

义务教育教科书

(五·四学制)

物理

教学参考资料

九年级 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

九年级 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：贾慧青

核心编写人员：（以姓氏笔画为序）

刘展鸥 李希凡 张俊雄 周世平 秦欢珍

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。

九年级 上册 / 高景主编. -- 上海 : 上海科学技术出版社, 2025. 8. -- ISBN 978-7-5478-7158-4

I . G633.73

中国国家版本馆CIP数据核字第2025UG4514号

责任编辑：张 燕 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 九年级 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 2025 年 8 月第 1 版

印 次 2025 年 8 月第 1 次

开 本 890 毫米 × 1240 毫米 1/16

印 张 11

字 数 300 千字

书 号 ISBN 978 - 7 - 5478 - 7158 - 4/G • 1360

定 价 33.00 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 九年级 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“从生活走向物理,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《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“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”主要是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作出简单说明。“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作进一步说明和阐述;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 九年级 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”给出了详细解答过程,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”部分阐述了编写者的出题意图,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 九年级 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作出考虑和安排,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 10 章 内能	1
第一部分 整章分析	1
第二部分 本章教材解读	3
第 1 节 热量 比热容	4
第 2 节 内能	11
第 3 节 热机及其工作原理	16
第 4 节 热机的效率	21
跨学科实践 城市“热岛效应”的调研	26
第三部分 本章综合活动手册解读	35
第 11 章 静电与电流	40
第一部分 整章分析	40
第二部分 本章教材解读	42
第 1 节 简单的静电现象	43
第 2 节 电流	48
第 3 节 电压	56
第 4 节 串联电路和并联电路	61
第 5 节 串联电路和并联电路中电流、电压的特点	67
第三部分 本章综合活动手册解读	81
第 12 章 欧姆定律	90
第一部分 整章分析	90
第二部分 本章教材解读	92
第 1 节 电阻 变阻器	93
第 2 节 电流与电压、电阻的关系	100
第 3 节 电阻的测量	106

第 4 节 电阻的串联和并联	110
跨学科实践 半导体材料的应用	117
第三部分 本章综合活动手册解读	128

第 13 章 电功率	135
第一部分 整章分析	135
第二部分 本章教材解读	136
第 1 节 电功	137
第 2 节 电功率	142
第 3 节 焦耳定律	146
第 4 节 家庭电路	151
第三部分 本章综合活动手册解读	162

第10章 内能

第一部分 整章分析



学习目标

1. 了解内能和热量,了解改变内能的两种方式,从能量转化的角度认识燃料的热值和热机的效率。初步形成能量多样观、能量转化观、能量守恒观、节能环保观等能量观念。能运用比热容解释简单的自然现象,了解热机的工作原理,能从物理学视角观察周围事物、解释有关现象和解决简单的实际问题。
2. 在“比较不同物质的导热性”“研究物质吸放热与哪些因素有关”“观察压缩气体改变内能”等实验中,运用控制变量、通过宏观现象揭示微观机理等科学推理、科学论证方法。通过类比物体的动能与势能,结合模型建构,在分子动理论基础上建立内能概念。
3. 在内能相关的实验活动中,经历先猜想与假设,再设计实验获取证据,最后基于证据得出结论的探究过程,提升科学探究能力。
4. 知道内能的利用在人类社会发展史中的重要意义,尤其是通过了解热机工作原理及其对社会发展所起的作用和对环境的影响,引导学生关注科学、技术、社会、环境之间的关系,体会节约能源与可持续发展的重要性。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为:

1. 2. 1 通过实验,了解物质的一些物理属性,如弹性、磁性、导电性和导热性等,能用语言、文字或图表描述物质的物理属性。
3. 1. 1 了解能量及其存在的不同形式。能描述不同形式的能量和生产生活的联系。
3. 1. 2 通过实验,认识能量可以从一个物体转移到其他物体,不同形式的能量可以相互转化。
3. 1. 3 结合实例,认识功的概念。知道做功的过程就是能量转化或转移的过程。
3. 3. 1 了解内能和热量。从能量转化的角度认识燃料的热值。
3. 3. 2 通过实验,了解比热容。能运用比热容说明简单的自然现象。
3. 3. 3 了解热机的工作原理。知道内能的利用在人类社会发展史中的重要意义。
5. 1. 3 能运用所学知识指导和规范个人行为,践行低碳生活,具有节能环保意识。

本册教材的绝大部分内容均在课程标准“能量”主题中。本章从学生的生活出发引入较为抽象的热量与内能等概念,为学生形成能量观念打下基础。本章主要包括物质的吸放热与哪些因素有关、比热容和内能的概念、热机的工作原理和效率等内容。通过跨学科实践了解“热岛效应”的特征及危害,引导学生提出合理的建议,倡导绿色环保、节能减排的理念。

通过观察生活现象和“自主活动”栏目，知道什么是热量，了解不同物质导热性的差异。通过实验比较不同物质吸热的性质，引入比热容的概念。基于分子动理论建立内能的概念，通过实验了解改变内能的两种方式。通过了解热机的工作原理和广泛应用，知道内能的利用在人类社会发展史中的重要意义。通过分析热机的能量转化过程，了解燃料的热值和热机的效率，知道能量利用存在效率问题，100%的能量利用率是不可能实现的。通过分析热机广泛使用的利弊得失，强化节能减排的社会责任。

本章重点关注比热容概念的形成过程与相关应用。本章中，以热机为核心将热值和能量转化的相关知识内容有机结合起来。热量、内能与比热容是热学的核心概念，也是学生进入高中学习热学必须掌握的基础内容。

完成本章内容的学习，共需要 8 课时。其中，第 1 节 2 课时，第 2 节 1 课时，第 3 节 1 课时，第 4 节 1 课时，主题学习 1 课时，跨学科实践 2 课时。



第10章 内能

18世纪初到19世纪中叶，热机的出现和广泛使用促进了工业的迅速发展。热机的工作过程涉及内能及其转化。本章我们将学习热机所涉及的物理学基础知识。

通过本章内容的学习，你将了解热量、比热容、内能和热值等基本概念，知道热机的工作原理；感受热机的发明对提升社会生产力的作用和影响，增强节能和环保的意识；初步形成能量观念。

蒸汽机是热机的“鼻祖”，它的广泛应用是人类利用内能的重大突破，并直接推动了第一次工业革命的爆发。学生将在本章第3节初步了解蒸汽机的基本工作原理。章首图展示的是2019年1月18日第十二届中国辽宁(铁岭)蒸汽机车(旅游)节展出的老式蒸汽机车，有助于学生了解我国工业的发展，激发学生学习内能相关知识的欲望。

古老的蒸汽机和现代的蒸汽轮机工作介质都是水。水的比热容较大，很多自然现象和实际应用都涉及水的这一物理性质。因而以水与热机为主题的学习任务有助于激发学生的学习兴趣。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 节首图的情境贯穿了整节内容。通过漫步海滩时脚底会感受到热的现象，引入热量的概念。通过实验比较不同物质的导热性。

2. 先通过分析烧水壶的哪些部分导热性好，再转入烧水的情境，探究物质吸放热与哪些因素有关。

3. 通过实验探究得出不同物质的吸放热性质不同，引入比热容的概念，并运用比热容的知识解释生活中的现象。

正文解读

[1] 通过烈日暴晒下海水和沙子温度升高的现象引入热传递和热量的概念。当赤足漫步海滩时，若脚底感觉太热，可穿上拖鞋。据此引入不同物质的导热性不同。根据相同日照条件下，沙子比海水温度高的现象引入比热容的概念。这里，忽略了沙子和海水对太阳辐射吸收本领的差异。

[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。通过分析热传递过程中高温物体放热温度降低，低温物体吸热温度升高的现象，引导学生得出热传递过程中有一部分能量从高温物体转移到了低温物体，有助于能量转化观的形成。

[3] 热量是一个系统与外界之间由于存在温差而传递的能量，是一个过程量。因此，只能说物体吸收或放出多少热量，不能说一个物体具有多少热量。应摒除生活中一些模糊概念造成的影响，如某种食物含有的“热量”高，某物体温度高“热量”足等。



图 10-1-1 海滩

第1节

热量 比热容

[1] 盛夏时节，烈日暴晒下的海水和沙子的温度都会升高。当你赤足漫步在海滩（图 10-1-1）时，一定会感觉到沙子比海水的温度更高。为什么我们会有这种感受呢？

● 什么是热量？

[2] 能量从温度高的太阳辐射到温度低的沙子，又从沙子传导到温度更低的脚底，这些都是热传递现象。在物理学中，把物体在热传递过程中吸收或放出能量的多少称为热量（heat）。热量通常用 Q 表示。在国际单位制中，热量的单位与能量的单位相同，都是焦耳，简称焦，符号是 J。
夏日的海滩炽热滚烫，为什么穿着拖鞋踩在炽热沙子上却感觉不到烫脚呢？

* 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 九年级 上册》。

自主活动

[1] 如图 10-1-2 所示，将粗细、长度均相同的木棒和铜棒安装在金属支架 O 处，然后在这两根棒上与 O 距离相同的位置处分别用凡士林粘上一根牙签。用酒精灯加热金属支架 A 端，观察哪根牙签先落下。

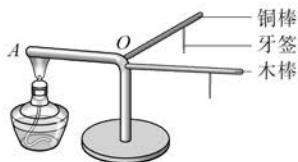


图 10-1-2 比较不同物质的导热性

通过上述实验发现，粘在铜棒上的牙签落下时，木棒上的牙签还牢牢地粘在上面。这说明铜棒的导热性比木棒的导热性强。

大量实验表明，不同物质的导热性一般不同。铜、铁、铝等物质容易导热，塑料、橡胶、木材等物质则不容易导热。

如图 10-1-3 所示，水壶的把手用塑料制成，可以防止提起水壶时手被烫伤。壶身则用容易导热的金属制成，可以将炉火的热量更快地传递给壶中的水。



图 10-1-3 烧水壶

● 物质的吸放热与哪些因素有关？

[2] 烧水时，加热时间越长，水吸收的热量就越多，水温就越高。即质量相同时，温度升高得越多，水吸收的热量就越多。烧开一壶水比烧开半壶水所需时间长，说明升高相同的温度，水的质量越大，吸收的热量越多。

相同的日照时间，海水升温少，沙子升温多，这是什么原因呢？

[1] 通过“自主活动”知道不同物质的导热性一般不同。实验前教师可以先演示凡士林被加热后极易熔化。

[2] 由于热量是过程量，只能通过物体的温度变化、质量和比热容来确定。所以在热源相同的情况下，可以用加热时间长短等效为物体吸收热量的多少。

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。通过分析烧水这一生活情境，猜想物质吸收热量与质量、升高温度等因素的关系，强化问题证据意识。

[1] 本活动中忽略了水和干燥砂石对红外辐射吸收效率的差异。在本活动中，可以用表格记录实验数据，然后分析得出结论。也可以对比分析数字化实验得到的水和砂石温度随时间变化的图像，得出实验结论。

[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。通过分析数据，得出一定质量的某种物质，温度升高时吸收的热量与它的质量和升高的温度乘积之比是不变的。基于证据，经历比热容概念的形成过程，解释与交流比热容概念的内涵。

[3] 此处设置“拓展视野”栏目，目的是使学生了解气体比热容的复杂性，同一种气体在常温下的定压比热容较

定容比热容略大些。如氧气的定压比热容为 $922 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ，其定容比热容为 $670 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

自主活动

[1] 如图 10-1-4 所示，利用红外加热器、温度传感器、电子天平、搅拌器、烧杯等器材，测量质量相同的水和干燥砂石吸收热量后温度变化的相关数据。加热器在相同时间放出的热量相等。

设计表格并将水和干燥砂石在加热过程中的温度与加热时间记录在表中，或者描绘两种物质的温度随加热时间变化的图像。

根据数据或图像所反映的情况讨论水和干燥砂石吸热性质的差异。



图 10-1-4 实验装置

在上述实验中，要使质量相同的水和砂石升高相同的温度，水需要加热的时间长，说明水吸收的热量更多。同样，质量相同的水和砂石降低相同的温度，水放出的热量也比砂石多。

[2] 大量实验表明，物质吸收或放出的热量与物质的质量、升高或降低的温度，以及物质的种类有关。

● 如何描述不同物质吸放热的性质？

为了描述不同物质吸放热的性质，物理学中引入了比热容这一物理量。

一定质量的某种物质，温度升高（或降低）时吸收（或放出）的热量与它的质量和升高（或降低）的温度乘积之比，叫做这种物质的比热容（specific heat capacity）。比热容用 c 表示，单位是焦 /（千克 · 摄氏度），符号是 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。与密度一样，比热容是反映物质自身性质的物理

拓展视野

[3] 相对于固体和液体，气体的比热容更加复杂。当气体的压强一定时，吸收的热量不仅会导致气体温度升高，气体的体积也会膨胀；当气体的体积一定时，吸收的热量仅导致气体温度升高。所以，气体压强一定时的比热容比体积一定时的比热容大。

[1] 量。如果用 m 表示物质的质量, Δt 表示物质升高或降低的温度, Q 表示物质吸收或放出的热量, 物质的比热容 c 可表示为

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}$$

表 10-1-1 给出了一些常见物质的比热容。

[2] 表 10-1-1 一些常见物质的比热容

物质	比热容 $c / [J \cdot (kg \cdot ^\circ C)^{-1}]$	物质	比热容 $c / [J \cdot (kg \cdot ^\circ C)^{-1}]$
水	4.2×10^3	铝	0.88×10^3
酒精	2.4×10^3	干泥土	0.84×10^3
煤油	2.1×10^3	铁	0.46×10^3
冰	2.1×10^3	铜	0.39×10^3
砂石	0.92×10^3	汞	0.14×10^3

示例 · 将 2 kg 水从 $15^\circ C$ 加热到 $25^\circ C$, 水的比热容 $c_{水} = 4.2 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C)$ 。问:

(1) 水吸收了多少热量?

(2) 砂石的比热容 $c_{砂} = 0.92 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C)$, 如果这些热量被质量相同的砂石完全吸收, 砂石的温度升高多少?

解: (1) 设水的质量为 $m_{水}$, 其升高的温度为 $\Delta t_{水}$ 。在题设过程中, 水吸收的热量

$$\begin{aligned} Q_{水吸} &= c_{水} m_{水} \Delta t_{水} \\ &= 4.2 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C) \times 2 kg \times (25^\circ C - 15^\circ C) \\ &= 8.4 \times 10^4 J \end{aligned}$$

[1] 关于比热容的拓展内容, 详见本章资料链接。

[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。通过教材表 10-1-1, 了解常见物质中水的比热容较大, 金属和干泥土的比热容较小。结合比热容的概念, 分析节首图的现象。运用物理学知识, 通过科学推理分析生活中的常见现象。

(2) 由题意可知, 砂石所吸收的热量

$$Q_{\text{砂吸}} = Q_{\text{水吸}} = 8.4 \times 10^4 \text{ J}$$

$m_{\text{砂}} = 2 \text{ kg}$ 的砂石吸收相同热量后的温度变化

$$\Delta t_{\text{砂}} = \frac{Q_{\text{砂吸}}}{c_{\text{砂}} m_{\text{砂}}} = \frac{8.4 \times 10^4 \text{ J}}{0.92 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 2 \text{ kg}} \approx 45.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

？想一想

同一天上海的日温差比新疆库尔勒小(图10-1-5), 你能用比热容的知识解释这一现象吗?



2021年10月1日, 上海 22~31℃

2021年10月1日, 新疆库尔勒 10~27℃

图10-1-5 上海与新疆库尔勒同日温差对比

[1] 生活中还有很多利用水的比热容较大的实例。如北方的暖气管道中利用水循环来供暖; 水地暖也是在地板下的水管中通入热水; 冬天北方地窖内会放上几桶水等。

[1] 水的比热容相对较大, 水的这一热学特性有许多实际应用。

夏季, 城市道路通过洒水降温, 这是因为水蒸发时要吸收热量。同时, 由于水的比热容较大, 路面上的水在温度升高时, 会吸收大量的热量。

地球表面大部分面积被海水所覆盖。白天, 来自太阳的热量大多被海水吸收; 夜晚, 海水放出大量的热量。因此, 整个地表附近温度变化不大, 适合生命生存。

[1] 汽车发动机及发电厂发电机线圈中的冷却剂通常都采用水或水溶液（图 10-1-6），可以大量吸收发动机、发电机工作过程中放出的热量。

我国自主研发的舱外航天服有六层，其中的液冷服和通风服用来帮助航天员出舱活动中散发过剩的体热。水在液冷服内部管道中的循环流动，使航天员的体温得以及时、有效的调节，对航天员起到保护作用（图 10-1-7）。



图 10-1-6 汽车发动机常用乙二醇水溶液作冷却剂



图 10-1-7 航天员身着“飞天”航天服进行舱外作业

练一练

1. 海陆风是出现于近海地区具有日周期性的地域性气流。昼夜交替过程中，海洋与陆地间的温差导致近地面大气密度和气压的差异。这种差异使气流由高压（低温）区域向低压（高温）区域运动。

(1) 在图 10-1-8 的虚线框内用箭头表示白天海陆风的风向，并简述理由。

(2) 海陆风在白天和夜晚的风向会发生周期性的变化，简述理由。

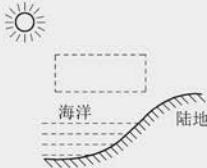


图 10-1-8

下降，由于海水的比热容比陆地大，海面附近温度较高，形成低气压区，地面附近温度较低，形成高气压区，则夜晚的风向正好和白天相反，形成了周期性变化。

命题意图：结合教材情境，运用比热容知识分析得出结论。

主要素养：能量观念；科学推理。

[1] 汽车冷却液通常采用乙二醇水溶液，这是因为其比热容大，升高相同的温度，可大量吸收发动机放出的热量，它又被称为防冻液。若直接用水作冷却液，结冰时会因体积膨胀而导致水箱爆裂。冷却液常被染成绿色或红色，目的是一旦水箱漏水，可以被及时发现。

习题解读

1. 参考解答：(1) 白天海陆风的风向如图 1 所示。海水的比热容较大，陆地的比热容较小。白天在太阳照射下，海面附近温度上升较慢，地面附近温度上升较快。所以白天地面温度较高，地面附近空气受热膨胀而上升，导致地面附近形成低气压区。与之相反，海面附近则会形成高气压区，于是白天风向是从海面吹向陆地。 (2) 夜晚气温

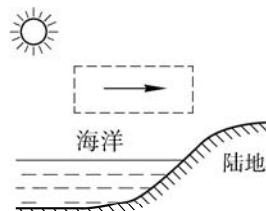


图 1

2. 参考解答：整袋

牛奶吸收的热量 $Q_{\text{牛奶}} =$

$$\begin{aligned} c_{\text{牛奶}} m_{\text{牛奶}} \Delta t_{\text{牛奶}} &= c_{\text{牛奶}} \\ m_{\text{牛奶}} (t_2 - t_1) &= 2.5 \times \\ 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 0.2 \text{ kg} \\ \times (50^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) &= \\ 2 \times 10^4 \text{ J}。 \end{aligned}$$

命题意图：结合教材的例题，运用比热容公式计算得出结果。

主要素养：能量观念。

3. 参考解答：(1) 水在CD段吸收的热量

$$\begin{aligned} Q_{\text{水}} &= c_{\text{水}} m_{\text{水}} \Delta t_{\text{水}} = \\ c_{\text{水}} m_{\text{水}} (t_2 - t_1) &= 4.2 \times \\ 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 0.5 \text{ kg} \times \\ (20^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) &= 4.2 \times \\ 10^4 \text{ J}。 \quad (2) \text{因为相同} \\ \text{时间内水和冰吸收的热} \\ \text{量相同，所以冰在AB} \\ \text{段吸收的热量是水在} \\ \text{CD段吸收热量的一} \\ \text{半，即 } Q_{\text{冰}} = 0.5 Q_{\text{水}} = \\ 0.5 \times 4.2 \times 10^4 \text{ J} &= 2.1 \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10^4 \text{ J}, c_{\text{冰}} &= \frac{Q_{\text{冰}}}{m_{\text{冰}} \Delta t_{\text{冰}}} = \\ \frac{2.1 \times 10^4 \text{ J}}{0.5 \text{ kg} \times 20^\circ\text{C}} &= 2.1 \times \\ 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})。 \end{aligned}$$

命题意图：通过分析图像和提取题目中的信息，运用比热容知识解决简单问题。

主要素养：能量观念；科学推理；科学论证。

主题学习参考解答：(1) 500 t 海水吸收的热量 $Q_{\text{海水}} = c_{\text{海水}} m_{\text{海水}} \Delta t_{\text{海水}} = c_{\text{海水}} m_{\text{海水}} (t_2 - t_1) = 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 5 \times 10^5 \text{ kg} \times (76^\circ\text{C} - 16^\circ\text{C}) = 1.26 \times 10^{11} \text{ J}。$ (2) 水的比热容较大，相同质量的水与其他物质，吸收相同的热量，水的温度变化较小。

命题意图：结合情境，提取题目中的信息，运用比热容知识得出结果。通过主题学习情境也可让学生了解虽然核电站碳排放很少，但是有核泄漏风险。

主要素养：能量观念；科学推理；科学论证；社会责任。

2. 某袋装牛奶的标签上标明牛奶质量为 200 g，整袋牛奶从 10 °C 加热至 50 °C，需吸收多少热量？[牛奶的比热容为 $2.5 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]

3. 某同学在实验室利用加热器完成了冰的熔化实验，并描绘出冰的温度随加热时间变化的关系图像（图 10-1-9）。实验时，冰的质量为 0.5 kg，若相同时间内水和冰吸收的热量相同，且冰熔化成水的过程中质量保持不变。已知水的比热容为 $4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。求：

(1) 水在 CD 段吸收的热量。

(2) 冰的比热容。

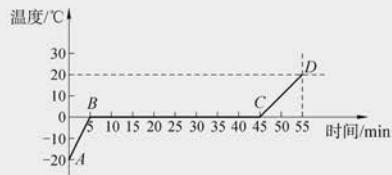


图 10-1-9

► 主题学习：水与热机 1

核电站机组工作时会释放巨大的热量，需要大量的冷却水来降温。冷却水一旦断供，反应堆堆芯会因过热而熔融，导致放射性物质逸出。因此，核电站通常建在海边，可利用海水对反应堆进行间接冷却。

(1) 假如在反应堆冷却过程中，500 t 海水的温度从 16 °C 升高到 76 °C，估算海水吸收的热量。（已知海水的比热容与水接近）

(2) 为什么核电站选择海水作为冷却剂？

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

- 人类早期对内能的利用就是用火加热食物。通过情境引导学生思考食物被加热后，它的什么能量发生了变化；然后通过与动能、势能的类比，结合分子动理论引入内能的概念。
- 引导学生通过生活情境和“自主活动”栏目，认识改变内能的两种方式，并从能量转移和转化的角度，得到做功和热传递在改变物体内能上是等效的。



图 10-2-1 烹烤食物

第2节

内 能

[1] 火的使用在人类历史中具有非常重要的意义，“燧人氏钻木取火”是我国著名的古代传说之一。火为人类提供的更易消化的熟食，帮助人类抵御严寒。如图 10-2-1 所示，生鲜食材经火炙烤变得热气腾腾。食材吸收了炭火的热量后，自身的能量发生了怎样的变化？

• 什么是内能？

[2] 构成物体的分子都在永不停息地做无规则热运动，运动的物体具有动能，我们把分子因热运动而具有的动能叫做分子动能。分子之间存在着相互作用的引力和斥力，与弹簧被拉伸或压缩时产生的弹力类似，由于分子之间的相互作用而使分子具有的势能叫做分子势能。

第2节·内能

正文解读

[1] 烹烤食物是学生常见的生活情境，食物吸收热量温度升高，能量增加，据此可以引入内能的概念。第一个问题链的最后也说明了食物温度升高内能增加。“燧人氏钻木取火”的情境则对应了做功可以改变物体的内能。

[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。用宏观物体的动能和势能类比分子动能和分子势能。

[1] 分子无规则运动的能量与温度的高低相关。一般情况下，物体温度升高，分子无规则运动加剧，分子平均动能变大；而与分子动能的变化相比，分子势能变化不大，因此物体的内能增大。

再如，一定质量的 100°C 的水，加热后变成 100°C 的水蒸气，这个过程中只有水吸收热量才能变成水蒸气，所以内能增加。

具体内容详见本章资料链接。

在物理学中，把构成物体的所有分子的分子动能和分子势能的总和叫做物体的内能（internal energy）。在国际单位制中，内能的单位与功和机械能的单位相同，也是焦耳（J）。如图 10-2-2（a）所示，火山喷出的高温岩浆具有内能；而图 10-2-2（b）所示的冰山，虽然温度很低，也具有内能。一切物体，不论温度高低，都具有内能。

[1]



(a)

(b)

图 10-2-2 火山和冰山

想一想

将一定质量 100°C 的水，变成 100°C 的水蒸气，内能发生变化吗？

食物被加热后温度升高，内能增加。物体的内能与物体温度有关。此外，内能还与物体的体积、状态有关。

如何改变物体的内能？



图 10-2-3 用“退热贴”降温

在寒冷的冬季，可以在身上贴“暖宝宝”取暖；发烧时，可以将“退热贴”贴在额头上（图 10-2-3）进行物理降温。这些过程都是通过热传递的方式使物体的内能发生改变。热传递过程中，高温物体放出热量，内能减少；低温物体吸收热量，内能增加。

 自主活动

[1] 如图 10-2-4 所示, 将少许易燃粉末放入密闭的厚壁玻璃筒底部, 快速向下按压活塞 2~3 次, 观察玻璃筒内发生的现象。



图 10-2-4 压缩气体改变内能

[2] 上述实验中, 快速向下按压活塞, 玻璃筒内的易燃粉末会燃烧。这是因为活塞对玻璃筒内的气体做功, 气体的内能增加, 温度升高, 引燃粉末。可见, 做功也是改变内能的一种方式。

钻木取火时, 木头相互摩擦, 使得干草等易燃物体温度升高, 达到燃点而燃烧。近地空间大量的尘埃微粒和微小固体高速进入地球大气层时, 会与大气发生剧烈摩擦而燃烧发光, 形成美丽的流星(图 10-2-5)。这些现象中都存在做功改变内能的过程。

[3] 天冷时, 我们可以把手放在暖手袋上, 通过热传递让双手变得温暖; 也可以搓搓手, 通过做功让双手暖和起来。热传递和做功在改变物体的内能上是等效的。它们的差异是, 热传递是物体间内能转移的过程, 做功是其他形式能转化为内能的过程。

 科学与人文

1847 年, 英国物理学家焦耳设计了如图 10-2-6 所示的实验。图中的密闭容器内盛有适量的水, 实验时, 砝码缓慢下降, 带动轮轴和转轴使



图 10-2-5 流星划过天空

[1] 将火柴头刮下后, 碾成粉末作为易燃粉末效果较好, 安全性也较高。不宜用浸过乙醚的棉花进行实验, 因为乙醚易挥发且具有毒性。可以使用少量脱脂棉, 猛地向下压即可点燃。设置本活动旨在培养学生初步从物理学角度归纳、总结、表述所观察现象的能力。

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。通过观察气体被迅速压缩或膨胀过程中温度传感器测出的气体温度的变化, 得出做功可以改变物体内能的结论。

[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。通过活动感受气体膨胀对外做功, 内能减小。

[3] 生活中还有很多改变内能的实例, 如可以将水放在炉火上加热使其温度升高, 也可以通过迅速搅拌使水升温。汽车轮胎在烈日暴晒下温度升高; 汽车刹车时, 轮胎与地面摩擦后温度也会升高。这些生活实例也说明做功是能量转化的过程, 热传递是物体间能量发生转移的过程。做功和热传递在改变物体的内能上是等效的。

[1] 通过“科学与人文”栏目,学生可以了解焦耳实验的探索过程,结合焦耳的实验过程,可进一步认识到做功和热传递在改变内能上是等效的,从而建立正确的能量转化观。

[1]

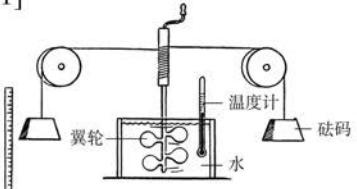


图 10-2-6 焦耳的实验示意图

翼轮搅动容器中的水,翼轮对水做功,使水温升高,内能增加。由于容器的导热性很差,所以容器中的水几乎不与外界发生热传递,水的内能增加完全来自砝码下降带动翼轮转动时重力所做的功。焦耳由砝码的质量和下落距离算出机械功,由水温变化算出内能的增加。焦耳发现,在实验误差许可的范围内,水的内能增加等于砝码重力所做的机械功。

在热现象的本质被揭示之前,人们并不清楚热、功、能量之间的关系,以至于热与功的单位都不一致。18世纪末,热现象与运动之间关系的发现为焦耳对热与功对应关系的实验研究开辟了道路。在1840年到1878年近40年的时间内,焦耳不断改进实验,采用各种不同的方法、设备、材料研究热和功的对应关系,焦耳甚至用鲸脑油代替水重复了上述实验并得到相同的结果。焦耳的实验为能量守恒定律的建立奠定了基础。

习题解读

1. 参考解答: ②

①③。

命题意图:运用内能的知识解释简单的生产生活情境。

主要素养:能量观念;科学推理。

12

练一练

1. 图 10-2-7 中,通过做功改变物体内能的实例是_____ , 通过热传递改变物体内能的实例是_____。(均选填序号)



① 小猫晒太阳



② 砂轮打磨工件



③ 饮料冰镇

图 10-2-7

2. 如图 10-2-8 所示, 水平地面上有两个质量相同的铁块甲和乙, 静止铁块甲的温度为 30 ℃; 运动铁块乙的速度为 v 。比较甲、乙的机械能和内能并简述理由。

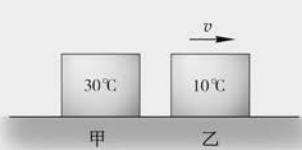


图 10-2-8

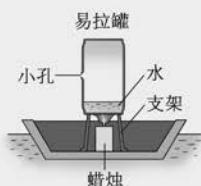


图 10-2-9

3. 图 10-2-9 为某校学生在科技节活动中展示的小船。易拉罐中的水吸热汽化所产生的大量水蒸气从小孔中冲出时, 小船就能向前运动。这一过程中水蒸气的内能如何变化? 它是通过哪种方式变化的?

► 主题学习: 水与热机 2

大型载重货车在经过连续下坡路段时, 为控制车速需要长时间刹车, 这会使刹车系统因过热而失效。为避免这种情况发生, 有两种解决方案。

一种是加装一个刹车喷淋装置, 通过向刹车系统喷水使其降温。另一种是加装一台液力缓速器。如图 10-2-10 所示, 货车下坡时同步带动翼轮在水箱中转动, 水对翼轮产生阻力, 从而实现辅助制动。

- (1) 简述使用刹车喷淋装置给刹车系统降温的原理。
- (2) 从内能变化的角度, 分析液力缓速器工作时水箱中水温的变化。
- (3) 你会选择哪一种方案为货车刹车系统降温? 简述理由。

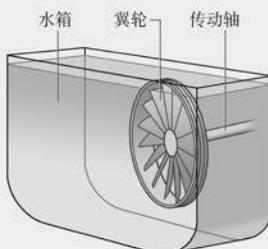


图 10-2-10

2. 参考解答: 甲的温度高, 内能较大。甲、乙的质量相同, 高度相同, 则势能相同, 而乙的速度大, 则动能大, 即乙的机械能较大。

命题意图: 运用内能和机械能的知识分析简单问题。

主要素养: 能量观念; 科学推理; 科学论证。

3. 参考解答: 水蒸气的内能减小, 它是通过做功的方式变化的。

命题意图: 通过分析情境提取其中的信息, 运用做功与内能的关系得出结果。

主要素养: 能量观念; 科学推理; 科学论证; 社会责任。

主题学习参考解答: (1) 刹车系统和水之间发生热传递, 水蒸发吸热会使刹车系统的温度降低。

(2) 机轮搅动水, 通过做功的方式使水的内能增加, 水温升高。 (3) 两种方案均可, 喷淋简单可靠, 但是热传递或蒸发带走的能量比较有限, 遇到冰冻天气则不能使用。液力缓速器将机械能转化为内能, 效率较高, 但是结构复杂。

命题意图: 运用内能和机械能的知识分析真实情境中的相关问题。

主要素养: 能量观念; 科学推理; 科学论证; 社会责任。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过节首图展示汽车发动机的结构引入主题“热机”，并提出热机工作原理的相关问题。

2. 通过热机模拟实验，建立热机基本概念，了解热机的基本工作原理。

3. 通过剖析四冲程汽油机结构及工作过程，进一步理解热机的基本原理，掌握热机的具体工作过程及特征，了解热机的分类。

4. 通过“STSE”介绍火箭发动机，拓展热机的种类，巩固热机的概念。

正文解读

[1] 汽车发动机是生活中典型的热机，从节首图可以看到气缸、活塞等基本结构，为后面解释热机的工作原理作铺垫。教师可通过动画演示，教学效果会更好。

[2] 此处“自主活动”栏目，属于教师演示实验。用酒精灯加热封闭试管一端的水，观察试管中水的状态变化。学生看到橡胶塞冲出试管口的过程，可以从力和运动、功和能量变化的角度进行解释。本实验有一定的危险性，实验过程中注意试管口不要对着人放置。

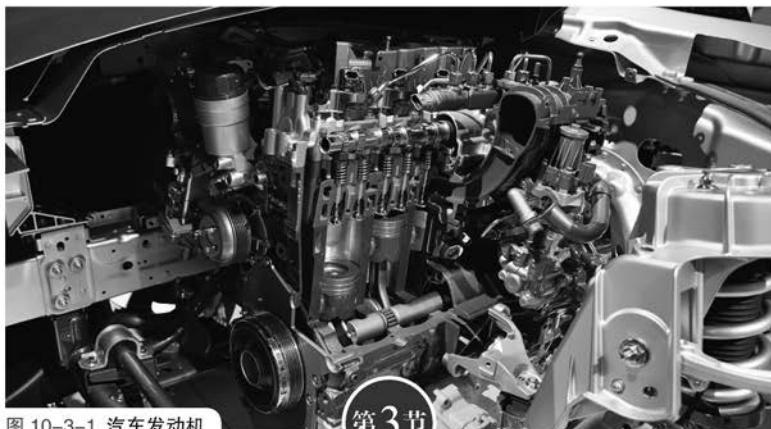


图 10-3-1 汽车发动机

第3节

热机及其工作原理

[1] 汽车是现代生活中常用的交通工具。发动机是汽车的核心部件（图 10-3-1），为汽车提供强劲的动力。这个动力从何而来？

• 什么是热机？

自主活动

[2] 如图 10-3-2 所示，将适量水注入试管并用橡胶塞塞住试管口。用酒精灯加热试管，直至橡胶塞被“顶出”试管口。讨论并交流橡胶塞被“顶出”试管口的原因。



图 10-3-2 加热封闭的试管

在上述实验中，酒精燃烧放出的热量，使水蒸气受热膨胀对橡胶塞做功，使橡胶塞被“顶

出”试管口。上述实验可以用来简单模拟热机产生动力的过程。我们把利用燃料燃烧释放的能量做功的机械叫做热机。

[1] 图 10-3-3 为热机工作原理的示意图，热机自高温物体处吸收热量，其中一部分用来对外做功，另一部分流向低温物体。

[2] 热机的种类较多，按照燃料燃烧场所的差异，热机可分为外燃机和内燃机两种。

燃料在发动机外的锅炉内燃烧并产生动力的热机叫做外燃机，蒸汽机就是最早的外燃机，它利用燃料加热锅炉中的水产生高压水蒸气，高压水蒸气推动活塞对外做功。由于老式蒸汽机过于笨重、能耗大、效率低，已逐渐被淘汰。

蒸汽轮机与蒸汽机工作模式相似，由大型锅炉产生的高温高压水蒸气直接喷射到汽轮机的叶片上，推动巨型汽轮机转动对外做功。蒸汽轮机被广泛应用于发电厂和大型船舶。

燃料直接在发动机内的气缸中燃烧并产生动力的热机叫做内燃机，现代社会中大部分交通工具的发动机都是内燃机。

● 内燃机如何工作？

最常见的内燃机是汽油机和柴油机，它们分别用汽油和柴油作为燃料。

[3] 如图 10-3-4 所示，汽油机主要由气缸、活塞、火花塞、进气门、排气门、曲轴和连杆组成。

汽油机工作时，活塞在气缸内做往复运动，图 10-3-5 是汽油机工作过程示意图。

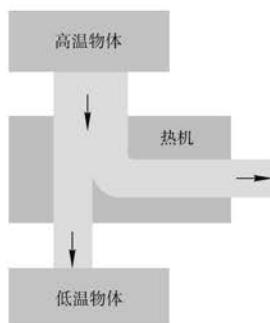


图 10-3-3 热机的工作原理图

[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，将热机的工作原理图和实验过程联系起来，巩固热机的概念。

[2] 通过介绍热机的分类依据及类型，拓展对热机概念的理解。

[3] 汽油机是常见的热机，以此为例剖析热机的工作过程具有代表性，可引导学生进一步理解热机的基本原理。示意图或模型图可帮助学生了解热机的内部结构及工作状态。

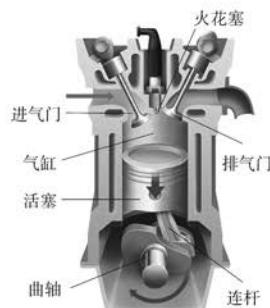


图 10-3-4 汽油机结构示意图

[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。这有助于更好地理解汽油机工作过程示意图，关注热机工作的主要特征和关键冲程的意义。

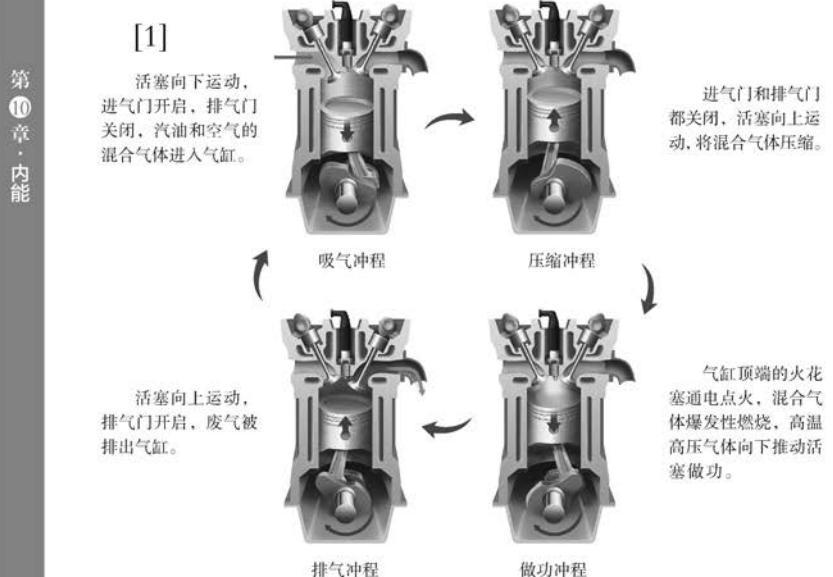


图 10-3-5 四冲程汽油机工作过程示意图

活塞做一次单向运动的过程称为一个冲程，汽油机的一个工作循环过程包括四个冲程，分别是吸气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程。

