纳的科学思维方法。

3. 通过“探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关”的实验过程，发展运用控制变量制订方案、表述结论的实验能力。

4. 分析生活实例，体会摩擦力的利与弊，感受物理学对人类生活和社会发展的影响。



图 5-4-1 冰壶比赛

第4节

摩擦力

[1] 冰壶比赛展现动静之美，考验运动员的体力与智慧，是北京冬奥会的比赛项目之一。如图 5-4-1 所示，运动员推动冰壶向前运动，达到一定的速度后释放冰壶，冰壶会继续向前运动一段距离直至停止。什么力阻碍了冰壶的运动，使它逐渐减速？

● 什么是摩擦力？

[2] 冰壶离开运动员后，还能在冰面上滑行较长距离，直至最终停下，这是因为冰壶在冰面上滑行时受到摩擦力（friction force）的作用。人沿着滑梯下滑时，人和滑梯之间也有摩擦力。这类摩擦力是在两个物体发生相对滑动时产生的，叫做滑动摩擦力。

正文解读

[1] 节首语以北京冬奥会赛场上中国代表队的冰壶运动员推出冰壶创设情境，感知摩擦力的存在。结合北京冬奥会的顺利举办以及中国运动健儿在奥运赛场上的活力风采，提升学生的民族自豪感。

[2] 此处回应节首语的情境，通过对冰壶受力分析，引出摩擦力的概念。对于滑动摩擦力，教材中有明确定义，而静摩擦力是根据分析实例的受力情况，由二力平衡的条件得出。

另一类摩擦力叫做静摩擦力。如图 5-4-2 所示，手握水瓶使其静止，松手后，水瓶会因受到重力作用下落。因此水瓶被握住时能保持静止是受到了静摩擦力和重力这一对平衡力的作用。



图 5-4-2 手握水瓶

[1] 滑动摩擦力大小与哪些因素有关？

[2] 学生实验

探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关

提出问题

冰壶运动员投出的冰壶，可以在冰面上滑行较长距离，是因为冰壶受到的滑动摩擦力很小吗？根据生活中的现象，猜想滑动摩擦力的大小与哪些因素有关，并说明猜想的依据。

搜集证据

· 器材

弹簧测力计（或力传感器）、木块、毛巾、棉布、木板、砝码、天平等。本实验中，不需要的器材是_____。

· 方案

影响滑动摩擦力大小的因素可能有多个，我们可以控制接触面粗糙程度等因素相同，仅改变压力大小，比较滑动摩擦力的大小；也可以控制压力大小等因素相同，仅改变接触面粗糙程度，比较滑动摩擦力的大小。这种思想方法叫

[3] 做控制变量法。

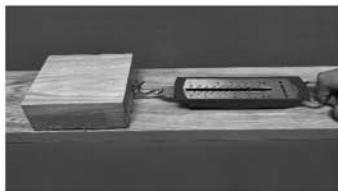


图 5-4-3 测量滑动摩擦力

① 如图 5-4-3 所示，将木块置于已固定在桌面的木板上，使用弹簧测力计沿_____缓慢拉动木块。记录弹簧测力计的示数，即为_____的大小。

② 在木块上增加砝码从而改变木块对接触面的_____，测出此时滑动摩擦力的大小。

133

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。目的是作为学生实验的预实验，引导学生有依据地猜想滑动摩擦力大小与哪些因素有关。

[2] 本实验是课程标准中的探究类学生实验。目的是探究影响滑动摩擦力大小的因素。

根据冰壶在冰面上运动距离较长的事实，由力的作用效果猜想冰壶受到的滑动摩擦力较小，提出滑动摩擦力的大小与哪些因素有关的问题。

本实验分为三个部分。第一部分是了解滑动摩擦力的测量方法。第二部分是探究滑动摩擦力大小与接触面压力之间的关系。第三部分是探究滑动摩擦力大小与接触面粗糙程度的关系。

本实验既可用弹簧测力计，也可用力传感

器来完成。

本实验中四处填空应填写：天平 水平方向 木块受到的滑动摩擦力 压力大小。

[3] 物理学中对于多因素问题的研究，常常采用控制变量（即控制相关因素）的方法，把一个多因素问题变为多个单因素问题分别进行研究。每次只改变其中的某一个因素，控制其他因素不变，从而研究被改变的这个因素对事物的影响。对涉及因素逐一研究，最后再综合解决。这种研究思路就是控制变量的方法。控制变量是科学探究中重要的思想方法，在科学探究中有着广泛的应用。

[1] 滑动摩擦力的大小是采用间接测量的方法得到的。当物体与粗糙的表面接触且相互挤压并有相对运动时，两者之间存在滑动摩擦力。用弹簧测力计沿水平方向缓慢拉动木块，木块近似处于匀速直线运动的状态时，根据二力平衡的条件可得，此时木块受到的水平拉力大小与滑动摩擦力大小相等，从而可根据弹簧测力计的示数间接测量出木块受到的滑动摩擦力大小。通过分别改变物体间的压力大小、物体表面的粗糙程度等因素，探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关。

本实验为定性探究，实验中也可尝试用力传感器代替弹簧测力计测量木块受到的拉力，通过电脑绘制图像，帮助学生直观了解滑动摩擦力与影响因素的关系，也可采用步进电机拉动木块，使木块的运动更稳定，近似做匀速直线运动。

③保持_____相同，改变_____，测出此时滑动摩擦力的大小。

•记录

将实验数据填入表5-4-1中。

[1]

表5-4-1 数据记录表

实验序号	接触面	压力	弹簧测力计示数 F/N	滑动摩擦力大小 F_f/N
1	木板	不放置砝码		
2		放置1个砝码		
3		放置2个砝码		
4	木板	相同		
5				
6	毛巾	相同		
	棉布			

作出解释

•分析

分析实验序号1、2与3可得：控制_____不变，_____，滑动摩擦力大小_____。

分析实验序号4、5与6可得：控制_____不变，改变接触面情况，滑动摩擦力大小_____。

•结论

由上述实验可得：_____。

[2] 交流反思

将本小组的实验数据、结论和其他小组交流、比较。有同学猜想滑动摩擦力大小还与接触面的面积有关。试设计实验方案验证这一猜想。

大量实验表明：

滑动摩擦力的大小与接触面所受压力有关，压力越大，滑动摩擦力越大。滑动摩擦力的大小还与接触面的粗糙程度有关，接触面越粗糙，滑动摩擦力越大。

[2] 此处“交流反思”中关于滑动摩擦力大小与接触面积是否有关的问题仍需用控制变量的方法进行研究。可通过改变木块的放置方式来调整接触面大小。

● 生活中哪些现象与摩擦力有关？

[1] 生活中处处存在摩擦力。走路时，鞋与地面间存在摩擦力，否则人就会滑倒；用橡皮擦擦字时，橡皮擦与纸面间也要有摩擦力，否则就擦不干净。

通常，人们通过改变接触面所受压力、接触面的粗糙程度来改变摩擦力的大小。如图 5-4-4 所示，用力捏自行车的刹车把手，能增大刹车片与车轮间的压力，从而增大摩擦力以降低车速；在轮胎上绑一条防滑链，能增加接触面的粗糙程度，从而增大摩擦力，提升汽车在冰雪路面上行驶的安全性。为了减小摩擦的影响，我们可以减小压力，使接触面变光滑，也可以在接触面之间加润滑油，还可以用滚动替代滑动。



(a) 自行车的刹车 (b) 汽车轮胎防滑链

图 5-4-4 生活中的摩擦力

如图 5-4-5 所示，在冰壶比赛中，运动员要拿着刷子不停地“刷冰”。“刷冰”就是通过冰刷对冰面的摩擦改变冰面条件，改变冰壶受到的摩擦力，从而在一定程度上改变冰壶的行进路线和旋转速度，使冰壶最终停留在预想的位置。



图 5-4-5
冰壶运动中的“刷冰”