做功冲程中，燃气对外做功，带动与曲轴相连的飞轮实现持续运转。其余三个冲程是辅助冲程，活塞靠旋转飞轮的惯性带动曲轴连杆运动。

汽油机质量小，转速大，启动方便，运转平稳，主要用于汽车的发动机。

[2] 柴油机的结构与汽油机相似，图 10-3-6 为柴油机的结构示意图，由于柴油机通过压缩空气直接点燃柴油，气缸顶部的火花塞换成了喷油嘴。

柴油机的工作循环过程也分为吸气、压缩、

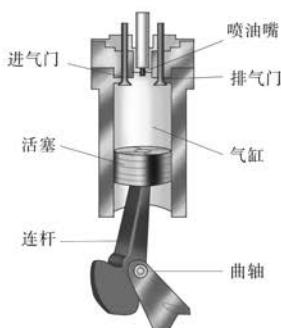


图 10-3-6 柴油机结构示意图

做功、排气四个冲程。吸气冲程中只有空气进入气缸。压缩冲程使气缸内的空气温度升高。压缩结束时，气缸内温度超过柴油燃点，此时，从喷油嘴喷出的雾状柴油遇到热空气立即燃烧起来。做功冲程中气缸内气体的压强、温度急剧增大，从而有力地推动活塞对外做功。

与汽油机相比，柴油机的零件结构强度更高，也更笨重，但柴油机油耗低、功率大，因此多用于载重汽车、坦克、轮船及小型发电机。近年来，随着柴油机技术的进步，传统柴油机的缺点逐步得到改善，目前许多汽车也采用柴油机作为动力装置。



[1] 火箭发动机（图 10-3-7）是一种新型的热机。由于要在缺氧的高空中工作，火箭发动机与大多数普通热机不同，必须自带氧化剂（如液氧）。燃料和氧化剂在燃烧室内燃烧，产生高温高压燃气，燃气通过喷口向后喷出推动火箭前进。“长征”系列运载火箭（图 10-3-8）是我国自行研制的航天运载工具，有力支撑了以“中国载人航天工程”“北斗卫星导航系统”和“中国探月工程”为代表的国家重大工程的成功实施，为我国航天事业的发展提供了强有力的保障。



图 10-3-7
火箭发动机示意图



图 10-3-8
“长征五号”运载火箭点火升空

[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，展现火箭发动机的关键特征及设计意图，同时关注我国火箭的发展成就，增强民族自豪感。

习题解读

1. 参考解答：内机械。

命题意图：理解热机的概念。

主要素养：能量观念。

2. 参考解答：(1) 吸气 压缩 排气 做功 (2) 做功冲程。

命题意图：理解热机的工作过程。

主要素养：证据；科学推理。

3. 参考解答：见表1。

命题意图：知道汽油机与柴油机的不同点和优缺点，理解热机的工作原理。

主要素养：模型建构。

4. 参考解答：(1) 礼花筒不是热机。因为它不符合热机的定义和特征。首先，其能量来源是被压缩的空气通过气体膨胀对外做功，而不是来自燃料燃烧释放的能量。

其次，礼花筒只是一次性地利用空气膨胀做功，不存在与热机类似的循环工作过程。

(2) 礼花筒喷出彩带是因为筒内高压空气对外做功，实现其自身内能转化为彩带的机械能，与汽油机的做功冲程类似。

命题意图：理解热机的概念及其工作冲程。

主要素养：科学推理。

练一练

1. 热机是将_____能转化为_____能的机械。

2. 图10-3-9为内燃机工作四个冲程的示意图。

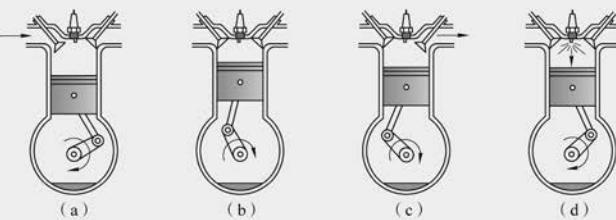


图10-3-9

(1) 由图可判断：(a) 为_____冲程，(b) 为_____冲程，
(c) 为_____冲程，(d) 为_____冲程。

(2) 这四个冲程中，实现内能转化为机械能的是_____。

3. 比较四冲程汽油机和四冲程柴油机，并完成表10-3-1。

表10-3-1

内燃机类型	吸气冲程中吸入气缸的物质	点火方式	优点	缺点
汽油机				
柴油机				

4. 如图10-3-10所示，礼花筒利用筒内高压空气的膨胀，将彩带喷向空中，产生喜庆效果。

(1) 礼花筒是热机吗？为什么？

(2) 礼花筒喷出彩带的过程与汽油机的哪个冲程类似？



图10-3-10

表1

内燃机类型	吸气冲程中吸入气缸的物质	点火方式	优 点	缺 点
汽油机	汽油和空气混合物	点燃式	噪声小，废气少	功率小，效率低
柴油机	空气	压燃式	油耗低，功率大	噪声大，废气多

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 节首图展示的是航空发动机，由此引出不同类型的热机使用不同燃料，进而提出燃料利用的效率等问题。
2. 从天然气替代煤气的历史变迁引出燃料的热值概念及公式。
3. 从燃料燃烧过程中能量转化的效率引出热机的效率概念。
4. 从热机大量使用对环境造成的影响引导学生了解科学、技术、社会、环境之间的密切关系，关注热机使用的社会效益，增强社会责任感。

正文解读

- [1] 用航空发动机引出不同类型的热机使用不同的燃料，引导学生思考不同类型的燃料是否会造热机的效率不同。



图 10-4-1 航空发动机

第4节

热机的效率

[1] 热机广泛应用于社会生活的各个方面，推动了社会的发展。常见的热机如汽车发动机、发电用的汽轮机、飞机上的航空发动机（图 10-4-1）使用不同类型的燃料工作，它们利用燃料的效率有什么不同呢？

• 什么是燃料的热值？

[2] 在历史上很长一段时期，木柴和煤炭是人类的主要生活燃料。20世纪末，煤气成为城市居民日常生活的生活燃料，煤气生产出来后储存在巨大的“煤气包”（图 10-4-2）中，并通过管道输送到千家万户；进入 21 世纪以后，更清洁环保的天然气逐步替代煤气成为居民的主要生活燃



图 10-4-2 “煤气包”

19

[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。从生活用燃料的变迁思考煤气、天然气的区别，为建立热值的概念作铺垫。

[1] 通过类比、迁移,运用通过两个物理量的比来定义另一个物理量的方法建立热值的概念和定义式。

[2] 教材表 10-4-1 可用于不同燃料燃烧过程释放能量的比较和计算。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,学会利用热值进行分析计算。

料,遍布城市各处的“煤气包”也陆续退出历史舞台。

通常情况下,体积相同的煤气和天然气完全燃烧,天然气放出的热量比煤气放出的热量多。研究发现,质量或体积相等的不同燃料,在完全燃烧时所放出的热量一般不同。

[1] 在物理学中,把某种燃料完全燃烧时放出的热量 Q 与燃料质量 m 之比,叫做这种燃料的热值 (heat value),用 q 表示,单位是焦 / 千克,符号是 J/kg。热值 q 可表示为

$$q = \frac{Q}{m}$$

所以,燃料完全燃烧放出的热量 $Q = mq$ 。

气态燃料的热值也可以用 1 个标准大气压、0 °C 时,气体完全燃烧时放出的热量与其体积之比来表示,单位是焦 / 米³,符号是 J/m³。表 10-4-1 是一些常见燃料的热值。

[2] 表 10-4-1 一些常见燃料的热值

燃料	热值	燃料	热值
天然气	约 3.5×10^7 J/m ³	氢气	1.4×10^8 J/kg
焦炉煤气	约 1.8×10^7 J/m ³	干木柴	约 1.2×10^7 J/kg
酒精	约 3.0×10^7 J/kg	焦炭	约 3.0×10^7 J/kg
柴油	约 4.3×10^7 J/kg	无烟煤	约 3.4×10^7 J/kg
汽油	约 4.6×10^7 J/kg	木炭	约 3.4×10^7 J/kg



[1] 2022年，北京冬季奥运会将火炬变为“微火”（图10-4-3），与往届奥运会大量使用液化天然气或丙烷等作为火炬燃料不同，北京冬季奥运会首次使用氢作为火炬燃料。氢燃烧时，只生成水而不产生二氧化碳，几乎实现零碳排放，真正体现北京冬季奥运会的低碳、可持续的“绿色环保”理念。



图 10-4-3
北京冬季奥运会主火炬

• 什么是热机的效率？

[2] 热机工作时对外做功的能量只是从高温物体吸收的一部分能量；高温物体的相当一部分能量散失了。对于内燃机而言，由于其排出的废气温度较高，带走很大一部分能量；此外，还有一部分能量损耗在散热及克服摩擦做功上。图10-4-4为某汽车发动机的能量分配图。

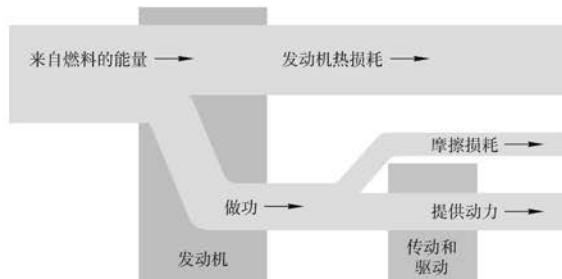


图 10-4-4 某汽车发动机能量分配图

热机工作时，用来做功的能量与燃料完全燃烧放出的能量之比，叫做热机的效率。蒸汽机的

[1] 此处设置“STSE”栏目，从燃料选择及燃料燃烧生成物的角度展现我国举办奥运会相关理念上的转变，进而延伸到生活方式的转变，倡导绿色环保生活。

[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。通过对汽油机效率的分析和改进措施，进一步理解热机效率的含义。

[1] 通过数据初步了解热机的效率，并引导学生进一步思考如何提高热机的效率。

[2] 举例说明大量使用热机能促进社会生产力发展的同时，会对环境造成一定程度的破坏，引导学生辩证地看待热机使用的利弊，培养可持续发展的意识。

[1] 效率很低，只有 $6\% \sim 15\%$ 。内燃机中的燃料与空气充分混合后在气缸内燃烧，效率普遍高于蒸汽机。目前，汽油机的效率一般可达 $20\% \sim 30\%$ ，柴油机的效率则可达 $30\% \sim 45\%$ 。

热机的效率是热机性能的重要指标，在做功相同的情况下，热机的效率越高，燃料的消耗越少。高效率、低油耗热机的研制是现代科技的一个重要方向。

● 热机的使用对环境有何影响？

[2] 第一次工业革命以来，热机的大量使用使人类摆脱了繁重的体力劳动，促进了生产力的发展。但是热机工作时所排放的废气中含有二氧化硫、二氧化氮、氮氧化物和一氧化碳等多种气体，会对环境产生一定程度的破坏。二氧化硫与氮氧化物排放在大气中形成酸雨（图 10-4-5）。二氧化碳及大量热量通过废气排入空气中，导致温室效应加剧、全球气候变暖。



图 10-4-5 工业废气形成酸雨

为此，我国不断提升机动车污染物排放标准，促进热机技术升级。与此同时，大力发展公共交通系统，鼓励公众绿色环保出行，倡导节能减排的生活方式。

练一练

1. 下面关于热机的效率的说法中，哪些是正确的，哪些是错误的？简述理由。

(1) 通过技术改进，可以使热机的效率达到 100%。

(2) 由于尾气会带走一部分热量以及克服摩擦做功等，热机的效率不可能达到 100%。

(3) 可以通过增大热机功率的方法，提升热机效率。

(4) 热机的使用会造成环境污染，应禁止使用热机。

2. 阅读表 10-4-1，回答下列问题。

(1) 酒精热值的物理意义是什么？

(2) 完全燃烧 2 kg 干木柴可以释放出多少热量？如果放出相同的热量，则需要完全燃烧多少立方米天然气 (0 °C, 1 个标准大气压)？

(3) 燃料燃烧实际放出的热量，往往比根据热值计算出来的要少，而且有效利用的热量又比放出的热量少，为什么？

3. 2021 年 4 月 29 日，搭载中国空间站天和核心舱的“长征五号”运载火箭，在文昌航天发射场点火升空（图 10-4-6）。“长征五号”运载火箭分别使用液氧煤油和液氧液氢作为不同部分的核心推进剂，通过混合燃烧，喷出高温高压气体，使火箭发射升空。由于火箭使用的液氢、液氧的温度分别为 -252 °C 和 -183 °C，故“长征五号”运载火箭也得名“冰箭”。

(1) 运载火箭为何需要携带液氧？

(2) 利用液氢作为推进剂有什么好处？



图 10-4-6

1. 参考解答：(1) 错误 热机工作时燃料不可能完全燃烧，同时尾气带走部分热量，以及机器本身散热，克服机械间摩擦做功等，所以热机的效率不可能达到 100%。 (2) 正确

(3) 错误 增大热机的功率仅表示热机在单位时间内做功更多，但不能确定用来做功的能量与燃料完全燃烧放出的能量之比是否变大，所以热机的效率不一定得到提升。 (4) 错误

尽管热机的使用对环境造成污染，但也让人类摆脱了繁重的体力劳动，促进了社会发展，人类应不断改进技术，减少污染，适度使用。

命题意图：通过概念辨析，加深对热机效率的理解。

主要素养：科学推理；科学论证。

2. 参考解答：(1) 完全燃烧 1 kg 酒精放出的热量约为 3.0×10^7 J。

(2) 完全燃烧 2 kg 干木柴放出的热量 $Q = mq = 1.2 \times 10^7 \text{ J/kg} \times 2 \text{ kg} = 2.4 \times 10^7 \text{ J}$ 。由 $Q_{\text{放}} = Vq$ 可得，放出相同的热量，需要完全燃烧天然气的体积 $V_{\text{天然气}} = \frac{Q_{\text{天然气}}}{q_{\text{天然气}}} = \frac{2.4 \times 10^7 \text{ J}}{3.5 \times 10^7 \text{ J/m}^3} \approx 0.69 \text{ m}^3$ 。 (3) 燃料

在实际中很难完全燃烧，因此实际放出的热量往往小于按热值计算出的热量。热机工作时用于对外做功的能量只是从高温物体吸收热量的一部分，还有相当一部分散失了。

命题意图：通过实际问题中热量、热值的相关计算，理解热值的含义，体会燃料实际燃烧过程的特点。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：(1) 因为高层大气中氧气稀薄，燃料无法燃烧，所以自带氧化剂助燃。 (2) 燃烧相同质量的燃料时，氢气放出的热量多，且产物为水，无污染。

命题意图：运用所学知识解释火箭发动机的相关问题，体会火箭发动机设计的巧妙之处。

主要素养：科学推理；科学论证。

跨学科实践解读

[1] “热岛效应”是生活在城市的学生容易感受到的现象，也是社会关注的话题。通过两个跨学科实践任务，有助于增强学生学以致用、动手实践能力，以及形成绿色低碳出行观念。需2课时完成。

[2] 第1课时完成任务1。首先要求学生从相关网站中查找数据（或者由教师提供相关数据），然后查阅“热岛效应”的概念，通过分析实时温度数据，判断该区域是否存在“热岛效应”。进一步组织学生分析讨论“热岛效应”的产生原因，并对学生提出的问题或假设进行实验验证。在实验方案充分讨论的基础上，课后分组完成实验，并进行“人工热源对环境温度的影响”实验探究。



物理学与日常生活

城市“热岛效应”的调研

[1] 城市中的众多建筑物和道路在日照下升温较快，加上大量车辆、空调等排放的废热导致中心城区的气温明显高于郊区，这就是城市“热岛效应”（图1）。“热岛效应”会导致大气污染物在“热岛”中心聚集，浓度剧增，诱发呼吸系统疾病。

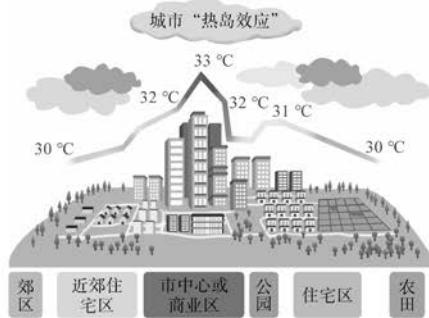


图1 城市“热岛效应”

● 跨学科实践任务

[2] 任务1：通过“上海气象服务中心”的自动气象站记录数据，可实时获取上海各地温度的分布图。

观察上海夏季某一天白天的温度分布图，从地域周边自然环境差异的角度，简要分析哪些区域的温度较高，并简要解释产生原因。

通过简单的实验可以验证自然环境与城市“热岛效应”的关系。在同一时间段内、同一区域，测量夏季户外草地、水泥地表面的温度。由2~3位同学组成一个小组，通过分工合作完成测量及数据记录表，分析数据，得出结论。

表1 数据记录表

测量地点：_____ 测量日期：_____

测量时间					
草地表面温度 $t_1/^\circ\text{C}$					
水泥地表面温度 $t_2/^\circ\text{C}$					

跨学科实践·城市“热岛效应”的调研

[1] 第2课时完成任务2。组织学生对任务1中两个实验的过程及结果进行交流展示；然后在上述分析和实验的基础上，讨论并提出科学、合理、可行的缓解“热岛效应”的建议，并通过海报或短视频的方式进行交流和展示。

[2] “评价与反思”有助于明确任务要求，引导学生开展实践活动，明确活动的价值取向。

[2] ● 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	能获取上海夏季某一天同一时刻各地实时温度分布图，并能准确找出该时刻城市的高温区		
	能应用相关学科知识，从地域环境及人类活动等角度解释“热岛效应”产生原因		
	能正确选择器材，设计并完成实验步骤和数据记录表；能科学解释实验数据，得出合理结论		
	能从协调人类活动和城市环境关系的角度，提出缓解“热岛效应”的科学合理建议		
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☆

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 热量：物体在热传递过程中吸收或放出能量的多少。
- 比热容：一定质量的某种物质，温度升高（或降低）时吸收（或放出）的热量与它的质量和升高（或降低）的温度乘积之比。
- 内能：构成物体的所有分子的分子动能和分子势能的总和。
- 热机：利用燃料燃烧释放的能量做功的机械。
- 热值：燃料完全燃烧时放出的热量与燃料质量之比。
- 热机的效率：热机工作时，用来做功的能量与燃料完全燃烧放出的能量之比。

知识结构图



本章练习

1. 下列关于热量、比热容、内能、热值的说法是否正确？简述理由。

- (1) 物体吸收热量，内能一定增加。
- (2) 汽车油箱里的汽油用掉一半后，剩余汽油的比热容、热值均变为原来的一半。
- (3) 比热容大的物体吸收的热量一定多。
- (4) 燃料没有完全燃烧时，热值变小。

2. “今天天气很热”“物体吸热升温”“摩擦生热”中的“热”分别代表哪个物理量？

3. 某同学学习了比热容公式 $c = \frac{Q}{m\Delta t}$ 后，认为比热容 c 与 Q 成正比，与 m 、 Δt 成反比，这种说法正确吗？作出判断并简述理由。

4. 用两个相同的加热器分别给质量、初温都相同的甲、乙两种液体加热，两种液体温度随时间变化关系如图1所示。甲液体的比热容_____乙液体的比热容。如果乙是水，那么质量为 500 g、初温为 20 °C 的乙吸收 1.89×10^5 J 热量后，温度为_____ °C。
[$c_{\text{水}} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$]

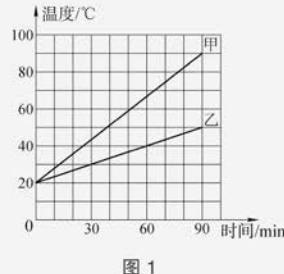


图1

5. 某同学家使用燃气热水器，平均每天需将 100 kg 的水从 18 °C 加热到 58 °C。若天然气完全燃烧放出热量的 70% 被水吸收，求热水器平均每天消耗多少立方米天然气。
[$c_{\text{水}} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$, $q_{\text{天然气}} = 3.5 \times 10^7 \text{ J/m}^3$]

6. 汽油机完成一个工作过程（包含四个冲程），将燃料燃烧放出

1. 参考解答：(1) 错误 物体吸收热量的同时也可能对外做功，所以它的内能不一定增加。
- (2) 错误 比热容、热值属于物质的特性，与质量无关。 (3) 错误 物体吸收热量的多少还与它的质量、升高的温度有关。
- (4) 错误 在物理学中，把某种燃料完全燃烧时放出的热量与燃料质量之比叫做这种燃料的热值。因此，热值与燃料实际是否完全燃烧无关。

命题意图：通过概念辨析、举例说明等方式，加深对相关概念的理解。

主要素养：科学推理；科学论证。

2. 参考解答：“今天天气很热”中的“热”代表温度高；“物体吸热升温”中的“热”代表热量；“摩擦生热”中的“热”从表面现象看，是摩擦后物体的温度升高，其实质是通过摩擦这种做功方式使物体内能改变。

命题意图：通过辨析“热”的含义，区分生活用语和科学概念。

主要素养：能量观念；科学推理。

3. 参考解答：错误 比热容、热值属于物质的特性，与物质吸收的热量、质量、升高的温度均无关。

命题意图：引导学生正确理解比热容的概念，从物理意义的角度理解比热容的公式。

主要素养：科学推理。

4. 参考解答：小于 100（依据题目数据，水温升高了 90 °C，但一般情况下，水在 100 °C 时沸腾，水沸腾后，吸热但温度保持不变）。

命题意图：会解读数据图像。

主要素养：科学推理。

5. 参考解答：水吸收的热量 $Q_{\text{水}} = c_{\text{水}} m_{\text{水}} \Delta t_{\text{水}} = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 100 \text{ kg} \times (58 - 18) = 1.68 \times 10^7 \text{ J}$ ，则 $70\% Q_{\text{天然气}} = Q_{\text{水}}$ ，即 $Q_{\text{天然气}} = \frac{Q_{\text{水}}}{70\%} = 2.4 \times 10^7 \text{ J}$ ，由 $Q = Vq$ ，则 $V_{\text{天然气}} = \frac{Q_{\text{天然气}}}{q_{\text{天然气}}} = \frac{2.4 \times 10^7 \text{ J}}{3.5 \times 10^7 \text{ J/m}^3} \approx 0.69 \text{ m}^3$ 。

命题意图:通过计算解决实际问题,了解生活中使用的天然气的特征。

主要素养:科学推理。

6. 参考解答: (1) 内机械 做功 (2) 机械内 压缩 (3) 8.004×10^7 。

命题意图:解释实验现象,知道热机的工作过程和能量转化情况,了解汽油机的实际使用情况。

主要素养:科学推理。

7. 参考解答:该同学的想法不正确。水地暖是通过热水加热地板,然后以热辐射和对流的方式向室内供暖,并非燃烧,与热值无关。以水为媒介,利用了水的比热容大的性质,由于水的比热容比煤油大,在质量相同、降低的温度相同时,水比煤油释放的热量多。

命题意图:能运用所学知识解决真实问题,本题具有一定的开放性,引导学生多角度思考问题。

主要素养:科学推理;科学论证;质疑创新。

的部分能量转化为机械能。

(1) 如图2(a)所示,用酒精灯给装有水的试管加热,橡皮塞被“顶出”试管口。这一现象中____能转化为____能;此过程与四冲程汽油机工作过程中的____冲程类似。

(2) 如图2(b)所示,用力将活塞迅速下压,会导致筒内火柴头粉末燃烧。活塞的下压过程是将____能转化为____能,此过程能量转化与四冲程汽油机工作过程的____冲程相似。

(3) 某型号汽车正常行驶100 km,消耗汽油8 L左右,已知汽油的热值为 $4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$,密度为 0.725 g/cm^3 ,汽油机效率通常为 $20\% \sim 30\%$,则该车行驶100 km最多做功____J。

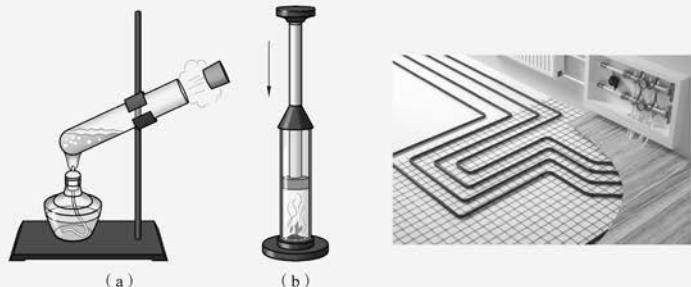


图2



图3

7. 很多家庭采用“水地暖”取暖。如图3所示,在地板下埋置加热管,温度不高于 60°C 的热水在加热管内循环流动,加热整个地板,并通过地面以热辐射和对流的方式向室内供热。某同学知道煤油的比热容为 $2.1 \times 10^3 \text{ J/(kg}\cdot^\circ\text{C)}$,热值为 $4.6 \times 10^7 \text{ J/kg}$ 。他觉得煤油的比热容比水低,而热值又高,如果利用煤油作为地暖的热媒,消耗相对较少的能量,就可以使煤油放出更多热量,所以用煤油作为地暖的热媒应该更好。该同学的想法是否正确?作出判断并简述理由。

► 主题学习：水与热机 3

两位科学家因“对地球气候进行物理建模，量化可变性，并可靠地预测了全球变暖”的相关研究被授予2021年诺贝尔物理学奖。该成果证明了二氧化碳排放是全球变暖的主要因素。我国提出力争于2030年前实现“碳达峰”、争取2060年前实现“碳中和”，彰显了大国的责任和担当，对全球可持续发展具有重要的意义。

- (1) 你认为热机的使用对全球变暖有何影响？
- (2) 为控制碳排放，你对热机的改进有何建议？
- (3) 水蒸气也是一种常见的温室气体，但我们倡导控制排放的温室气体中不包含水蒸气，谈谈你的看法。

主题学习参考解答：

(1) 热机大量使用化石能源，原本被远古动植物固定的碳被大量释放出来，增加了碳排放，是全球变暖的因素之一。 (2) 提高热机的效率，优化废气的排放。 (3) 在大气中，二氧化碳的含量远超过其他温室气体。二氧化碳在大气中的含量增多，导致冰川融化、海平面升高、土地干旱、厄尔尼诺现象频发等一系列气候问题，这些都是由二氧化碳等气体形成的温室效应造成的。其次，无论是否使用化石能源，对水在大气中的含量影响不大，水在大气中的含量主要由大气温度决定，自发存在的水循环，不会使水蒸气在大气中的含量明显增加。

命题意图：围绕热机与水，提出有关碳减排相关问题，运用所学知识和通过查阅资料解答的同时，有利于引导学生形成低碳生活和可持续发展的意识。

本章各主题学习间的联系见表2。

表 2

主题学习	学 习 任 务	教 学 内 容
水与热机	解释为什么核电站选择海水作为冷却剂	热量、比热容
	从能量转化和转移的角度,分析液力缓速器的原理和刹车喷淋装置的降温原理	内能
	探讨热机使用与碳排放之间的关系,并提出可行的改进意见	热机的工作原理、热机的效率

本章涵盖了热量、比热容、内能等物理概念,以及热机的工作原理和热机效率等与工程相关的物理知识。“水与热机”这一主题学习旨在综合运用本章所学内容,解释与生产生活相关的热学现象,在解决问题的过程中形成能量观念,培养学生科学推理、科学论证、质疑创新的能力,强化节能环保的社会责任。

主题学习活动中的注意事项:

- (1) 倡导丰富主题学习的背景材料。如了解我国核电站的分布情况,查找汽车刹车装置的图片,搜集我国降低碳排放的重要举措。这样可以降低学生分析和解释相关现象的难度。
- (2) 强化学科实践,通过小实验来强化学生的学习体验。如用小风扇模拟液力缓速器的翼轮,通过实验了解液力缓速器的工作原理。

(3) 建议本章中以“水”为主线来强化教学与主题学习的联系。如以烧水为例,解释吸收热量与物体质量和升高温度的关系;由于水的比热容较大,常用来做冷却剂;蒸汽机和蒸汽轮机用水作为工作介质。这样将有助于学生充分利用所学知识完成主题学习,促进“教-学-评”的有机衔接。

(4) 鼓励学生基于证据作出解释,提出观点。如刹车喷淋与液力缓速器各有利弊,温室气体为什么不包含水蒸气等。教师可以根据实际学情设计主题学习,如初步了解蒸汽机的工作原理,从而丰富学生的学习经历。

主要素养: 科学推理;科学论证;质疑创新。



热量与比热容

以前人们普遍认为热是一种无色无味的可以流动的物质,称为热质。热质会从温度高的地方流入温度低的地方。这一模型解释了一些热传递现象,但是无法解释摩擦生热。

其实热量是热传递过程中吸收或放出能量的多少,热传导的本质是分子间碰撞传递能量的过程,热辐射的本质是物体向外辐射电磁波转移能量的过程,热对流是流体微团的宏观运动而引起的能量扩散。

比热容与温度、压强等有关。温度不同,物质的比热容不同;温度相同而压强不同,物质的比热容也有微小的差异。只有在温度和压强变化较小,比热容的变化小到可以近似看作常量时,才可以用 $Q = cm\Delta t$ 来计算物质吸收或放出的热量。

内能

温度是分子平均动能的宏观标志,温度越高,物体内分子的热运动越剧烈,分子平均动能越大。

分子势能的大小是相对的,要选定零势能的位置才能讨论分子势能的大小。当两个分子之间的距离非常大,分子间基本没有作用力,可以将此时的分子势能设为零。当分子逐渐靠近时,分子间作用力表现为引力,分子间作用力做正功,因而此时分子势能为负值。当分子间距离达到平衡位置 r_0 时,分子势能最小。当分子间距离小于 r_0 后,分子间表现为斥力,分子间距离减小时,分子间作用力做负功,分子势能开始增大。分子势能 E_p 和分子间作用力 F 随分子间距离 r 的变化规律如图 2 所示。

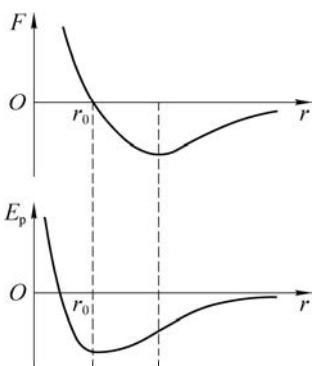


图 2

在研究物体的热运动性质和规律时,分子结构、原子结构和核结构一般不发生变化。物体中仅有分子动能和分子势能会发生改变,所以我们只需要关注这两部分的能量。此时我们将内能简化定义为构成物体所有分子的分子动能和分子势能的总和,即为狭义的物体内能。广义的物体内能则包括物体中所有微观粒子的化学能、电离能和原子核内部的核能等。

热力学第二定律

1850 年,德国物理学家克劳修斯(R. Clausius,1822—1888)意识到,有必要在热力学第一定律之外建立另一条独立的定律,以反映自然界实际过程的方向性。在大量客观事实的基础上,克劳修斯提出:不可能把热量从低温物体传到高温物体,而不引起其他变化。这一表述被称为“热力学第二定律的克劳修斯表述”。克劳修斯表述意味着热量从低温物体转移到高温物体的过程必然引起其他变化,即伴随着其他能量的转化。

电冰箱、空调的工作过程需要消耗电能就说明了这一点。蒸汽机、内燃机等都是利用内能做功的机械,称为热机。人类长期致力于提高热机的效率,虽然取得一定成效,但始终存在一个无法突破的极限,这是为什么呢?

从能量的观点来看,热机工作过程中,热量从气缸内的气体(高温热源)向气缸外的空气(低温热源)自然流动,并在此过程中分出一部分能量推动活塞对外做功(图 3)。因此,热机工作时必须有一个温差。

因此,热机总是在两个温度不同的热源之间工作,热机工作时从高温热源取得热量的过程中必然有一部分热量流到低温热源,这部分热量“浪费”了。然而,这部分热量的“浪费”是必要的,是为了使另一部分热量转化为功而“必须付

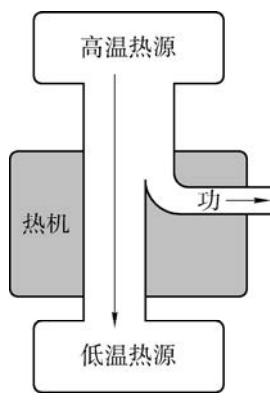


图 3

出的代价”。正是这一原因导致了热机的效率存在极限。

19世纪,汽车工业刚起步的几十年中,发动机效率的提升是汽车制造技术的关键,当时比较先进的发动机的效率仅为12%~14%。目前,大部分普通家用汽车发动机的效率在30%~35%之间。当今我国自主生产的汽油发动机的效率可达45%以上,达到国际先进水平。

1851年,开尔文勋爵(L. Kelvin, 1824—1907)通过对热机工作过程中能量转化的分析指出:不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功,而不引起其他变化。这一表述常被称为“热力学第二定律的开尔文表述”。这意味着机械能与内能的转化过程也存在着方向性。

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 热量 比热容

第1课时

想一想 1

参考解答：温度高 温度低 高温 低温部分。

设计意图：通过分析生活现象，了解什么是热传递，以及热传递发生的条件。

自主活动 1

参考解答：(1) 不同物质的导热性不同，如金属勺子的勺柄用塑料包裹则不会烫手，说明塑料的导热性不如金属。(答案合理即可) (2) 熔化 下落 铜棒 铜棒 木棒 (3) 答案合理均可，如使用隔热材料包裹勺柄、延长勺柄长度等。

设计意图：分析实验所控制的变量，并基于实验事实，运用科学推理得出不同物质导热性的差异。

想一想 2

参考解答：(1) 越多 质量相同的同种物质，温度升高得越多，吸收的热量就越多。 (2) 一壶水同种物质，升高相同的温度，质量越大，吸收的热量越多。 (3) 物质吸收的热量可能还与物质的种类有关，如质量相同的水和砂石升高相同的温度，吸收的热量不同。

设计意图：基于生活现象，猜想物质吸收的热量与哪些因素有关。

自主活动 2

参考解答：(2) 因实验条件不同，结果差异较大。表3中实验结果仅供参考。 (3) 以实际实验结果为准。 (4) 质量相同的水和干燥砂石升高相同的温度，水加热的时间长，吸收的热量多。

表3

加热时间 t/s	0	200	400	600	800	1 000
水的温度 $t_{\text{水}}/^{\circ}\text{C}$	29	29.5	34	48	64	80
砂石的温度 $t_{\text{砂石}}/^{\circ}\text{C}$	29	30	40	56	78	98

设计意图：通过科学探究，基于实验证据，正确解释物质吸收的热量与物质种类的关系。

巩固练习

1. 参考解答：④⑥。

命题意图：知道热量，知道热传递发生的条件，并对不合理的解释进行质疑。

2. 参考解答：冬天，手的温度比室外的木棒和铁棒都要高。铁棒的导热性好，用手去摸铁棒时，热量从手迅速传递到铁棒上，所以会感觉铁棒的温度更低。

命题意图：了解不同物质的导热性，并解决实际问题。

3. 参考解答：(1) 物质吸收的热量越多 (2) 物质吸收的热量可能与物质的质量有关 (3) 物质吸收的热量与物质的种类有关 (4) 升高的温度 物质的质量 物质的种类。

命题意图：基于生活现象，形成有依据的猜想与假设。

第2课时

想一想 1

参考解答：(1) 水的质量与水升高的温度 表 10-1-2 的第 4 列依次为： $m\Delta t/(kg \cdot ^\circ C)$ 3 4 6 4 6 (2) 水的质量和水升高温度的乘积 (3) 不同的物质，温度升高(或降低)时吸收(或放出)的热量与它的质量和升高(或降低)的温度乘积之比是不同的。

设计意图：基于可靠的证据，得出比热容是物质的一种性质，它不随物质的质量和升高温度的变化而变化。

自主活动

参考解答：通过查阅教材表 10-1-1 可知，水的比热容大于砂石的比热容。因而盛夏时节，烈日暴晒下，相同质量的水和砂石吸收相同的热量，砂石升高的温度多。(答案合理即可)

设计意图：了解比热容。能运用比热容解释简单的自然现象。

想一想 2

参考解答：通过查阅教材表 10-1-1 可知，水的比热容大于砂石的比热容。上海地处沿海，新疆库尔勒地处内陆，在同样的自然条件下(吸收或放出的热量相近)，海水的温度变化较小，所以上海地区日温差比新疆库尔勒小。

设计意图：了解比热容。能运用比热容解释简单的自然现象，感受我国地域广阔，气候多样。

巩固练习

1. 参考解答：乙。

命题意图：了解比热容。基于证据推理出哪种物质的比热容较大。

2. 参考解答： 1.008×10^{11} 。

命题意图：了解比热容。能运用比热容进行简单计算，并基于计算结果解释核电厂为何建在靠海的位置。

3. 参考解答：(1) 甲 乙 (2) 水的比热容较大，而环境中的地面泥土和周边建筑物材料的比热容都比较小。因此，尽管水吸收或放出很多热量，其日温差不会太大。

命题意图：了解比热容，基于图像提供的证据，进行推理。

第2节 内 能

想一想 1

- 参考解答：(1) 动 分子动能 (2) 弹性势 分子势能。

设计意图：类比动能和势能，构建分子动能和分子势能的概念。

想一想 2

参考解答：吸热 增大 100 ℃水变成100 ℃水蒸气需要吸热，而整个过程中，水或水蒸气并未向其他物体传递能量，所以内能一定增大。

设计意图：从信息中寻找证据，并基于能量观进行推理。

自主活动 1

参考解答：粉末会燃烧 当压缩气体做功时，气体内能增加，温度升高，从而点燃粉末。

设计意图：通过观察现象，正确解释易燃粉末内能增加的原因，得出做功能改变物体内能的结论。

自主活动 2

参考解答：气球温度会降低，这是因为当气球内的气体膨胀对外做功时，气体内能减小，温度降低。

设计意图：通过观察现象，理解气体内能减小的原因，得出做功能改变物体内能的结论。

自主活动 3

参考解答：快速推动注射器的活塞压缩气体，对气体做功，使气体内能增加，温度升高。反向迅速拉伸注射器活塞，则可观察到气体温度下降，这是由于气体膨胀对外做功，内能减小，温度降低。