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组合作讨论活动，目的是应用摩擦力的知识分析生活中的相关现象。

讨论时应根据学生的生活经验，说明生活中各种与摩擦力有关的现象，用滑动摩擦力大小与压力大小、接触面粗糙程度的定性关系分析人们在生产生活中改变摩擦力大小的方法及原理。

[2] 由于物体滚动时的受力情况较为复杂，此处仅说明用滚动替代滑动的方式可以减小对物体的阻碍作用。

关于滚动摩擦相关内容详见本章资料链接。

习题解读

1. 参考解答：不正确。物体没有被推动，即仍保持静止的状态，通过受力分析可以判断物体受到的摩擦力与推力是一对平衡力，它们大小相等。

命题意图：用二力平衡的条件判断摩擦力的大小。

主要素养：科学推理；科学论证。

2. 参考解答：A、C、D(选项B、E中，手与瓶子、手与笔之间未发生相对运动，手、瓶子、笔等受到的都是静摩擦力。)

命题意图：分析、识别滑动摩擦力。

主要素养：科学推理；科学论证。

3. 参考解答：可以采取在轮胎与泥地间垫木板或石块的方法，增大车轮所受的摩擦力。

命题意图：用改变摩擦力的方法解决实际问题。

主要素养：科学推理；质疑创新。

4. 参考解答：10 10

命题意图：用二力平衡的条件以及滑动摩擦力大小的影响因素解决实际问题。

主要素养：科学推理。

5. 参考解答：如图8所示

命题意图：分析冰壶受力情况，用力的示意图描述重力、弹力、阻力。

主要素养：模型建构；科学推理。

练一练

1. 有同学认为用力推一个重物没有推动，是因为推力小于摩擦力，简要分析这个观点是否正确。

2. 下列实例中，属于滑动摩擦的是_____。

- A. 用铅笔写字时，笔尖与纸的摩擦
- B. 手握瓶子时，手与瓶子之间的摩擦
- C. 擦黑板时，黑板擦与黑板的摩擦
- D. 扫地时，扫帚与地面的摩擦
- E. 写字时，手与笔之间的摩擦

3. 如图5-4-6所示，一辆车在泥地中行驶，车轮陷入泥坑中打滑，简述帮助驾驶员驶出泥坑的方法。



图5-4-6

4. 一物体所受重力为30 N，用10 N的水平拉力使其在水平桌面上做匀速直线运动，该物体所受的滑动摩擦力大小为_____N；其他条件不变，改用20 N的水平拉力使物体做直线运动时，物体受到的滑动摩擦力大小为_____N。

5. 冰壶比赛中，运动员向右推动冰壶后释放，冰壶继续向右运动。试在图5-4-7中，用力的示意图画出此时冰壶所受的力。



图5-4-7

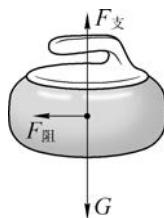


图8

本节编写思路

第5节 · 牛顿第一定律

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图呈现的高尔夫球离杆后持续运动的场景，引发对运动和力的关系的思考。

2. 通过分析生活实例和实验现象，以及回顾人类对运动与力的关系的认知历程，认识牛顿第一定律，体会科学推理在科学中的作用。

3. 通过分析生活实例，建立惯性的概念，用物体的惯性解释自然界和生活中的有关现象，初步形成运动和相互作用观念。



图 5-5-1 高尔夫球杆击球

第5节

牛顿第一定律

[1] 图 5-5-1 是用频闪摄影记录的高尔夫球杆将球击出后球与杆的运动影像。球受到球杆的击打时，由静止变为运动。球与球杆分离后，虽然不再受到球杆的作用，但球为什么还会继续向前运动而不是立刻停下呢？

● 物体的运动需要力来维持吗？

如图 5-5-2 (a) (b) 所示，要使滑板车加速向前需用力蹬地，否则滑板车就会慢慢停下；装有轮子的手推车可以被轻松地推动，松手后手推车会慢慢停下。生活中有许多类似的现象，使静止的物体运动，要对物体施加力的作用，而一旦停止施力，运动的物体就会逐渐停止运动。



(a) 运动的滑板车



(b) 运动的手推车

图 5-5-2 生活中的运动

137

正文解读

[1] 高尔夫球杆将球击出说明力可以改变物体的运动状态，但是高尔夫球与球杆分离后继续向前运动的原因是什么，物体的运动是否需要力来维持？由此引发认知冲突，激发学习兴趣。节首图中可以观察到球击出后的运动情况，直观展现了物体存在惯性。

[1] 此处设置“自主活动”的意图是通过对实验现象的分析,认识到物体受到的阻力越小,物体运动的距离越远,进而推理得到“如果接触面光滑,小车将保持沿直线方向一直运动下去”,为牛顿第一定律的建立打下实验的基础。

实验时,为了保证小车在水平面的初速度相等,每次小车必须从斜面上的同一位置由静止滑下,这也体现了控制变量的思想方法。

[2] 此处设置“科学与人文”的意图是介绍伽利略在研究运动与力关系时采用的思想实验方法,体会科学推理在科学中的重要作用。

伽利略思想实验是以可靠的实验事实为基础,突出主要因素,忽略次要因素,通过抽象思维,将实验现象进行合理地想象与外推,从而得出结论的重要科学研究方法,充分彰显了科学推理的重要力量。

[1] 自主活动

如图 5-5-3 所示,小车从同一斜面上的同一位置由静止沿斜面下滑至水平面。更换水平面的材质,重复上述实验,比较小车在不同材质的水平面上滑行的距离。

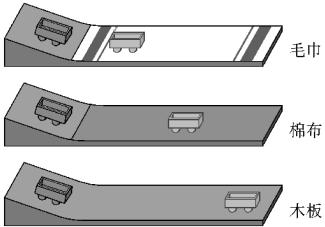


图 5-5-3 小车在不同材质的水平面上滑行

上述实验中,小车在水平面滑行的距离与小车受到的摩擦力有关。水平面越光滑,小车在水平面上滑行时所受的摩擦力越小,滑行距离也越长。假设水平面是光滑的,小车不受摩擦力,它会保持刚进入水平面时的速度大小和方向一直运动下去,做匀速直线运动。可见,物体的运动并不需要力来维持。

[2] 科学与人文

人类很早就开始研究运动与力的关系。2 000 多年前,古希腊哲学家亚里士多德认为,只有不断用力才能维持物体的运动,所以力是维持物体运动的原因。直到 17 世纪,人们还认为这个观点是正确的。

如图 5-5-4 所示,意大利物理学家伽利略设想小球从一个光滑斜面上 A 处由静止滑下并滑上第二个光滑斜面,小球应当能到达与 A 等高的 B 处。若逐渐减小右边斜面的坡度,小球在到达与 A 等高处之前滑行的距离越来越长。若将右边斜面放平,根据上述推理,小球因无法到达与 A 处等高的位置,将在光滑的水平面上一直滑下去,永远不会停下来。

由此，伽利略否定了亚里士多德的说法。

伽利略创造性地将实验与推理相结合是人类科学史上的重要里程碑。伽利略的发现以及他所开创的科学方法是人类思想史上最伟大的成就之一，标志着物理学的真正开端。

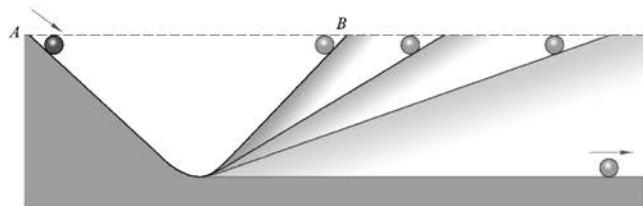


图 5-5-4 伽利略斜面理想实验

牛顿 (I. Newton, 1643—1727) (图 5-5-5) 在伽利略等人的研究基础上，得出一条重要的规律：

- [1] 一切物体总保持原来的静止状态或匀速直线运动状态，直到有外力迫使它改变这种运动状态为止。这就是牛顿第一定律 (Newton's first law)。

牛顿第一定律明确指出当物体不受力作用时，总保持原来的静止或匀速直线运动状态不变，否定了力是维持物体运动的原因。牛顿第一定律是在大量事实的基础上，通过推理、抽象概括出来的。

- 当然，“物体不受力”是一种理想状态，在现实生活中这种理想状态不存在。图 5-5-1 中 [2] 被球杆击出的高尔夫球，虽然做近似的匀速直线运动，但它在水平方向上仍受到一定的阻力，所



图 5-5-5 牛顿

[1] 牛顿第一定律是在大量经验事实基础上推理得到的，本身具有丰富的内涵。

(1) “一切物体”亦即任何物体。任何物体都具有保持原来运动状态的性质，这种性质就是物体的惯性，因此牛顿第一定律又叫做惯性定律。

(2) “或”表示两者只能选其一，即原来做匀速直线运动的物体将继续保持匀速直线运动的状态，原来静止的物体将继续保持静止的状态。

(3) “静止或匀速直线运动状态”，在牛顿第一定律中未说明是相对于什么参考系。牛顿第一定律仅适用于惯性参考系，不适用于非惯性参考系。

关于牛顿第一定律及科学家的贡献详见本章资料链接。

[2] 此处呼应节首图，分析高尔夫球的运动与受力情况。

[1] 此处联系生活实际,通过对生活中的现象描述分析,引导学生建立惯性的概念。如汽车突然启动时,车中人的脚受到向前的摩擦力,与车一起向前运动,而人体的其他部分由于惯性仍要保持原来的静止状态,因此人会向后仰。

[2] 根据此处正文,在综合活动手册中设置了相应的“想一想”栏目。它是一个小组合作讨论活动,目的是用惯性知识分析解决生活实际问题,开展安全教育。

当汽车突然向前加速运动或者汽车突然受到后方向前的碰撞时,人的下半身将随汽车一起向前加速运动;而上半身由于惯性仍要保持原来的运动状态,会相对汽车向后仰倒(座椅头枕可以起到缓冲和保护的作用)。而当汽车紧急刹车时,驾驶员由于惯性可能会撞上方向盘、挡风玻璃等,从而受到伤害,因此通过系安全带的方式,防止因惯性带来的人身伤害。

以最终一定会停下。事实上,物体总是受到力的作用,比如在地球表面附近的一切物体都受到重力的作用,但只要物体所受合力为零,物体就能保持静止或匀速直线运动状态。

● 什么是惯性?

由牛顿第一定律可知,物体不受力时,原来静止的物体,保持静止状态;原来运动的物体,保持原来的速度做匀速直线运动。物理学中把物体保持原来运动状态不变的性质叫做惯性(*inertia*)。乘车时,若汽车突然启动,乘客身体却还保持原来静止的状态,会相对于车后仰;反之,若汽车突然刹车,乘客身体仍保持原来运动的状态,会相对于车前倾。这是物体具有惯性的表现。一切物体都具有惯性,惯性是物体本身固有的一种属性。

[2] 高速行驶的汽车,一旦紧急刹车或碰撞,车身突然减速,而驾驶员身体由于惯性会继续向前运动。如果没有安全带的保护,驾驶员会撞上方方向盘、挡风玻璃等物体,甚至会冲出车外造成严重伤害。如图5-5-6所示,在汽车碰撞测试中,汽车如果突然撞到了障碍物,安全带能防止驾驶员身体的高速前冲,减少驾驶员身体受到的伤害。



图5-5-6 汽车碰撞测试

日常生活中有许多与惯性相关的现象。停止蹬地后,滑板车能够继续滑行;跳远运动员快速助跑后,飞身一跃,身体会在空中继续前进;拍打身上的灰尘、抖落伞上的雨滴也是利用了灰尘和水滴的惯性。

练一练

1. 如图5-5-7所示，运动员正跳起投篮。投出的篮球会在空中继续运动，是因为篮球_____，最终篮球会因受到重力作用落地。如果没有重力的作用，投出的篮球会沿着_____（选填“①”“②”或“③”）号轨迹运动。



图5-5-7

2. 图5-5-8所示的事例中，属于防止惯性造成危害的是（ ）。



A. 跳远运动员助跑后起跳



B. 抖落掸子上的灰尘



C. 汽车座椅上的头枕



D. 北极熊甩去身上的水

图5-5-8

3. 下列关于惯性的说法中，正确的是（ ）。

- A. 人走路时没有惯性，跑步时才有惯性
- B. 跑步比赛到终点时运动员不能立刻停下是由于惯性，停下后惯性消失
- C. 静止的足球和运动的足球都具有惯性
- D. 航天员将一个苹果带入空间站，苹果的惯性会消失

1. 参考解答：具有惯性 ③

命题意图：用惯性解释生活中的有关现象。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答： C
(选项A、B、D中，分别利用人、灰尘、水的惯性使其维持原来的运动状态)

命题意图：用惯性解释生活中的有关现象。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答： C
(因为一切物体都具有惯性，所以选项A、B、D中均有错)

命题意图：知道惯性是物体本身的固有属性。

主要素养：科学论证。

4. 参考解答: (1) 情况一,木块与小车原先一起向右做匀速直线运动,小车在力的作用下突然减速,木块因保持原来匀速直线运动的状态而向右倾倒。情况二,木块与小车原先一起向左做匀速直线运动,小车在力的作用下突然加速,木块因保持原来匀速直线运动的状态而向右倾倒。(2) 首先用绳索将圆筒状重物固定在卡车上,并在行驶过程中控制车速,避免急刹车或急速启动,否则容易导致圆筒状重物由于惯性向前滚动或向后滚动,造成事故。

命题意图: 用惯性解释现象,提出安全措施。

主要素养: 科学推理;质疑创新。

5. 参考解答: 不正确。传送带上的货物处于匀速直线运动状态,根据牛顿第一定律,物体应不受外力(物体在水平方向不受外力,竖直方向受力平衡),即物体所受合力为零,所以此时物体与传送带之间无摩擦力。

命题意图: 用牛顿第一定律分析实际问题。

主要素养: 科学推理;解释。

4. 如图 5-5-9 (a) 所示,木块与小车一起做匀速直线运动。小车在力的作用下改变了运动状态,使木块向右倾倒,如图 5-5-9 (b) 所示。

- (1) 分析小车此时的运动情况和木块向右倾倒的原因。
- (2) 当卡车运输如图 5-5-9 (c) 所示的圆筒状重物时,应采取哪些安全措施?

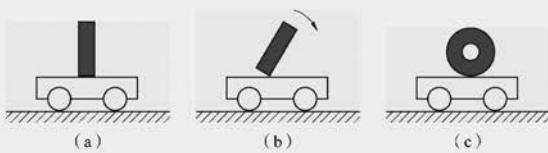


图 5-5-9

5. 如图 5-5-10 所示,传送带上的货物正匀速向右运动。有同学认为,货物在水平方向受到传送带摩擦力的作用,受到的合力不为零,与物体处于匀速运动状态相矛盾。简要分析这个观点是否正确。



图 5-5-10

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- **力**: 物体对物体的作用。
- **弹力**: 具备弹性的物体发生形变时产生的力叫做弹力。
- **重力**: 地球表面附近的物体由于地球吸引而受到的力叫做重力。
- **合力**: 一个力对物体产生的作用效果与几个力同时对同一物体产生的作用效果相同，这个力叫做几个力的合力。
- **平衡状态**: 静止或匀速直线运动状态。
- **滑动摩擦力**: 当两个物体发生相对滑动时，在接触面上产生的阻碍相对滑动的力。
- **牛顿第一定律**: 一切物体总保持原来的静止状态或匀速直线运动状态，直到有外力迫使它改变这种运动状态为止。
- **惯性**: 一切物体不论是静止的还是运动的，都具有保持原来运动状态的性质。