设计意图：会从能量转化的角度解释相关现象。

巩固练习

1. 参考解答：B。

命题意图：了解内能，运用能量观念进行推理。

2. 参考解答：喷雾剂内的压缩气体膨胀后将液体以雾状形式喷出。压缩气体膨胀对外做功，内能减小，温度降低。

命题意图：知道做功可以改变内能，从能量转化的角度解释生活中的现象。

3. 参考解答：温度为10 ℃的铅球以一定速度抛出，和空气摩擦，表面温度虽然有所增加，但肯定不会达到25 ℃，所以当它静止在地面上被加热到25 ℃时温度更高，内能更大。当铅球以5 m/s的速度被抛出时，其速度大，动能大，且比它放在地面上时高度大，重力势能大，即机械能大。

命题意图：知道内能和机械能的区别，基于可靠的证据进行论证。

第3节 热机及其工作原理

自主活动

参考解答：(1) 橡胶塞被“顶出”试管口的原因是：加热过程中，试管内的水温度升高不断汽化，水蒸气对橡胶塞的压力不断增大，达到一定程度，橡胶塞就会冲出试管。(2) 从能量转化的角度看，加热使试管内水和水蒸气的内能不断增加，最后通过对橡胶塞做功，将一部分内能转化为橡胶塞的机械能。

设计意图：通过实验现象的观察和解释，促进已有概念的应用，同时为形成热机概念作铺垫。

想一想 1

参考解答：高温物体对应酒精灯，低温物体对应外界环境。橡胶塞被“顶出”的过程中，增加的动能主

要来自试管中气体膨胀做的功。

设计意图：引导学生联系实验现象，巩固热机概念。

想一想 2

参考解答：(1) 由图可知，汽油机工作一个循环，活塞上下运动 2 次。 (2) 汽油机工作时，火花塞的作用是点燃混合气体。 (3) 燃气 内 (4) 惯性。

设计意图：引导学生关注热机工作的重要特征和四个冲程的意义，加深理解热机的工作原理。

想一想 3

参考解答：与汽油机、柴油机相比，火箭发动机需自带氧化剂（如氧气），燃料和氧化剂在燃烧室内燃烧，产生高温高压气体，燃气通过喷口向后喷出推动火箭前进。这样设计的原因是火箭发动机要在高空缺氧环境中工作。

设计意图：引导学生阅读教材“STSE”栏目，理解火箭发动机的主要特征及设计意图。

巩固练习

1. 参考解答：燃烧燃料 内燃机 外燃机。

命题意图：知道热机概念及分类。

2. 参考解答：压缩冲程 做功冲程 排气冲程 吸气冲程、压缩冲程、排气冲程。

命题意图：知道热机工作过程及特征。

3. 参考解答：增大 升高 做功冲程 内 机械。

命题意图：理解热机压缩冲程的特征。

第 4 节 热机的效率

想一想 1

参考解答：(1) “煤气包”退出历史舞台的原因是出现了同等条件下燃烧释放更多热量且燃烧过程更清洁环保的天然气。（答案合理即可） (2) 不一定，只有充分燃烧 1 m^3 煤气释放的热量才为 $1.8 \times 10^7\text{ J}$ ，实际燃烧过程通常是不充分燃烧。

设计意图：引导学生思考煤气、天然气的区别，为建立热值概念作铺垫。

自主活动

参考解答：(1) 由 $q_{\text{天然气}} = 3.5 \times 10^7\text{ J/m}^3$ ，即 $V_{\text{天然气}} = \frac{Q_{\text{水}}}{q_{\text{天然气}}} = 0.0288\text{ m}^3$ 。 (2) 实际天然气燃烧

释放的热量仅一部分被水吸收，其余热量散发到水壶、空气等地方。

设计意图：通过生活中常见实例的计算，让学生对天然气热值有一个感性认识。同时对燃烧过程中能量利用不可避免的损耗有一个初步认识。

想一想 2

参考解答：(1) 由图可知，汽油机工作时最大的损耗是发动机热损耗。提升汽油机效率的方法很多，如提高燃料的燃烧效率、减小气缸与活塞的摩擦损耗等。 (2) 热机的大量使用会对环境造成影响，其排

放的废气中含有二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物和一氧化碳等多种气体,二氧化碳及大量热量通过废气排入空气中,会造成温室效应加剧,全球气候变暖。

设计意图:通过对汽油机效率的分析和改进措施,进一步理解热机效率的含义。虽然热机的使用可提升生产力,但大量使用会给环境造成较大污染,这有助于增强辩证分析问题的能力和可持续发展意识。

巩固练习

- 参考解答:不变 40。

命题意图:理解热值概念,利用公式进行简单计算。

- 参考解答:(1)在此过程中,水吸收的热量 $Q_{\text{吸}} = c_{\text{水}} m(t - t_0) = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 5 \text{ kg} \times (80^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 1.26 \times 10^6 \text{ J}.$ (2)天然气完全燃烧放出的热量 $Q_{\text{放}} = Vq = 0.07 \text{ m}^3 \times 3.5 \times 10^7 \text{ J/m}^3 = 2.45 \times 10^6 \text{ J}$,燃气灶烧水的效率 $\eta = \frac{Q_{\text{吸}}}{Q_{\text{放}}} \times 100\% = \frac{1.26 \times 10^6 \text{ J}}{2.45 \times 10^6 \text{ J}} \times 100\% \approx 51\%.$

命题意图:理解实际问题中热量、热值、热机的效率等概念,并能进行简单计算。

- 参考解答:②③。

命题意图:理解热机的效率,了解改进措施。

第11章 静电与电流

第一部分 整章分析



学习目标

1. 了解摩擦起电现象、静电现象,认识导体、绝缘体,认识电流、电压等物理量,了解电荷间的相互作用规律,了解串联电路和并联电路中电流、电压的特点;能运用这些知识解释一些简单的相关现象,能说出生产生活中有关的应用实例。
2. 能根据电路现象分析电路连接方式或判断简单的电路故障;能通过与水流、水压的类比建构电流、电压模型。能对相关电学实验进行反思,提出改进建议。
3. 能根据已有知识或生活实例对串联电路和并联电路中电流、电压的特点作出猜想与假设;能根据实验目的设计简单的探究方案,会正确使用电流表、电压表,能排除简单的电路故障;正确读取和记录电流、电压的大小,并通过比较分析得出串联电路和并联电路中电流、电压的特点;能撰写简单的实验报告。
4. 体会静电现象、串联电路和并联电路等的应用对人类生活的影响,感受物理学对人类认识的深化和社会发展的推动作用。在探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点实验中,形成团队合作与交流的意识。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为:

1. 2. 1 通过实验,了解物质的一些物理属性,如弹性、磁性、导电性和导热性等,能用语言、文字或图表描述物质的物理属性。
2. 4. 1 观察摩擦起电现象,了解静电现象。了解生产生活中关于静电防止和利用的技术。
3. 4. 2 知道电压、电流和电阻。探究电流与电压、电阻的关系,理解欧姆定律。
3. 4. 3 会使用电流表和电压表。
3. 4. 4 会看、会画简单的电路图。会连接简单的串联电路和并联电路。能说出生产生活中采用简单串联电路或并联电路的实例。探究并了解串联电路和并联电路中电流、电压的特点。
4. 1. 7 用电流表测量电流。
4. 1. 8 用电压表测量电压。
4. 2. 11 探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点。

本章内容是关于电学的初步知识,主要包括电荷、电流、电路和电压等,其中电流、电压是核心概念。在本章内容的学习过程中,知道物理学研究需要观察、实验和推理,感受生活与物理的联系。本章学生实验包括测量和探究两类实验,它们之间既有联系又有侧重,使用电流表、电压表的测量类实验是探究串联

电路和并联电路中电流、电压特点的基础。在电流表与电压表的使用对比中,侧重于认识测量工具的学习方法,养成电路规范操作意识;探究类实验更注重引导学生进行合理猜想,以及实验方案的设计和反思等。

本章重点关注串联电路和并联电路中电流、电压特点的探究过程。在简单的电路设计或故障判断中,进一步认识串联电路和并联电路。本章主要涉及分析比较等研究方法。

本章是电学的基础,要注意将电荷、电流、电路和电压等建立相互联系,这些知识跟后续学习的电阻、欧姆定律等构建了初中阶段电学知识结构的重要基础。

完成本章内容的学习,共需要 10 课时。其中第 1 节 2 课时,第 2 节 3 课时,第 3 节 1 课时,第 4 节 2 课时,第 5 节 2 课时。



第11章 静电与电流

俯瞰城市，璀璨的灯光营造出迷人的夜景。一道耀眼的闪电划过，将夜空照耀得分外明亮。灯光、闪电以及各种电器的工作都与电有关。本章我们将学习静电和简单电路的相关知识。

通过本章内容的学习，你将了解静电现象、电流和电压，认识串联电路和并联电路；学会测量电流和电压；经历探究串联电路和并联电路中电流、电压特点的过程；感悟电与人类社会的密切联系。

30

章首图是夏夜闪电现象与东方明珠等上海标志性建筑灯光景观交相辉映的情境。

章首图联系生活，以绚丽多彩的景象，激发学生学习兴趣，勾勒出人类对电从认识到应用的探索历程。

本章内容是电学知识的基础。在简单的静电现象、电流、电压和电路等学习过程中，了解静电现象、电灯工作等与电相关的知识。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

第1节 · 简单的静电现象

- 通过节首图气球吸起纸片的现象，感知摩擦起电。知道两种电荷，了解电荷间的相互作用规律。

- 经历物体导电性能的研究，认识导体和绝缘体。

- 结合生活实例了解静电现象，了解生产生活中关于静电防止和利用的技术。

正文解读

[1] 节首图所展示的气球吸起纸片的现象，既与生活实际相联系，又可以激发学生的学习兴趣。如何使气球吸起纸片？生活中还有哪些类似现象？由此引发学生思考，衔接本节第一个问题链。我国古代对“静电”的认识，详



图 11-1-1 气球吸起纸片

第1节

简单的静电现象

[1] 早在公元前6世纪，人们就发现用毛皮或毛织物摩擦过的琥珀，能够吸引羽毛、头发等轻小物体。我国汉朝时期的文献也记载了摩擦过的玳瑁可以吸引细小物体的现象。这些都是静电现象。类似的现象在我们生活中也很常见，摩擦过的气球能吸起小纸片（图11-1-1），用塑料梳子梳头发时，头发会随梳子飘起来。这是为什么呢？

• 什么是摩擦起电现象？

[2] 塑料笔杆在头发上摩擦几下后能吸起碎纸屑；与丝绸摩擦过的玻璃棒也能吸起碎纸屑。这是因为摩擦过的笔杆、玻璃棒都带上了“电”，或者说带了电荷，此时，这些物体就叫做带电体。带电体能吸引轻小物体。用摩擦的方法使物体带电叫做摩擦起电。

31

见本章资料链接。

[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。用常见物品做小实验、小活动，拉近物理与学生的距离，在动手动脑中认识物体如何带上“电”。

[3] 关于带电体为什么能吸引轻小物体的内容，详见本章资料链接。

[1] 此处可以用不同器材进行分组实验，如用餐巾纸、毛巾摩擦气球，用塑料尺摩擦头发等。在研究两种电荷及电荷间相互作用规律的实验过程中，感受和领悟科学推理的思维方法。一些常见材料的起电顺序，详见本章资料链接。

[2] 影响静电实验能否成功的因素有很多，如当天空气的湿度、实验器材的绝缘性能是否良好、实验操作者的手是否湿润等。实验前要作充分准备，如将实验器材在阳光下晾晒1~2 h，或者放入烤箱适度烘烤等。

[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。可以先让学生观察并描述验电器的结构，然后用不同带电体进行实验，根据金属箔张开的现象，认识验电器的工作原理。

32

[1] 通过大量实验发现，任何物体带电后，它所带的电荷不是与用丝绸摩擦过的玻璃棒所带电荷的性质相同，就是与用毛皮摩擦过的橡胶棒所带电荷的性质相同，所以自然界中只存在两种电荷。

在物理学中，把用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫做正电荷（positive charge），把用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷叫做负电荷（negative charge）。

自主活动

[2] 如图11-1-2所示，手持带电棒靠近静止悬挂的另一根带电棒，观察并描述实验现象。

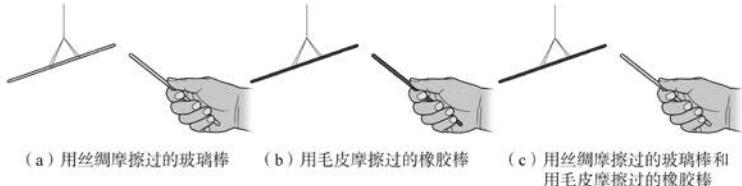


图11-1-2 电荷间的相互作用

大量实验表明，电荷间存在相互作用，表现为吸引或排斥。

同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。

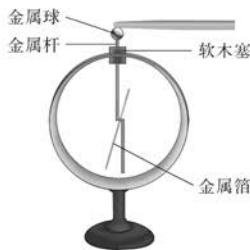


图11-1-3 验电器

[3] 实验室里常用验电器（图11-1-3）来检验物体是否带电，它是根据电荷间的相互作用原理制成的。当带电体接触到验电器的金属球时，就会有一部分电荷转移到金属杆上，金属箔与金属杆由于带同种电荷相互排斥而张开。带电体带的电荷越多，验电器金属箔张开的角度越大。

• 如何判断物体能否导电？

电荷可以在金属中转移，金属可以导电，但并不是所有的物体都能导电，我们可以用验电器来简单判断物体能否导电。



自主活动

[1] 如图 11-1-4 所示，取两个相同的验电器 A 和 B；使 A 与带电体接触，A 带电后其金属箔张开；B 不带电，B 的金属箔闭合。

① 用木棒把 A、B 的金属球连接起来，观察 A、B 的金属箔张角变化的情况。

② 用木夹夹住金属棒，再用金属棒把 A、B 的金属球连接起来，观察 A、B 的金属箔张角变化的情况。

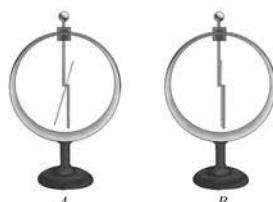


图 11-1-4
用验电器判断物体能否导电

通过上述实验发现，用木棒连接 A、B 两个验电器的金属球时，A、B 的金属箔张角都没有发生变化，说明木棒不容易导电；用金属棒连接 A、B 两个验电器的金属球时，A 的金属箔张角变小，而 B 的金属箔由闭合变为张开，电荷通过金属棒由 A 转移到 B，说明金属棒容易导电。

容易导电的物体叫做导体，不容易导电的物体叫做绝缘体。常见的导体有金属、人体、大地、石墨以及各种酸、碱、盐的水溶液等。大部分玻璃、塑料、橡胶、陶瓷都是绝缘体。

[3] 导体和绝缘体没有绝对的分界线。在一定条件下，绝缘体也能转化为导体。

想一想

[2] 验电器的金属杆和金属外壳之间是用软木塞隔开的，能不能换用金属塞呢？为什么？

[1] 此处设置“自主活动”，目的是通过本实验说明木棒和金属棒是否容易导电。此外，实验②的现象，还可以为后续电荷的定向移动的学习作铺垫。

[2] 此处设置“想一想”，目的是与验电器的结构相呼应，验电器的制作材料是导体与绝缘体的典型应用。

[3] 半导体的相关内容在本章不作介绍，学生学习电阻概念时，再作了解。

[1] 静电现象在生产生活中的实例较多。在学习静电现象的防止与利用时，引导学生感受事物的两面性。根据课程标准的要求，此部分内容不宜过难过深，主要在于对静电现象的了解。



图 11-1-5 静电复印

[1] • 生活中哪些现象与静电有关？

除了摩擦起电以外，生活中还有许多常见的静电现象。例如，冬天脱毛衣的时候常会听到“噼噼啪啪”的声音，黑暗中还能看见毛衣“冒火星”；触摸金属门把手的时候会突然感觉被“刺”了一下；自然界中的闪电等。

静电现象在现代技术中有很多应用。例如，使墨粉和纸张带异种电荷，相互吸引，这就是“静电复印”的原理（图 11-1-5）；给绒毛带上电荷，绒毛会飞向事先涂了胶的带异种电荷的布面，这就是“静电植绒”；有一种除尘纸与地面摩擦后带上电荷，将灰尘等吸附起来，这就是家庭中的“静电除尘”。

事物都有两面性，静电被广泛利用的同时也会带来麻烦，甚至造成危害。在生产生活中，人们会采取相应措施防范静电带来的危害。例如，适当增加印刷车间的湿度来消除静电，防止纸张粘连；电器维修人员手腕上的防静电腕带可以将电荷导入大地（图 11-1-6），避免电荷积累对电子设备造成损害。



图 11-1-6 防静电腕带

练一练

1. 现有 A 、 B 、 C 三个带电小球， A 吸引 B ， B 排斥 C ，其中 C 与用毛皮摩擦过的橡胶棒相互吸引。判断 A 、 B 的带电情况，并简述理由。

2. 下列物体中，属于导体的是_____；属于绝缘体的是_____。

- A. 石墨 B. 大地 C. 橡胶 D. 空气 E. 陶瓷 F. 人体

3. 如图 11-1-7 所示，用摩擦后的气球靠近水流，水流会偏斜，简述原因。

4. 仔细阅读图 11-1-8 所示的雷电黄色预警信号及防御指南。

(1) 根据物体的导电性，简述雷电黄色预警时需“停止在江、河、湖、海游泳”的原因。

(2) 查阅有关资料，简述雷电黄色预警时“不要将有金属尖角的物品朝天握在手中或扛在肩上”的原因。



图 11-1-7

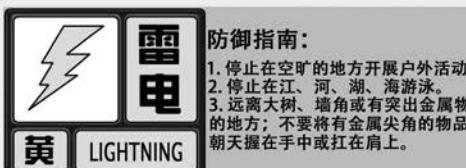


图 11-1-8

气球靠近水流时会出现水流偏斜的现象。

命题意图：认识摩擦起电现象。

主要素养：运动和相互作用观念。

4. 参考解答：(1) 江、河、湖、海及人体都是导体。雷电发生时，在江、河、湖、海游泳，人体容易发生触电事故。(2) 金属和人体是导体。雷电发生时，有金属尖角的物品朝天握在手中或扛在肩上时，金属尖角相当于避雷针，会将雷电通过人体引入大地，造成触电事故。

命题意图：认识导体和绝缘体。

主要素养：物质观念；科学论证。

1. 参考解答： A 带负电， B 带正电。理由是：根据电荷间相互作用规律， C 与用毛皮摩擦过的橡胶棒相互吸引，说明 C 与橡胶棒带异种电荷，即 C 带正电。 B 排斥 C ，则 B 与 C 带同种电荷，即 B 带正电； A 吸引 B ，则 A 与 B 带异种电荷，即 A 带负电。

命题意图：运用电荷间相互作用规律判断带电体的电性。

主要素养：运动和相互作用观念；科学推理。

2. 参考解答：ABF
CDE。

命题意图：认识导体与绝缘体。

主要素养：物质观念。

3. 参考解答：摩擦过的气球带上了电，而带电体具有吸引轻小物体的性质，所以用摩擦后的

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过实验了解电路的组成，知道通路、开路和短路。

2. 通过类比水流知道电荷定向移动形成电流，了解生活中一些常见用电器的工作电流。

3. 通过学生实验学会使用电流表测量电流。

正文解读

[1] 在现代生活中我们已离不开台灯、电扇、洗衣机等家用电器的使用。节首图以点亮的台灯为素材，引发学生对电路工作的思考，衔接问题链中的第一个问题。

[2] 此处设置“自主活动”，目的是在观察手电筒结构的基础上，动手连接实物电路图，感受电路的组成。实验中应避免出现短路情况。



图 11-2-1 点亮的台灯

第2节

电 流

[1] 打开台灯，柔和的灯光照亮桌面（图 11-2-1）。台灯、电扇、洗衣机等电器需要有持续的电流通过才能工作。如何产生持续的电流？

● 如何使小灯泡发光？

观察手电筒，能看到小灯泡和开关按钮，拆开手电筒会发现里面有电池。手电筒的小灯泡、开关、电池是如何连接的呢？

自主活动

[2] 用导线将小灯泡、开关和干电池连接起来，使开关控制小灯泡的发光和熄灭。

实验完成后，用铅笔画线代替连接用的导线，在图 11-2-2 中完成实物电路的连接。



图 11-2-2 连接实物电路

在上述实验中，小灯泡之所以能够持续发光是因为干电池提供电能使小灯泡中有电流持续通过。

[1] 像干电池这种能持续提供电能的装置叫做电源，像小灯泡这种利用电能工作的器件叫做用电器。

要使电流持续通过用电器，必须用导线把电源和用电器连接起来，形成一个闭合回路。

电源、用电器、开关以及导线等元件组成的电流回路，叫做电路（electric circuit）。电路通常有通路、开路和短路三种状态。

电路连通，用电器能够工作时的状态，叫做通路。

电路中某处断开，没有电流通过用电器，这种状态叫做开路。

不经过用电器将电源的正、负极直接连接起来，会造成电源短路，这时电路中的电流会很大，容易损坏电源，甚至引起火灾，因此，连接电路时不允许电源被短路。

想一想

[2] 在图 11-2-3 (a)、(b) 所示的电路中，闭合开关后，电源是否被短路？

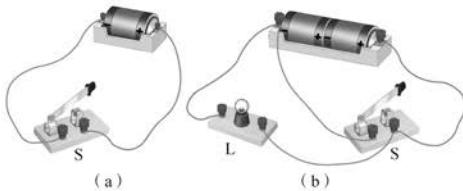


图 11-2-3 电路

[1] 通过列举生活中常见的电源、用电器及开关，感受物理与生活的联系。

关于生活中所用的开关的介绍，详见本章资料链接。

[2] 此处设置“想一想”，目的是巩固短路概念。在教材图 11-2-3 中，图(a)是图(b)的基础。在比较两图中电路连接的情况下，引导学生通过归纳，初步了解在通路状态下如果电路中没有用电器就会造成短路。

[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。正确画电路图以及根据电路图连接电路是电学学习的基本技能。

画电路图时应注意：使用规范的电路符号表示电路元件；注意电路符号和实物的对应，以强化电路图与实物电路的联系；合理安排电路元件的位置；将电路图中的线画得横平竖直。

[2] 用水流类比电流，有助于理解“定向”的含义，进而建立电流的概念。

我们可以用图形符号表示各种电路元件，见表 11-2-1。

表 11-2-1 几种常见的元件及符号

名称	电池	开关	相连接的导线	灯泡	电动机	电铃
电路元件						
电路符号						

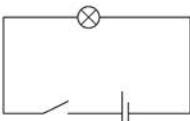


图 11-2-4 电路图

[1] 用电路符号表示电路连接情况的图叫做电路图。图 11-2-4 就是图 11-2-2 所示实物电路的电路图。电路图是实际电路的简化表示，可以简单明了地反映电路元件的连接情况，给电器的开发、生产、安装和修理等带来极大的便利。

• 什么是电流？

[2] 水管中的水沿某一方向流动就形成了水流。类似地，导体中的电荷沿某一方向移动，导体中就有了电流。

导体内部有大量可以自由移动的电荷，比如金属导体中就有大量可以自由移动的电子。如果把导体两端与电源正、负极相连，导体内部的大量自由电荷便会在电源的驱动下做定向移动，这些自由电荷的定向移动便在导体中形成了电流 (electric current)。

[1] 物理学中规定，正电荷定向移动的方向为电流方向。按照这个规定，在电源的外部，电流是从电源正极经过导体流向电源负极的。但由于金属导体中定向移动的自由电子带负电，所以金属导体中电流的方向与自由电子定向移动的方向相反，如图 11-2-5 所示。

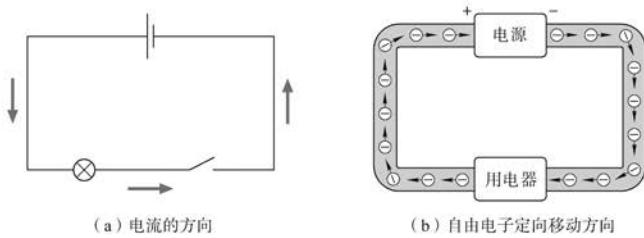


图 11-2-5 电流方向和自由电子定向移动方向

[2] 在物理学中，表示电流大小的物理量称为电流，用 I 表示。在国际单位制中，电流的单位是安培，简称安，符号是 A。电流的常用单位还有毫安 (mA) 和微安 (μA)。它们的换算关系为：

$$1 \text{ mA} = 1 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \text{ } \mu\text{A} = 1 \times 10^{-6} \text{ A}$$

表 11-2-2 中是一些常见用电器工作时的电流。

[3] 表 11-2-2 一些常见用电器工作时的电流

名称	电流	名称	电流
电子手表	约 $2 \mu\text{A}$	台灯	约 200 mA
计算器	约 $100 \mu\text{A}$	家用空调	约 5 A
半导体收音机	约 50 mA	闪电	可达 10^5 A

[1] 了解电路中的电流方向后，通常按电路中的电流方向画电路图，连接实物电路。

[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。根据课程标准，对电流的定义式 $I = \frac{Q}{t}$ 、电荷量及其单位不作要求。

[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。引导学生了解生活和实验中常见用电器工作时电流的大小，并通过比较，使学生意识到 1 A 的电流是比较大的。



图 11-2-6 电流表

● 如何测量电流？

电路中的电流可以用电流表测量，在电路图中，电流表用符号Ⓐ表示。图 11-2-6 是实验室常用的电流表。

学生实验

[1] 用电流表测量电流

观察电流表

1. 实验室常用电流表有几个接线柱？几个量程？每个量程的分度值是多少？
2. 如何选择电流表的量程？

学习使用电流表

电流表接入电路前，应选择合适的量程。电流表在电路中的正确接法如图 11-2-7 所示，连接时应将电流表串接在被测电路中，且使电流从红色（“+”）接线柱流入，从黑色（“-”）接线柱流出。不允许把电流表直接连在电源的两极，否则会损坏电源和电流表。

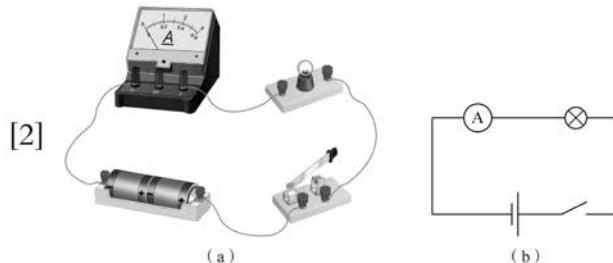
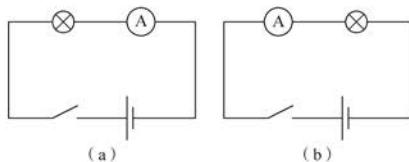


图 11-2-7 电流表的正确接法

用电流表测量电流

分别按图 11-2-8 (a)、(b) 所示的电路，将电源、小灯泡、电流表、开关

和导线连成电路，闭合开关后，从电流表上读出通过小灯泡的电流，并比较两次实验中电流的大小。



[1] 图 11-2-8 电路图

实验室中也可以用电流传感器代替电流表测量电流（图 11-2-9）。



图 11-2-9 用电流传感器测量电流

② 想一想

[3] 指出图 11-2-10 中电流表的连接错误。

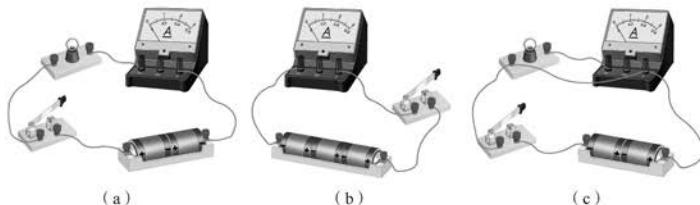


图 11-2-10 电流表的错误接法

[1] 按照教材图 11-2-8 进行实验，并比较电流的大小，目的是为后续探究串联电路中电流的特点作铺垫。

[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，供学有余力的学生选用。电流传感器接入电路的方法与电流表相同，在接通电路前也需要调零。

[3] 此处设置“想一想”，目的是巩固电流表的正确连接方法。引导学生观察实物电路，熟悉电路。

[1] 此处设置“STSE”，目的是通过介绍生物电流，联系实际，激发学生的学习兴趣。生物电流可以在生物体的细胞之间、器官之间，乃至与外界环境之间产生作用，对生命活动至关重要。

习题解读

1. 参考解答：如图1所示。

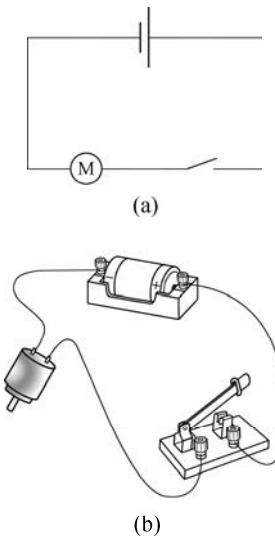


图 1

命题意图：会画电路图，会根据电路图连接实物电路。

主要素养：能量观念；证据。

2. 参考解答：电流方向如图2所示。电子带负电荷，而正电荷定向移动的方向为电流方向，所以电路中电子的定向移动方向与电流方向相反。

命题意图：知道电流的方向。

主要素养：能量观念；模型建构。

STSE

[1] 植物体体内也有电流，如含羞草被触碰后叶子会闭合下垂，向日葵的花盘会随太阳转动。这些现象都与生物电流有关。

实际上，人体内也存在电流。人体的生理活动，哪怕是一次呼吸或眨眼都会伴随着生物电流的变化。人体的心脏、肌肉、视网膜、大脑等的生物电流变化都是有规律的。心电图、肌电图、视网膜电图、脑电图等就是利用电子仪器记录与生物电流有关的电信号，以此了解相关器官的工作是否正常，为某些疾病的诊断和治疗提供科学依据（图11-2-11）。



图 11-2-11 医疗监视器

练一练

1. 将电源、小电动机、开关连成电路，闭合开关后电动机转动。先画出电路图，然后在图11-2-12中连接实物电路。

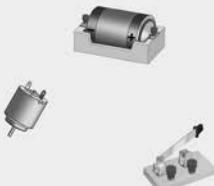


图 11-2-12



图 11-2-13

2. 在图11-2-13所示的电路图中，标出开关闭合后通过小灯泡的电流方向。说明电路中电子的定向移动方向是否与电流方向一致。

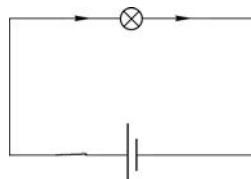


图 2

3. 观察图 11-2-14 所示电流表的表盘，简述该电流表所测电流可能的大小。



图 11-2-14



图 11-2-15

4. 小华用导线将电源、开关、小灯泡和电流表连成电路，测量通过小灯泡的电流。当他将最后一根导线接入电路后，发现小灯泡发光，且电流表指针出现如图 11-2-15 所示的偏转情况。简要分析出现该实验现象的原因。

3. 参考解答：0.32 A

或 1.6 A。

命题意图：会正确读出电流表的示数。

主要素养：能量观念；证据。

4. 参考解答：最后一根导线接入电路后发现小灯泡发光，说明连接电路的过程中开关没有断开；电流表指针向左偏转，即出现“反偏”现象，说明电流表的正、负接线柱接反了，即此时电流从电流表的负接线柱流入，正接线柱流出。

命题意图：知道电流表的正确接法，会正确连接电路。

主要素养：能量观念；解释。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过类比水压，知道电压的作用，了解生活中一些常见的电压值。

2. 通过学生实验，学会使用电压表测量电压。

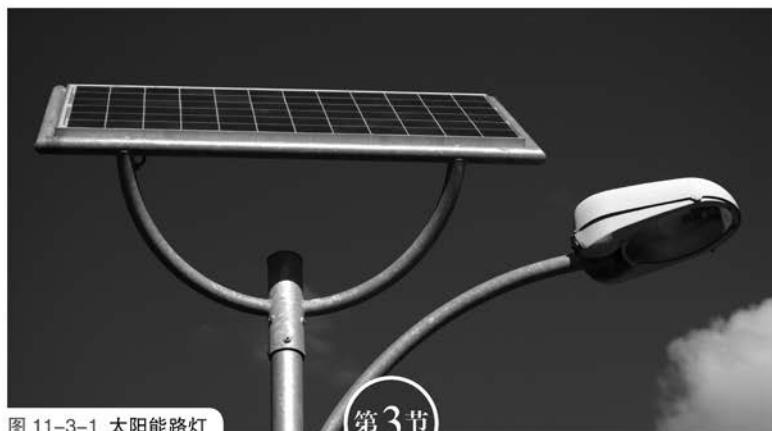


图 11-3-1 太阳能路灯

第3节

电 压

[1] 节首图选用太阳能路灯作为情境，可引导学生根据生活经验提出“电源为何能提供持续的电流”的问题，进而引出电压的作用，同时进一步完善对电源和电压的认识。

[2] 电压是非常抽象的，学生难以理解。教材通过生活中干电池等电源的电压值可使学生感知电压的存在，再通过类比水压来认识电压，明确电压与电源的区别。

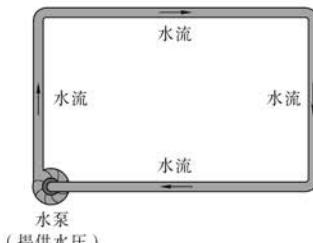


图 11-3-2 水流与水泵

[1] 生活中有各式各样的电源，除了常见的干电池以外，还有铅蓄电池、锂电池、发电机等。我们有时会看到如图 11-3-1 所示的太阳能路灯，这种路灯用顶部安装的太阳能电池板作为电源。接通电源后，电路中会形成持续的电流，为什么电源能够提供持续的电流呢？

● 如何产生持续的电流？

[2] 在电路中，电源为导体中做定向移动的自由电荷提供了所需的动力，这与水泵提供水压，使水管中的水循环流动相似（图 11-3-2）。导体两端的电压（voltage）是使导体中自由电荷定向移动的原因，电源就是为电路中的导体提供电压的装置。

电压用 U 表示，在国际单位制中，电压的单位是伏特，简称伏，符号是 V。电压的常用单位还有千伏 (kV) 和毫伏 (mV)。它们的换算关系为：

$$1 \text{ kV} = 1 \times 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ mV} = 1 \times 10^{-3} \text{ V}$$

表 11-3-1 中是一些常见的电压值。

[1] 表 11-3-1 一些常见的电压值

名称	电压
闪电	约 10^8 V
动力电路	380 V
家用照明电路	220 V
人体安全电压	不高于 36 V
一节干电池	1.5 V
脑电波	约 0.05 mV



[2] 1799 年，伏打 (A. Volta, 1745—1827) 发明了人类历史上第一块化学电池——伏打电堆。此后，电池技术几经发展。1859 年，最早的可充电电池——铅酸电池问世；1887 年，干电池的发明解决了电解液漏溢的问题；20 世纪 50 年代后电池技术开始高速发展，其中 1991 年推出的锂离子电池以大容量、高电压、低污染、循环性能好的特点，在众多类型的电池中脱颖而出，很快被广泛应用。进入 21 世纪，新型纳米材料——石墨烯的发现为电池技术的发展注入新的活力。使用相关技术制成的石墨烯电池较传统电池具有更高的能量密度、更快的充电速度、更长的使用寿命和更好的安全性能，是一种具有广阔应用前景的新型电池。

在享受电池给生活带来便捷的同时，人们也逐渐意识到电池的使用

[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。通过了解常见的电压值，引导学生关注安全用电问题，并对学生进行安全教育。

[2] 此处设置“STSE”，目的是联系生活实际，引导学生关注科技进步与发展。除了干电池外，还有银锌电池、锂电池、燃料电池和太阳能电池等。

通过介绍废旧电池所引发的环境问题，引导学生关注环境保护，培养可持续发展意识。

[1] 本实验是课程标准中的测量类学生实验。通过对比电流表的使用，引导学生对所学知识进行迁移，从而掌握电压表的使用方法。

[2] 并联的连接方法将在本章第4节进行学习，此处对“电压表并联在电路中”的表述不作明确要求。

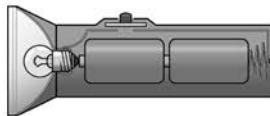


图 11-3-3
手电筒的电源由两节干电池组成



图 11-3-4 电压表

学生实验

[1]

用电压表测量电压

观察电压表

1. 实验室常用的电压表有几个接线柱？几个量程？每个量程的分度值是多少？
2. 如何选择电压表的量程？

学习使用电压表

[2] 电压表接入电路前，应选择合适的量程。电压表在电路中的正确接法如

所引发的环境问题并着手解决。几十年来，我国因地制宜，不断加大太阳能电池和燃料电池等新能源产业的投入与支持，并于2016年修订了《废电池污染防治技术政策》，对废旧电池的收集、运输、储存、利用、处置等环节给出了执行标准。

在日常生活中，手电筒（图11-3-3）、小型收音机等用电器正常工作时所需要的电压约为3V、6V等。我们常会将几节干电池首尾相连串接在一起组成电池组使用。如果每节电池的电压为U，用n节相同的电池串接成电池组，其提供的电压可达nU。这样就可以满足不同用电器的使用要求。

● 如何测量电压？

电路中两点间电压的高低可以用电压表测量，在电路图中，电压表用符号（V）表示。图11-3-4是实验室常用的电压表。

图 11-3-5 所示, 连接时应将电压表接在待测元件的两端, 且使电压表的红色 (“+”) 接线柱与待测元件靠近电源正极的一端相连。电压表可以直接连在电源的两极, 测量电源两端的电压。

[1] 用电压表测量电压

按图 11-3-5 所示的电路, 先将电源、小灯泡、开关和导线连成回路, 再将电压表接在小灯泡的两端, 闭合开关后从电压表上读出小灯泡两端的电压。

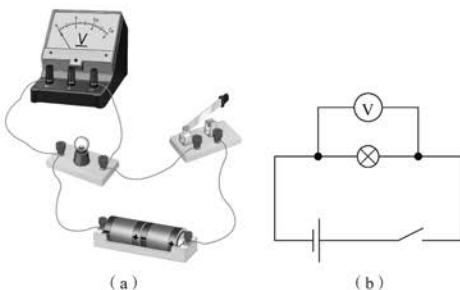


图 11-3-5 电压表的正确接法

用电压表测量一节干电池两端的电压。

[2] 实验室中也可以用电压传感器代替电压表测量电压 (图 11-3-6)。



图 11-3-6 用电压传感器测量电压

[1] 用电压表测量

一节干电池的电压有两个活动目的: 一是与电流表的使用方法作对比, 进一步巩固电压表的使用方法; 二是引导学生知道在实际测量中, 一节干电池的电压不一定是 1.5 V。