知识结构图



本章练习解读

1. 参考解答：小车会向右移动。电扇水平向左对空气吹风，对空气施加了水平向左的力，因为力的作用是相互的，这部分空气同时会对小车产生水平向右的推力。

命题意图：用力的作用的相互性解释实际问题。

主要素养：科学推理；解释。

2. 参考解答：上弦时，弓受到弦的拉力保持弯曲；当弦松开后，弓由于弹力作用，会向相反方向展开并恢复原状。

命题意图：用弹力的概念解决实际问题。

主要素养：科学推理；解释。

3. 参考解答：C
(一头大象受到的重力和举起5 kg哑铃所需的力均明显大于1 N；一根头发丝受到的重力

远小于1 N；两只鸡蛋的质量约为100 g，可根据重力计算公式估算其重力的大小)

命题意图：估算生活中常见力的大小。

主要素养：科学推理。

4. 参考解答：D(选项A中，球因自身惯性将保持原来离开手后的运动状态继续飞行；选项B中，支持力与压力是一对相互作用力；选项C中，分析木箱的受力情况，由二力平衡的条件可推出推力与静摩擦力大小相等；选项D中，运动的物体不受力作用时将保持原来的运动状态继续运动)

命题意图：综合运用惯性、二力平衡、摩擦力和牛顿第一定律来解释现象。

主要素养：科学推理；科学论证。

本章练习

1. 如图1所示，尾部安装了小电扇的小车静置在水平导轨上，打开小电扇向左吹风，车会向哪个方向移动，为什么？

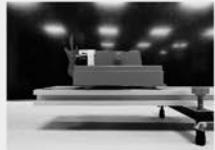


图1

2. 图2(a)(b)分别是一张弓未上弦和装上弦并调好后的样子。如果将弦松开，弓的形状会如何变化？简述理由。

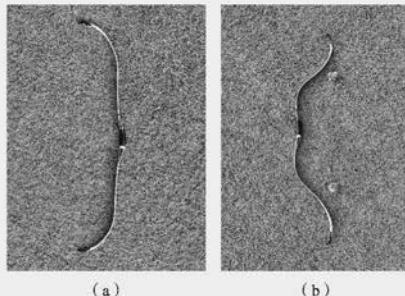


图2

3. 下列选项中，大小最接近1 N的力是()。

- A. 一头大象受到的重力 B. 举起5 kg哑铃所需的力
C. 托着两只鸡蛋所需的力 D. 一根头发丝受到的重力

4. 关于运动和力，下列说法正确的是()。

- A. 投球时，手的推力使篮球在空中继续飞行
B. 静止在桌面上的杯子受到的支持力与它对桌面的压力是一对平衡力
C. 用力推木箱，木箱没动是由于推力小于木箱受到的摩擦力
D. 如果运动的物体不受力，它将做匀速直线运动

5. 参考解答: B
[如图 9(a)所示,由苹果上升时的受力情况可推出 $F_{合} > G$; 如图 9(b)所示,由苹果下落时的受力情况可推出 $F_{合} < G$ 。]

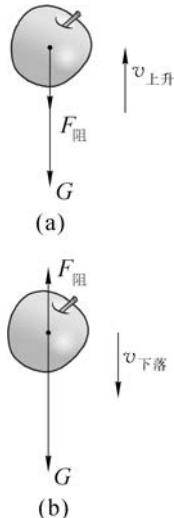


图 9

命题意图: 求解同一直线上两个力的合力。

主要素养: 科学推理;模型建构。

6. 参考解答: 运动状态(或运动快慢和方向) 惯性 重

命题意图: 知道力的作用效果,知道惯性,知道重力。

主要素养: 科学推理。

7. 参考解答: 如图 10 所示

命题意图: 用力的示意图表示重力、弹力。

主要素养: 模型建构;科学推理。

8. 参考解答: 如图 11 所示

命题意图: 用力的示意图表示拉力。

主要素养: 模型建构;科学推理。

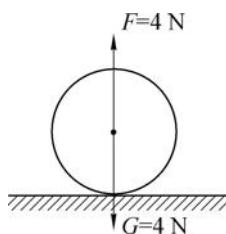


图 10

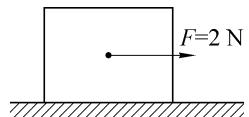


图 11

9. 参考解答：接触面粗糙程度相同时，接触面间的压力越大，滑动摩擦力越大。捏刹车把手的力越大，刹车皮与自行车轮圈间的压力越大，产生的滑动摩擦力越大，车子就停得越快。

命题意图：用滑动摩擦力的大小与接触面间的压力的关系解释生活中的现象。

主要素养：科学推理；解释。

10. 参考解答： $G = mg = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ N/kg} = 490 \text{ N}$ 。

命题意图：用重力的计算公式进行计算。

主要素养：科学推理。

11. 参考解答：采用控制变量的方法进行研究，首先用力传感器（或量程合适的弹簧测力计或电子天平）测量足球鞋、篮球鞋、跑步鞋等研究对象的重力（或质量），通过增加配重（或砝码）的方式使待研究的鞋重力相等。将待研究鞋的鞋底朝下逐一放置在同一水平地面上，用力传感器（或量程合适的弹簧测力计）沿水平方向拉，鞋缓慢运动，此时力传感器（或弹簧测力计）的示数即为鞋受到的滑动摩擦力大小，并在表 1 中记录数据。

表 1

球鞋种类	球鞋对地面的压力 F_N/N	球鞋受到的滑动摩擦力 F_f/N
足球鞋		
篮球鞋		
.....		

命题意图：用控制变量法、滑动摩擦力及二力平衡的有关知识综合解决实际问题。

本活动可作为一次主题学习，见表 2。

表 2

主题学习	学 习 任 务	教学内容
比较鞋子的防滑性能	选择常见类型的鞋子（如跑步鞋、篮球鞋、皮鞋等）作为研究对象，用滑动摩擦力作为反映鞋子的防滑性能的物理量，分组讨论如何测量鞋子与待测面间的滑动摩擦力	滑动摩擦力、二力平衡
	讨论、设计比较不同类型鞋子防滑性能实验方案，收集实验数据，归纳实验结论	重力、弹力、控制变量
	分组交流实验过程和实验结论，提出改进建议，辩证思考鞋子防滑性能与生活便利的关系	联系实际

第 5 章涵盖了弹力、重力、摩擦力、二力合成、二力平衡、牛顿第一定律等力学概念及规律，还涉及力的测量、实验探究等实验方法与技能。“比较鞋子的防滑性能”这一主题学习活动旨在综合运用本章所学的内容解决生活中的实际问题。学生在方案设计、证据收集、解释归纳、交流评价等科学探究过程中发展科学推理、科学论证、质疑创新、证据、解释、交流等核心素养。

主题学习活动中的注意事项：

(1) 方案设计环节，引发思考如何运用本章所学内容反映鞋子的防滑性能。由于滑动摩擦系数、最大静摩擦力等内容将在高中阶段学习，初中阶段建议思考如何测量鞋子与待测面间的滑动摩擦力。

(2) 因不同类型的鞋子自重不同,在活动中应注意控制变量,通过增减配重保持接触面间的压力大小相同。

(3) 测量滑动摩擦力可能会有两种思路,一种是拉动鞋子在待测面上匀速滑动,另一种是固定鞋子拉动待测面匀速移动,可以让学生讨论不同实验方案的优缺点。

(4) 实际操作中数据可能会不稳定,建议可以在一次测量中记录多个滑动摩擦力大小,并进行多次实验,通过取平均值的方法减小误差。

(5) 交流环节,各小组交流活动过程和结论,并对遇到的问题进行反思。引导学生对鞋子的防滑性能提出改进建议,并能联系实际情境,思考是否鞋子越防滑越好等问题。

教师可以根据实际学情设计主题学习来丰富学生的学习经历。

主要素养: 科学推理;质疑创新。

资料链接

自然界中的四种基本相互作用

目前,物理学界公认自然界中存在四种基本相互作用,它们按照强度排序是:强相互作用、电磁相互作用、弱相互作用、引力相互作用。

1. 引力相互作用

引力相互作用是所有具有质量的物体之间的相互作用,表现为吸引力,它是一种长程力,力程为无穷大。本章所学到的地表附近物体所受的重力只是引力在地球表面附近的一种表现(可参考资料链接“重力与万有引力”)。由于引力常量 G 很小,因此对于普通大小的物体来说,它们之间的引力很小,可忽略不计。但是对于具有极大质量的天体,引力就成为天体之间、天体与物体之间的主要作用。例如,地球对于其表面附近物体的引力决定了物体自由下落和抛体等运动的规律。引力还可以解释一些天文现象,例如行星的公转、银河系、黑洞、宇宙膨胀等。

2. 电磁相互作用

电荷之间同样存在着相互作用:同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引。类似地,磁体之间也存在相互作用:同名磁极相互排斥,异名磁极相互吸引。电磁相互作用包括静止电荷之间以及运动电荷之间的相互作用。运动着的带电粒子之间除了存在静电力(库仑力)的作用外,还存在磁力(洛伦兹力)的相互作用。根据麦克斯韦电磁理论和爱因斯坦狭义相对论可知,电和磁是密切相关的,是统一的。在一个参考系中观察到的磁力可以和另一个参考系中观察到的库仑力联系起来,因此电力、磁力统称为电磁相互作用。常见的弹力、摩擦力也属于电磁相互作用。

在四种基本相互作用中,电磁相互作用在强度上仅次于强相互作用,它和引力相互作用一样是长程力,从理论上说,它们的作用范围是无限的,但是引力比电磁力要弱得多。

3. 强相互作用

原子核是由若干带正电的质子和不带电的中子组成的,而带正电的质子之间存在排斥力,这种排斥力比它们之间的万有引力要大得多。克服了这种排斥力,使得原子核能紧密地结合在一起,这种作用称为强相互作用。与万有引力和电磁力不同,距离增大时,强相互作用急剧减小,它的作用范围只有约 10^{-15} m,即原子核的直径大小,超过这个界限,这种相互作用基本上已经不存在了。强相互作用是自然界

四种基本相互作用中最强的一种。

4. 弱相互作用

弱相互作用十分微弱,通过这种作用衰变的过程寿命大致在 10^{-8} s 的数量级,相比典型的通过电磁作用衰变的过程要慢七或八个量级,所以这种作用才命名为弱相互作用。弱相互作用的作用范围也很小,与强相互作用相同,但强度只有强相互作用的百万分之一。

四种基本相互作用中,引力和电磁相互作用最先为人们所认识,并且认识得比较充分。由近代物理揭示的弱相互作用和强相互作用的规律,还有待于进一步完善。

牛顿第三定律的重要性

牛顿第一定律的重点在于揭示了物体具有的固有属性——惯性,并隐含着定义绝对惯性系的前提,它为牛顿第二定律的成立提供了前提条件。牛顿第三定律作为与牛顿第一定律、牛顿第二定律并列的基本定律,它对维持整个牛顿力学体系也有着重要的地位和作用。

牛顿第一定律和牛顿第二定律虽然提出了力的概念,但只是提出了力对单一物体的作用,正是牛顿第三定律进一步明确提出了力是物体与物体之间的相互作用。

我们知道,牛顿第一定律和牛顿第二定律在非惯性系中是不成立的,但是在物理学中一般会提出惯性力的概念,并指出,若在非惯性系中引入惯性力,仍然可以应用牛顿运动方程来讨论物体的运动状态变化。牛顿第三定律明确指出,两个物体之间的相互作用是一对真实的作用力与反作用力。惯性力仅仅是想象的、虚构的力而已,它是没有反作用力的,于是惯性力就从牛顿第三定律所定义的作用力的范畴中被“驱逐”出去。在讨论物体运动的问题时,只有在惯性系中才能应用牛顿三大定律。可见,牛顿第三定律具有深刻的物理意义,它为牛顿第一定律和牛顿第二定律得以成立的惯性系提供了存在的保障,从而使牛顿力学体系在逻辑上依然保持着自洽性和完整性。

牛顿三大定律中每一个定律既具有独立的地位又互相联系,在认识论和逻辑上它们都是构成一个整体缺一不可的组成部分,也不能从一个定律导出另一个定律。

胡克定律

胡克定律是胡克通过实验得到的弹簧被拉伸或压缩时满足的实验规律,在形变较小的范围内成立。随着研究的深入,人们发现,在一定条件下胡克定律能近似描述大部分材料的弹性性质。因此胡克定律的意义不仅是因为它能够描述物体形变与弹力的关系,更在于可以根据胡克定律将很多实际材料的弹性性质做简化处理。当然,在现实中还存在大量不满足胡克定律的材料,即使是用普通金属材料制成的弹簧,有些也不满足胡克定律。

在外力作用下,当弹性体内部原子、分子间的相互作用力未达到某一极限而外力停止作用时,物体所发生的形变可以完全恢复。这种在外力作用下发生的形变能恢复的极限称为物体的弹性限度。在外力作用下,当物体的形变超过其弹性限度后,所产生的形变不能完全恢复或完全不能恢复,称为物体产生了塑性形变(也称为范性形变)。需要指出的是,不能认为当物体发生塑性形变就完全失去了弹性,此时只是其形变与外力的关系已不再满足胡克定律而已。

重力与万有引力

重力的本质来源是地球对地表附近物体的万有引力(以下简称地球万有引力),在地球表面附近的物体都受重力。而测量重力通常可以用静力学方法,即将物体悬挂于弹簧测力计上并相对于地面静止时,物体所受重力与弹簧测力计对物体的拉力是一对平衡力。

由于地球的自转,地面上静止的物体绕地球自转轴做匀速圆周运动(两极除外),将地球万有引力分解,一个分力提供匀速圆周运动所需的向心力,另一个分力为物体所受的重力。

根据矢量分解的平行四边形定则,同一物体处于地球上不同位置时,纬度越高,向心力越小,重力越大。因此,重力加速度随纬度的增加而增大。在两极处,向心力最小,等于零,重力最大,且重力等于地球万有引力,重力的方向与地球万有引力的方向相同,都指向地球球心。在赤道处,向心力最大,重力最小且重力的方向与地球万有引力的方向恰好在一条直线上,都指向地球球心。而在更一般的情况下,重力是不指向地球球心的。

不考虑地球自转的影响,物体受到的重力可近似等于地球万有引力。根据万有引力公式可得,同一物体离地面的高度越高,万有引力越小,重力越小,因此重力加速度随海拔高度的增加而减小。

生活中还存在着超重、失重的现象。例如电梯加速上升或减速下降时,电梯加速度方向向上,根据牛顿运动定律,物体对水平面的压力(或对悬挂物的拉力)大于所受的重力,因此人们会感觉身体一沉,这就是超重的感觉。当电梯加速下降或减速上升时,电梯加速度方向向下,物体对水平面的压力(或对悬挂物的拉力)小于所受的重力,就会出现失重现象。当向下的加速度大小恰好等于 g 时,物体对水平面的压力(或对悬挂物的拉力)等于零,此时就出现了完全失重的现象。例如蹦极运动中人下落时,就会出现完全失重的现象。中国空间站里的物体,由于地球万有引力全部用于提供它做圆周运动的向心力,向心力加速度等于 g ,也就处于完全失重的状态。需说明的是,无论物体是处于超重或是失重状态,以及完全失重状态时,物体本身的重力并没有变化,也没有消失,只是物体对于水平面的压力(或对悬挂物的拉力)发生了变化。

平衡的分类

在物理学中,把静止状态或匀速直线运动状态统称为平衡状态。牛顿第一定律指出,一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态,直到有外力迫使它改变这种状态为止。可见物体在不受力时将处于平衡状态。但事实上,不受力的情况是不存在的,所以只要物体所受各个力的合力为零,物体就处于平衡状态。