[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, 供学有余力的学生选用。电压传感器接入电路的方法与电压表相同, 在接通电路前也需要调零。

习题解读

1. 参考解答：电路中有持续电流的条件：电路两端有一定的电压；电路处于通路状态。

命题意图：知道电压的作用。

主要素养：能量观念。

2. 参考解答：电源相当于抽水机，开关相当于阀门，电灯相当于水轮机，导线相当于水管。

命题意图：引导学生将电流、电压跟水流、水压作类比。

主要素养：模型建构。

3. 参考解答：1.3 V或6.5 V。

命题意图：能读出电压表的示数。

主要素养：能量观念；证据。

4. 参考解答：(1) 三种型号电池上所标示的电压均为1.5 V。 (2) 三种型号的干电池尺寸大小不一样，1号电池尺寸最大，7号电池最小。1号电池常用在手电筒、燃气灶的点火设备等，5号和7号电池比较常用，家中的遥控器、电子玩具、数码产品都会使用。

命题意图：认识电压的大小，了解生活中的电源。

主要素养：能量观念；交流。

练一练

1. 简述电路中产生持续电流的条件。

2. 如图11-3-7所示，将电路与“水路”类比，简述电路中每个元件所起的作用与“水路”中哪个器件的作用相当。

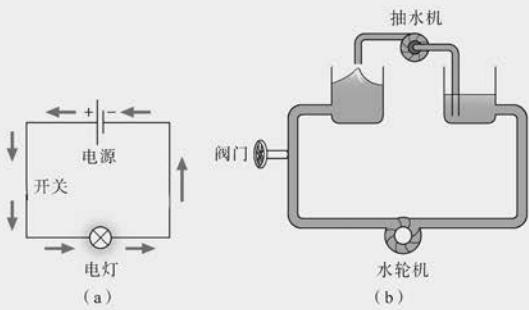


图11-3-7

3. 观察图11-3-8所示电压表的表盘，简述该电压表所测电路两端电压可能的大小。

4. 生活中常用干电池的型号有1号、5号和7号三种：

(1) 观察三种型号电池上所标示的电压。

(2) 简述这三种干电池用于何种电器。



图11-3-8

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过实验感受电路的连接方式，知道串联和并联是两种基本的电路连接方式。
2. 在分析比较实验现象的基础上，认识串联电路和并联电路的连接特点。

第④节 · 串联电路和并联电路



图 11-4-1 节日彩灯

第4节

串联电路和并联电路

[1] 电灯、电扇和空调等用电器为我们提供了舒适便捷的生活条件。图 11-4-1 中由五颜六色的小灯泡组成的节日彩灯，营造了欢乐的节日气氛。家中的用电器和节日彩灯分别由同一个电源供电，这些电器之间、小灯泡之间是如何连接的呢？

• 如何使两个小灯泡同时发光？

电源、用电器、开关等元件组成电路，电路中的电流由电源维持，闭合开关后，电流通过用电器，用电器工作。

如果同一电路中有多个用电器，如接有两个小灯泡，则可以用不同的方式连接，使它们同时发光。

正文解读

[1] 节首图选用学生熟悉的节日彩灯，在观察的基础上，引导学生提出多个用电器之间如何连接的问题，顺势衔接问题链的第一个问题。

[1] 此处设置“自主活动”，目的是通过动手尝试连接电路，增强学生的体验和感受。本活动强调交流合作，使学生通过描述、展示等找到连接电路的不同方式。

[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。在此基础上归纳得出串联和并联的连接方式。

同时，通过画出电路图，以电路图和实物电路相对应的方式强化概念。

自主活动

[1] 用导线将图 11-4-2 中的小灯泡 L_1 、 L_2 、开关 S 和电源连成电路，使两个小灯泡同时发光、同时熄灭。交流各自的电路连接方式。



图 11-4-2 实验器材

[2] 通过上述实验发现，将两个小灯泡在电路中顺次相连，闭合开关后，两个灯泡会同时发光。这两个小灯泡的连接方式叫做串联，如图 11-4-3 所示。

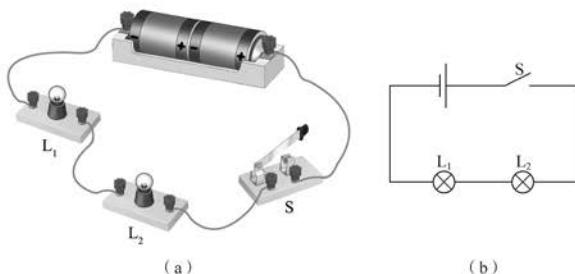


图 11-4-3 两个小灯泡的串联

如图 11-4-4 所示，将两个小灯泡的两端分别连在一起，然后接入电路中，这两个小灯泡的连接方式叫做并联，闭合开关后两个灯泡也会同时发光。并联电路中两个用电器共用的那部分电路叫做干路，单独使用的那部分电路叫做支路。

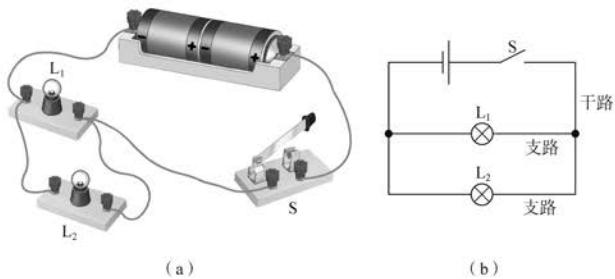


图 11-4-4 两个小灯泡的并联

● 串联电路和并联电路有何不同？

两个小灯泡串联或并联接入电路后，虽然都可以同时发光、同时熄灭，但两种接法对小灯泡的工作有着不同的影响。

自主活动

[1] 将两个小灯泡串联在电路中，闭合开关，它们同时发光，拆去其中一个小灯泡，观察另一个小灯泡的发光情况。

再将两个小灯泡并联在电路中，重复上述操作。两次观察到的现象相同吗？

通过上述实验发现，在两个小灯泡串联的电路中，拆去其中一个小灯泡，另一个会熄灭；在两个小灯泡并联的电路中，拆去其中一个小灯泡，另一个仍然发光。

[2] 在串联电路中，电流只有一条路径，各用电器不能单独工作；电路任何一处断开，各处的电流都等于零，各用电器均不能工作。在并联电路

[1] 此处设置“自主活动”，目的是通过实验，从电流路径的角度了解串联、并联两种电路连接方式的特点。

[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，引导学生了解串联电路中开关对用电器工作的控制。

[1] 此处设置“自主活动”，目的是通过实验，从开关作用的角度了解并联电路的特点。

中，电流有多条路径，各用电器能彼此独立工作。

由此可知，在串联电路中，开关接在任何位置都可以控制所有用电器。在并联电路中，接在不同位置的开关控制作用可能不同。

自主活动

[1] 按图 11-4-5 连接电路，依照下列操作方法进行实验。

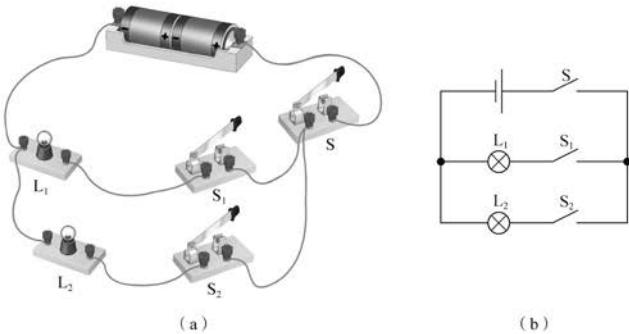


图 11-4-5 开关在并联电路干路、支路中的控制作用

①闭合开关 S 、 S_1 、 S_2 ，两个小灯泡均发光，再断开 S ，观察并记录两个小灯泡的发光情况。

②要使电路中只有小灯泡 L_1 发光，应该如何操作？

通过上述活动可知，在并联电路中，干路开关可以同时控制所有的用电器，支路开关只能控制其所在支路的用电器。

串联和并联是两种最基本的电路连接方式。通常情况下，电流表串联在待测电路中，电压表并联在待测电路的两端。家庭电路中，电灯、空调、电视机等用电器是并联的。图 11-4-1 中节日彩灯则可能是由小灯泡串联和并联组合连接的。

练一练

1. 将图 11-4-6 中的器材连成电路，要求每个开关只能控制一个小灯泡。在虚线框中设计电路图，然后按照电路图用笔画线连接器材。

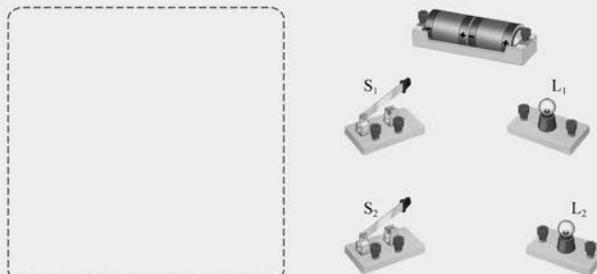


图 11-4-6

2. 在图 11-4-7 所示的四个电路中，哪些是串联电路？哪些是并联电路？

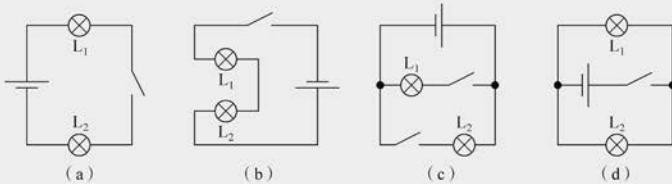


图 11-4-7

3. 某学校需要在两幢教学楼内各安装一个电铃，并且由一个开关同时控制它们。四位同学各自设计了如图 11-4-8 所示的四个电路，你认为哪个电路能实现上述要求？

1. 参考解答：如图 3 所示。

命题意图：认识并联电路。

主要素养：能量观念；证据。

2. 参考解答：图(a)和图(b)是串联电路；图(c)和图(d)是并联电路。

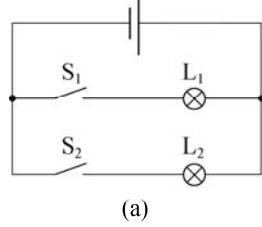
命题意图：认识串联电路和并联电路。

主要素养：能量观念。

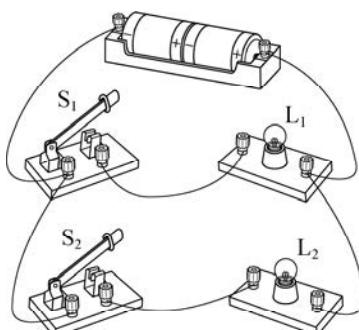
3. 参考解答：图(a)所示电路中，开关闭合时，电源被短路。图(b)所示电路中，开关断开时，两个电铃均工作，开关闭合后，一个电铃被短路。图(c)所示电路中，开关只能控制一个电铃。图(d)所示电路能实现电路要求。

命题意图：认识并联电路。

主要素养：能量观念。



(a)



(b)

图 3

4. 参考解答: 如

图 4 所示。

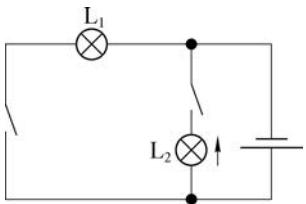


图 4

命题意图: 认识并联电路。

主要素养: 能量观念。

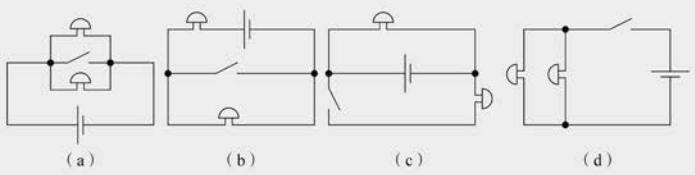


图 11-4-8

4. 根据图 11-4-9 标明的电流方向, 分别将电源和开关的符号填入电路的空缺处, 要求开关闭合后, 两个小灯泡均能发光。

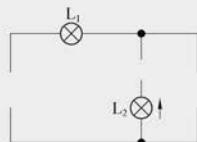


图 11-4-9

本节编写思路

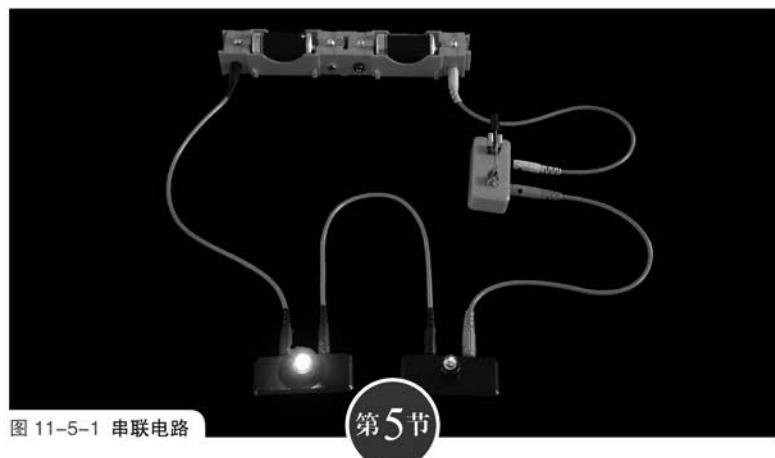
第5节 · 串联电路和并联电路中电流、电压的特点

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过学生实验，了解串联电路中电流的特点。

2. 通过学生实验，了解串联电路中电压的特点。

3. 经历设计实验方案并进行实验的过程，了解并联电路中电流、电压的特点。



串联电路和并联电路中电流、电压的特点

[1] 如图 11-5-1 所示，将两个小灯泡串联在电路中，闭合开关后，发现它们都能发光，但左边的小灯泡更亮，这是否意味着通过左边小灯泡的电流也更大呢？

● 串联电路中的电流有何特点？

比较通过两个小灯泡电流的大小，不能凭借灯泡的亮暗判断，而应该用电流表测量通过它们的电流来确定。

我们知道，当电路中只有一个用电器时，电路中各处的电流大小是相等的。当多个用电器串联接入电路时，电路中各处的电流大小有什么关系呢？我们需要将电流表串联在电路的不同位置来测量比较。

55

正文解读

[1] 节首图呈现了真实的实验情境，串联在电路中的两个小灯泡亮暗不一样，学生可能会猜想通过两个小灯泡的电流大小不同，由此衔接问题链的第一个问题。该情境也为后续电功率等相关知识的学习作铺垫。

[1] 本实验是课程标准中探究类学生实验。提出问题，并对问题进行有依据的猜想是科学探究重要的一环，学生可以根据实验事实、生活经验等进行猜想。

[2] 本实验需要提供三个灯泡，由学生任选其中两个灯泡进行一次实验。在完成实验后集中交流，实现多组数据共享并得出普遍结论。

学生实验

[1] 用电流表探究串联电路中电流的特点

提出问题

如图 11-5-2 所示，将两个小灯泡串联在电路中，闭合开关后，电路中 A、B、C 各点的电流可能存在怎样的关系？提出猜想并说明猜想的依据。

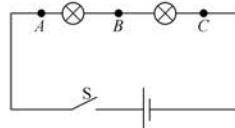


图 11-5-2 串联电路

搜集证据

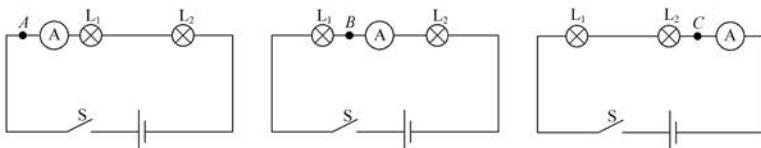
• 器材

现有以下实验器材可供选择：

[2] 三个小灯泡（其中两个小灯泡的规格相同，另一个小灯泡的规格与其他两个不同）、电源、电流表、开关及导线。

• 方案

任选两个小灯泡 L_1 、 L_2 连接成电路，用电流表分别测出串联电路中 A、B、C 各点的电流 I_A 、 I_B 和 I_C ，如图 11-5-3 所示。



(a) 测量通过 A 点的电流 (b) 测量通过 B 点的电流 (c) 测量通过 C 点的电流

图 11-5-3 测量串联电路中各点的电流

• 记录

将上述实验结果记录在表 11-5-1 中。

表 11-5-1 数据记录表

I_A/A	I_B/A	I_C/A

作出解释**• 分析**

[1] 汇总各小组实验数据，比较电路中 I_A 、 I_B 、 I_C 的大小。

• 结论

由上述实验可得，_____。

[2] 交流反思

如果将电流表接在开关 S 和电源之间，与 I_A 、 I_B 、 I_C 比较，电流表的示数是否有变化？

上述实验表明，在如图 11-5-4 所示的串联电路中，如果电路中的电流为 I，通过两个小灯泡的电流分别为 I_1 和 I_2 ，则

$$I = I_1 = I_2$$

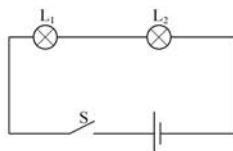


图 11-5-4 串联电路电流的特点

大量实验表明：

串联电路中电流处处相等。

• 串联电路中的电压有何特点？

两个小灯泡串联时，小灯泡两端电压和电源两端电压的关系，也可以通过实验来研究。

[1] 小组合作，汇总、分析各组数据后，得出结论。

[2] 可以先根据已得出的串联电路中电流特点的初步结论预判开关 S 和电源间电流的大小，再通过相应的实验活动来验证，引导学生经历基于证据形成自己的看法，并利用证据论证的过程。

[1] 本实验是课程标准中探究类学生实验。本实验是在学习“探究串联电路电流的特点”之后，需要注意两者教学的递进关系，如为何提供三个小灯泡、多节干电池等器材，从而鼓励学生尝试设计具体的探究方案。

本实验中，如果接触电阻较大，实验数据会出现一定的偏差。引起接触电阻较大的可能原因是：接线柱氧化、接线柱松动等。如果接线柱被氧化，可以用细砂纸打磨光滑。

学生实验

[1] 用电压表探究串联电路中电压的特点

提出问题

在图 11-5-2 所示的串联电路中，A、B 之间，B、C 之间和 A、C 之间的电压可能存在怎样的关系呢？

搜集证据

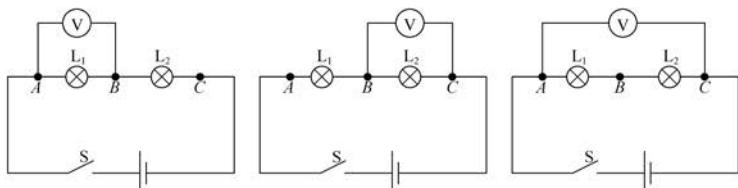
· 器材

现有以下实验器材可供选择：

三个小灯泡（其中两个小灯泡的规格相同，另一个小灯泡的规格与其他两个不同）、多节干电池、电压表、开关及导线。

· 方案

如图 11-5-5 所示，任选两个小灯泡 L₁、L₂ 连接成电路，并将电压表分别并联在 A、B 之间，B、C 之间和 A、C 之间。分别测出串联电路中 A、B、B、C，A、C 两点间的电压 U_{AB}、U_{BC} 和 U_{AC}。



(a) 测量 A、B 两点间的电压 (b) 测量 B、C 两点间的电压 (c) 测量 A、C 两点间的电压

图 11-5-5 测量串联电路中两点间的电压

· 记录

将上述实验结果记录在表 11-5-2 中。

表 11-5-2 数据记录表

U_{AB}/V	U_{BC}/V	U_{AC}/V

作出解释**·分析**

汇总各小组实验数据，比较电路中 U_{AB} 、 U_{BC} 和 U_{AC} 的大小。

·结论

由上述实验可得，_____。

[1] 交流反思

规格不同的两个小灯泡串联时，发光较亮的小灯泡两端的电压是否更大？

上述实验表明，在图 11-5-6 中，如果电路中电源两端的电压为 U ，两个用电器两端的电压分别为 U_1 和 U_2 ，则

$$U = U_1 + U_2$$

大量实验表明：

串联电路中电源两端的电压等于各用电器两端电压之和。

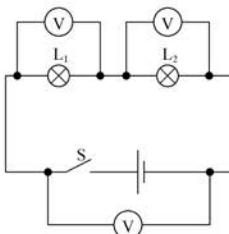


图 11-5-6

串联电路电压的特点



[2] 若有 100 个规格相同的小灯泡串联接在电压为 220 V 的电路中，靠近电源正极的第一个小灯泡与靠近电源负极的第 100 个小灯泡的电流一样吗？每个小灯泡两端的电压都一样吗？

·并联电路中电流、电压有何特点？

我们知道，家用电器的工作电压一般为 220 V，它们都是并联在电路中的，且每个用电器都在不同的支路上。在并联电路中，各支路电流和干路电流有什么特点？各支路两端电压和电源电压又

[1] “交流反思”的

目的是回应节首所设的情境，并为后续电功率的学习作铺垫。

[2] 此处设置“想一想”，目的是巩固串联

电路中电流、电压的特点，引导学生运用串联电路中电流、电压的特点解决真实情境中的问题。

[1] 本实验是课程标准中探究类学生实验。在实验活动中,探究并联电路中电流、电压的特点应分别开展。

探究过程要体现问题、证据、解释和交流等要素。

在探究串联电路中电流、电压特点的基础上,要会选择实验器材、设计实验方案、列表记录数据等。

有什么特点呢?我们也从两个小灯泡的并联电路开始研究。

学生实验

[1] 用电流表、电压表探究并联电路中电流、电压的特点

提出问题

在图 11-5-7 所示的并联电路中,通过电路中 A、B、C 各点的电流可能存在怎样的关系?电源两端的电压与两支路中小灯泡两端的电压可能存在怎样的关系?提出猜想并说明猜想的依据。

搜集证据

- 器材

本实验所需器材: _____。

- 方案

设计实验电路并画出电路图。

- 记录

设计数据记录表并将实验结果记录在表中。

作出解释

- 分析

汇总各小组实验数据,分别比较并联电路中电流、电压的大小。

- 结论

由上述实验可得, _____; _____。

交流反思

交流实验方案、实验结论,对本小组或其他小组的探究活动提出改进建议。如果不同小组间的实验结论存在较大差异,简要分析原因。

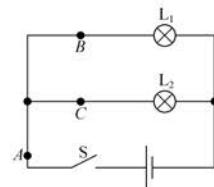


图 11-5-7 并联电路

在图 11-5-8 所示的并联电路中,如果干路电流用 I 表示,各支路电流分别用 I_1 和 I_2 表

示，则

$$I = I_1 + I_2$$

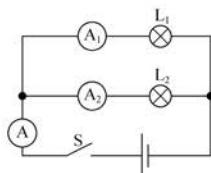


图 11-5-8 并联电路电流的特点

如图 11-5-9 所示，如果并联电路中电源两端的电压用 U 表示，各支路小灯泡两端的电压分别用 U_1 和 U_2 表示，则

$$U = U_1 = U_2$$

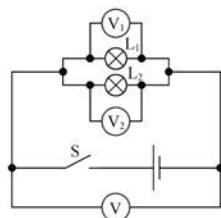


图 11-5-9 并联电路电压的特点

大量实验表明：

并联电路中干路电流等于各支路中的电流之和。

并联电路中电源两端的电压与各支路用电器两端的电压相等。

家庭电路中各个用电器采用并联，各用电器不仅能彼此独立工作，而且每个用电器的工作电压都相同。这样我们就可以将并联电路的电压作为用电器的工作电压，所有的用电器在生产时就有了统一的工作电压标准。

想一想

[1] 在家庭电路中，如果增加一个用电器，电路中的总电流是否发生变化？

[1] 此处设置“想一想”，目的是联系家庭生活用电的实际情况，巩固并联电路中电流的特点，为后续家庭用电安全作铺垫。

习题解读

1. 参考解答：只选用两个规格相同的小灯泡进行实验，实验条件单一，由此得出结论科学性不强，还需要选用规格不同的小灯泡进行实验。

命题意图：设计探究实验方案。

主要素养：证据。

2. 参考解答：小灯泡 L_1 和 L_2 各自两端的电压不相等，那么它们一定是串联在电路中的。根据串联电路中电压的特点，电源两端电压为 7 V。

命题意图：理解串联电路中电压的特点。

主要素养：能量观念。

3. 参考解答：0.3
0.5。小灯泡 L_1 和 L_2 并联在电路中，电流表 A_2 测量小灯泡 L_2 的电流，电流表 A_1 测量干路的电流。

命题意图：理解并联电路中电流的特点。

主要素养：能量观念；证据；科学推理。

4. 参考解答：图(a)所示电路中，电压表测量小灯泡 L_2 两端的电压；图(b)所示电路中，电压表测量小灯泡 L_1 两端的电压。

命题意图：能看懂串联电路图。

主要素养：能量观念。

练一练

1. 在“用电流表探究串联电路中电流的特点”实验中，某同学选用两个规格相同的小灯泡进行实验，其实验数据记录在表 11-5-3 中。他在分析比较实验数据后，得出结论：串联电路中电流处处相等。简述该同学的实验过程存在的问题。

表 11-5-3

I/A	I_1/A	I_2/A
0.18	0.18	0.18

2. 小灯泡 L_1 和 L_2 以某种方式接入电路中，分别用电压表测量小灯泡 L_1 、 L_2 和电源两端的电压，其中小灯泡 L_1 、 L_2 两端的电压分别为 2.5 V 和 4.5 V，小灯泡 L_1 、 L_2 是怎样连接的？电源两端的电压多大？

3. 在图 11-5-10 所示的电路中，电流表 A_1 的示数为 0.8 A，电流表 A_2 的示数为 0.3 A，则通过小灯泡 L_2 的电流为_____ A，通过小灯泡 L_1 的电流为_____ A。

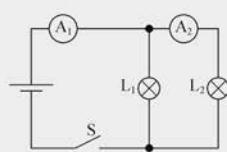


图 11-5-10

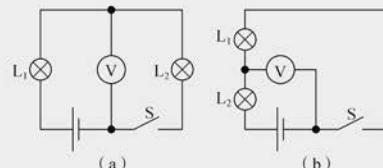


图 11-5-11

4. 在图 11-5-11 所示的两电路中，当开关 S 闭合后，电压表测量哪个灯泡两端的电压？

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 摩擦起电：用摩擦的方法使物体带电。
- 电流：电荷的定向移动。
- 电压：使自由电荷定向移动形成电流的原因。
- 串联电路中电流、电压的特点：串联电路中电流处处相等；串联电路中电源两端的电压等于各用电器两端电压之和。
- 并联电路中电流、电压的特点：并联电路干路中电流等于各支路中的电流之和；并联电路中电源两端的电压与各支路用电器两端的电压相等。

知识结构图



本章练习解读

1. 参考解答：由题意可知，A球带正电，而A、B两球相互吸引。由于带电体能吸引轻小物体，异种电荷间也可以相互吸引，因此B球可能不带电或带负电。

命题意图：了解电荷间相互作用规律。

主要素养：物质观念；科学推理。

2. 参考解答：两个气球摩擦后，带上同种电荷而相互排斥。

命题意图：认识摩擦起电，了解电荷间相互作用规律。

主要素养：物质观念。

3. 参考解答：灯丝、金属螺壳、灯座接线柱是导体，灯泡玻璃、橡胶灯座是绝缘体。

命题意图：认识导体与绝缘体。

主要素养：物质观念。

4. 参考解答：如图5所示。

命题意图：会画并联电路图。

主要素养：能量观念。

5. 参考解答：由教材图4可知， L_1 、 L_2 串联。根据串联电路中电流的特点，通过小灯泡 L_2 的电流 $I_2 = I_1 = I = 0.26 \text{ A}$ ；根据串联电路中电压的特点，小灯泡 L_2 两端的电压 $U_2 = U - U_1 = 6 \text{ V} - 2.2 \text{ V} = 3.8 \text{ V}$ 。

命题意图：理解串联电路中电流、电压的特点。

主要素养：能量观念。

本章练习

1. 两个悬挂着的小球相互作用的情况如图1所示，已知A球带正电，B球是否带电？简述理由。



图1

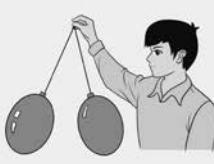


图2

2. 如图2所示，将两个吹足气的气球在手上或衣服上摩擦几下，然后用细线提起。描述并解释你观察到的现象。

3. 仔细观察小灯泡和灯座，哪些部分是导体？哪些部分是绝缘体？

4. 在图3中用笔画线代替导线连接电路，要求：开关S同时控制两个小灯泡；电流表测量通过小灯泡 L_1 的电流。

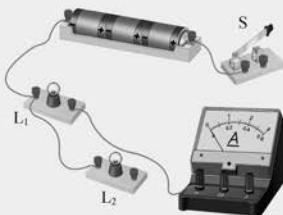


图3

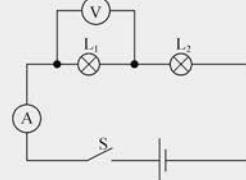


图4

5. 在图4所示的电路中，电源电压为6V，若电流表的示数为0.26A，电压表的示数为2.2V，则通过小灯泡 L_2 的电流和它两端的电压各为多大？

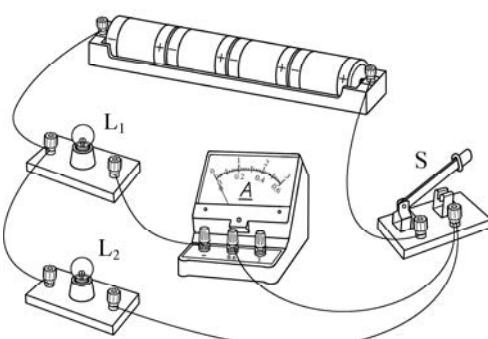


图5

6. 参考解答：

由题意可知，教材图 5(a) 所示电流表的示数为干路电流，教材图 5(b) 所示的电流表的示数为小灯泡 L_1 的电流。因为并联电路中干路电流是大于支路电流的，所以图(a)所示电流表的示数为 1 A，图(b)所示电流表的示数为 0.36 A。根据并联电路中电流的特点，小灯泡 L_2 的电流为 0.64 A。

命题意图：理解并联电路中电流的特点。

主要素养：能量观念；科学推理。

7. 参考解答：电流表 A 的示数变大，电流表 A_2 的示数不变。教材图 6 所示的电路为并联电路，电流表 A 测量干路电流，电流表 A_2 测量通过 L_2 的电流。只闭合 S， L_1 没有接通，所以此时两电流表的示数相同，均为通过 L_2 的电流。再闭合 S_1 后，测量干路电流的电

6. 小灯泡 L_1 和 L_2 并联在电路中，利用电流表测得干路电流和小灯泡 L_1 的电流示数分别如图 5(a)(b) 所示，那么干路电流多大？通过小灯泡 L_2 的电流多大？

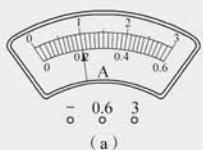


图 5

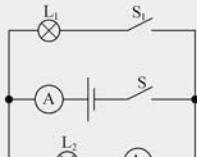
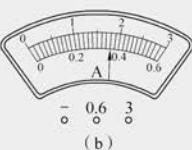


图 6

7. 按图 6 所示的电路图连接电路，仅闭合开关 S，观察电流表 A 和电流表 A_2 的示数；然后闭合开关 S_1 ，再次观察电流表 A 和电流表 A_2 的示数。两个电流表的示数有何变化？简述理由。

8. 某同学按图 7 所示的电路图正确连接电路，闭合开关 S 后发现小灯泡 L_1 和 L_2 均不发光，经初步检查发现电路中电源、开关和导线均完好。于是，该同学用一根完好的导线去查找小灯泡的故障，他将导线分别接在小灯泡 L_1 和 L_2 两端。实验现象见表 1。



图 7

表 1

实验操作	实验现象
导线接在 L_1 两端	L_1 不发光， L_2 发光
导线接在 L_2 两端	L_1 和 L_2 均不发光

根据上述现象，判断电路中出现了什么故障。为什么？

流表 A 的示数增加，但测量通过 L_2 电流的电流表 A_2 的示数不变。

命题意图：理解并联电路的连接特点和并联电路中电流的特点。

主要素养：能量观念；科学推理。

8. 参考解答：小灯泡 L_1 发生开路故障。小灯泡 L_1 和 L_2 串联，闭合开关，它们均不发光，但电源、开关和导线完好，说明两个小灯泡中至少有一个发生开路故障。当导线接在 L_1 两端， L_2 发光，说明 L_2 是完好的。当导线接在 L_2 两端， L_1 不发光，说明 L_1 开路。

命题意图：理解串联电路的连接特点和串联电路中电流的特点。

主要素养：能量观念；科学论证。



我国古代对“静电”的认识

在世界物理史中,古代中国对电和磁的知识积累及技术成就占有重要地位。早在汉代,我国古人就发现了许多物质的静电性,并对雷电现象也有许多认识。

我国古代对静电现象的最早记载见于西汉成书的《春秋考异邮》的“玳瑁吸搭”。玳瑁是一种类似海龟的爬行动物,它的甲壳也称为玳瑁,是一种极好的绝缘体。“搭”是草屑一类的轻小物体。东汉王充在《论衡·乱龙篇》中也指出了琥珀、玳瑁经过摩擦后发生静电吸引现象。除了琥珀、玳瑁之外,我国古人还发现了毛皮、丝绸等多种物质的静电现象。这些现象之所以被发现,是由于静电火花和放电声音引起人们的注意。西晋张华在《博物志》中描述了用梳子梳头发和解脱毛皮或丝绸质料的衣服所发生的静电现象。在宋代就有“用孔雀毛做成的掸子在打扫尘埃时吸附树脂类粉末”“鸡毛与人皮肤摩擦后鸡毛随手指上下移动”等记载,这表明宋代人们就普遍知道摩擦起电和静电吸引的现象。在西方,古希腊、古罗马直至文艺复兴时期的欧洲,人们只知道琥珀或者某种宝石的静电吸引,前面提到的我国古代在生产生活中的种种静电现象,直到17世纪才被陆续发现。

先秦时期人们已经知道,在各种地域范围内,都能产生雷电现象。在《周易》卦象中所提及的“雷出地奋”,即为地面对天空云层放电。从战国时期至汉代,人们普遍以“阴阳二气”的摩擦与碰撞的激烈程度来解释雷电的成因。东汉王充在《论衡·雷虚篇》中,也提到了雷电有“火气”,即特殊的气味,有爆裂声,会发光,能杀死动物,烧毁草木屋宇,并从这些方面论证雷电就是火。在王充之后的1600多年,美国富兰克林于1737年提出,闪电就是一种有怪味的火。富兰克林以风筝实验证明地上的“人工电”跟天空中的闪电本质是一致的,他提出的12种证据中有4种与王充的完全相同。唐宋时期,人们认识到雷电现象中雷与电是同一现象的不同表现。古人还观察记录了各种闪电形式,如线状闪电、球状闪电和联珠闪电等。在雷电现象中,古人也观察到了尖端放电现象,这类现象在历代史书中不乏记录。其中,塔上金属刹、殿堂脊端吻兽等放电现象的记载对后来发明的避雷针是具有启发意义的。

带电体为什么能吸引轻小物体?