如图 12 所示,在一根均匀的长方体木条上有 a 、 b 、 c 三个小孔。其中, c 孔在正中央,恰好穿过木条的重心; a 、 b 分别位于 c 的上下两侧,且与 c 间距相等。

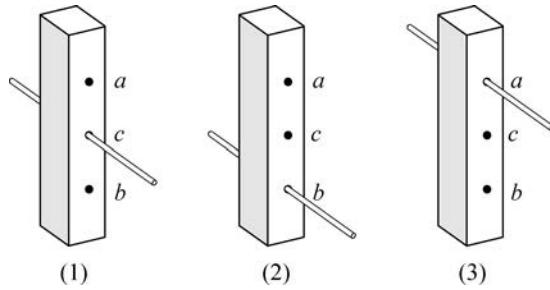


图 12

现用一根小木棍分别穿过 a 、 b 、 c 三个小孔。当穿过 c 孔时,木条可以在任意位置处于平衡状态。当穿过 b 孔时,稍加扰动就会打破木条原来的平衡状态,且不能自行恢复。当穿过 a 孔时,受到扰动后,长方体木条会自行恢复到原来的平衡状态。

物体的平衡可分为以下三类。

- (1) 稳定平衡: 物体稍微移开平衡位置后,重心升高,物体将自动回到平衡位置[如图 12(3)]。
- (2) 不稳定平衡: 物体稍微移开平衡位置后,重心降低,物体将不能自动回到平衡位置[如图 12(2)]。
- (3) 随遇平衡: 物体从平衡位置移开,重心高度不变,物体在任何位置都能平衡[如图 12(1)]。

滚动摩擦

自行车的充气轮胎在水平地面上的滚动。当轮胎在地面上静止并且没有滚动趋势时,轮胎接触地面处会被压扁,地面也会发生凹陷,如图 13 所示。轮胎压扁及地面下凹的中心 A 点位于轮胎重力作用线上,两边对称,地面对轮胎的弹力(支持力)竖直向上,与竖直向下的重力平衡,物体不受静摩擦力。

当轮胎沿逆时针方向滚动(或有滚动趋势)时,将产生不对称的形变,轮胎与地面接触部分的前方压扁较多而后方压扁较少,即轮胎与地面的接触面将不以 A 点为中心,地面对轮胎的支持力的作用点将会移至左边的 A' 点,如图 14 所示。重力 G 与支持力 $F_{\text{支}}$ 两者大小相等、方向相反,但不作用在一条直线上,它们相隔一小段距离 d ,从而形成一对力偶,力偶矩的大小 $M=F_{\text{支}} \cdot d=G \cdot d$,沿顺时针方向(力偶矩矢量方向垂直纸面向里)。它阻碍轮胎的滚动。这时如果施加一个作用线通过质心 C 的水平外力 F ,它对 A' 点的力矩大小 $M'=F \cdot r$ (r 为轮胎的半径),沿逆时针方向(M' 矢量方向垂直纸面向外)。当 $M'=M$ 时,达到平衡,轮胎可以静止或匀速滚动;若 $M' > M$,将产生角加速度,轮胎将加速滚动。

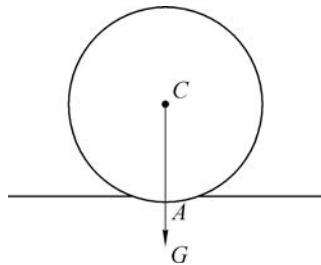


图 13

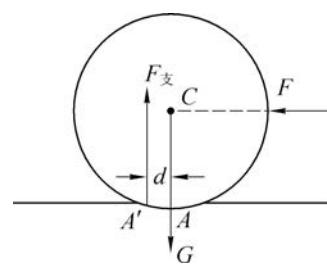


图 14

$M'=M$,即 $F \cdot r = F_{\text{支}} \cdot d$,在 $F_{\text{支}}$ 和 r 一定的条件下, F 与 d 成正比,即 d 越小,越省力。

d 的大小与接触面的坚硬程度有关,越坚硬的接触面,产生的形变越小, d 也就越小,使柱体匀速滚动需要施加的作用力就越小。骑自行车时,轮胎充气越足,骑行起来越省力,便是利用了以上原理。

所谓“滚动摩擦比滑动摩擦小得多”,即在压力 $F_{\text{支}}$ 和半径 r 相同的条件下,使柱体匀速滚动比使它匀速滑动要省力得多。

牛顿第一定律及科学家的贡献

牛顿在他的著作《自然哲学之数学原理》中写道:

“外力是一种对物体的推动力,使其改变静止的或匀速直线运动的状态。”

“每个物体都保持其静止或匀速直线运动的状态,除非有外力作用于它,迫使它改变那个状态。”

把一切能改变物体运动状态的其他物体的作用定义为力,至此,人们才把力的概念扩展,成为现代的

力的概念,这是牛顿的贡献。

牛顿第一定律包含两句话,第一句说明了物体有惯性,即保持其原来静止或匀速直线运动的状态不变的性质,第二句话说明了只有力的作用才能迫使它改变原来的运动状态,即力是改变物体运动状态的原因。

对于第一句话,是牛顿之前的“巨人”们做的贡献。亚里士多德说明了原来静止的物体,在不受力的作用时,要保持静止状态。伽利略的贡献是原来运动的物体,如果没有其他物体的作用,将一直运动下去。笛卡尔则把伽利略说的“一直运动下去”,改为确切的“做匀速直线运动”。牛顿站在这些“巨人”们的肩膀上,将他们的观点概括为“每个物体都保持其静止或匀速直线运动的状态”,从而明确了一切物体都有惯性,而惯性指的就是物体保持静止或匀速直线运动状态不变的性质。

对于牛顿第一定律的第二句话,则完全是牛顿本人的贡献,他指出,改变物体运动状态的只有力的作用。

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 力

第1课时

自主活动1

参考解答：竖直向上 竖直向下 相反 相互的

设计意图：观察并比较弹簧与装水的气球在悬挂前后的变化，知道相互作用力的方向关系，体会力的作用是相互的。

想一想

参考解答：他会向墙的方向移动。因为力的作用是相互的，人对绳子施加拉力的同时，绳子对人也施加了相反方向的拉力，使人向墙壁移动。

设计意图：初步学会受力分析，用相互作用力的知识分析、解决实际问题。

自主活动2

参考解答：(1) 用手挤压瓶底后，细玻璃管中水面上升，松开手后水面下降至原来位置。 (2) 形变

设计意图：观察记录锥形瓶受力前后细玻璃管中水面的位置，推理得出锥形瓶发生了微小的形变，验证力能使物体发生形变。

巩固练习

1. 参考解答：物体对物体的作用 $F = N$ 见表 3，表中相互作用的两个物体互为施力物体和受力物体。

表 3

现 象	施 力 物 体	受 力 物 体
举重运动员举起杠铃	运动员/杠铃	杠铃/运动员
电梯载人上楼	电梯/人	人/电梯
磁体吸引铁制回形针	磁体/回形针	回形针/磁体
风吹草动	风/草	草/风

命题意图：知道力的概念，能识别力现象中的施力物体和受力物体，理解力的相互性。

2. 参考解答：(1) 正确，比如水平地面上靠在竖直墙边的一个篮球，篮球和竖直墙面之间没有力。
(2) 正确，例如两个磁体没有直接接触，但是可以相互排斥或者吸引。 (3) 不正确，力能使坚硬的玻璃发生形变，例如，玻璃瓶受到手的压力发生形变，虽然形变不明显，但可以通过微小放大的方法观察到。

命题意图：能用力的概念、力的作用效果进行分析与判断，能提出质疑。

3. 参考解答：不能，力的作用是相互的，人用力推小船 B 的同时小船 B 对人也施加了方向相反的作

用力,使得人所乘坐的小船A向相反方向移动。

命题意图:能用力的作用的相互性、力的作用效果分析真实情境中的问题。

第2课时

自主活动1

参考解答:静止 运动 小球运动会变慢。 小球运动方向会发生改变。 快慢 方向

设计意图:通过观察实验现象,知道力能改变物体的运动状态。

自主活动2

参考解答:如图15所示

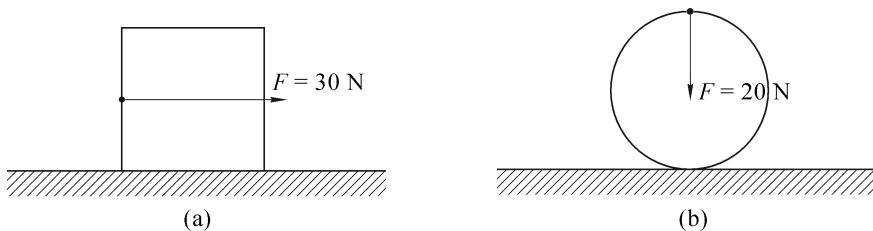


图15

设计意图:学会受力分析,能用力的示意图规范地表示力的三要素。

巩固练习

- 参考解答:使物体发生形变 改变物体的运动状态 大小 方向 作用点

命题意图:认识力的作用效果及力的三要素。

- 参考解答:C(提示:选项A、B、D说明力可以使物体发生形变)

命题意图:能用力的作用效果解释生活中的现象。

- 参考解答:如图16所示

命题意图:能用示意图描述力。

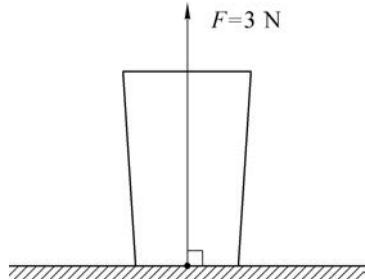


图16

第2节 弹力 重力

第1课时

自主活动1

参考解答:1. 橡皮筋会恢复原状。 2. 直尺会恢复原状。 3. 橡皮泥不会发生与橡皮筋、直尺类似的变化。

设计意图:观察比较各种物体在外力作用下发生形变,撤去外力后形状变化情况,引发对物体弹性的思考。

自主活动2

参考解答:(1)较小 较大 (2)大 大

设计意图：根据实验现象，能归纳、总结弹力大小与弹簧形变量的定性关系。

巩固练习

- 参考解答：“挽雕弓”表示拉开弓弦使弓与弓弦发生弹性形变；“射”表示射箭时弓弦对箭有弹力；“如满月……射天狼”表示弓弦形变程度越大，弹力越大

命题意图：能运用弹性、弹力概念解释实际问题。

- 参考解答：B(提示：两物体相互接触且接触面间存在相互挤压时，才会产生相互作用的弹力；有弹力作用，物体一定发生弹性形变；产生弹力的两个物体一定接触)

命题意图：知道弹力的概念。

- 参考解答：A(提示：铁块与木板间存在相互挤压，木板产生向下的弹性形变，对铁块产生恢复形变方向的弹力，方向向上；铁块产生向上的微小弹性形变，对木板产生了向下的弹力)

命题意图：知道弹性形变，会判断弹力的方向。

第2课时

自主活动1

参考解答：弹簧测力计主要由圆环、弹簧、指针、拉杆、面板(带刻度)、挂钩、外壳等部分组成。

设计意图：通过自主阅读，熟悉弹簧测力计的构造，为后续正确使用作铺垫。

学生实验 用弹簧测力计测量力

- 参考解答：实验步骤部分：以实际测量为准 交流讨论部分：有必要。因指针、弹簧均受到重力，故在测量教科书对弹簧测力计的水平拉力前，需要沿水平方向重新调零。

设计意图：经历测量实验，学会用弹簧测力计测量力，知道弹簧测力计的正确读数方法。

自主活动2

参考解答：学习使用力传感器。

设计意图：会用力传感器测力。

巩固练习

- 参考解答：C(提示：若弹簧测力计调零后再测量，弹簧受力产生相同形变时指针位置将下移)

命题意图：会正确使用弹簧测力计，能分析导致结果偏差的原因。

- 参考解答：不能，因为橡皮筋的伸长量随所受拉力变化并不均匀，作为测力计不准确(其他解答：如果用橡皮筋做测力计，需要测更多数据，获得伸长量和拉力之间的详细对应关系。开放性解答)。

命题意图：通过观察、归纳表格中的数据，能分析自制测力工具的可行性，在开放性问题中鼓励创新和质疑精神。

- 参考解答：力传感器是将所受的力转化为电信号进行测量的，它量程大，测量精度高，数据读取直观便捷。弹簧测力计是通过弹簧形变程度进行测量的，它简单易用，测量精度也较高(解答合理即可)。

命题意图：能辩证看待弹簧测力计与力传感器的使用特点。

第3课时

自主活动1

参考解答：(1) 垂直 垂直 (2) 竖直向下

设计意图：通过观察重垂线与水平面的方向关系，归纳重力的方向。

自主活动2

参考解答：(1) 以实际测量结果为准 (2) 将数据点用描点法绘制在坐标系内 (3) 直线 (4) 物体所受的重力与它的质量成正比。 (5) 关系依然成立。

设计意图：初中阶段通过实验仅定量研究物体所受的重力与物体质量这两个物理量之间的大小关系。

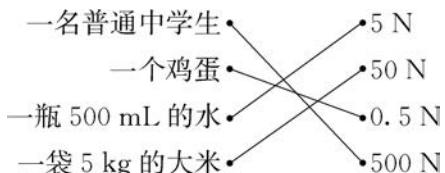
自主活动3

参考解答：可用两根手指支撑铅笔两端，慢慢滑动手指相互接近直至相接触，两手指相触的位置即为铅笔的重心。

设计意图：体验感受物体重心的位置。

巩固练习

1. 参考解答：



命题意图：能根据生活中常见物体的质量，估算它所受的重力大小。

2. 参考解答： $m_{月}=m_{地}=75 \text{ kg}$ $G_{月}=\frac{1}{6}G_{地}=\frac{1}{6}m_{地}g_{地}=\frac{1}{6}\times 75 \text{ kg}\times$

$$9.8 \text{ N/kg}=122.5 \text{ N}$$

命题意图：知道质量是物体的一种属性，能根据已知的质量计算重力大小。

3. 参考解答：如图 17 所示

命题意图：能用示意图表示重力与弹力。

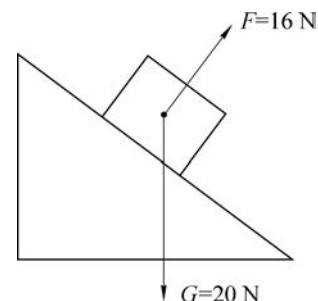


图 17

第3节 二力合成 二力平衡

第1课时

自主活动

参考解答：1. 以实际测量结果为准 2. 以实际测量结果为准 3. 合力 F_1 与 F_2 之和 F_1, F_2 的方向相同 相同 两分力之和

设计意图：研究同一直线上方向相同的两个力和它们的合力。

想一想 1

参考解答：将橡皮筋一端固定；用两个力传感器通过细线同时沿相反方向拉橡皮筋的另一端，标记位置A，并记录 F_1 和 F_2 ；用单个力传感器将橡皮筋的另一端拉到位置A，记录此时的拉力 F_3 。

设计意图：研究同一直线上方向相反的两个力和它们的合力。

想一想 2

参考解答：合力不为零。两个力的三要素完全相同，说明两个力的大小、方向和作用点都相同，根据同一直线上方向相同的两个力的合力大小等于两个力大小之和，可得出它们的合力大小等于其中任意一个力的2倍。