纸片、通草球等轻小物体都是电介质,其本身不导电。电介质可分为极性电介质和非极性电介质。组成极性电介质的分子,其正、负电荷的中心位置不重合,每个分子即为一个电偶极子。组成非极性电介质的分子,其正、负电荷中心位置重合,当放入电场中时,分子中的正、负电荷向相反方向被“拉开”,形成电偶极子。电偶极子在电场中趋向于沿电场方向排列,即发生了极化现象。发生极化的电介质整体仍然呈电中性。

在演示带电体吸引轻小物体的实验时,带电体在空间中产生电场,通常距离带电体越近的位置,电场越强。纸片或通草球等轻小物体在电场中发生极化,与带电体电性相反的电荷会向其靠近,电性相同的则会远离。电性相反的电荷受到带电体的引力,电性相同的电荷受到斥力,且总体上引力大于斥力,因此轻小物体会向带电体运动,即“被吸引”。

摩擦起电序列

摩擦起电并没有创造“电荷”，只是电子从一个物体转移到另一个物体。在摩擦起电中，物体电子的得失与物质的种类有关，即各种物质中的电子脱离原子所需要的能量是不一样的。因此，不同物质的起电有一定的顺序。

表1列举了一些常见材料的起电顺序，在表1中位置相距越远的两种材料做成的物体摩擦时，越容易产生静电，并且所带电荷的正负极性越稳定。

表 1

常见材料的起电顺序(正→负)											
有机玻璃	玻璃	毛皮	丝绸	纸	金属	硬橡胶	石蜡	涤纶	硬塑料	聚乙烯	聚丙烯

生活中的开关

生活中，我们用到的开关形形色色、各种各样。

家庭电路中最先使用、也很常见的是机械开关（图6），有拉线、直拨、按键、推拉、旋转、拨盘等操作方式。这些外观各异的机械开关的基本构成和工作原理大同小异，都是由动触点（简称“刀”或“极”）、静触点（简称“位”或“掷”）、引脚（接线端）、传动定位结构以及人手操作部件等组成。当人手（或其他外力）拨动机械开关的拨柄（或按动按钮）时，动触点就会与静触点接通或断开，从而起到接通或断开电路的作用，同时传动定位结构（常含弹簧、杠杆等部件）可以对开关动触点的位置进行固定或复位。根据动触点的个数和能够接通的静触点个数不同，机械开关可以分为单刀单掷开关、单刀双掷开关等，将两个或更多相同的单刀双掷开关组合在一起，还能构成双刀双掷开关与多刀多掷开关。

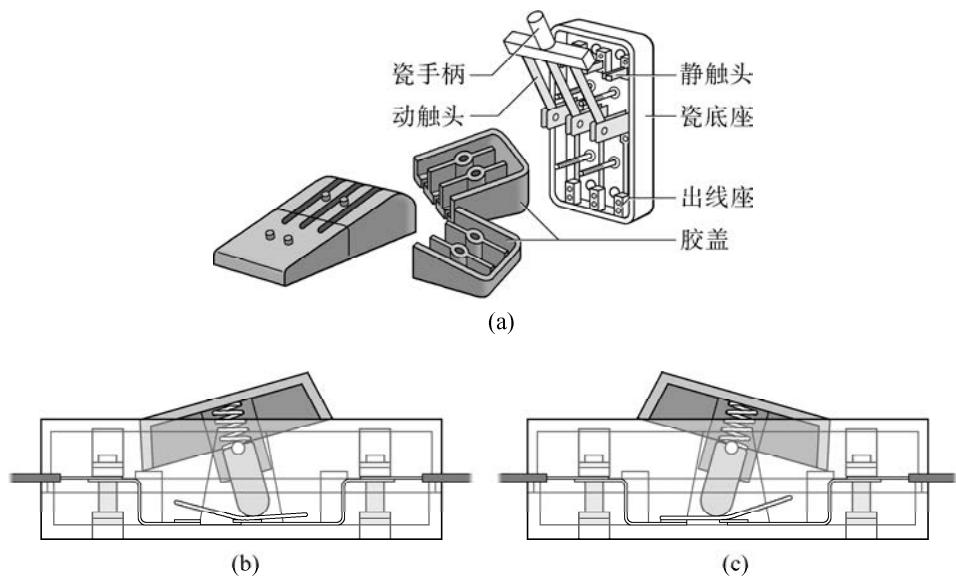


图 6

家庭电路中，可以使用单刀双掷开关组合实现两个开关控制一个用电器的功能。如图7所示，无论改变其中哪一个开关的连接点，都能改变电路的通路或开路状态，从而起到独立的控制作用，这样的设计

常常用在房间或走道中需要两个开关控制同一盏灯的场景。通过增加双刀双掷开关或其他开关,还能实现三个乃至更多开关控制同一盏灯的功能。

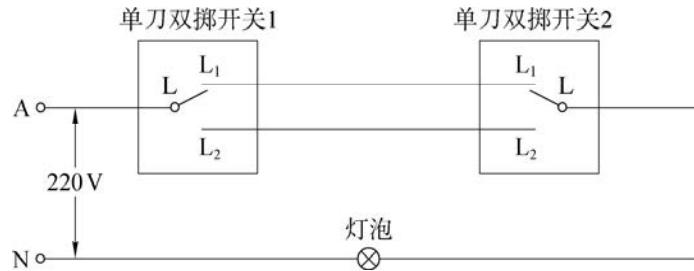


图 7

随着科技不断发展,开关“大家族”又加入了压力、温度、红外、电磁、光电、声波,以及运动物体探测等各种感应开关,它们通过不同的传感器感应某种信号并将其转化为电信号,通过开关内的微电路控制用电器的电路。如燃气泄漏报警器中有可燃气体的感应开关,在燃气泄漏发生时启动报警器,提醒人们注意燃气安全。将不同的开关组合还能实现一些复杂的功能,如将声波感应开关和光电感应开关组合使用,能设计出在昏暗时有人经过会亮起的照明电路;红外感应开关和运动物体探测开关组合也能实现类似的功能。将压力感应开关和红外感应开关组合使用,能设计出有人走上踏板才会开始运转的自动扶梯,避免无人使用时空转以节约用电,等等。

现如今随着无线通信技术和人工智能技术的发展,开关也在走向智能化。开关和用电器通过网络与手机、计算机等终端连接,可以远程操控与智能联动,实现万物互联,给我们的生活带来更多便利。

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 简单的静电现象

第1课时

自主活动1

参考解答：在头发上摩擦过的塑料笔杆（或塑料尺）靠近小纸屑时，能吸引小纸屑。

设计意图：感受摩擦起电现象，引导学生从物理学视角描述观察到的现象。

自主活动2

参考解答：（1）排斥 （2）排斥 （3）吸引。

设计意图：在简单的活动中对信息进行归纳推理，得到电荷间相互作用的规律。

自主活动3

参考解答：验电器结构主要包括金属球、金属杆、金属箔和软木塞、玻璃外罩等。用丝绸摩擦过的玻璃棒接触验电器的金属球，金属箔张开。用丝绸摩擦过的橡皮、塑料尺也同样带电。

设计意图：用摩擦起电现象解释简单现象，并使用验电器检验物体是否带电。

巩固练习

1. 参考解答：用干绸布擦穿衣镜，发生了摩擦起电，而带电体（穿衣镜）能吸引轻小物体，因此擦过的镜面上粘有细小绒毛。

命题意图：将摩擦起电现象与日常生活联系起来，解释常见现象。

2. 参考解答：C。

命题意图：了解验电器的工作原理。

3. 参考解答：用毛皮摩擦过的橡胶棒带负电，当用毛皮摩擦过的橡胶棒接触验电器的金属球后，验电器的金属箔张开角度变大，说明验电器的金属箔原本带负电，由此可知带电体带负电。

命题意图：运用电荷间相互作用的规律进行简单推理，并分析问题。

第2课时

自主活动

参考解答：（1）用木棒把A、B的金属球连接起来，A金属箔张开，B金属箔闭合，均保持原状。

（2）用木夹夹住金属棒，再用金属棒把A、B的金属球连接起来，A金属箔张开的角度变小，B金属箔由闭合变为张开。（3）木棒不容易导电，金属棒容易导电。

设计意图：在实验活动中，对比现象，对信息进行归纳推理，得出木棒和金属棒的导电性能的差异。

想一想

参考解答：验电器中的软木塞不能换成金属塞。手拿着在头发上摩擦过的金属文具（钢尺、金属笔杆

等),不会吸引小纸屑。这是由于金属是导体,金属制品很容易将所带电荷向外传导。

设计意图:将导体、绝缘体与实际情境联系起来,并分析简单问题。

巩固练习

1. 参考解答:石墨、金属是导体,木材、橡皮是绝缘体。

命题意图:将导体、绝缘体与铅笔这一熟悉的物品相联系,引导学生善于观察身边事物。

2. 参考解答:①②。

命题意图:从物理学视角观察事物,把静电现象与实际情境相联系,并解释现象。

3. 参考解答:油罐运输车辆尾部装有一条金属拖地链,金属拖地链是导体,能使油罐车行驶过程中各种摩擦产生的电荷随时由拖地链导入大地,避免电荷积累造成危害。

命题意图:将静电现象、导电性能等物理知识与实际情境相联系,并运用它们分析问题。

第2节 电 流

第1课时

自主活动1

参考解答:如图8所示。

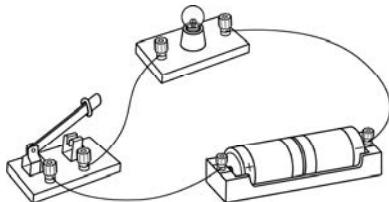


图8

设计意图:利用实验活动,使学生在熟悉的情境中感受、认识电路。

想一想

参考解答:在图11-2-2(a)、(b)所示的电路中,闭合开关后,电源均被短路。

设计意图:观察电路,获取和处理信息,得出结论。

自主活动2

参考解答:如图9所示。

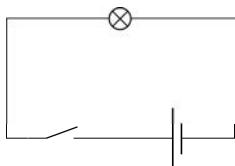


图9

设计意图:建立简单电路模型,会画电路图。

巩固练习

1. 参考解答: A。

命题意图: 从物理学视角观察熟悉的生活场景。

2. 参考解答: 充电宝的作用相当于电源,取电房卡的作用相当于开关。

命题意图: 从物理学视角观察熟悉的生活场景。

3. 参考解答: 如图 10 所示。

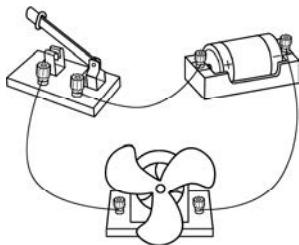


图 10

命题意图: 建立简单电路模型,会连接电路。

第 2 课时

想一想 1

参考解答: (1) 自由电荷定向移动 正电荷定向移动方向 (2) 安培(A) (3) 0.005~5 000。

设计意图: 引导学生使用教材,通过阅读教材,理解电流。

想一想 2

参考解答: 在收音机、台灯、电视机和空调四类家用电器中,空调工作的电流最大。

设计意图: 观察生活,联系实际,了解常见用电器工作时的电流。

巩固练习

1. 参考解答: C。

命题意图: 知道电流的形成和方向。

2. 参考解答: D。

命题意图: 在实际情境中,判断电流的方向。

3. 参考解答: A。

命题意图: 从物理学视角观察生活,了解日常用电器工作时的电流。

第 3 课时

学生实验 用电流表测量电流

参考解答: 实验步骤部分: 电流表有三个接线柱、两个量程;两个量程分别为 0~0.6 A 和 0~3 A,分度值分别为 0.02 A 和 0.1 A。

实验结果部分: 以实际测量为准。

设计意图：观察并描述测量工具，规范使用电流表测量电流。

想一想

参考解答：(1) 电流表接反了，电流从“-”接线柱流入，从“+”接线柱流出了 (2) 电流表直接连接在电源的两极 (3) 电流表和小灯泡没有接入电路中，电源被短路。

设计意图：知道电流表的连接方法，规范使用电流表测量电流。

自主活动

参考解答：用电流传感器测量电流部分：以实际测量为准。

设计意图：观察测量工具，规范使用电流传感器测量电流。

巩固练习

1. 参考解答：0.32 A 0.58 A 1.4 A。

命题意图：规范使用电流表测量电流，能正确读取电流值。

2. 参考解答：如图 11 所示。

由 B 到 A。

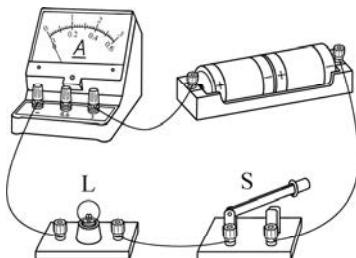


图 11

命题意图：规范使用电流表测量电流，会连接电路。

3. 参考解答：如图 12 所示。

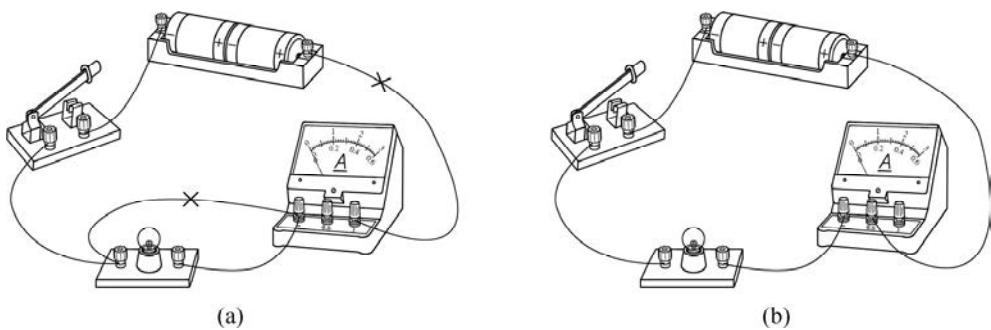


图 12

命题意图：规范使用电流表测量电流，会连接电路，会正确选择量程。

第 3 节 电 压

想一想

参考解答：(1) 电压 (2) 电压 (3) 伏特(V) (4) 0.5×10^{-4} (5) 220。

设计意图：引导学生使用教材，通过阅读教材，理解电压。

学生实验 用电压表测量电压

参考解答：实验步骤部分：电压表有三个接线柱、两个量程；两个量程分别为0~3V和0~15V，分度值分别为0.1V和0.5V。

实验结果部分：以实际测量为准。

设计意图：观察并描述测量工具，规范使用电压表测量电压。

自主活动

参考解答：(1) 以实际测量为准。 (2) 按照实验电路图，将电压传感器并接在待测元件的两端，且使传感器的“+”接线柱与待测元件靠近电源正极的一端相连，在接通电路前对传感器调零，闭合开关后从传感器上读出待测元件两端的电压。

设计意图：观察并描述测量工具，规范使用电压传感器测量电压。

巩固练习

1. 参考解答：家用电器的工作电压为220V，手电筒电路两端的电压为3V。

命题意图：观察生活，联系实际，了解常见用电器工作时的电压。

2. 参考解答：图11-3-2(b)所示实验电路是正确的，图(a)所示实验电路的错误接法是电压表的“-”接线柱与待测元件靠近电源正极的一端相连，图(c)所示实验电路的错误接法是电压表串接在电路中。

命题意图：规范使用电压表测量电压，会连接电路。

3. 参考解答：见表2。

表2

名称	电流表	电压表
用途	测量电流	测量电压
量程	两个量程：0~0.6A和0~3A	两个量程：0~3V和0~15V
连接方法	串接在待测电路中	并接在待测元件的两端

命题意图：会规范使用电流表、电压表，对所学知识进行整理归纳。

第4节 串联电路和并联电路

第1课时

自主活动

参考解答：以实际实验为准。小灯泡L₁、L₂和开关S串联在电路中，或者小灯泡L₁、L₂并联在电路中且开关S接在干路上均可。

设计意图：经历实验活动，在电路连接、合作交流中感受串联电路和并联电路。

想一想

参考解答：电流表是串联在待测电路中的，而电压表是并联在待测元件两端的。

设计意图：利用电流表、电压表的连接方法，进一步感受串联、并联两种电路连接方式。

巩固练习

1. 参考解答：如图 13(a)、(b)所示。

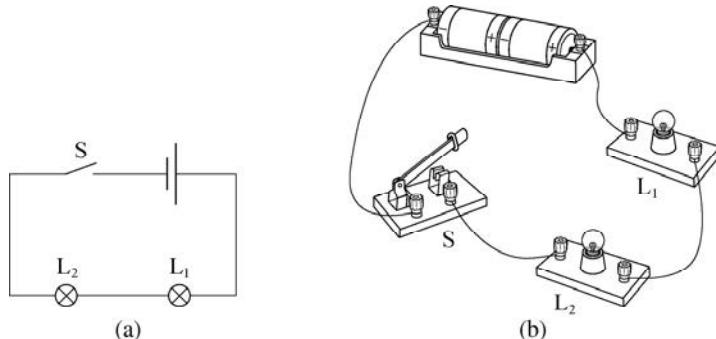


图 13

命题意图：认识串联电路，会画电路图，会连接电路。

2. 参考解答：电流方向如图 14 所示，四个电路均为并联。

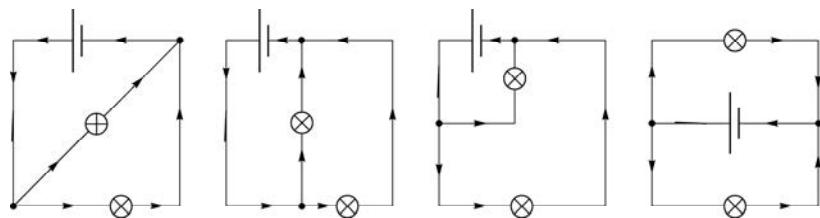


图 14

命题意图：认识并联电路，会看电路图。

3. 参考解答：如图 15 所示。

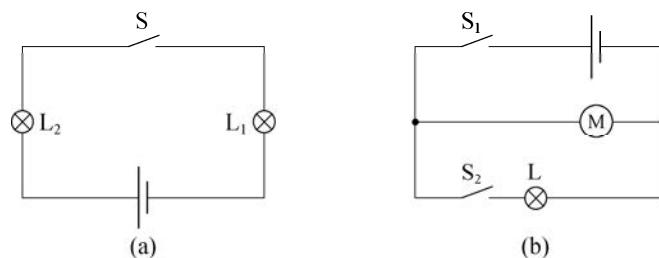


图 15

命题意图：认识串联电路和并联电路，会看电路，会画电路图。

第 2 课时

自主活动 1

参考解答：(1) 两个小灯泡串联在电路中，拆去其中一个小灯泡，观察到另一个小灯泡不发光。

(2) 两个小灯泡并联在电路中，拆去其中一个小灯泡，观察到另一个小灯泡发光。

设计意图：通过对比用电器的工作状况，感受串联电路和并联电路的区别。

想一想

参考解答：在串联电路中，开关位置的变化，不改变其作用，所以开关控制两个小灯泡的情况没有变化。

设计意图：了解串联电路中开关对用电器是否工作的控制。

自主活动 2

参考解答：(1) 断开 S 后，小灯泡 L₁、L₂ 都不发光。 (2) 断开 S₁ 后，小灯泡 L₁ 不发光，小灯泡 L₂ 发光。 (3) 如图 16 所示。

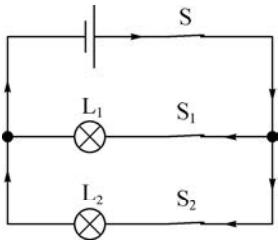


图 16

设计意图：了解并联电路中开关对用电器是否工作的控制。

巩固练习

1. 参考解答：D。

命题意图：识别串联电路和并联电路。

2. 参考解答：开关和用电器一般采用串联的连接方式。如果开关与小灯泡采用如图 11-4-6(a)所示的连接方式，闭合开关后，小灯泡 L₁ 会被短路；若采用如图 11-4-6(b)所示的连接方式，闭合开关后，电路发生短路。

命题意图：通过对电路图的观察与比较，加深对短路现象的认识。

3. 参考解答：电吹风的简化电路是并联电路。如果仅闭合开关 S₁，只有吹风的电动机工作，吹冷风；如果开关 S₁ 和 S₂ 均闭合，吹风的电动机和电热丝一起工作，此时吹热风。

命题意图：联系生活实际，运用并联电路知识分析用电器工作的原理。

第 5 节 串联电路和并联电路中电流、电压的特点

第 1 课时

学生实验 用电流表探究串联电路中电流的特点

参考解答：实验结论部分：串联电路中电流处处相等。

设计意图：经历探究串联电路中电流的特点，感受问题、证据、解释和交流等科学探究要素。

学生实验 用电压表探究串联电路中电压的特点

参考解答：实验结论部分：串联电路中电源两端的电压等于各用电器两端电压之和。

设计意图：经历探究串联电路中电压的特点，感受问题、证据、解释和交流等科学探究要素。

想一想

参考解答：100 个规格相同的小灯泡串联在电压为 220 V 的电路中，每个小灯泡的电流大小相等，每

个小灯泡两端的电压也相等。

设计意图：认识串联电路中电流、电压的特点。

巩固练习

- 参考解答：0.30 A 0.30 A。

命题意图：运用串联电路中电流的特点分析简单问题。

- 参考解答：A、C 串联电路中电源两端的电压等于各用电器两端电压之和。

命题意图：能通过信息比较，得出串联电路中电压的特点。

- 参考解答：根据串联电路中电压的特点，电源两端的电压大于各用电器两端的电压。当电压表分别接在电源和小灯泡 L_1 的两端时，电压表指针的偏转角度相同，说明两次实验电压表所选的量程不同，即电源两端的电压 $U_{\text{总}}$ 是小灯泡 L_1 的两端电压 U_1 的 5 倍。故 $U_2 = U_{\text{总}} - U_1 = 5U_1 - U_1 = 4U_1$ 。

命题意图：能从电压表示数中获取信息，并运用串联电路中电压的特点分析简单物理问题。

第 2 课时

学生实验 用电流表探究并联电路中电流的特点

参考解答：实验结论部分：并联电路中干路电流等于各支路中的电流之和。

设计意图：经历探究并联电路中电流的特点，感受问题、证据、解释和交流等科学探究要素。

学生实验 用电压表探究并联电路中电压的特点

参考解答：实验结论部分：并联电路中电源两端的电压与各支路用电器两端的电压相等。

设计意图：经历探究并联电路中电压的特点，感受问题、证据、解释和交流等科学探究要素。

想一想

参考解答：在家庭电路中，各用电器间是并联的，如果增加一个用电器，家庭电路中的总电流会变大。

设计意图：联系生活实际，运用并联电路中电流的特点分析简单物理问题。

巩固练习

- 参考解答：家中电灯、电冰箱和电饭煲同时使用时，它们各自两端的电压均为 220 V，通过的电流不相等。

命题意图：在熟悉的家庭电路中，了解并联电路的特点。

- 参考解答：(1) 如图 17 所示。 (2) 干路电流等于各支路中的电流之和。

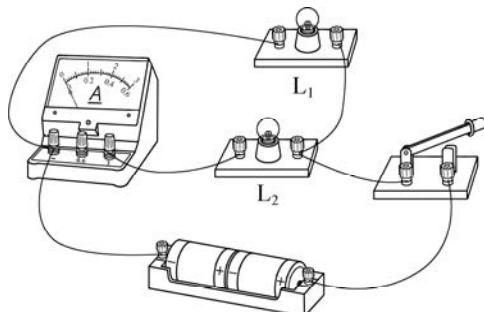


图 17

命题意图：能通过信息比较得出并联电路中电流的特点。

3. 参考解答：小灯泡 L_1 和 L_2 在电路中可能是串联也可能是并联。如果 L_1 和 L_2 的规格相同，它们串联在电路中，各自两端的电压相等；如果 L_1 和 L_2 并联在电路中，无论其规格是否相同，根据并联电路中电压的特点，它们两端的电压都是相等的。

命题意图：运用串、并联电路特点分析简单物理问题。

第12章 欧姆定律

第一部分 整章分析



学习目标

- 理解欧姆定律，能利用欧姆定律完成电阻的测量，结合串联电路和并联电路中电流、电压的特点推导出串联电路和并联电路中电阻的特点，初步形成利用欧姆定律分析、解决简单电路问题的思路。
- 在探究电流与电压、电阻关系的实验中，运用控制变量的科学方法。在两个电阻串联和并联效果的学习过程中，经历等效替代的思维过程，并初步学会简化电路的方法。
- 能基于实验现象有依据地提出电流与电压、电阻之间定量关系的猜想，运用控制变量法设计实验方案，进一步体验运用图像处理实验数据的方法。在用电流表和电压表测量电阻的实验中，体会误差的存在，感受多次测量在物理实验中的必要性。
- 在实验探究及利用所学知识解决实际问题的过程中，养成实事求是、严谨认真的科学态度，感受物理知识的价值，激发学习兴趣，形成与人合作的意识。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为：

- 3. 4. 2 知道电压、电流和电阻。探究电流与电压、电阻的关系，理解欧姆定律。
- 4. 1. 9 用电流表和电压表测量电阻。
- 4. 2. 12 探究电流与电压、电阻的关系。
- 5. 3. 2 结合实例，了解一些新材料的特点及其应用。了解新材料的研发与应用对社会发展的影响。

本章是在第11章“静电与电流”学习的基础上，进一步学习简单电路中电流、电压与电阻三个物理量之间的定量关系；在探究电流与电压、电阻关系的实验过程中，运用控制变量的方法，了解图像处理实验数据在物理学研究中的重要意义，能基于数据得出结论并完成交流表达；在电阻测量的过程中，体会实验中误差的存在，感受多次测量取平均值的必要性。本章的两个学生实验要求较高，要注意凸显实验教学的育人功能，通过实验构建欧姆定律，并领悟其内涵。知道科学探究会受到各种因素的影响，在实验中能关注主要因素，忽略次要因素。能对实验进行反思，提出改进建议。

本章结合物质导电性能等物理知识，引入半导体材料的特点及广泛应用。引导学生通过实践活动，了解我国半导体技术的突出成就，感悟半导体材料的应用对社会发展的重要影响，树立科技强国的远大理想。

本章重点关注欧姆定律的形成过程。在分析、解决简单电学问题的过程中进一步理解欧姆定律。本章学习主要涉及控制变量和等效替代等科学方法。

本章是电路分析的关键知识,是进一步学习电功、电功率、家庭电路等内容的必备知识,也是学生进入高中学习电磁学知识必须掌握的基础内容。

完成本章内容的学习,共需要 8 课时。其中,第 1 节 2 课时,第 2 节 2 课时,第 3 节 1 课时,第 4 节 1 课时,跨学科实践 2 课时。



第12章 欧姆定律

我国已经建成数条通联南北、横贯东西的特高压交流和直流输电线路。特高压输电的原理虽然复杂，但是和所有的电路一样都遵循电学的基本规律。本章我们将学习电路中电流与电压、电阻之间的关系。

通过本章内容的学习，你将了解电阻，认识影响电阻大小的因素；经历探究电流与电压、电阻关系的过程，理解欧姆定律；并学会测量电阻的方法；体会控制变量、等效替代等思想方法在科学探究中的作用。

我国已经建成数条特高压交流和直流输电线路。这些特高压输电线路具有长距离、大容量、低损耗、节约土地资源等优势，优化了我国的能源配置，其技术世界领先。章首图可以激发学生的民族自豪感和渴望了解电学基本定律的求知欲。



图 12-1-1 铜芯导线

第1节

电阻 变阻器

[1] 高压输电线用铝等材料制成，而剥开普通导线的绝缘层，则可以看见里面的铜芯（图 12-1-1）。我们知道铜、铁、铝还有镍铬等金属都是导体，但为什么导线一般采用铜或铝来制作呢？

- 不同材料导体的导电能力是否相同？

不同材料的导体虽然都能导电，但是它们的导电能力是否相同呢？

 自主活动

[2] 如图 12-1-2 所示，将导线 M 和 N 两端直接连接起来，闭合开关 S，观察并记录此时电流表的示数。然后在 M、N 之间接入一根康铜丝，观察比较小灯泡的亮度和电流表示数的变化。

67

正文解读

[1] 节首图是生活中常见的铜芯导线，通过上一章的知识可知铜是导体，导线外层的塑料皮是绝缘体。通过节首图的问题引发思考，并通过“自主活动”引入什么是电阻。后面通过活动了解为什么导线一般用铜或铝来制作。

[2] 通过“自主活动”，引导学生发现导体虽然能够导电，但是对电流有阻碍作用，从而引入什么是电阻。实验中保持两根导线的长度和横截面积相同，基于事实证据，通过科学推理得出结论。

此实验也可以用其他种类的导线，只要能达成两根导线接入后电流会明显变小且变小程度不同即可。

[1] 还有很多贴近学生生活的实例。如人体的电阻约为 $10\text{ k}\Omega$, 电蚊香的加热部分正常工作时电阻也约为 $10\text{ k}\Omega$, 不同规格电热水壶和电熨斗正常工作时电热丝的电阻等。

横截面积为 1 mm^2 的导线就是电工俗称的“1平方导线”, 常见的还有横截面积为 1.5 mm^2 的“ 1.5 平方导线”和 2.5 mm^2 的“ 2.5 平方导线”。这些规格的导线在家庭电路中很常见。一般导线的电阻很小, 相对于用电器的电阻可以忽略不计。

[2] 电阻(resistance)

是一个物理量, 而电阻器(resistor)是一种电器元件, 其简称也是电阻。教材在这里出现过电阻器的定义之后, 对于物理量“电阻”和元器件“电阻器”一律称为电阻, 不再加以区分, 要根据上下文判断文中的“电阻”究竟是指物理量还是元器件。

在第2节“探究电流与电压、电阻的关系”学生实验中, 为了加以区分则又将接入电路的研究对象统一称为“导体”。如会这样表述:“在电压一定时, 找出电流与导体电阻的关系。”

[3] 教材从规格和使用材料两个方面来介绍不同种类的电阻器。电阻器种类介绍详见本章资料链接。

如果在 M 、 N 之间改接入一根与康铜丝粗细、长短相同的镍铬合金丝, 和接入康铜丝相比较, 小灯泡的亮度又如何变化? 电流如何变化?



图 12-1-2 探究不同材料导体的导电能力

接入康铜丝或镍铬合金丝后, 电路中的电流变小, 说明导体虽然能够导电, 但是对电流有阻碍作用。电路中接入不同材料的金属丝后电流不同, 说明不同材料金属丝对电流的阻碍作用不同。研究表明, 不同材料的导体导电能力一般不同。

物理学中把表示导体对电流阻碍作用的物理量叫做电阻(resistance), 用 R 表示。在国际单位制中, 电阻的单位是欧姆, 简称欧, 符号是 Ω 。电阻的常用单位还有千欧($\text{k}\Omega$)和兆欧($\text{M}\Omega$)。它们的换算关系为:

$$1\text{ k}\Omega = 1 \times 10^3 \Omega$$

$$1\text{ M}\Omega = 1 \times 10^6 \Omega$$

- [1] 横截面积为 1 mm^2 、长为 10 m 的铜线电阻约为 0.2Ω , 普通电吹风吹热风时的电热丝电阻约为 40Ω 。
- [2] 具有一定电阻值的元件——电阻器, 也常简称为电阻。图 12-1-3 为常见的电阻, 其中有能承载十几安电流的波纹电阻, 也有只能承载几毫安电流的贴片电阻。如果按照电阻所用材料来分类, 有碳膜电阻、金属膜电阻等。电阻在电路图中用符号“□”表示。
- [3] 教材从规格和使用材料两个方面来介绍不同种类的电阻器。电阻器种类介绍详见本章资料链接。

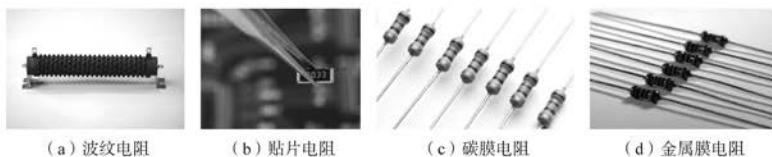


图 12-1-3 各种电阻

● 电阻的大小与哪些因素有关？

[1] 我们已经知道，导体的电阻大小与导体的材料有关。除了材料之外，导体还有长短、粗细的差别，那么电阻的大小是否和导体的长度、粗细有关呢？

自主活动

[2] 现有长度相同的镍铬合金丝AB和CD，CD比AB粗，其横截面积较大。

1. 探究导体材料、横截面积一定时，电阻大小与长度的关系

连接图12-1-4所示

电路，将镍铬合金丝AB或CD接入电路，通过改变鳄鱼夹连接的位置，改变连入电路电阻丝的长度，通过观察电流表示数的变化判断电阻的大小。

2. 探究导体材料、长度一定时，电阻大小与横截面积的关系

将镍铬合金丝AB和CD分别接入电路，保持两次实验中连入电路的电阻丝长度相同，通过观察两次实验中电流表示数的变化判断镍铬合金丝AB和CD电阻的大小关系。

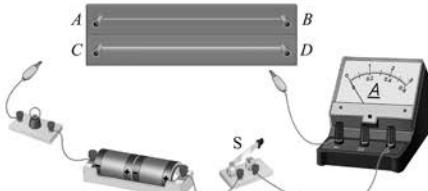


图 12-1-4 探究电阻与导体长度、横截面积的关系

[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。学生通过测量不同形状导电面粉团的电阻大小，猜想电阻大小除了和导体材料有关，还与什么因素有关。引导学生形成有依据的猜想，进一步强化问题证据意识。

[2] 改变接入电路导线的长度应使AB或CD由全部接入到部分接入，让电阻由大到小变化。

“自主活动”运用了控制变量等科学方法，包含提出问题、获取证据、进行解释等科学探究过程。

[1] 一般情况下，导体的电阻与导体的长度 L ，横截面积 S ，以及电阻率 ρ 之间的关系式是

$$R = \frac{\rho L}{S} \text{, 这就是电阻定}$$

律。一般情况下，金属导体的电阻率会随温度的升高而增大。

[2] “想一想”回应了节首图提出的问题。铜的密度大，在重力作用下容易下垂；高压输电距离远，导线的用量很大，虽然金属价格会因行情波动，但是一般情况下，每吨铜的价格是铝的3倍左右。

高压输电线相关内容详见本章资料链接。

[3] 半导体材料及其广泛应用主要在本章的跨学科实践中呈现。半导体和超导体的介绍详见本章资料链接。

② 想一想

[2] 由表12-1-1提供的数据可知，相同长度和横截面积的银线、铜线、铝线的电阻都比较小，但普通导线用铜制成，而高压输电线一般用铝等材料制成。你能解释其中的原因吗？



图12-1-5 半导体元件

[1] 大量实验表明：导体的电阻取决于它的材料、长度和横截面积。材料相同的导体，长度越长、横截面积越小，电阻越大；长度、横截面积都相同而材料不同的导体，电阻大小一般不同。

表12-1-1为长1m、横截面积1mm²的一些金属导体在18℃时的电阻。

表12-1-1 一些金属导体的电阻

材料	电阻 R/Ω
银	0.016
铜	0.017
铝	0.027
钨	0.053
铁	0.099
锡	0.11
康铜	0.50
镍铬合金	1.1

[3] 硅晶体等材料的导电性能介于导体和绝缘体之间，称为半导体。各种类型半导体材料的物理性质不尽相同，可以制成各种半导体元件。计算机、电视机等电器中都要用到各种类型的半导体元件（图12-1-5）。半导体是当今社会发展的重要基础材料，被广泛应用于集成电路、移动通信、半导体照明、半导体激光器等领域。

● 如何改变电阻？

[4] 做实验时常常需要改变电路中的电流，我们可以在电路中接入一种叫做变阻器的元件来改变

[4] 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。旨在引导学生思考如何改变电阻最方便，通过对比学生设计的变阻器方案和实验室变阻器了解变阻器的结构。

电路中电阻的大小，从而改变电流。

利用电阻与导体长度的关系，可制成实验室常用的滑动变阻器。电路图中滑动变阻器用符号“”表示。

[1] 与定值电阻不同，如图 12-1-6 所示的滑动变阻器有三个接线柱；黑色绝缘层包裹着的电阻丝缠绕在绝缘瓷筒上，电阻丝的两端分别连着接线柱 A 和 B，它与金属滑片 P 接触处电阻丝上的绝缘层已被刮去；滑片 P 通过金属杆与接线柱 C 相连。

滑动变阻器的铭牌上标有一些参数，比如“ 20Ω $2A$ ”。“ 20Ω ”的含义是滑动变阻器的阻值范围是 $0\sim 20\Omega$ ，“ $2A$ ”的含义是允许通过变阻器电阻丝的最大电流是 $2A$ 。

如何利用滑动变阻器改变电路中的电流呢？

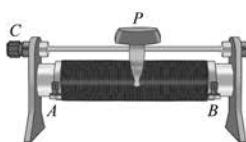


图 12-1-6 滑动变阻器

[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。通过观察变阻器实物了解变阻器的结构，推测变阻器的工作原理，知道变阻器铭牌上参数的含义。

自主活动

连接如图 12-1-7 所示电路，将滑动变阻器任意两个接线柱接入电路中的 M、N 两点。

① 在图 12-1-7 中的滑动变阻器上用笔将电流通过的那一部分电阻丝圈出。

② 闭合开关 S，移动滑片 P，观察电流表的示数变化。

[2] ③ 在小灯泡两端并联一个电压表，移动滑片 P，观察电流表示数变化的同时，电压表的示数如何变化。

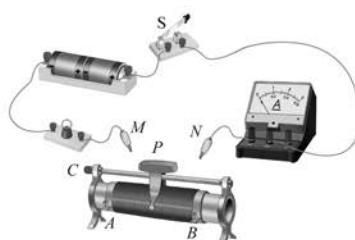


图 12-1-7
用滑动变阻器改变通过小灯泡的电流

[2] 通过在小灯泡两端并联一个电压表，了解滑动变阻器还可以改变用电器两端的电压。这为下一节“探究电流与电压、电阻的关系”学生实验中如何改变导体两端电压打下基础。

习题解读

1. 参考解答：金属丝的材料和体积不变，长度变为原来的两倍，所以它的横截面积变成原来的一半，因此金属丝的电阻变大。

命题意图：运用影响电阻大小的因素解决实际问题。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：变小 横截面积。

命题意图：运用影响电阻大小的因素解决实际问题。

主要素养：科学推理。



(a) 热敏电阻



(b) 光敏电阻

图 12-1-9 热敏电阻和光敏电阻

只要将滑动变阻器的接线柱 C 与 A 或 B 接入电路，就可通过移动滑片使它连入电路的阻值在 0 到最大阻值范围内变化。

除了实验室里常用的滑动变阻器外，各种电器中还会使用电位器，电位器也是一种可变电阻器（图 12-1-8）。尽管它们的外形不同，但工作原理都与滑动变阻器相似。

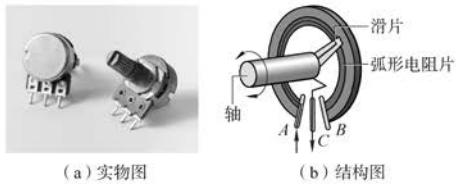


图 12-1-8 电位器

变阻器作为控制元件，可以改变电路中通过用电器的电流及其两端的电压，被广泛应用于各种电子仪器中。

由某些材料制成的电阻，其阻值会随外界温度或光照强度的变化而发生明显变化，这类电阻叫做热敏电阻或光敏电阻（图 12-1-9）。它们可以应用在温控或光控电路中，如冰箱的温度调节，路灯的自动开关等。

练一练

- 一根粗细均匀的金属丝，将其均匀地拉到原长的两倍，此金属丝的电阻将如何变化？简述理由。
- 将长度、粗细相同的几根铜丝拧在一起（图 12-1-10），与

1根铜丝相比，几根铜丝拧在一起时其电阻将_____，原因是这种做法相当于增加了导线的_____。



图 12-1-10

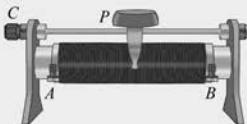


图 12-1-11

3. 滑动变阻器是通过改变_____来改变电阻的。图 12-1-11 中某滑动变阻器上标有“ 20Ω 2 A”的字样，“ 20Ω ”表示_____两个接线柱之间的电阻为 20Ω 。

4. 如图 12-1-12 所示，电位器主要由 A 、 B 、 C 三个接线柱和轴带动的滑片 P 以及弧形电阻片组成。将电位器的接线柱 A 、 C 接入电路，顺时针旋转电位器的轴时， A 、 C 两接线柱间的电阻如何变化？

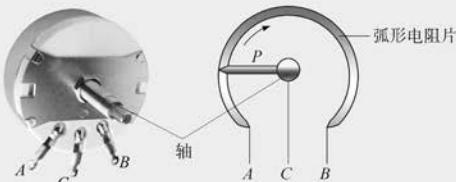


图 12-1-12

3. 参考解答：接入

电路的导体长度 A 、 B 。

命题意图：了解滑动变阻器的工作原理，知道变阻器参数的物理意义。

主要素养：问题；证据。

4. 参考解答：接

入电路的电阻丝长度变长，电阻变大。

命题意图：运用电位器原理，解决实际问题。

主要素养：科学推理。

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实验情境引出电流与电压、电阻定量关系的猜想。

2. 通过实验探究得出电流与电压、电阻之间的定量关系。

3. 通过“示例”学会运用欧姆定律解决实际问题，分析得出电阻大小与电压、电流无关，了解欧姆定律的适用条件。

正文解读

[1] 节首图的情境是本章第1节中的自主活动：研究电阻大小与哪些因素有关。学生通过活动了解分别改变导体两端的电压和接入电路的电阻，电流都随之改变的事实，引发对电流与电压、电阻究竟存在何种关系的思考，由此展开本节知识的学习。本节核心概念“欧姆定律”与之相呼应。

[2] 本实验是课程标准中的探究类学生实验。

实验说明：(1) 本实验的基本思路是用控制变量法探究电流与电压、电阻的关系。(2) 本实验需分两步进行探究，先探究电流与电压的关系，再探究电流与电阻的关系。(3) 探究电流与电压、电阻的关系要让学生经历完整的实验探究过程，要基于已有实验现象的观察和分析提出猜想，设计实验方案，收集与处理实验数据，分析数据得出结论并作出解释等，帮助学生提升科学探究的能力。

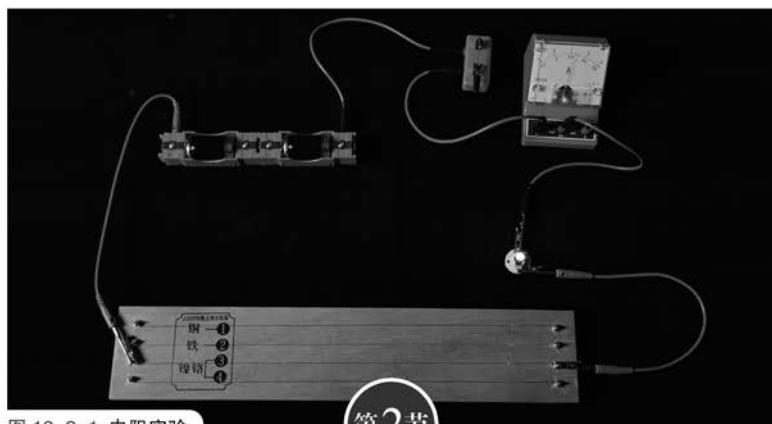


图 12-2-1 电阻实验

第2节

电流与电压、电阻的关系

[1] 在如图 12-2-1 所示的实验中，若电源由两节干电池变为一节干电池，导体两端的电压发生改变，电流也随之改变，说明通过导体的电流与导体两端的电压有关；改变导体的电阻，电流也会随之改变，说明通过导体的电流与导体的电阻也有关。电流与电压、电阻究竟存在怎样的关系呢？

● 如何探究电流与电压、电阻的关系？

[2] 学生实验

探究电流与电压、电阻的关系

提出问题

电流与电压、电流与电阻分别有什么定量关系呢？提出猜想并说明猜想的依据。

电流与电压、电阻都有关系，因此可采用_____分别探究电流与电压、电流与电阻的关系。

[1]

实验一 探究电流与电压的关系

对于阻值一定的导体，探究通过导体的电流随两端电压变化的情况。

搜集证据

·器材

阻值一定的导体、电源、电流表（或电流传感器）、电压表（或电压传感器）、开关及导线。

·方案

为了探究电流 I 随电压 U 变化的定量关系，需要改变导体两端的电压，测得多组电压值和电流值。分组讨论实验方案，可以补充实验器材，并在虚线框中画出实验电路图。

需要补充的器材：_____。

连接电路，进行实验。

·记录

将导体的电阻、测得的电流和电压记录在表 12-2-1 中。

表 12-2-1 实验一 数据记录表

导体的电阻 $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$

实验序号	1	2	3	4	5
电压 U/V					
电流 I/A					

作出解释

·分析

① 分析表 12-2-1 中数据，同一导体，如果导体两端的电压不断增大，通过导体的电流如何变化？

② 进一步找出通过同一导体的电流与导体两端电压的定量关系。分析处

[1] 实验一相关说明：(1) 要求分组讨论完成实验方案的设计。引导学生可以通过改变电源电压来改变导体两端的电压，也可以利用滑动变阻器来改变导体两端的电压。引导学生根据本组的实验方案决定是否补充器材，并画出实验电路图。(2) 为了得出普遍规律，可以提供给每组学生若干不同阻值的导体进行多次实验；也可以给各小组提供阻值各不相同的导体。在实验完成后集中交流，实现更多数据的共享并得出普遍结论。

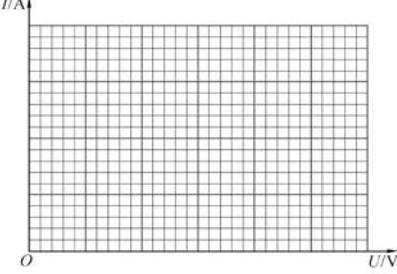
[1] 作图法是处理数据的一种简单、便捷、有效的方式，可以直观反映物理量之间的关系和规律。

[2] 实验设计方案因电源差异而不同。实验中如果使用干电池或蓄电池作为电源，外电压一般会随着电路中电阻的变化而变化。如果使用稳压电源，可以在一定负载范围内保持输出的外电压不变。实验中可以先尝试更换不同阻值的导体，观察导体两端电压是否改变。若改变，则思考如何保持不同导体两端的电压不变。

依据电源种类设计实验方案并选择器材，引导学生思考与实验一相比，电路图是否应改变。如果实验一和实验二的电路图相同，且均使用了滑动变阻器，则引导学生思考两个实验中滑动变阻器分别起什么作用。

理数据可以采用计算或作图两种方法。若采用作图法可以电压 U 为横轴、电流 I 为纵轴建立平面坐标系（图 12-2-2），画出 $I-U$ 图像进行分析。

[1]

图 12-2-2 $I-U$ 图像

• 结论

由上述实验可得，同一导体，通过导体的电流与导体两端的电压_____。

[2] 实验二 探究电流与电阻的关系

在_____的条件下，探究通过导体的电流随电阻的变化情况。

搜集证据

• 器材

现有以下实验器材可供选择：

阻值不同的导体若干、滑动变阻器、电源、电流表（或电流传感器）、电压表（或电压传感器）、开关及导线。

• 方案

当更换不同阻值的导体时，导体两端的电压是否发生改变？如何保持不同阻值的导体两端电压不变？与实验一相比，实验二的电路图有何变化？

设计实验方案并完成实验。

• 记录

设计数据记录表，并将实验数据记录在表中。

[1] 作出解释

• 分析

① 分析数据，当电压一定时，如果接入电路的电阻不断增大，通过导体的电流如何变化？

② 通过计算找出电压一定时，电流与导体电阻的关系。

• 结论

由上述实验可得，_____。

交流反思

还能通过什么数据处理方法，找出电流与导体电阻的关系？

通过大量实验探究，可以得出：

通过导体的电流 I 与导体两端的电压 U 成正比，与导体的电阻 R 成反比。这一规律叫做欧姆定律（Ohm's law），可表示为

$$I = \frac{U}{R}$$

**科学与人文**

[2] 在探索欧姆定律的过程中，欧姆（G. S. Ohm, 1789—1854）发现了长度和横截面积比值相同的两根同种金属导体，它们的导电能力是一样的。在此基础上，欧姆又自制了扭力天平来测量金属导体中的电流，用温差电池对金属导体供电。经过长期艰苦的工作，欧姆终于在 1826 年发表了他的研究成果。可是成果发布后，却一直得不到当时学界的认可。

随着时间的推移，越来越多的物理学家认识到欧姆的发现具有极其重要的意义。欧姆定律为电路设计和分析提供了重要的理论基础，在电工、电子技术等领域得到广泛应用。

[1] 可以通过计算每一组电流与电阻的乘积，分析比较后得出电流与电阻成反比的结论；也可以采用图像法处理数据，以 I 为纵坐标， $\frac{1}{R}$ 为横坐标绘制图像进行分析；还可以利用软件的反比例图像拟合功能得出结论。

77

[2] 此处设置“科学与人文”栏目，目的是让学生了解欧姆定律的发现过程和欧姆在电学上的成就，引导学生初步领略物理学知识对生产生活的贡献。

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。

通过阅读“科学和人文”及相关资料，总结提炼本节实验所涉及的科学推理、科学论证的方法。通过对欧姆的探索历程与自己的实验探究过程，体验欧姆实事求是、追求创新的科学态度。欧姆的探索历程中使用的科学方法详见本章资料链接。

[1] 通过“示例”引导学生利用欧姆定律解决实际问题。

应用欧姆定律解决问题的过程中，要注意电流、电压、电阻这三个物理量是对“同一个导体”或者“同一段电路”而言的，以此培养学生分析问题时思维的缜密性。

[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，引导学生运用欧姆定律解决真实情境下的问题。

[3] 热敏电阻有两种，正温度系数热敏电阻(PTC)，温度越高电阻值越大，负温度系数热敏电阻(NTC)，温度越高电阻越小。教材图12-2-3所示的是负温度系数的热敏电阻。发光二极管也是一种非线性元件，其伏安特性曲线详见本章资料链接。

[1] **示例** · 一个阻值为 10Ω 的导体，接在电压为 $9V$ 的电源两端。若电源电压不变，求通过该导体的电流。

解：已知导体的电阻 $R = 10\Omega$ ，其两端电压 $U = 9V$ 。

[2] 根据欧姆定律，通过该导体的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{9V}{10\Omega} = 0.9A$$

对于电路中的某一导体，只要知道了电流、电压、电阻这三个物理量中的任意两个，就可以根据欧姆定律算出第三个量。

欧姆定律作为电学的基本定律之一，是研究电路问题的重要基础。

● 电阻与电流、电压有什么关系？

欧姆定律的公式可以变形为 $R = \frac{U}{I}$ ，但不能据此认为电阻与电压成正比，与电流成反比。这是因为改变导体两端电压时，通过它的电流也随之改变，而电压与电流的比值不变，即导体的电阻不变。电阻是导体的一种物理性质，一般情况下，电阻不随导体两端电压和通过导体的电流变化而变化。

如果导体的温度或某些外界物理条件发生明显改变时，电压和电流的比值不再是定值，即导体的电阻会发生变化。

此外，欧姆定律并不适用于所有导体，如气体导电时就不适用。

拓展 视野

[3] 并非所有元件的 $I-U$ 图像都是一条过原点的倾斜直线。如图 12-2-3 所示，某热敏电阻的 $I-U$ 图像是一条曲线。像热敏电阻这种电流与电压不成正比的元件统称为非线性元件。

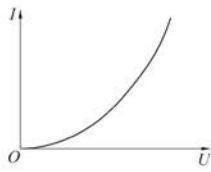


图 12-2-3 某热敏电阻的 $I-U$ 图像

练一练

- 将电炉接入电压为220V的家庭电路中，电炉中电热丝工作时的阻值为30Ω，求通过电热丝的电流。
- 将小灯泡接入电路后，测得其两端电压为2.5V，通过它的电流为0.3A，求小灯泡此时的电阻。
- 某同学认为，当导体两端电压为零时，没有电流通过，所以该导体电阻为零。你认为该同学的观点是否正确，并简述理由。
- 图12-2-4是电阻A、B的I-U图像，试比较两电阻的大小。

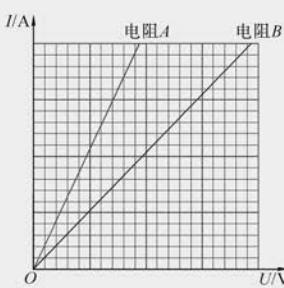


图12-2-4

1. 参考解答：根据欧姆定律，通过该电热丝的电流 $I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{ V}}{30\Omega} \approx 7.33\text{ A}$ 。

命题意图：运用欧姆定律，解决实际问题。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：根据欧姆定律，小灯泡此时的电阻 $R = \frac{U}{I} = \frac{2.5\text{ V}}{0.3\text{ A}} \approx 8.3\Omega$ 。

命题意图：运用欧姆定律及其推导式，解决实际问题。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：该同学的观点不正确。因为导体的电阻是导体的一种物理性质，与导体两端的电压和通过导体的电流无关，因此，即使当导体两端的电压为零时，通过导体的电流为零，导体

的电阻不发生变化，依然是一个定值。

命题意图：理解欧姆定律推导式的意义。

主要素养：科学论证；质疑创新。

4. 参考解答：当电阻A、B两端的电压相同时，通过电阻A的电流大，因此电阻A的阻值小于电阻B的阻值。

命题意图：会提取图像中两条曲线所蕴含的信息，并对提取的信息作对比分析。

主要素养：证据；解释。

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各种不同规格的电阻器，引入测量电阻的实验。

2. 通过实验，了解“伏安法”测量电阻的原理和基本操作。

3. 通过回顾“伏安法”测电阻的过程，了解其他测量电阻的常见仪器和常用方法。

正文解读

[1] 各种规格的电阻器上一般都会标出电阻值，有的用数字加字母的方式标出，有的用色环的方式标出，但是为了掌握其精确的阻值，在使用前一般都会测量其电阻。本节内容回应了节首图提出的问题。

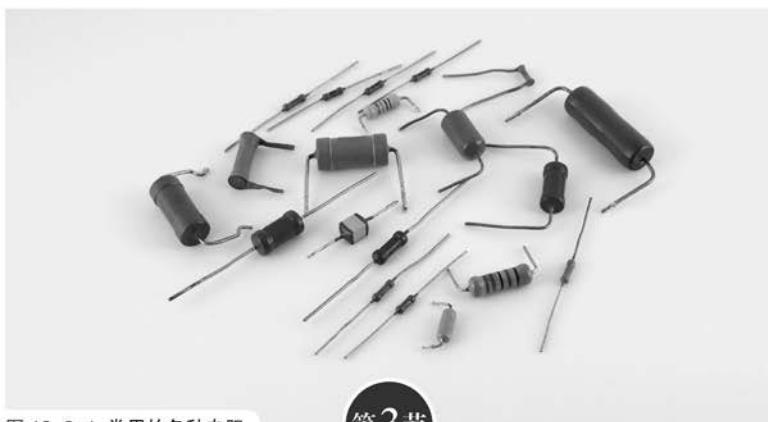


图 12-3-1 常用的各种电阻

第3节

电阻的测量

[1] 在设计和制作电器过程中，会用到各式各样的电阻。图 12-3-1 是一些常用的电阻，在使用前，我们需要测量它们的电阻值。如何通过实验来测量呢？

● 如何用电流表和电压表测量电阻？

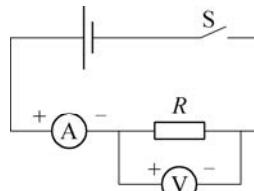
导体的电阻可以通过间接测量的方法获得，其中，实验室常用电流表和电压表测量电阻。

[2] 学生实验

用电流表和电压表测量电阻

实验原理与方案

根据欧姆定律，要测量导体的电阻 R ，可以先测量导体两端的电压 U 和通过导体的电流 I ，再利用公式 $R = \frac{U}{I}$ 就可以计算出导体的电阻。



[2] 本实验是课程标准中的测量类学生实验。实验中，如果学生没有意识到实验结果会存在误差，可以引导学生连接图 1 所示电路，先测量一组数据，然后通过改变电源电压的方法改变待测电阻两端的电压，测量第二组数据，计算两次实验的电阻值，比较电阻值是否相同。

图 1

[1] 实验装置与方法

本实验要用到待测电阻、电源、电流表、电压表、滑动变阻器、开关及导线等。

画出实验电路图。

实验操作和数据收集

设计数据记录表。

按照电路图连接电路。调节滑动变阻器，测量多组电压值和电流值，将实验数据记录在表中。

数据处理

计算电阻值，取其平均值即可得出本实验中待测电阻的阻值。

实验结论

待测电阻的阻值 $R = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

交流讨论

分析每次实验所得的电阻值，说明本实验需要多次测量的原因。

• 如何便捷地测量电阻？

[2] 用电流表和电压表分别测量通过导体的电流和导体两端的电压，再利用公式计算出导体的电阻，这种间接测量电阻的方法称为“伏安法”。此外，还可以使用多用电表便捷地测量导体的电阻（图 12-3-2）。

[3] 为了更加精确地测量导体的电阻，可以采取多次测量取平均值的方法，也可以选用精度更高的测量工具或改进测量方法。



图 12-3-2 用多用电表测电阻

[1] 本实验也可以通过改变电源电压的方法改变待测电路两端的电压。本实验采用外接法，详见本章资料链接。

[2] 此处并不需要学会使用多用电表，而是通过举例说明测量电阻的方法有很多，依据的原理也不尽相同。

[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。通过举例说明减小误差的方法很多，并不是只有多次测量取平均值一种方法。

习题解读

1. 参考解答: $R = \frac{U}{I}$ 多用电表。

命题意图: 回顾实验的测量原理。

主要素养: 证据。
2. 参考解答: 如图 2 所示。

命题意图: 回顾实验电路的连接。

主要素养: 证据。
3. 参考解答: 改变接入电路的干电池节数。

命题意图: 回顾不同的实验方案。

主要素养: 科学推理; 质疑创新。

练一练

1.“伏安法”测电阻的实验原理是: _____, 测量电阻的方法有很多, 比如可以用 _____ 便捷地测量电阻。

2. 在“用电流表和电压表测量电阻”的实验中, 连接图 12-3-3 所示电路, 有两根导线尚未连接。用笔画线代替导线补上。



图 12-3-3

3. 在“用电流表和电压表测量电阻”的实验中, 可选器材有: 待测电阻、电流表、电压表、若干节干电池、开关及导线。实验中如何改变待测电阻两端电压?

4. 某同学用电流表和电压表测小灯泡的电阻, 他将测得的实验数据和观察到的现象填在表 12-3-1 中。

表 12-3-1

实验序号	小灯泡两端电压 U/V	通过小灯泡电流 I/A	小灯泡的电阻 R/Ω	小灯泡的亮度
1	1.1	0.16		
2	1.4	0.20		
3	1.7	0.24		
4	2.2	0.25		
5	2.5	0.26		暗 ↓ 亮

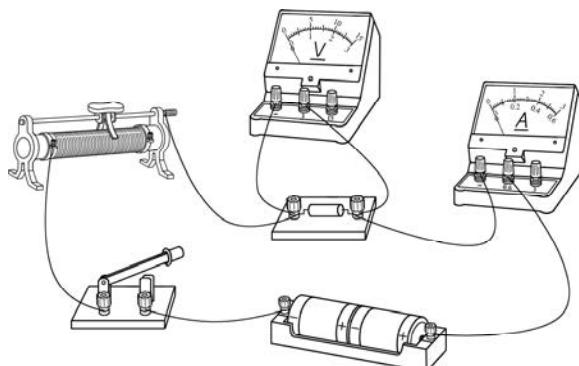


图 2

(1) 根据表 12-3-1 中的各组数据计算对应的小灯泡的电阻，并填在表格中。

(2) 通过小灯泡的电流随其两端电压变化的 $I-U$ 图像最接近图 12-3-4 中的哪一个？

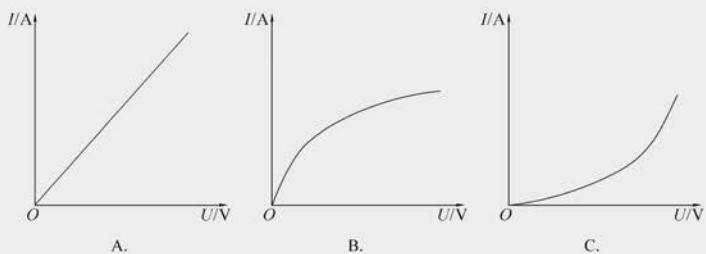


图 12-3-4

(3) 该同学通过查阅资料了解到，灯丝的温度越高，小灯泡就越亮。试根据上述信息简要分析小灯泡灯丝电阻随温度变化的关系。

4. 参考解答：

(1) 6.9 7.0 7.1

8.8 9.6 (2) B

(3) 同一小灯泡，其灯丝温度越高，电阻越大。

命题意图：通过实验了解小灯泡电阻随温度变化的规律。

主要素养：证据；解释。

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集成电路板，引出电路中电阻的连接方式问题。

2. 通过“自主活动”，引导学生了解串联电路中等效替代的含义，并建立等效电阻概念。

3. 通过类比探究串联电路等效电阻的方法，引导学生经历先推导后实验验证的过程，并分析得出并联电路的等效电阻。



图 12-4-1 电路板

第4节

电阻的串联和并联

[1] 实际电路中往往有多个电阻，如图 12-4-1 所示，这些电阻在电路板上通过铜箔进行连接，它们有的串联，有的并联，形成错综复杂的电路。我们可以利用串联电路或并联电路中电流、电压的特点进行电路分析，也可以利用电阻串联或并联时对电流的阻碍作用先将电路简化后再进行分析。那么，应该如何简化电路呢？

● 两个电阻串联的效果如何？

我们知道，电阻是表示导体对电流阻碍作用的物理量。如果两个电阻串联接入电路中，能否用一个电阻替换这两个电阻，且替换前后电路中导体对电流的阻碍作用相同，即电阻替换前后通过该电路的电流保持不变？

[1] 节首图中的电路板是电器控制电路的主要构成部分，通过集成的方式减小电路体积和功耗。通过优化电路元件布局、提高空间利用率，实现了生活电器的小型化。电器一般都具有多种多样的功能，所有这些功能的实现都是依靠集成电路板。安装在电路板上的电阻，其基本的连接方式是串联和并联，本节内容的学习就是帮助学生掌握电路简化的办法。

[1] 自主活动

如图 12-4-2 所示，将 5Ω 的电阻 R_1 和 15Ω 的电阻 R_2 串联，闭合开关，记录电流表的示数。

分别将不同阻值的电阻 R 接入原电路，替换串联连接的电阻 R_1 和 R_2 。闭合开关，分别记录每次替换后电流表的示数，直至替换前后电流表的示数相等，记录此时电阻 R 的阻值。

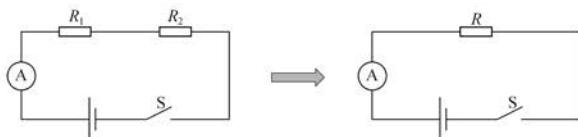


图 12-4-2 实验电路图

在上述实验中，当用 20Ω 的电阻替换串联连接的 5Ω 和 15Ω 两个电阻时，替换前后电流表的示数相同。这说明 5Ω 和 15Ω 的两个电阻串联接入电路可以被一个 20Ω 的电阻等效替代。

用一个电阻 R 替换串联连接的两个电阻 R_1 和 R_2 ，若替换前后通过电路中的电流相同，则电阻 R 叫做电阻 R_1 、 R_2 串联的等效电阻。

- [2] 根据欧姆定律和串联电路中电流、电压的特点，可以推导出串联电路的等效电阻与各串联电阻的关系。

在图 12-4-2 中，设电阻 R_1 两端的电压为 U_1 ，电阻 R_2 两端的电压为 U_2 ，通过电阻 R_1 、 R_2 的电流分别为 I_1 和 I_2 。

根据串联电路中电压的特点： $U = U_1 + U_2$

可得 $IR = I_1R_1 + I_2R_2$

[1] “自主活动”在具体情境中运用了等效替代的思想。通过实验数据的对比使学生可以直观感受到一个电阻可以等效替代原来两个串联的电阻，从而建立等效电阻的概念。这一活动让知识的形成过程从抽象变得具体，有助于学生进一步体会等效替代的方法。

可以提供更多阻值不同的电阻，通过多组实验数据的对比与分享，充分体会结论的普遍性。

[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。通过理论推导得到的结论与实验结论相互印证，帮助学生更深刻地理解物理公式的科学意义。理论推导的过程也是学生学习用新方法解决问题的过程，可锻炼学生的抽象思维，提升其逻辑推理能力和综合运用知识的能力。

[1] “示例 1”说明当电源电压高于用电器正常工作电压时，常采用在电路中串联一个电阻来“分担”一部分电压，从而确保该用电器能正常工作。

在这一问题解决的过程中，引导学生体会串联电路的分压作用在生活中的实际意义。用电阻“分担”电压会导致一部分电能在分压电阻上转化成内能，从节约能源的角度，应尽量减少分压损耗。

再根据串联电路中的电流特点： $I = I_1 = I_2$

$$\text{所以 } R = R_1 + R_2$$

这一结论可推广至多个电阻的串联，即

串联电路的等效电阻等于各串联电阻之和。

$$\text{根据欧姆定律可得: } I_1 = \frac{U_1}{R_1}, I_2 = \frac{U_2}{R_2}$$

又因为

$$I_1 = I_2$$

所以

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$

即

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

当电阻 R_1 和 R_2 串联时， R_1 和 R_2 两端的电压与其电阻大小成正比。

串联电路具有分压作用。如图 12-4-3 所示，在两个电阻串联的电路中，阻值越大的电阻分配到的电压就越大，反之亦然。

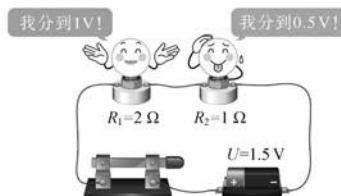


图 12-4-3 串联电路的分压作用

[1] 示例 1 · 某用电器正常工作的电压为 3 V，通过它的电流为 0.2 A。将此用电器接入电压为 5 V 的电源，要使该用电器正常工作，需要串联一个多大的电阻？

解：设需要串联的电阻 R 两端的电压为 U_2 ，已知电源电压 $U = 5 V$ ，用电器两端电压 $U_1 = 3 V$ ，

则

$$U_2 = U - U_1 = 5 \text{ V} - 3 \text{ V} = 2 \text{ V}$$

由欧姆定律可得

$$R = \frac{U_2}{I} = \frac{2 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 10 \Omega$$

即需要串联一个 10Ω 的电阻。

● 并联电路的等效电阻与各电阻之间有何关系？

在并联电路中，也可以用一个电阻 R 等效替换并联的两个电阻 R_1 和 R_2 ，电阻 R 就叫做两个并联电阻的等效电阻。那么， R 与 R_1 、 R_2 之间又存在怎样的关系呢？

自主活动

- [1] 根据欧姆定律和并联电路中电流、电压的特点，推导图 12-4-4 中 R 与 R_1 、 R_2 之间的关系。

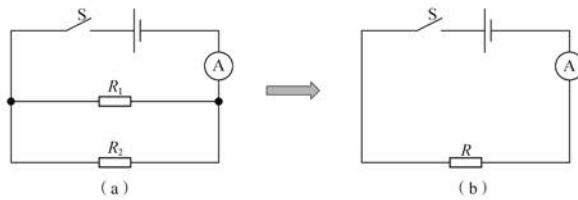


图 12-4-4 两电阻并联的等效电路图

根据欧姆定律和并联电路中电流、电压的特点，可以推导出 R 与 R_1 、 R_2 的关系是：

[1] 此处设置“自主活动”，目的是在串联电路等效电阻的基础上实现能力的迁移。引导学生利用串联电路等效电阻理论推导过程中学到的方法，完成并联电路等效电阻的理论推导，巩固欧姆定律和并联电路电流、电压规律。这有助于培养学生类比、推理等思维方法。

[1] 在“自主活动”中,先通过直接运用并联电路电阻规律,掌握并联电路的电阻特点,然后通过实验进一步验证理论推导的结论。再次让学生在真实情境中理解等效电阻的概念和等效替代的方法。

[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。对比等效电阻与分电阻的大小关系,并用影响电阻大小的因素进行解释,运用等效的思维方法并综合本章知识解释现象。

[3] 此处通过推导并联电路中各电阻的电流大小与其阻值之间的关系,了解并联电路的分流作用,加深对欧姆定律的理解,提高综合运用知识的能力。

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

通过理论推导得出的结论,能否在实验中得到验证呢?

自主活动

[1] ①现有阻值分别为 10Ω 和 15Ω 的电阻 R_1 、 R_2 , 计算其并联时的等效电阻 R 。

②将电阻 R_1 、 R_2 按图 12-4-4 (a) 连接, 闭合开关, 记录电流表的示数。

③用电阻 R 替换电阻 R_1 、 R_2 接入原电路中, 如图 12-4-4 (b) 所示。闭合开关, 观察替换前后电流表的示数是否相同。

上述理论推导和实验都得到了相同的结论。

这一结论同样可推广至多个电阻的并联, 即

[2] 并联电路等效电阻的倒数, 等于各并联电阻的倒数之和。

[3] 在图 12-4-4 (a) 中, 设电阻 R_1 两端的电压为 U_1 , 电阻 R_2 两端的电压为 U_2 , 通过电阻 R_1 、 R_2 的电流分别为 I_1 和 I_2 。

根据欧姆定律可得: $U_1 = I_1 R_1$ 、 $U_2 = I_2 R_2$

又因为 $U_1 = U_2$

所以 $I_1 R_1 = I_2 R_2$

即 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$

当电阻 R_1 和 R_2 并联时, 因为各支路两端的电压相等, 通过 R_1 和 R_2 的电流与电阻大小成反比。

[1] 并联电路具有分流作用。并联电路的分流作用可类比道路中两条宽窄不同的支路，如图12-4-5所示，宽的支路（阻值小的电阻），分到的车多（分到的电流大）；窄的支路（阻值大的电阻），分到的车少（分到的电流小）。

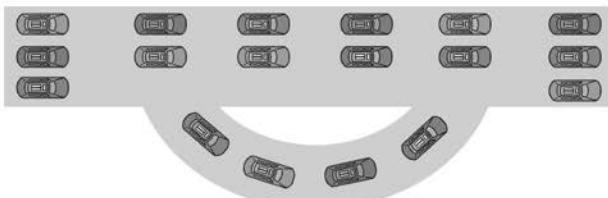


图12-4-5 车辆的分流示意图

[2] 示例2·某电路中的总电流为1A保持不变。现有一阻值为 10Ω 的用电器，正常工作电流为0.6A，如何设计电路才能使该用电器正常工作？

解：已知电路的总电流 $I=1\text{A}$ ，通过用电器 R_1 的电流 $I_1=0.6\text{A}$ ，所以应并联一个电阻 R_2 。

根据并联电路中电流的特点可得

$$I_2 = I - I_1 = 1\text{A} - 0.6\text{A} = 0.4\text{A}$$

由欧姆定律和并联电路中电压的特点可得

$$U_2 = U_1 = I_1 R_1 = 0.6\text{A} \times 10\Omega = 6\text{V}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{6\text{V}}{0.4\text{A}} = 15\Omega$$

即需要与该用电器并联一个 15Ω 的电阻。

生产生活中的实际电路往往比较复杂，我们也可以用等效替代的方法对复杂电路进行简化处理。

[1] 将生活中宽窄不同的道路与阻值不同的并联电路相类比，通过车辆的分流帮助学生体会并联电路的分流作用，使抽象的电学知识变得形象而直观。

[2] “示例2”与“示例1”都是通过利用所学知识解决实际问题，引导学生了解并联电路的分流作用在生活中的应用，并进一步巩固欧姆定律和并联电路中电流、电压的特点等知识。

习题解读

1. 参考解答：并

联 变小。

命题意图：运用并联电路的特点，解决实际问题。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：大 于 等于 大于。

命题意图：运用串联电路中电流、电压、电阻规律解决实际问题。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：方 法一：将三个 10Ω 的 电阻串联。方法二：将 一个 10Ω 和一个 20Ω 的电阻串联。

命题意图：运用串联电路和并联电路电阻的规律，解决实际问题。

主要素养：科学推理；科学论证；质疑创新。

4. 参考解答： $\frac{U_1}{U} = \frac{r}{R+r}$

$\frac{r}{R+r}$ 电线用铜、铝等材料制成，其电阻越小， U_1 越小。即导线分得的电压越小，远距离输电时，电压下降也就越小。

命题意图：本题将真实情境中民用部分电路简化为电路图，即将实际电线等效成理想的无电阻的导线和一个阻值为 r 的电阻，将用电器简化为一个阻值为 R 的电阻，运用了模型建构和等效替代等思维方法。在运用串联电路的规律解决实际问题的过程中，培养学生的科学态度与责任。

主要素养：模型建构；科学推理；科学论证；科学态度；社会责任。

练一练

1. 学校照明电路中的电灯是_____的，每多点亮一盏电灯，照明电路的等效电阻将_____。

2. 长度相同的铜导线甲和乙，甲的横截面积小于乙的横截面积，则甲导线的电阻_____乙导线的电阻。如图 12-4-6 所示，将它们串联在电路中，通过甲导线的电流_____通过乙导线的电流，甲导线两端的电压_____乙导线两端的电压。

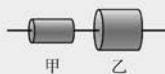


图 12-4-6

3. 某同学因维修用电器，需要一个阻值为 30Ω 的电阻，但他只找到了三个 10Ω 的电阻， 20Ω 、 50Ω 的电阻各一个。请你给该同学提出解决问题的建议。

4. 我国特高压输电技术全世界领先，具有输送容量大、输送距离远、线路损耗低等特点。图 12-4-7 所示的输电线路虽然复杂，但是我们可以把其中民用的部分电路简化成如图 12-4-8 所示的电路图。



图 12-4-7

在图 12-4-8 中，总电压为 U ，电线的电阻为 r ，用电器的电阻为 R 。求加在电线上的电压占总电压的比例 $\frac{U_1}{U}$ （用字母 r 和 R 表示），并据此说明电线用铜、铝等材料制成的好处。

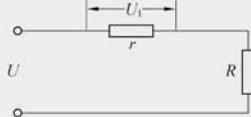


图 12-4-8



物理学与社会发展

半导体材料的应用

[1] 半导体是一种重要的电子工业材料。用半导体材料制成的二极管、三极管等是各种电路的重要元件（图1）。集成电路是半导体技术发展过程中形成的一个重要分支，生活中的智能家电，工业中的仪表机床，军事上的卫星导弹都离不开集成电路。集成了上亿个晶体管的芯片（图2）因其技术含量极高，制造工艺复杂，成为半导体产业链上的掌上明珠。

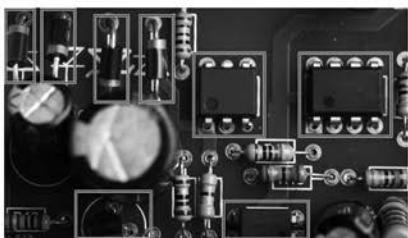


图1 电路板上的半导体元件（红线框出）



图2 集成电路芯片

● 跨学科实践任务

任务1：体验半导体器材的简单应用，调查并了解半导体材料的应用对社会发展的影响。

- [2] 了解实验室提供的发光二极管的物理参数，合理选择器材并连接电路，使二极管发光。
- [3] 调查我国半导体工业的发展历程和所取得的重大成就，列举半导体芯片的广泛应用和制造难度。

任务2：由2~3位同学组成一个小组，共同绘制一份以“半导体材料的

91

[1] 背景知识详见本章资料链接。本活动需2课时。

[2] 第1课时完成任务1。教师应提前了解实验用发光二极管的工作电压和电流的范围，将这些物理参数提供给学生，以便合理选择实验器材。

注意不要选择亮度太高的发光二极管，避免学生因直视发光二极管而引起视力受损。也不能选择工作电压超过6V的发光二极管，确保实验安全。

[3] 在综合活动手册中要求学生补充完整发光二极管的实验电路图，并对比发光二极管和普通小灯泡的异同，从而学会运用比较与分类的思维方法。

发光二极管的背景知识详见本章资料链接。

接。注意资料链接中仅给出了常见发光二极管的正负引脚标注方式和伏安特性曲线。教师应提前阅读实验用发光二极管的产品说明。

[1] 第 2 课时完成任务 2。学生通过任务 2 了解半导体的广泛应用,以及我国半导体工业的成就与欠缺之处。激发学生的民族自豪感与社会责任感。

[2] 在综合活动手册中增加了海报的评价流程。通过小组自我介绍和互评等方式形成基于评价反思量表和全班整体水平的评价依据;然后按照评价依据开展自评和互评。这有助于培养学生质疑创新的科学思维方式。

[1]“应用”为主题的科普海报。海报内容应包含:发光二极管(LED)的物理性质和应用场景;我国半导体工业的成就;半导体芯片制造的主要难点。各小组交流分享学习心得并展示海报内容。

[2] ● 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	能描述我国半导体工业的大致发展历程和重大成就		
	能阐述半导体芯片制造的主要技术难点		
信息搜集	能正确连接电路使发光二极管正常发光,并说明发光二极管的主要物理性质		
	能举例说明发光二极管的应用		
交流合作	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☆☆☆,基本符合得☆☆,少量符合得☆

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 电阻：表示导体对电流阻碍作用的物理量。
- 滑动变阻器：利用导体电阻随长度变化的特点制成的阻值可变的电阻器。
- 欧姆定律：通过导体的电流 I 与导体两端的电压 U 成正比，与导体的电阻 R 成反比。
- 串联电路的电阻关系：串联电路的等效电阻等于各串联电阻之和。
- 并联电路的电阻关系：并联电路等效电阻的倒数，等于各并联电阻的倒数之和。

知识结构图



本章练习解读

1. 参考解答：不正确 导体的电阻与它的材料、长度和横截面积等有关。

命题意图：运用电阻大小的影响因素作出正确的判断。

主要素养：科学论证。

2. 参考解答：如图3所示。

命题意图：运用欧姆定律和串联电路的特点，解决实际问题。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：变小。

命题意图：运用滑动变阻器的相关知识，作出正确的判断。

主要素养：科学推理。

本章练习

1. 某同学查阅了表12-1-1后认为1m长的铜导线一定比1m长的镍铬导线电阻小。你认为该同学的说法正确吗？简述理由。

2. 在图1所示的电路中，有一根导线尚未连接，试用笔画线代替导线补上。要求：闭合开关S，电路正常工作；向左移动滑动变阻器的滑片P，电流表的示数变小。

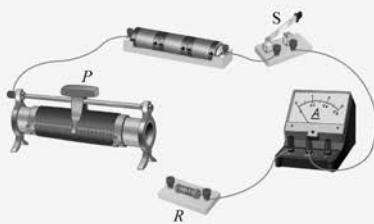


图1

3. 如图2(a)所示，在调音台上有一些上下滑动的推拉杆，它其实是一种拉杆式变阻器，其结构如图2(b)所示。若将拉杆式变阻器的A、C两接线柱接入电路，当滑片向下移动时，拉杆式变阻器的电阻如何变化？



图2

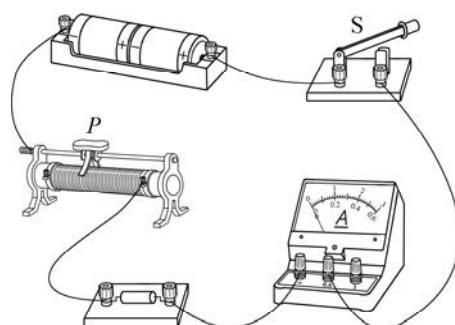


图3

4. 如图 3 所示, 浴室防雾镜的背面安装有电热膜, 通电后, 镜面受热, 附着在镜面上的水雾就会蒸发消失。电热膜正常工作时, 电压为 220 V, 通过它的电流为 0.2 A, 求此时电热膜的电阻。



图 3

5. 某同学做“探究电流与电压、电阻的关系”的实验, 电路如图 4 所示。他用 A、B 两个阻值不同的导体进行实验, 实验中多次改变导体两端电压的大小, 并将测量的数据记录在表 1 和表 2 中。

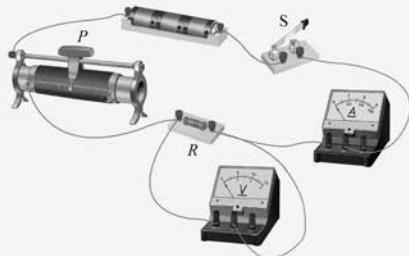


图 4

表 1

$$R_A = 15 \Omega$$

实验序号	电压 U/V	电流 I/A
1	0.9	0.06
2	1.2	0.08
3	1.5	0.10
4	1.8	0.12
5	2.4	0.16

表 2

$$R_B = 30 \Omega$$

实验序号	电压 U/V	电流 I/A
1	1.2	0.04
2	1.5	0.05
3	1.8	0.06
4	2.4	0.40
5	2.5	0.08

4. 参考解答: 电

$$\text{热膜的电阻 } R = \frac{U}{I} =$$

$$\frac{220 \text{ V}}{0.2 \text{ A}} = 1100 \Omega.$$

命题意图: 运用欧姆定律解决实际问题。

主要素养: 科学推理。

5. 参考解答: (1) 如图 4 所示。表 2 中实验 4 的电流数据过大, 可能误认为电流表的量程是 0~3 A。

表 2 实验 4 的电流数据在方格纸上无法画出, 学生也可以据此判断实验序号 4 的电流数据过大。

(2) 保持电阻两端的电压不变, 更换阻值不同的导体, 记录电压表、电流表的示数。

命题意图: 强化用图像法来分析处理电流与电压的关系的方法, 培养学生的实验设计能力。

主要素养: 科学论证; 问题; 证据; 解释; 交流。

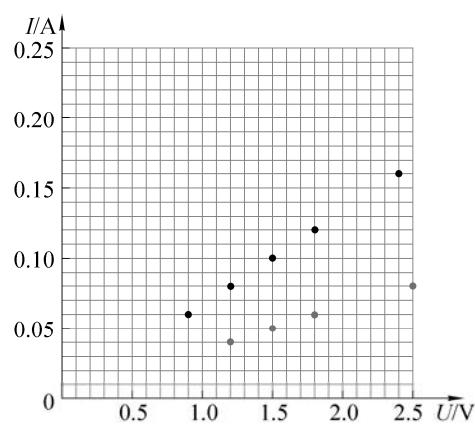


图 4

(1) 根据两表中的数据,在图5的方格纸上画出各组数据对应的点,是否有数据与其他数据存在明显差异?若有,简述可能的原因。

(2) 该同学准备继续研究电流与电阻的关系。实验室除了现有器材之外,还有阻值不同的导体若干,他应该如何操作?