设计意图：知道力的三要素，会根据条件求解同一直线上两个力的合成。

巩固练习

- 参考解答：等效替代 两力之和 不变

命题意图：知道等效替代法以及求合力的方法。

- 参考解答：C

命题意图：能通过受力分析求合力大小。

- 参考解答：(1) 0.07 竖直向下 如图18(a)所示 (2) 0.03

竖直向下 如图18(b)所示

命题意图：能根据不同运动状态进行分类，受力分析计算合力大小，推理出合力的方向。

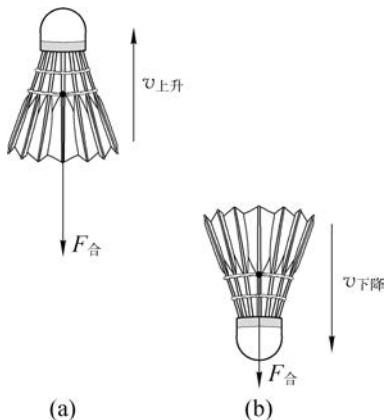


图 18

第2课时

自主活动 1

参考解答：表格中的数据以实际测量为准 上述事实表明，物体处于二力平衡状态时，作用在该物体上的两个力大小相等、方向相反，且作用在同一直线上，此时物体所受合力为零

设计意图：通过实验研究、分析物体处于二力平衡时的受力情况，初步建立运动与力的关系。

自主活动 2

参考解答：选择合适的被测物体（适用于薄板）。首先通过板上任意一点A用线将薄板悬挂起来，沿重垂线的方向在薄板上作一条过点A的直线AA'。接着改换悬挂点B（点B不在AA'上），沿重垂线的方向画出过点B的直线BB'，直线AA'与BB'的交点O，即为物体的重心位置。在验证重心的准确性时，可以用手指指尖抵住点O，观察物体是否能保持静止（方法不唯一）。

设计意图：能用“悬挂法”确定物体的重心，体会二力平衡的条件的应用。

巩固练习

- 参考解答：静止或匀速直线运动 大小相等 方向相反 同一直线

命题意图：巩固二力平衡及条件。

- 参考解答：D

命题意图：能辨别平衡力与相互作用力之间的异同。

3. 参考解答：(1) 匀速直线 0.05 (2) 0.5 当该钩码处于平衡状态时，拉力大小始终等于钩码重力

命题意图：知道平衡状态与平衡力间的关系，能运用图像解释物理规律。

第4节 摩擦力

自主活动

参考解答：1. 例如，用力捏自行车刹车使自行车停下，冰壶运动员通过刷冰改变冰壶受到的摩擦力，从而改变冰壶的行进路线和旋转速度等。说明滑动摩擦力的大小可能与接触面间的压力大小和接触面的粗糙程度有关。 2. 根据二力平衡的条件，当木块做匀速直线运动时，木块受到木板的滑动摩擦力大小和拉力大小相等；其他运动状态下，大小不相等。可采用步进电机拉动木块使木块近似做匀速直线运动。

设计意图：能联系生活实际，猜想影响滑动摩擦力大小的因素。能根据二力平衡的条件，知道测量滑动摩擦力大小的方法。

学生实验 探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关

参考解答：作出解释部分：(1) 接触面情况 改变压力大小 改变 5-4-2 1、2、3 压力大小改变 (2) 滑动摩擦力的大小与接触面情况、压力大小有关，接触面越粗糙、压力越大，滑动摩擦力越大
交流反思部分：关于滑动摩擦力大小与接触面积是否有关的问题仍需运用控制变量的方法进行研究。如控制接触面粗糙程度、压力大小不变，改变接触面面积，比较滑动摩擦力大小是否发生变化。

设计意图：经历探究实验，知道影响滑动摩擦力的因素，体会控制变量的科学方法。

想一想

参考解答：举重运动员在抓杠铃前需要涂抹“镁粉”(碳酸镁)以增大摩擦力，这是通过改变接触面粗糙程度的方式改变摩擦力(解答不唯一)。

设计意图：用摩擦力的知识解释生活相关现象。

巩固练习

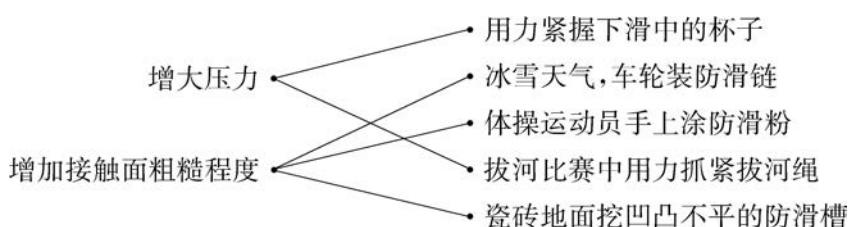
1. 参考解答：4 竖直向上 不会，因为水杯处于静止状态，水杯所受重力与静摩擦力为一对平衡力，静摩擦力大小与重力大小相等。

命题意图：能结合二力平衡条件说明静摩擦力的大小及方向。

2. 参考解答：(1) 因为小车在水平地面上做匀速直线运动，所以 $F_f = F = 30\text{ N}$ ；方向为水平向左。
(2) $F_{合} = F_f - F' = 30\text{ N} - 10\text{ N} = 20\text{ N}$ ，方向为水平向左。

命题意图：能用二力平衡条件计算摩擦力。

3. 参考解答：



命题意图：知道生活中常见的改变摩擦力大小的实例，并学会分类。

第5节 牛顿第一定律

自主活动

参考解答：(1) 小车在毛巾上的滑行距离最短，在木板上的滑行距离最长。 (2) 小车与接触面间的摩擦力大小是影响小车的滑行距离的因素。

设计意图：观察实验现象，知道物体受阻力是影响物体滑行距离的主要因素，为后续建构牛顿第一定律打下实验基础。

想一想

参考解答：汽车突然向前加速运动或者车突然受到后方向前的碰撞时，人的下半身将随汽车一起向前加速运动，而上半身由于惯性仍要保持原来的运动状态，会相对汽车向后仰倒，颈部因大角度后仰造成损伤。座椅头枕能避免颈部大角度后仰，起到缓冲和保护的作用。

设计意图：能用惯性的知识分析、解释生活中的实际问题。

巩固练习

1. 参考解答：静止 匀速直线运动

命题意图：巩固牛顿第一定律概念。

2. 参考解答：(1) 相同 (2) 长 (3) 匀速直线运动

命题意图：能正确分析运动与力的关系，能进行合理推理。

3. 参考解答：高速行驶的汽车因具有惯性，其减速需要一个过程，速度越大、减速时间越长，制动距离就越长。因此在高速公路上控制车速与车距将提高安全性。

命题意图：知道惯性在生活中可能造成的危害，解释与惯性相关的现象，增强安全意识。

后记

本书根据教育部颁布的《义务教育物理课程标准(2022年版)》和《义务教育教科书(五·四学制) 物理 八年级 上册》编写。

本书的编写借鉴了上海市“二期课改”教材的经验和研究成果。在编写的各个阶段,蒋平教授、冀敏教授、陈树德教授审阅了书稿。编写过程中,上海市课程教育教学研究基地(中小学课程方案基地)、上海市心理教育教学研究基地、上海基础教育教材建设重点研究基地和上海市物理教育教学研究基地等上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地给予了大力支持。在此一并致谢!

本书出版之前,我们就书中选用的照片、图片等,通过多种途径与作者进行了联系,得到了他们的大力支持,在此表示衷心的感谢!对于未联系到的作者,我们也希望作者能及时联系出版社,以便支付相应的稿酬。

欢迎广大师生来电来函指出书中的差错和不足,提出宝贵意见。

联系方式:

联系电话: 021-64848025

电子邮箱: jc@sstp.cn

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

本书图片提供信息:

本书中的图片由视觉中国、IC photo、交通运输部上海打捞局、上海飞果信息技术等提供。

经上海市教材审查和评价委员会审查
准予使用 准用号 SD-CJ-2024010

义务教育教科书

(五·四学制)

物理

教学参考资料

八年级 上册

WULI JIAOXUE CANKAO ZILIAO



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-6711-2



定价：38.00 元