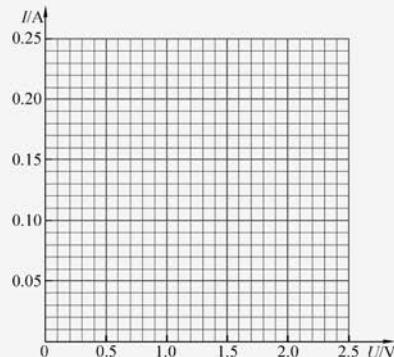


图5

6. 参考解答: 乙组 需要多个不同阻值的电阻,才能探究电流与电阻的关系。

命题意图: 巩固“探究电流与电压、电阻的关系”实验方案和实验过程。

主要素养: 科学论证;质疑创新。

6. 甲、乙两组实验器材如图6所示,若要完成“探究电流与电压、电阻的关系”的实验,应选择哪一组器材?简述理由。

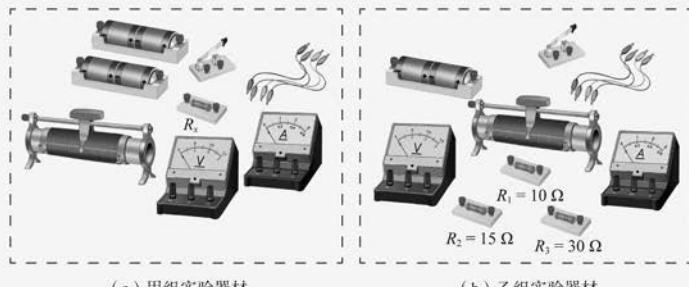


图6

7. 某同学因为维修用电器，需要一个阻值为 30Ω 的电阻，但他只找到了 40Ω 、 50Ω 、 120Ω 的电阻各一个。简述如何解决这一问题。

8. 如图 7 所示，在“探究电流与电压、电阻的关系”实验中，电阻 R 的阻值为 10Ω ，滑动变阻器滑片 P 位于中点附近。若用一阻值为 20Ω 的电阻替换 R 后，要保持电阻两端电压不变，需将滑动变阻器的滑片 P 向何处移动？简述理由。

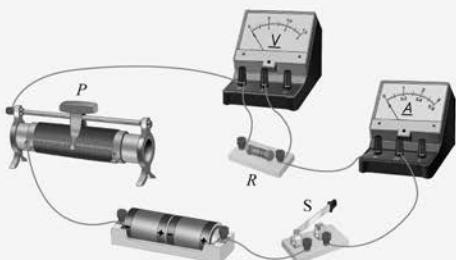


图 7

7. 参考解答：将 40Ω 和 120Ω 的电阻并联。

命题意图：运用并联电路电阻的规律，解决实际问题。

主要素养：科学推理；科学论证。

8. 参考解答：向右 串联电路中，用电器两端电压之比等于电阻之比。更换了较大的定值电阻时，要保持定值电阻两端电压不变，则滑动变阻器的阻值也应相应变大。

命题意图：运用串联电路的特点和欧姆定律，解决实际问题。

主要素养：科学推理；科学论证。



不同种类的电阻器

所有的电阻器均标有额定功率,额定功率是指电阻器长期工作而不至于损坏的最大功率。因此同样阻值的电阻器因其额定功率和使用场景不同,外形差别很大。

波纹电阻主要用于变频器控制电机快速停止的机械系统中,将电机快速停止所产生的再生电能转化为内能。波纹电阻在圆柱形的瓷管上缠绕了扁平波浪形的合金电阻丝,并在其表面涂覆一层耐高温的阻燃涂层。陶瓷管作为电阻丝支撑骨架的同时,又具有散热功能。波纹电阻的额定功率可以达到10 000 W,长度从10 cm到80 cm不等。

随着电路板向高集成度和小型化发展,对体积较小的贴片电阻的需求日益增加。可以使用表面贴装技术将其直接安装到PCB电路板上,既缩小了元器件的尺寸,又大大缩短了制造电路的时间。贴片电阻的额定功率在0.5 W到5 W之间,长度在0.6 mm到6 mm之间。

碳膜电阻是将碳在真空高温的条件下分解的结晶碳蒸镀沉积在陶瓷骨架上制成的,这种电阻电压稳定性好,价格低廉,额定功率较小。

金属膜电阻是用真空蒸镀、化学沉积或高温分解等方法将合金材料沉积在陶瓷骨架表面制成的。这种电阻具有耐高温性能好、热稳定性好、精度高等优点。

超导体简介

科学家早就发现,某些金属、合金和化合物在温度降到绝对零度(−273.15 ℃)附近某一特定温度时,电阻会突然跳变到零,这种现象叫做超导现象。如果能得到在室温下呈现超导现象的材料,就会给人类带来很多好处,如用超导材料做成的导线由于没有电阻,将大大减少导线的线路损耗。

1987年,我国物理学家赵忠贤所在的小组独立发现了90 K(约−183 ℃)以上的超导材料,并首先向全世界公布了其化学成分。从超导现象被发现后的100多年间,科学家对超导的探索从未停止。

高压输电线材料选择

高压线由于大多数是架空线,所以传统工艺多用钢芯铝绞线(GLJ),钢芯是为了提高线路的强度,铝的导电性能虽然比不过铜,但是作为高压线具有以下优势:铝的价格比铜低;铝的密度较小,相同体积的铝和铜,铝的质量也较小,所以在架空情况下不容易受重力作用而下垂。

如图5所示,可以用一个简单的物理模型来对比铝线和铜线输电性价比。长为l的铝线和铜线,若它们的电阻R相同,则铝线的横截面积S_铝较大,设铝和

铜的电阻率分别为ρ_{R铝}和ρ_{R铜},则有S_铝= $\frac{\rho_{R\text{铝}} l}{R}$ 和S_铜=

$\frac{\rho_{R\text{铜}} l}{R}$ 。设铝和铜的密度分别为ρ_铝和ρ_铜,则有m_铝=

$\rho_{\text{铝}} S_{\text{铝}} l = \frac{\rho_{\text{铝}} \rho_{R\text{铝}} l^2}{R}$ 和m_铜= $\frac{\rho_{\text{铜}} \rho_{R\text{铜}} l^2}{R}$ 。将铝和铜的电

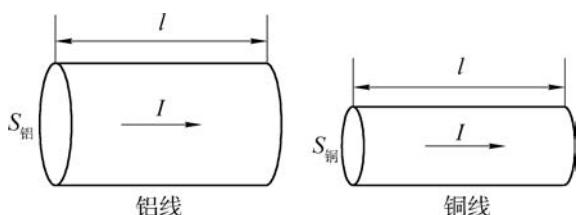


图5

阻率和密度分别代入上述两式,可以得出 $m_{\text{铝}} < m_{\text{铜}}$ 。

所以,铝线的传送电流 I 与自身质量 m 的比值 $\frac{I}{m}$ 比铜线的大,再加上单位质量的价格优势,对于高压输电线而言,铝线性价比较高。当然铝也有一些耐腐蚀和抗金属疲劳等方面的缺点。

截至 2023 年,上海市区范围内一般有 6 kV、10 kV、35 kV、110 kV,110 kV 以下(含 110 kV)几种高压,且大多是入地线,所以都用铜线。上海市郊很多架空线也是铜线内缠钢芯,220 kV 以上架空线则都是铝线。

欧姆定律的建立

欧姆的励志故事可以贯穿本章的主要教学内容,有助于激发学生不畏艰难、勇于探索的科学精神,并能从中感受到一些科学方法。

欧姆的研究条件

我们今天看到的欧姆定律表达式包含了电流、电压和电阻三个物理量。但是在欧姆所处的时代,并没有明确的电压和电阻概念。至于实验器材,则是既没有电流表,也没有电压表,甚至没有电压稳定的电源!就是在这样困难的条件下,欧姆开始了他的艰辛探索。

电张力——善于类比

欧姆受到傅立叶热传导理论的启发,猜想导线中的电流正比于导线两端的某种推动力,欧姆称为电张力,这就是后来的电压。

电流测量和温差电池——等效替代

欧姆把电流磁效应和库仑扭秤巧妙地结合起来,设计了一个电流扭力秤,用磁针偏转角度来等效地显示电流的大小。

欧姆一开始使用的电源是电压不稳定的伏打电堆,后来欧姆采用温差电池作为电源,并通过电源两极的温差值来反映电源电动势。

电阻与导体材料、长度和横截面积的关系——控制变量

欧姆分别研究了不同金属导体的导电性能,最后发现相同材料的金属导体,其长度和横截面积比值相同时,对电流的阻碍作用相同,这为欧姆的后续研究打下了基础。

欧姆定律——科学探索的艰辛

欧姆通过改变电池温差改变电源电压(电源电动势)(图 6),正如他的猜想,电流与电源电压成正比。然而电源电压相同时,电流并不与金属导体的长度(代表电阻大小)成反比,于是欧姆通过大量实验并运用多种分析方法得出了这样的表达式: $X = \frac{a}{b + x}$ 。其中, X 表示磁针偏转角度大小,代表电流大小。

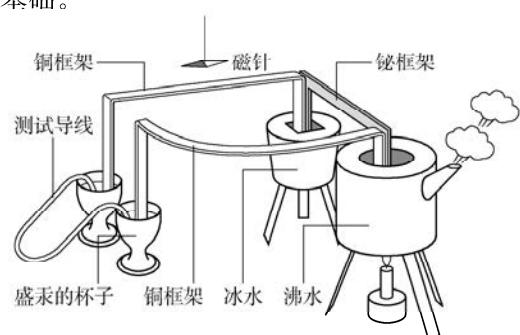


图 6

欧姆并没有就此止步,通过进一步实验和理论推导,他得出了通过一段导体的电流遵循公式 $X = \frac{a}{L}$,

其中 L 被欧姆表示为 $L = \frac{l}{k\omega}$, 其中 l 是导体的长度, ω 是导体的横截面积, k 由导体材料决定,这就是电

阻定律 $R = \rho \frac{L}{S}$ 。

然而“欧姆定律”问世后却并没有立即得到主流学界的认可,而是随着时间的推移,才不断有物理学家里认识到了欧姆的发现及其重要意义。1841年,英国皇家学会授予他科普利奖章。

伏安法测电阻

伏安法测电阻的基本电路有两种,图7(a)所示为外接法,图7(b)所示为内接法。由于实验用电流表与电压表并非理想电表,所以两种接法均会产生系统误差。

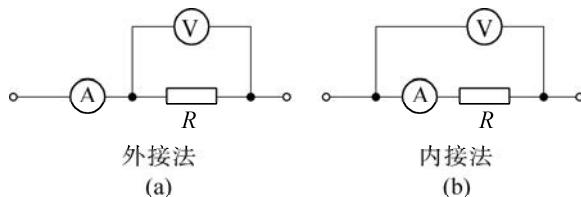


图7

外接法中电压表的测量值 U 即为电阻 R 两端的电压,而电流表的测量值 I 则包含了通过电压表的电流 I_V ,因此,只有待测电阻阻值远小于电压表内阻时,方可忽略 I_V 的影响。

内接法中电流表的测量值 I 即为通过电阻 R 的电流,而电压表的测量值 U 则包含了电流表两端电压 U_A ,因此,只有待测电阻的阻值远大于电流表内阻时,方可忽略 U_A 的影响。

考虑到实验室滑动变阻器的最大阻值一般不超过 50Ω ,且待测电阻的阻值一般在 $5\sim30\Omega$,所以初中阶段“伏安法”测电阻的电路大多采用外接法。

半导体材料和半导体元件

打开一个智能手机或者笔记本电脑的后盖,可以看见主板上布满了各式各样的半导体芯片。且不说工业、军事等领域,即便是我们的日常生活也是一刻也离不开半导体。了解一些初步的半导体材料和半导体元件知识,知道半导体芯片的制作难度,有助于增强学生的使命感和责任感,树立科技强国的理想。

物理学家常用电阻率来评估材料的导电性能。通常粗略地将电阻率介于 $10^{-5}\sim10^8\Omega\cdot m$ 的材料定义为半导体,电阻率小于 $10^{-5}\Omega\cdot m$ 的称为导体,大于 $10^8\Omega\cdot m$ 的称为绝缘体。用能带理论可以很好地解释半导体的导电性。

	13 III A	14 IV A	15 VA	16 VIA
	5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00
12 II B	13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.08	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.06
30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.63	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.97
48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6

图8

图8所示是元素周期表的一部分,其中硅和锗是最为重要的半导体材料。仅用硅或锗元素组成的半导体材料称为元素半导体,不同元素组合形成的半导体材料称为化合物半导体。化合物半导体中的砷化镓广泛应用于5G通信、数据中心、新一代显示、无人驾驶、可穿戴设备、航天等领域。

还有一种由有机材料组成的有机半导体,手机显示领域大放异彩的有机发光二极管(OLED)使用的就是有机半导体材料。

在半导体材料和元器件的制作过程中,不仅使用了半导体元素,还使用了金属与绝缘体材料,以及元素周期表中几乎所有元素之间的各种组合。可见生产半导体材料和制造半导体元件所涉及的学科门类非常多。

半导体材料的导电性能会因温度、光照等条件发生变化,从而可以用来制成热敏电阻或光敏电阻等半导体元件。这些半导体元件是传感器的重要组成部分。

传统的白炽灯将电能转化为可见光的效率不到3%,绝大部分能量以热辐射的形式向外传递。有些半导体元件通电后可以发光,最常见的就是用于照明的发光二极管(LED)。从LED的发光原理可知,其电能转化为光能的效率非常高。然而从1907年科学家发现碳化硅晶体通电后会发出微光开始,经历了数代科学家的不断努力,尝试了多种材料,一直到蓝光LED出现后,半导体发光元件才最终取代了白炽灯和荧光灯,进入千家万户成为节能环保的新一代光源。在蓝光LED领域作出突出贡献的三名科学家也因此荣获2014年诺贝尔物理学奖。

纯净的半导体晶体通过掺杂后导电性能大幅度提高,可以制成二极管、三极管、场效应管等功能多样的半导体元件。我们常把半导体材料制成的三极管、场效应管等元件统称为晶体管,利用晶体管的稳压、开关、放大和单向导电等功能可以设计制造出各种电路,应用非常广泛。如新能源汽车和高铁的电源系统中就大量用到绝缘栅双极型晶体管(IGBT)等半导体元件。

发光二极管

图9所示为常见的发光二极管,较长的为正引脚(+),较短的为负引脚(-)。只有当发光二极管两端的电压在其工作电压范围内,电流从正引脚流入、负引脚流出,且电源能提供足够的功率时,发光二极管才能正常发光。发光二极管的电路图符号是:





图9

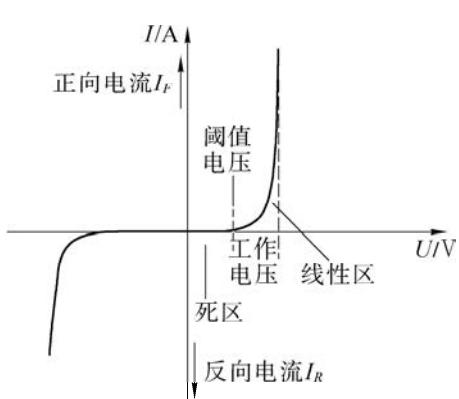


图10

图10所示是二极管的伏安特性曲线。将二极管的正引脚接高电位,负引脚接低电位,这种连接方式称为正向偏置。此时若二极管两端电压大于阈值电压,则二极管导通,通过二极管的电流增大到一定程度后,随着电流增大,二极管两端电压基本不再增大,但是通过二极管的电流不能太大,否则极有可能损坏二极管。

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 电阻 变阻器

第1课时

自主活动1

参考解答：(1) 以实际测量为准 (2) 小灯泡变暗 电流表的示数变小 (3) 小灯泡变暗 电流表的示数变小 (4) 导体虽然能够导电,但是对电流有阻碍作用,且粗细、长短相同的不同材料导体对电流的阻碍作用不同。

设计意图：能依据实验事实形成电阻的概念，并推理得出电阻大小与导体本身的一些因素有关。提升学生科学论证的能力。

自主活动2

参考解答：(1) 将导电面粉团揉搓成细长的形状时,电流传感器的示数变小,说明电阻变大。
(2) 导体的粗细 将导电面粉团揉搓成短且粗的形状时,电流传感器的示数变大,说明电阻变小。

设计意图：通过实验比较不同形状导电面粉团的电阻大小,猜想电阻大小与哪些因素有关。引导学生养成依据现象提出猜想与假设的习惯,增强问题证据意识。

自主活动3

参考解答：(1) 变大 变小 同种材料、横截面积相同的导体,长度越短,电阻越小 (2) 长度 横截面积 电阻 同种材料、长度相同的导体,横截面积越大,电阻越小。

设计意图：运用控制变量法,比较得出导体电阻与长度、横截面积的关系。培养学生运用证据进行科学论证的能力。

想一想

参考解答：(1) 三种材料的长度和横截面积都相同时,银的电阻最小。若只考虑电阻大小因素,用银做导线最合适。 (2) 通过了解银、铜、铝的价格可知,虽然铝最便宜,但是相同长度和横截面积的铝的电阻比铜大很多,而铜的电阻与银相差不大,价格却便宜很多。所以一般普通导线用铜制成。 (3) 铜的密度比铝大,所以架空的铜线在重力作用下容易下垂;高压输电距离远,导线的用量很大,而铜的价格又较贵,所以用铝制作高压线性价比较高。

设计意图：综合运用物理知识和相关信息得出结论,形成将物理知识与生产生活相联系的意识。

巩固练习

1. 参考解答： $<$ $<$ 。

命题意图：知道影响电阻大小的因素,基于规律运用证据进行科学推理。

2. 参考解答：(1) 不正确,两根导线的横截面积、材料是否相同没有说明。 (2) 不正确,两根导线的长度是否相同没有说明。 (3) 正确,铜导线若很细或者比较长,甚至兼而有之,则铜导线的电阻完全有可能大于铁导线的电阻。

命题意图：知道影响电阻大小的因素，基于规律运用证据进行科学推理。

3. 参考解答：(1) C 与 F (2) C 与 G (3) A 与 D。

命题意图：运用控制变量法设计探究实验方案。

第 2 课时

想一想

参考解答：通过交流讨论可以发现通过改变接入电路的金属丝的长度来改变电阻最方便。

设计意图：通过论证得出最佳方案，养成科学思维习惯。

自主活动 1

参考解答：(1) 滑动变阻器把很长的电阻丝绕在瓷筒上；滑片在金属杆上滑动，不会拖动导线移动。

(答案合理即可) (2) 电阻丝与滑片 P 接触处的绝缘漆被刮去，确保电阻丝可以和滑片 P 导通。

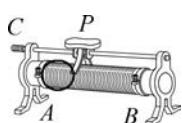
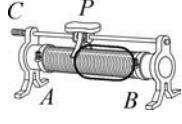
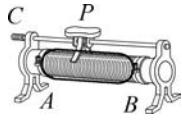
(3) 根据实验室提供的滑动变阻器铭牌填写。

设计意图：观察滑动变阻器的结构，了解其设计的优点，并分析其工作原理。

自主活动 2

参考解答：(1) 以实际实验为准。 (2) 根据接入的接线柱圈画。 (3) 以实际实验为准。 (4) 见表 1。 (5) 以实际实验为准，滑动变阻器接入电路的接线柱不同，答案不同。 (6) 只要将滑动变阻器的接线柱 C 与 A 或 B 接入电路，就可以通过移动滑片使其接入电路的阻值在 0 到最大阻值范围内变化。

表 1

接入电路的接线柱	圈出有电流通过的电阻丝	滑片 P 向右移动时，滑动变阻器的阻值变化情况	滑片 P 向右移动时，电流表的示数变化情况
AC		变大	变小
BC		变小	变大
AB		不变	不变

设计意图：通过自主活动，引导学生归纳总结滑动变阻器的工作原理，得出正确的连接方法，并了解滑动变阻器不仅可以改变电流，也可以改变电压，为下一节探究实验打下基础。

巩固练习

1. 参考解答：如图 11 所示。

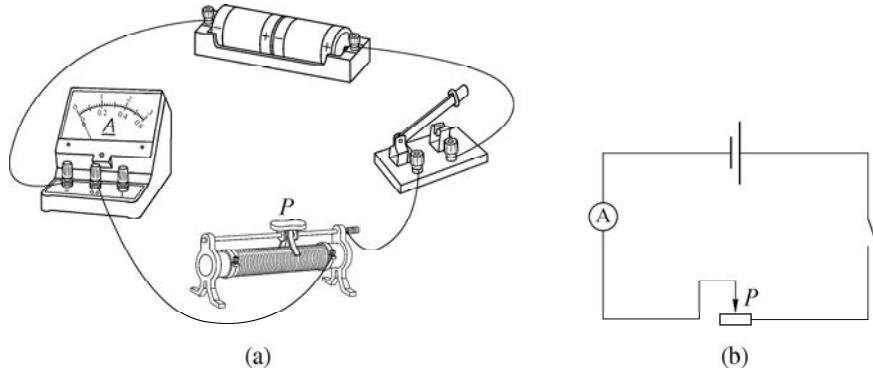


图 11

命题意图：会正确连接滑动变阻器。

2. 参考解答： $d - e$ 变长。

命题意图：了解变阻器的工作原理。

3. 参考解答：设计合理即可。

命题意图：了解滑动变阻器的工作原理，并解决实际问题。

第 2 节 电流与电压、电阻的关系

第 1 课时

学生实验 探究电流与电压、电阻的关系

实验一 探究电流与电压的关系

参考解答：实验步骤部分：1. 依据电源的不同，可以通过改变串联电池的节数改变导体两端电压，也可以改变稳压电源的输出电压来改变导体两端电压。 2. 如果保持电源电压不变，可以补充一个滑动变阻器，然后将导体和滑动变阻器组成串联电路，通过改变滑动变阻器连入电路的阻值，改变导体两端电压。 3. 如果通过改变电源电压来改变导体两端电压，可以设计如图 12(a)所示的电路图；如果利用滑动变阻器改变导体两端电压，可以设计如图 12(b)所示的电路图。

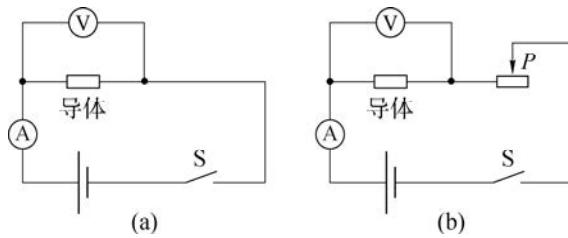


图 12

实验结论部分：1. 同一导体，如果导体两端的电压增大，通过导体的电流也增大。 2. 可以计算电压与电流的比值。发现同一导体，其两端电压与通过的电流比值基本相同。 3. $I - U$ 图像是一条过原点的倾斜直线。 4. 成正比。

实验二 探究电流与电阻的关系

参考解答：实验步骤部分：1. 一般情况下，更换不同阻值的导体后，导体两端的电压会随之改变。 2. 可以将滑动变阻器与导体串联组成电路，通过改变滑动变阻器接入电路的阻值，保持导体两端电压不

变。 3. 如果实验一采用的是实验电路图 12(b), 则电路图没有变化。如果实验一采用的是实验电路图 12(a), 则实验二的电路图为图 12(b) 所示。 5. 表格中应包括实验序号、所需记录的物理量“电流 I/A ”和“电阻 R/Ω ”。

实验结论部分：1. 当导体两端的电压一定时，如果接入电路的导体阻值增大，则通过导体的电流减小。 2. 计算在导体两端的电压一定时电流与电阻的乘积，将计算结果填入表 12-2-2 中，可以发现当导体两端的电压一定时，电流与电阻的乘积基本相同。 3. 当导体两端的电压一定时，通过导体的电流与导体的电阻成反比。

交流反思部分：1. 不能，因为从图像中仅能观察到电阻越大，电流越小，无法得出它们是反比例关系。 2. 可以电阻的倒数 $\frac{1}{R}$ 为横轴、电流 I 为纵轴建立平面直角坐标系，画出 $I - \frac{1}{R}$ 图像进行分析，判断出电流与电阻成反比。这个方法要求较高，教师应依据学生的学业水平适当取舍。

设计意图：通过实验探究认识电流与电压、电阻的关系。能分别设计探究电流与电压变化、电流随电阻变化的实验电路，能基于实验器材合理设计实验方案，能运用计算或图像法分析数据得出结论，形成严谨的科学态度。

巩固练习

1. 参考解答：依据学生实验的具体情况回答，可以是通过改变串联在电路中的滑动变阻器的阻值来改变电阻两端电压，也可以通过改变稳压电源输出的电压，还可以是改变串联电池的节数。若导体两端电压发生改变，一般可通过改变串联在电路中滑动变阻器的阻值保持导体两端电压不变。

命题意图：回顾实验中的关键问题，对比分析不同的实验方案。

2. 参考解答：(1) 如图 13 所示。 (2) 通过导体的电流与这段导体两端电压成正比。 (3) 换用阻值不同的导体重复实验，使实验结论具有普遍性。

命题意图：巩固“探究电流与电压的关系”实验过程的证据、解释与交流过程。

3. 参考解答：小明同学仅依据图 12-2-4 判断电流与电阻成反比是不合理的，因为从图像中仅能观察到电阻越大，电流越小，它们不一定是反比例关系。小刚通过计算的方法得出结论的过程是正确的。

命题意图：回顾“探究电流与电阻的关系”实验的解释与交流过程，强化探究实验的交流与反思，了解不同的数据分析与处理方法。

第 2 课时

想一想

参考解答：“探究电流与电压、电阻的关系”用控制变量法分别探究电流与电压的关系、电流与电阻的关系。在数据分析过程中运用了计算法和图像法。欧姆的探究历程和欧姆定律的广泛应用可以参考教材“科学与人文”栏目内容回答。

设计意图：通过回顾学生实验的问题、证据、解释、交流等过程，了解科学家的探究过程，领悟科学探究方法，发展科学探究能力，强化科学态度和责任。

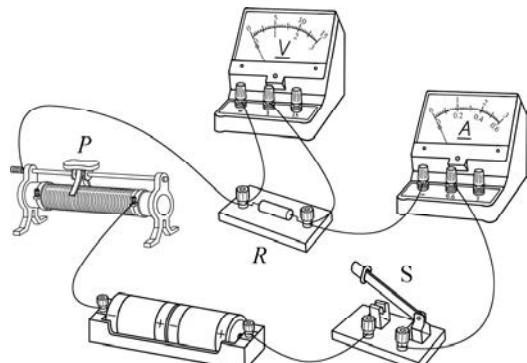


图 13

自主活动

参考解答: (1) $I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{1000 \Omega} = 0.22 \text{ A}$ 。 (2) $R = \frac{U}{I} = \frac{3 \text{ V}}{0.1 \text{ A}} = 30 \Omega$ 。

设计意图: 运用物理规律解决实际问题。

巩固练习

1. 参考解答: 电压 反比 $I = \frac{U}{R}$ 2 倍。

命题意图: 理解欧姆定律, 知道电阻是导体的性质, 与导体两端电压、通过导体的电流无关。

2. 参考解答: C。

命题意图: 理解欧姆定律, 知道公式 $R = \frac{U}{I}$ 的物理意义。

3. 参考解答: 欧姆定律 1×10^{-4} 。

命题意图: 运用欧姆定律解决实际问题。

第3节 电阻的测量

学生实验 用电流表和电压表测量电阻

参考解答: 实验步骤部分: 1. 将滑动变阻器与待测电阻串联组成电路, 通过改变滑动变阻器接入电路的电阻值, 改变待测电阻两端电压和通过待测电阻的电流, 实现多次测量。
2. 如图 14 所示。 3. 数据记录表应包含实验序号, 需要测量的物理量“电流 I/A ”和“电压 U/V ”, 以及计算得到的电阻值“电阻 R/Ω ”。

交流反思部分: 大多数情况下, 每次实验所得的电阻值不相同, 测量值有误差, 所以需要多次测量求平均值减小误差。

设计意图: 通过实验了解测量电阻的方法, 能设计测量电阻的电路, 并能多次测量求平均值减小测量误差, 养成实事求是的科学态度。

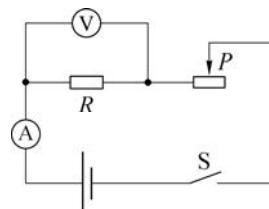


图 14

想一想

参考解答: 可以用多用电表便捷地测量导体的电阻。除了多次测量取平均值, 也可以选用精度更高的测量工具或改进测量方法来减小误差, 如可以选用精度较高的电流传感器和电压传感器测电阻。

设计意图: 了解更多的电阻测量方法, 知道有多种减小误差的方法。

巩固练习

1. 参考解答: D。

命题意图: 回顾用电流表、电压表测电阻的实验方案设计。

2. 参考解答: (1) 电流表 (2) $R = \frac{U}{I}$ (3) 电压 电流 (4) 将待测电阻和滑动变阻器串联, 连接 A 或 B 均可。 (5) 改变通过待测电阻的电流及其两端的电压 根据所连接的实物图填写 A 或 B 防止电路中电流过大, 损坏电路元件, 起到保护作用。

命题意图: 回顾用电流表、电压表测电阻的实验原理和实验步骤。

3. 参考解答: (1) 417 806 1 163 1 613。 (2) 如图 15 所示。 电阻与导电面粉团的长度成正比。 (3) 应将长度相同、横截面积不同的导电面粉团接入电路测量电阻, 探究电阻与横截面积的关系。

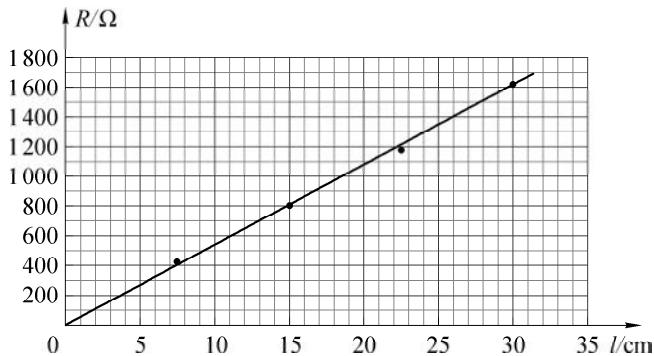


图 15

命题意图: 用电流表、电压表测导体电阻, 基于可靠的证据, 得出电阻与长度的定量关系。

第 4 节 电阻的串联和并联

自主活动 1

参考解答: (1) 以实际测量为准。 (2) 20 (3) R 接近 R_1 与 R_2 之和。

设计意图: 运用等效替代的方法, 简化串联电路。

自主活动 2

参考解答: 根据串联电路中的电压特点: $U=U_1+U_2$, 可得 $IR=I_1R_1+I_2R_2$ 。 再根据串联电路中的电流特点: $I=I_1=I_2$, 可得 $R=R_1+R_2$ 。

设计意图: 引导学生了解物理学中可以通过科学观察和实验探究得出结论, 也能通过推理计算得出结论。

自主活动 3

参考解答: 根据欧姆定律可得: $I=\frac{U}{R}$, $I_1=\frac{U_1}{R_1}$, $I_2=\frac{U_2}{R_2}$, 根据并联电路中的电流特点: $I=I_1+I_2$, 可得 $\frac{U}{R}=\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}$, 再根据并联电路中的电压特点: $U=U_1=U_2$, 可得 $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$ 。

设计意图: 引导学生了解物理学中可以先通过推理计算得出结论, 再通过实验验证结论是否正确。

自主活动 4

参考解答: (1) 依据理论推导得到的公式 $\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$, 可得: $\frac{1}{R}=\frac{1}{10\Omega}+\frac{1}{15\Omega}$, 经计算可得: $R=6\Omega$ 。 (2) 以实际测量为准。 (4) 以实际测量为准。 (5) 实验结果应与理论推导结果接近。

设计意图: 引导学生了解物理学中可以先通过推理计算得出结论, 再通过实验验证结论是否正确。

想一想

参考解答: 两个电阻串联, 相当于增加了导体的长度。导体长度越大, 电阻越大, 所以两个电阻串联

的等效电阻 R 大于任何一个分电阻 R_1 、 R_2 。两个电阻并联,相当于增加了导体的横截面积。导体横截面积越大,电阻越小,所以两个电阻并联的等效电阻 R 小于任何一个分电阻 R_1 、 R_2 。

设计意图:将抽象的等效电阻与影响电阻大小的因素相类比,培养学生的科学思维能力。

巩固练习

- 参考解答: A。

命题意图:知道如何计算两个电阻串联之后的等效电阻。

- 参考解答: 并联 最小。

命题意图:知道几个电阻并联的等效电阻小于并联的任何一个电阻。

- 参考解答: 提供的三根铅笔芯的电阻均大于 1.8Ω ,所以可以通过两根铅笔芯并联使等效电阻的阻值为 1.8Ω 。经计算可得,阻值分别为 4.5Ω 和 3.0Ω 的两根铅笔芯并联可以得到阻值为 1.8Ω 的等效电阻。

命题意图:知道如何计算两个电阻并联之后的等效电阻。

第13章 电功率

第一部分 整章分析



学习目标

1. 了解电功和电功率,了解焦耳定律,能从能量转化的角度认识电源和用电器的作用。
2. 能在简单的串联、并联电路中运用电功、电功率和焦耳定律分析问题,能从额定电压、额定功率的角度比较不同用电器。
3. 能通过观察学会使用电能表计量家庭用电量,能用控制变量的方法探究电流产生的热量与电阻、电流的关系。
4. 了解家庭电路的组成,知道家庭用电的注意事项,有安全用电和节约用电的意识。



编写意图

课程标准中对本章的“内容要求”为:

3. 4. 1 从能量转化的角度认识电源和用电器的作用。
3. 4. 5 结合实例,了解电功和电功率。知道用电器的额定功率和实际功率。
3. 4. 6 通过实验,了解焦耳定律。能用焦耳定律说明生产生活中的有关现象。
3. 4. 7 了解家庭电路的组成。有安全用电和节约用电的意识。

本章在第11章“静电与电流”和第12章“欧姆定律”学习的基础上,从能量转化的视角认识电路,进一步完善能量观念。

通过生活中常见的用电器引入电能及其转化过程;通过类比机械功和机械功率建立电功和电功率的概念。利用控制变量的方法探究电流产生的热量与电阻、电流的关系,了解焦耳定律。通过观察和分析,了解家庭电路的组成。

本章内容与日常生活密切相关,通过观察电能表、用电器的额定电压和额定功率、电流热效应现象等,了解生活中电能的应用实例,加深对物理概念、物理规律的理解,同时提升安全用电和节能环保意识,增强社会责任感。

完成本章内容的学习,共需要7课时。其中,第1节1课时,第2节2课时,第3节2课时,第4节1课时,主题学习1课时。



第13章 电功率

电能的利用遍及生产生活的各个领域，利用电能驱动汽车，能量利用效率更高，也更环保。近年来，我国的电动汽车产业发展迅猛。本章我们将学习电路中功能转化的基本规律。

通过本章内容的学习，你将了解电功、电功率的基本概念和焦耳定律；用焦耳定律说明生产生活中的有关现象；知道家庭电路的组成，增强安全用电和节约用电的意识，体会践行绿色低碳生活的重要性。

章首图是正在充电的电动汽车。稍加留心就能发现路上行驶的电动汽车越来越多。这是人类扩大电能利用的显著领域，也是贴近生活的实例。

电动汽车产业的发展提高了能量利用效率，减少了污染物排放，是践行环保理念的生动体现。我国电动汽车产业迅猛发展，占全球份额不断攀升，有利于激发民族自豪感和投身科技创新领域的动力。

本章从能量转化的视角认识电路，在学习电功、电功率、焦耳定律和家庭电路的过程中，初步了解生活中的各类用电器，而电动汽车是其中一个代表性实例。

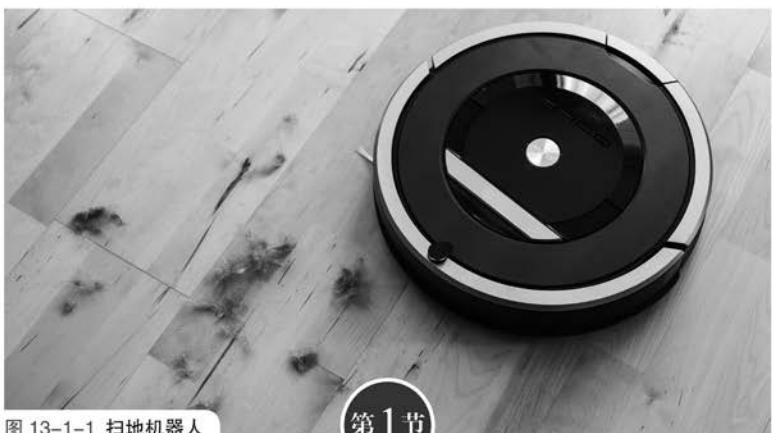


图 13-1-1 扫地机器人

第1节

电 功

[1] 各式各样的电器已经成为人们便捷生活的必需品。扫地机器人（图 13-1-1）游走在家中清洁各处地面，工作结束后自动回到固定位置充电。此时，我们摸一下机身，会感到有些热。扫地机器人的机械能和内能是从哪里来的呢？

• 电路中的电能是如何转化的？

电路包含电源和用电器，电源将其他形式的能量转化为电能，而用电器工作时则将电能转化为其他形式的能量，如扫地机器人工作时将电能转化为机械能和内能等。电能利用的过程就是电能转化为其他各种形式能量的过程。

[2] 在电能转化为其他形式的能量过程中，我们说电流做了功。物理学中，把电流所做的功称为电功（electric work），用 W 表示，单位是焦（J）。

本节的主要内容和行文逻辑是：

- 通过节首图的扫地机器人引出电能概念，了解电源和用电器在电能转化过程中的不同作用。从功是能量转化的量度这一观点出发建立电功概念。
- 学习电能表的使用，了解家庭电路中电能的计量方法。
- 结合生活经验，了解电功与电压、电流和时间的定量关系。

正文解读

[1] 节首图选用扫地机器人这一常见的家用电器，有利于突出物理与生活实际的联系。扫地机器人是需要充电的，可知其工作时的机械能和内能是由电能转化而来的，由此引出问题链的第一个问题。

[2] “电流做功”的含义详见本章资料链接。

[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“想一想”和“自主活动”栏目。通过“想一想”回顾机械功和机械功率的关系 $W = Pt$ ，以及它们单位之间的关系。在“自主活动”中完成 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 和 J 的换算关系的推导。

[2] 从普通电能表到智能电能表的发展，体现技术进步对电能计量的影响。

电能表的内部结构详见本章资料链接。

[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。通过观察和解读智能电能表面板和显示屏，了解相关信息。此处仅需要了解家庭电路中交流电的电压和频率。



图 13-1-2 普通电能表



图 13-1-3 智能电能表

电流做了多少功，就有多少电能转化为其他形式的能量。例如，通过某电扇的电流每秒做功 150 J，表明每秒有 150 J 电能转化为机械能和内能。

我们也常用千瓦·时（俗称“度”）作为电能单位，符号是 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

[1] 类比机械功和机械功率的关系，可以知道：

$$1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

● 如何用电能表计量电能？

生活中可以用电能表计量家庭电路消耗的电能，也就是用电量。图 13-1-2 是普通电能表，上方数字表示以千瓦·时 ($\text{kW}\cdot\text{h}$) 为单位的当前用电量（俗称“抄见数”）。

[2] 随着电子技术和互联网技术的发展，目前家庭电路基本采用图 13-1-3 所示的智能电能表。该类电能表靠专用的芯片计量电能，每计量一定量的电能会输出一个脉冲，对应的脉冲指示灯闪烁一次。智能电能表利用网络回传数据，实现了远程抄表。

[3] 电能表的表盘上还会标识一些常见参数。图 13-1-3 中表盘上的“220 V”和“50 Hz”表示电能表所接家庭电路中交流电的电压和频率。

记录电能表前后两次示数，计算其差值，就可以得到某一段时间内的用电量。

● 电流做功与哪些因素有关？

同一用电器的使用时间越长，消耗的电能越

[1] 多，意味着电流做功越多。可见，电流做功的多少与用电器的通电时间有关。此外，电流做功的多少还与电压、电流有关。

电流通过用电器所做的功 W 等于用电器两端的电压 U 、通过用电器的电流 I 和通电时间 t 的乘积，即

[2]

$$W = UIt$$

在国际单位制中，电压的单位是伏 (V)、电流的单位是安 (A)、时间的单位是秒 (s)，电功的单位是焦 (J)。它们之间的关系为：

$$1\text{ J} = 1\text{ V}\cdot\text{A}\cdot\text{s}$$

示例 · 如图 13-1-4 所示，一电熨斗工作时内部电热丝的电阻为 40Ω ，接在电压为 220 V 的家庭电路中。

(1) 通过该电熨斗电热丝的电流是多大？

(2) 该电熨斗工作 10 min 消耗多少电能？

解：(1) 已知电熨斗电热丝的电阻 $R = 40\Omega$ ，两端电压 $U = 220\text{ V}$ ，根据欧姆定律，通过电热丝的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{ V}}{40\Omega} = 5.5\text{ A}$$

(2) 时间 $t = 10 \times 60\text{ s} = 600\text{ s}$ ，根据电功的表达式，电流做功

$W = UIt = 220\text{ V} \times 5.5\text{ A} \times 600\text{ s} = 7.26 \times 10^5\text{ J}$
即该电熨斗工作 10 min 消耗的电能是 $7.26 \times 10^5\text{ J}$ 。



图 13-1-4 电熨斗

[1] 结合生活经验，定性得出电功与时间的关系。若要通过实验探究电功与电压、电流的关系，这种方法对学生的理解能力要求较高，因此直接给出结论。

[2] 在本章第 2、3 节中，通过认识用电器的额定电压和额定功率、电热器产生热量等，不断加深对电功表达式的理解。

[1] 此处“STSE”主要侧重于两个方面。

一方面，突出电磁领域的研究成果是人类利用电能的基础，同时展现从理论成果到大规模技术运用之间有很多中间过程，了解这些过程有利于理解科学本质，尤其是理解科学与技术的关系。

另一方面，以生态示范楼为例，展现开源节流并重的能源策略，进一步增强社会责任感。

STSE

[1] 自古以来，对热与电的利用促成了人类社会发展的两次重大飞跃。有趣的是，无论是原始时期使用火还是18世纪运用蒸汽动力，对热的研究基本滞后于热的应用。而电的情况恰恰相反，直到19世纪法拉第(M. Faraday, 1791—1867)和麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831—1879)在电磁领域取得了突破性的研究成果后，人类才真正开始大规模利用电能。

在法拉第发明简易电动机和发电机之后，涌现了一大批发明家和实业家，在电能的产生、传输、使用等方面锐意创新，不仅制造业在电动机的轰鸣声中迅猛发展，人们的日常生活也因电灯、电报、电话、电车等的发明变得便捷。

进入信息时代，电能在人类生活中的重要地位依然不可撼动，而且人类对电能的需求还在不断提升。人们除了积极践行节约用电、推动绿色低碳的生活方式外，也不断积极探索获取电能的新途径。图13-1-5所示的国内首座“零能耗”生态示范住宅在2010年上海世博会期间展示，“零能耗”建筑采用各种技术降低能耗，并利用各类可再生能源，实现建筑能自给自足。



图13-1-5 “零能耗”生态示范楼

练一练

习题解读

1. 参考解答：化学能和内能。

命题意图：分析充放电过程中的电能转化。

主要素养：能量观念。

2. 参考解答：根据电功的定义，可得电流做功 $W = UIt = 220 \text{ V} \times 0.05 \text{ A} \times 7200 \text{ s} = 79200 \text{ J}$ ，即 $\frac{79200 \text{ J}}{3.6 \times 10^6 \text{ J/(kW} \cdot \text{h})} = 0.022 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

命题意图：根据定义计算电功，能将单位焦耳转化为千瓦·时。

主要素养：科学推理。

3. 在图 13-1-6 所示的电路中, 电源电压为 6 V, 电阻 R_1 的阻值为 10Ω 。闭合开关 S 后, 电流表的示数为 1 A。求电阻 R_2 在 5 s 内消耗的电能。

► 主题学习: 家庭用电与节能 1

目前上海居民生活用电实行的是“分时电价”, 每天 6:00~22:00 为“平时”, 电价较高; 22:00~次日 6:00 为“谷时”, 电价较低。某家庭所用的智能电能表液晶屏幕采用循环显示方式, 用以显示不同的示数, 部分示数如图 13-1-7 所示。



图 13-1-7

(1) 自上月计费日开始至今, 该家庭平时和谷时用电量分别是多少? 总用电量是多少?

(2) 表 13-1-1 所示的某电费账单仅有部分信息清晰可见。利用所学知识, 补全账单上的其他信息。

表 13-1-1

上月抄见数	本月抄见数	用电量/(kW·h)	单价/元	金额/元
	15 123	331	0.617	
5 772			0.307	
本月应付电费: 220.19 元				

3. 参考解答: 闭合开关 S 后, 通过电阻 R_1 的电流 $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{6 \text{ V}}{10 \Omega} = 0.6 \text{ A}$, 通过电阻 R_2 的电流 $I_2 = I - I_1 = 1 \text{ A} - 0.6 \text{ A} = 0.4 \text{ A}$ 。

则 5 s 内电流通过 R_2 做功 $W_2 = UI_2 t = 6 \text{ V} \times 0.4 \text{ A} \times 5 \text{ s} = 12 \text{ J}$ 。即电阻 R_2 在 5 s 内消耗的电能为 12 J。

命题意图: 计算简单并联电路中的电功。

主要素养: 科学推理。

主题学习参考解答: (1) 平时用电量为 $8710.53 \text{ kW} \cdot \text{h} - 8658.50 \text{ kW} \cdot \text{h} = 52.03 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。谷时用电量为 $2737.26 \text{ kW} \cdot \text{h} - 2723.07 \text{ kW} \cdot \text{h} = 14.19 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。则总用电量为 $52.03 \text{ kW} \cdot \text{h} + 14.19 \text{ kW} \cdot \text{h} = 66.22 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。(2) 上月平时抄见数为 $15123 - 331 = 14792$, 平时电费金额为 $331 \times 0.617 \text{ 元} \approx 204.23 \text{ 元}$, 谷时电费金额为 $220.19 \text{ 元} - 204.23 \text{ 元} = 15.96 \text{ 元}$, 谷时用电量为 $\frac{15.96 \text{ 元}}{0.307 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})} \approx 52 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 本月谷时抄见数为 $5772 + 52 = 5824$ 。

命题意图: 使用电能表计量家庭用电量, 了解家庭电费的构成, 从环保和经济两个角度提升节能意识。

主要素养: 科学推理; 社会责任。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过类比机械功率建立电功率概念，了解常见用电器电功率的数量级。

2. 通过观察用电器铭牌或说明书了解常见用电器的额定电压和额定功率，认识额定功率和实际功率的意义。

通过测量小灯泡在不同电压下工作的功率和发光情况进一步理解额定电压、额定功率。在此过程中提升安全用电的意识。



图 13-2-1 电扇和空调

第2节

电功率

[1] 炎炎夏日，电扇和空调（图 13-2-1）送来清凉，家中的用电量随之增加。从节能角度，提倡空调制冷温度不低于 26°C 。从经济角度，常说“空调比电扇费电”，这句话中“费电”是什么含义呢？

• 如何描述电流做功的快慢？

消耗 $1 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 电能让电扇工作十几个小时，但只能让空调工作 1 h 左右，说明电扇和空调消耗电能的快慢不同，也就是电流通过两种用电器做功的快慢不同。

类比机械功率，我们将一段时间内电流做的功 W 与做功时间 t 的比叫做电功率（electric power），用字母 P 表示，即

正文解读

[1] 针对生活中常用的“费电”的说法，用空调和电扇两种常见的家用电器创设密切联系生活的情境，引出电流做功快慢的比较。在学习额定电压、额定功率时会再次出现空调和电扇，通过比较参数也能印证两者功率的大小差异，与节首呼应。

$$P = \frac{W}{t}$$

电功率表示电流做功的快慢。将电功的表达式 $W = UIt$ 代入上式，可得

$$[1] \quad P = \frac{W}{t} = UI$$

也就是说，电功率 P 等于用电器两端所加电压 U 与通过电流 I 的乘积。在国际单位制中，电功率的单位也是瓦（W）。它们之间的关系为：

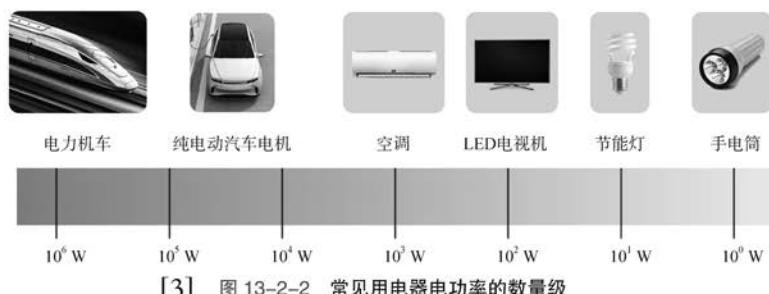
$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ V}\cdot\text{A}$$

生活中常见的电功率单位还有千瓦（kW）。

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

[2] 1 千瓦·时（kW·h）表示电功率为 1 kW 的用电器持续工作 1 h 所消耗的电能。

不同用电器的电功率差别可能很大，图 13-2-2 展示了常见用电器电功率的数量级。



[3] 图 13-2-2 常见用电器电功率的数量级

● 用电器正常工作的条件是什么？

由电功率的表达式可知，对于同一个用电器，两端所加电压或所通过的电流不同时，电功

[1] 仅当电压 U 、电流 I 均不变时才能用 $W = UIt$ 计算时间 t 内的电功。

即使 U 和 I 随时间变化，也可以用 $P = UI$ 计算某一时刻的电功率。

[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，从电功率的角度对电功的常用单位 kW·h 进行理解。

[3] 不同用电器的电功率差别可能很大，不同型号的同种用电器功率差异也可能很大。此处了解常见用电器电功率的数量级即可。

[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。根据提供的用电器参数和电功率的定义，获取用电器的额定电压、额定电流和额定功率等信息。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置相应的“自主活动”栏目，利用教材表 13-2-1 提供的数据完成估算。表格中包含了一些“无关信息”，对“有用信息”的提取有利于提升在真实情境中筛选相关信息的能力。

表中某空调的电功率有 3 个数据，估算时可单独使用额定制冷功率或额定制热功率，也可使用额定制热功率加上电辅热。重点在于过程分析，结果的数量级正确即可。

率不同。实际使用时，所有用电器都有一个正常工作的电压值，叫做额定电压 (rated voltage)。用电器两端的电压为额定电压时，通过用电器的电流叫做额定电流 (rated current)，此时的电功率叫做额定功率 (rated power)。

[1] 额定电压和额定功率是用电器的重要参数，通常可以在产品铭牌或说明书上查到。表 13-2-1 是某电扇和某空调的部分参数。

[2] 表 13-2-1 某电扇和某空调部分参数

电扇		空调	
功率	85 W	能效等级	1 级
转速	320 r/min	电辅热	1 800 W
电压 / 频率	220 V/50 Hz	额定制冷功率	2 090 W
噪声分贝	≤ 67 dB(A)	冷暖方式	冷暖
调速挡位	五挡调速	额定制热功率	3 120 W

从表中数据可以看出，某空调的额定功率是某电扇的几十倍，也就是说若电扇和空调工作同样长的时间，空调消耗的电能将是电扇的几十倍，所以我们常说空调更“费电”。

用电器工作时两端的实际电压可能偏离额定电压，从而使电器工作时的功率偏离额定功率。用电器实际工作时的电功率称为实际功率。用电器两端的实际电压明显低于或高于额定电压时，用电器将无法正常工作。

根据电功率的表达式，我们可以实时测量用电器两端的电压和通过用电器的电流来计算其实际功率。

自主活动

[1] 设计实验方案，测量小灯泡两端电压略低于、等于和略高于额定电压时的电功率，观察三种情况下小灯泡的亮暗情况。

- 实验发现，当用电器两端所加电压小于额定电压时，实际功率小于额定功率。反之，当所加电压大于额定电压时，实际功率大于额定功率。

在生产生活中，为了不损坏用电器，也为了保证用电安全，一般不允许用电器的实际功率长时间超过额定功率。

练一练

1. 某扫地机器人工作时的额定电压为 12 V，额定电流是 4 A，求其额定功率。

2. 某热水壶通电 10 min 耗电 6×10^5 J，某电吹风通电 6 min 耗电 1.8×10^5 J，哪个用电器的功率大？

3. 白炽灯 A 的电阻大于白炽灯 B 的电阻。将这两盏灯串联接入电路，哪盏灯的电功率较大？若将这两盏灯并联接入同一电路，哪盏灯的电功率较大？

▶ 主题学习：家庭用电与节能 2

观察家用电器的铭牌（标签）或说明书，可以获取额定电压、额定功率等信息。这有助于我们了解哪些家用电器耗电更多，为家庭节能改进提供参考。

（1）观察并记录家中 LED 灯和空调的额定功率。

（2）根据 LED 灯和空调的使用情况，估算其每年的耗电量。

[1] 此处“自主活动”可进行分组实验。结合测量电阻的实验方案进行方案设计。可在记录完三组数据后，再描述亮暗差异。

[2] 根据此处正文，在综合活动手册中设置相应的“想一想”栏目，设计方案用电能表估算家用电器的实际功率。

习题解读

1. 参考解答： $P = UI = 12 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 48 \text{ W}$ 。

命题意图：根据额定电压和额定电流计算额定功率。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：热水

壶的功率 $P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{6 \times 10^5 \text{ J}}{600 \text{ s}} = 1 \times 10^3 \text{ W}$ ，电

吹风的功率 $P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{1.8 \times 10^5 \text{ J}}{360 \text{ s}} = 500 \text{ W}$ 。即

热水壶的功率大。

命题意图：根据电功率的定义比较用电器的功率大小。方法合理即可。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：两白炽灯串联接入电路，通过两灯的电流 I 相等。根据 $U = IR$ 可得，白炽灯 A 两端的电压较大；根据 $P = UI$ 可得，白炽灯 A 的电功率比白炽灯 B 的电功率大。两白炽灯并联接入电路，两灯两端的电压 U 相等。根据 $I = \frac{U}{R}$ 可得，通过白炽灯 B 的电流较大；根据 $P = UI$ 可得，白炽灯 B 的电功率较大。

命题意图：结合欧姆定律和电功率概念，分析比较用电器串联或并联时电功率的大小关系。

主要素养：科学推理。

主题学习参考解答：（1）例如，LED 灯的额定功率为 10 W，空调的额定功率为 1.5 kW。（2）若 LED 灯平均每天工作约 6 h，则每年耗电量约为 $10 \text{ W} \times 6 \text{ h} \times 365 = 21900 \text{ W} \cdot \text{h} = 21.9 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。若空调只在冬夏两季使用，约 183 天，平均每天工作约 12 h，则每年耗电量约为 $1.5 \text{ kW} \times 12 \text{ h} \times 183 = 3294 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。合理即可。

命题意图：在真实情境中获取必要信息，根据电功和电功率的概念合理估算。

主要素养：科学推理；证据；社会责任。

本节编写思路

本节的主要内容和行文逻辑是：

1. 通过生活经验展开联想，认识电流的热效应，猜想电流通过导体产生的热量与哪些因素有关。通过实验探究和进一步的分析，得出焦耳定律。

2. 通过了解电流热效应在生活中的应用实例，知道降低用电器不必要的电流热效应是提高能源利用率的重要途径之一，并了解电流热效应可能引起的危害及防止措施；进一步提升节能环保和安全用电意识。



图 13-3-1 取暖器

第3节

焦耳定律

[1] 在寒冷的冬日，我们可以打开取暖器使房间温度升高，待在取暖器旁就会感到暖意融融（图 13-3-1）。取暖器有不同的加热方式，其中一种类型的取暖器内部布满了一圈圈紧密缠绕的金属丝。取暖器放出的热量从何而来呢？这些金属丝又起什么作用呢？

● 电流通过导体产生的热量与哪些因素有关？

电流通过导体时，导体会发热，内能增加，这种现象叫做电流的热效应。取暖器、电热水壶、灯泡、导线等工作时发热，都是电流的热效应。生活经验告诉我们，这些导体产生的热量差异巨大。

正文解读

[1] 通过节首图展现的用取暖器取暖的情境，将问题聚焦到电流通过金属丝会发热，从而引出问题链的第一个问题。

我们知道，电流产生的热量和通电时间有关，通电时间越长，产生的热量越多。除此之外，电流产生的热量还与哪些因素有关呢？

自主活动

[2] 取甲、乙、丙三根电热丝，甲、丙电热丝的电阻相等，乙电热丝的电阻较大。将三根电热丝分别浸入装有煤油的三个瓶子中，且三个瓶中煤油的质量和初温都相等。可将温度计或温度传感器探头插入煤油中测量温度。

1. 研究电流、通电时间一定时，电流产生的热量与电阻的关系

如图 13-3-2 (a) 所示，将甲、乙电热丝串联接入电路，接通电源一段时间后断开，观察比较两瓶中煤油的最终温度。

2. 研究电阻、通电时间一定时，电流产生的热量与电流的关系

如图 13-3-2 (b) 所示，将丙电热丝单独接入电路，设法使通过它的电流与实验 1 中通过甲电热丝的电流大小明显不同，但通电时间相同。观察比较甲、丙所在瓶中煤油的最终温度。

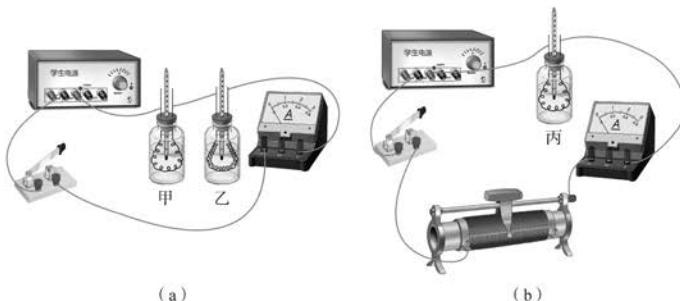


图 13-3-2 探究电流产生的热量与电流、电阻的关系

通过上述实验发现，电流通过导体产生的热量还与电流和电阻有关。通过导体的电流越

[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。列举生活中能够说明电流产生的热量与通电时间关系的实例。

[2] 此处“自主活动”为演示实验，定性探究电流产生的热量与电流、电阻的关系。

本活动的难点是对方案的理解。通过电热丝的电流产生的热量无法直接测量，因此可以利用电阻丝加热煤油，并认为煤油吸收的热量近似等于电流产生的热量。再根据 $Q = cm\Delta t$ ，可知质量相同的煤油，其温度的变化可以反映吸收热量的多少。

该实验可用温度传感器代替温度计。若使用温度传感器，实验过程可以只记录加热前后的两次温度，或用图像

显示加热过程的温度变化。若记录图像，需要关注加热时间相同的条件下，不同电流或电阻对电流产生热量的影响。

活动中观察任意一个瓶中煤油温度的不断升高也可验证“通电时间越长，产生的热量越多”的结论。

[1] 此问题首先需要明确的是，若忽略电热丝的电阻随温度的变化时，欧姆定律也适用。因此，当电热器两端的电压一定时，电阻的改变也会同时影响电流。

[2] 因此，电流产生的热量也被称为“焦耳热”。

[3] 通过各式各样的生活实例了解电流热效应的应用。

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，结合金属丝电阻大小的影响因素，讨论如何选择保险丝的材料、粗细和长短。

② 想一想

[1] 如果想让取暖器的取暖效果更好，取暖器应该换用电阻更大还是更小一些的电热丝？

大、导体电阻越大、通电时间越长，产生的热量越多。

焦耳通过实验研究，于1840年发现了电流通过导体时产生的热量与电流、电阻、通电时间的定量关系：

电流通过导体时产生的热量，与电流的二次方成正比，与导体电阻成正比，与通电时间成正比。这一规律称为焦耳定律（Joule's law），可表示为

$$Q = I^2 R t$$

其中，电流 I 的单位是安（A），电阻 R 的单位是欧（Ω），时间 t 的单位是秒（s），电流

[2] 产生热量 Q 的单位是焦（J）。



图 13-3-3 用电烙铁焊接



图 13-3-4 铺设发热电缆

● 哪些常见现象与电流热效应有关？

人们利用电流的热效应开发了各式各样的电加热器，如生活中常用的电热水器、烤面包机等。图13-3-3所示的电烙铁是焊接电路的常用工具，用发热的烙铁头熔化焊锡可以连接电路元件。如图13-3-4所示，工人正在铺设发热电缆，这是电地暖的主要部件之一。此外，串联在电路中的熔丝（俗称“保险丝”），也利用了电流热效应，当通过熔丝的电流超过一定限度时，其温度将达到熔点而熔断，电路随之切断，以此保证用电安全。
[3]

电流通过导体产生的热量有时是“无用”的。

除了电热器外，大多数通过用电器的电流做功只将一部分电能转化为内能，也就是说，电流产生的热量小于电功。例如，电动机工作时，消耗的电能大部分转化为机械能，但有一小部分转化为“无用”的内能。白炽灯消耗的电能只有一小部分转化为光能，其余大部分转化为“无用”的内能。与之相比，LED灯将电能转化为光能的效率更高一些，比较节能。

电流的热效应除了消耗电能外，还可能造成一些危害。大功率用电器持续发热可能影响其性能，甚至缩短使用寿命，因此提高用电器散热性能非常重要。电路发生短路故障时，电流会急剧增大，短时间内产生大量的热量，造成用电器损坏，甚至引发火灾。因此需要实时检查电路和电气设备，避免发生事故。

拓展视野

白炽灯是由于灯丝被加热而发光。与白炽灯的发光原理不同，LED由半导体材料制成，是一种发光二极管。改变半导体的结构和成分能改变LED发光的颜色等特性。

[1] 此处区分电功和电流产生的热量。电功指用电器将电能转化为其他形式能，但多数用电器消耗的电能中只有一小部分转化为电流产生的热量，因此一段时间内的电功和电流产生的热量往往不相等。

习题解读

1. 参考解答：③④

命题意图：根据用电器的功能，判断工作中主要的能量转化过程。

主要素养：能量观念。

练一练

1. 如图13-3-5所示的各种用电器中，利用电流的热效应工作的有_____。(选填序号)



① 电风扇



② 洗衣机



③ 取暖器



④ 电熨斗

图13-3-5

2. 参考解答:

(1) 根据焦耳定律, 工作 1 min 产生的热量 $Q = I^2 R t = (10 \text{ A})^2 \times 2 \Omega \times 60 \text{ s} = 1.2 \times 10^4 \text{ J}$ 。

(2) 不可行。电动机消耗的电能只有一部分转化为电流产生的热量, 还有一部分转化为机械能, 即 $W > Q$ 。

命题意图: 能用焦耳定律计算电流产生的热量; 能区分电功和电流产生的热量。

主要素养: 能量观念。

3. 参考解答: 电热毯产生的热量更多。电扇和电热毯的额定电压和额定功率相同, 接在 220 V 的电源上, 通电时间相同, 则消耗的电能相同。但电扇只将一部分电能转化为热, 而电热毯几乎将全部的电能转化为热。

命题意图: 能根据不同用电器工作时的能量转化过程, 比较电流产生热量的多少。

主要素养: 科学推理。

4. 参考解答: 电热丝与电源线串联, 通过两者的电流相同; 电热丝的电阻一般比较大, 因此很短时间内电热丝产生的热量较多。

命题意图: 在实际问题中, 根据焦耳定律比较电流产生热量的多少。

主要素养: 科学推理。

2. 一台电动机正常工作时, 电动机两端的电压为 220 V, 电阻为 2 Ω, 通过的电流为 10 A。问:

- (1) 这台电动机正常工作 1 min 产生多少热量?
- (2) 某同学想用电功公式 $W = UIt$ 计算热量, 你认为是否可行? 为什么?

3. 将一台“220 V 60 W”的电扇和一条“220 V 60 W”的电热毯分别接到 220 V 的电源上。若通电时间相同, 则哪个用电器产生的热量更多? 简述理由。

4. 电热水壶工作时, 水壶中加热用的电热丝会明显发热, 但电源线却不热, 这是为什么呢?

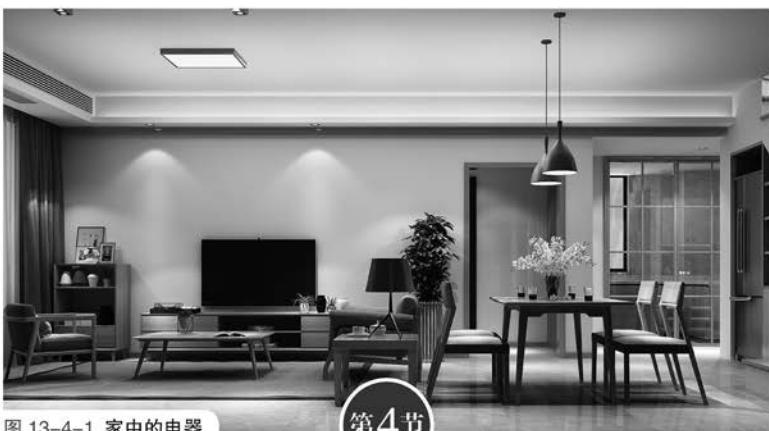


图 13-4-1 家中的电器

第4节

家庭电路

[1] 我们的家中有各种家用电器（图 13-4-1），如客厅的空调和电视机、书房的计算机和打印机、厨房的冰箱和微波炉等。这些电器虽然功能不同，但都需要通电才能工作。我们该如何安全连接和使用这些家用电器呢？

● 家庭电路通常有哪些组成部分？

家庭电路包含供电线路、电能表、低压断路器、开关、插座和用电器，用电器插头插入插座后，用电器即接入家庭电路。在布线时，考虑到不同家用电器的功率差异较大，往往将家庭电路分为若干支路，以便于安装和检修。

图 13-4-2 所示是一个简单的家庭电路示意图。

? 想一想

[2] 空调、电饭煲、电水壶都是大功率电器。如果这几个电器并联接入同一支路时，通常应避免它们同时工作，这是为什么呢？

113

器以并联的方式接入电路。此处“想一想”中的“同一支路”与教材正文中“分为若干支路”相对应，区别于并联电路中的“干路和支路”。若同一支路中多个大功率电器同时工作，根据并联电路电流特点，支路中导线的电流将非常大，容易引发安全事故。

正文解读

[1] 节首图通过家中一隅的场景，展现多种用电器的使用，体现家庭电路在生活中的重要作用，引发对家用电器如何连接的思考，从而引出问题链的第一个问题。

[2] 在第 11 章中已经学过，家中各用

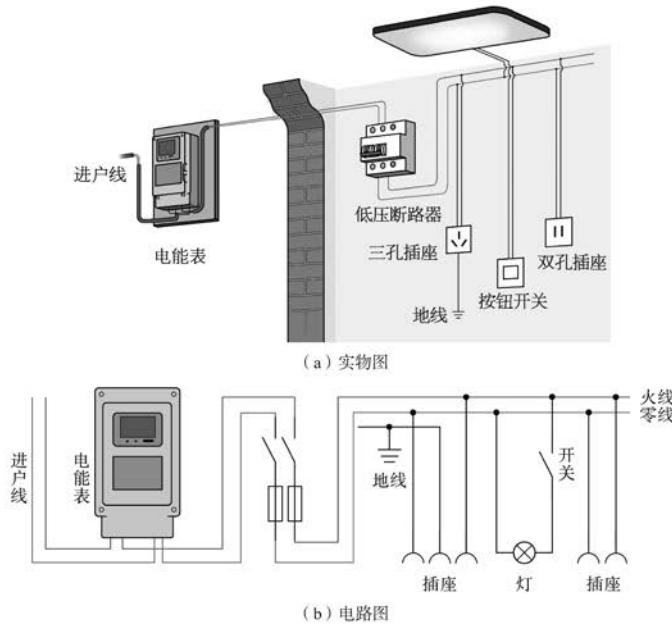
[1] 根据此处正文，在综合活动手册中设置了相应的“自主活动”栏目。通过观察家庭电路示意图，了解用电器的连接方式、低压断路器的功能与安装位置、插座的连接等。

家庭电路中开关应接在用电器与火线相连的导线上。若接在零线一侧，即使开关断开，人与用电器的金属部分接触时，仍有可能形成接地通路，导致触电事故发生。

[2] 无论是两孔还是三孔插座，正对插座时，并排的两孔中，左孔接零线，右孔接火线，即“左零右火”。



[2] 图 13-4-3 插座



[1] 图 13-4-2 简单的家庭电路示意图

家庭电路经过电能表后入户，电能表用来计量家庭的用电量。

低压断路器俗称“空气开关”，当家庭电路中用电器的总功率过大或发生短路时，通过断路器的电流超过规定电流，断路器会自动切断供电线路，避免用电器损坏或发生其他危险。

家庭电路的供电线路通常隐藏在墙体中，包含相线（俗称“火线”）、零线和地线。火线与零线之间有220 V的电压。两孔插座的一孔接火线，一孔接零线，用电器的两脚插头接入插座后即可工作；三孔插座中，并排的两个孔分别接火线和零线，另一个孔与地线相连（图 13-4-3）。

● 家庭用电要注意哪些事项？

过量的电流通过人体会引起不同程度的组织损伤或器官功能障碍，俗称触电，触电会造成机体破坏甚至死亡。人体能导电，人体两端的电压越高，通过人体的电流就越大。在一般环境下，人体两端所加电压不超过36V时，通过人体的

- [1] 电流是安全的。家庭电路的电压一般是220V，远远大于安全电压。

在家庭电路的使用中，为了防止电流流过人体，我们应避免用湿手去插、拔插头（图13-4-4）；搬动家用电器时不能拖拽用电器和接线板，避免损坏导线；如图13-4-5所示，为防止幼儿触电，插座的位置不宜过低，还应该安装插座保护壳等。

一旦发生触电事故，应迅速切断电源，并用绝缘物体将触电人员与电源分离，切记不能直接触碰触电人员。

为了充分保证使用时的安全，洗衣机、电冰箱、空调等电器一般采用三脚插头，其中一脚与电器的金属外壳相连（图13-4-6）。当三脚插头插入三孔插座时，用电器的金属外壳首先接地，从而有效保证人身安全。

家庭用电中不仅要时刻保持安全意识，还要有节能环保意识。使用空调时，制冷温度不宜设置得太低，制热温度则不宜设置得太高。此外，待机状态下的用电器仍在消耗电能，因此建议关闭长时间不使用的用电器。

电无处不在，为我们的生活带来了便利，而安全用电、节约用电人人有责，让我们一起行动起来。



图13-4-4

严禁用湿手触摸电器插头



图13-4-5

严禁手指插进插座



图13-4-6 三脚插头

想一想

- [3] 从安全和节能两方面谈谈为什么超过使用年限的用电器应及时更换。

[1] 在本章第1节

学习电能表的使用时，已经提到家庭电路的电压为220V，频率为50Hz。

[2] 务必提醒学生不能模仿具有危险性的操作。

[3] 从安全角度来看，超过年限的用电器可能会存在电路老化等问题，容易发生漏电或自燃等危险。从节能角度来看，这类用电器会存在性能下降、出现噪声等问题，从而导致能耗增加。

[1] 能效标准即能源利用效率标准，是对用能产品的能源利用效率水平或在一定时间内能源消耗水平加以规定的标准。能效分级是根据耗电量和能效水平的高低将产品分为1、2、3、4、5级。

习题解读

1. 参考解答：家庭电路包含供电线路、电能表、低压断路器、开关、插座和用电器。其中，供电线路包含火线、零线和地线，用于传输电能；电能表计量家庭用电量；低压断路器在电流过大时切断电路，保障安全；插座和插头将用电器接入电路；开关控制用电器是否接入电路。

命题意图：了解家庭电路的主要组成部分及功能。

主要素养：科学推理。

2. 参考解答：房卡的作用相当于开关，应接在干路上以控制所有用电器。（一些宾馆房间内的空调和不间断电源不受房卡的控制。）

命题意图：能在实际问题中分析电路组成及功能。

主要素养：科学推理。

STSE

[1] 电器早已成为生活的必需品，其品类和功率都随着人们的需求而不断增加。为了推动节能技术的进步，促进用能产品能源效率的提高，我国于2005年3月正式实施能效标识制度。能效标识（图13-4-7）是附在用能产品上，表征产品能耗指标和能效等级的信息标签，1级表示产品的能效水平最高，即最节能。在愈发倡导绿色消费的当下，能效标识已成为消费者选购电器时的重要参考。



图13-4-7 中国能效标识

练一练

- 写出家庭电路的主要组成部分及其功能。
- 如图13-4-8所示，许多宾馆房间采用房卡取电，将房卡插入卡槽后，房间内的用电器才能使用。房卡的作用相当于家庭电路中的哪个元件？卡槽应接在房间电路的干路还是支路上？



图13-4-8

3. 学校宿舍通常不允许使用电热水壶等大功率用电器，试从安全用电的角度分析制定该规定的理由。

► 主题学习：家庭用电与节能 3

我国自 2012 年起就决定逐步淘汰普通照明白炽灯，如今家庭大都使用节能灯照明。实验表明，11 W 的节能灯与 60 W 的白炽灯发光效果相当，表 13-4-1 是这两种灯的部分参数。

- (1) 表中的白炽灯和节能灯，发光效果是否相当？简述理由。
- (2) 若将这两盏灯装在客厅，根据使用情况，估算这两盏灯每个月消耗的电能。
- (3) 从节能和经济两个角度分析节能灯的优势。

表 13-4-1

类型	白炽灯	节能灯
额定电压/V	220	220
额定功率/W	60	11
使用寿命/h	1 000	5 000
每只售价/元	3	30
电费单价/元	0.61	0.61

命题意图：从节能和经济两个角度分析用电器的区别。

主要素养：科学论证。

3. 参考解答：大功率用电器工作时电路中的电流较大。若同时有多个大功率用电器工作，电路中的电流可能超过可承载的最大电流，出现“跳闸”。

命题意图：在实际问题中分析安全用电的必要性。

主要素养：科学推理。

主题学习参考解答：(1) 根据题干中的信息可知，白炽灯和节能灯的发光效果相当，但白炽灯的功率更大。(2) 以实际计算结果为准。两盏灯使用相同时间，白炽灯消耗的电能更多，花费的电费也更多。(3) 发光效果相当情况下，节能灯功率更小；使用时间相同情况下，节能灯电费更少。因此节能灯从能耗和经济两个角度都有优势。

回顾与复习

本章小结

基本概念和基本规律

- 电功：电流所做的功。
- 电功率：一段时间内电流做的功与做功时间的比。
- 焦耳定律：电流通过导体时产生的热量，与电流的二次方成正比，与电阻成正比，与通电时间成正比。

知识结构图



本章练习

1. 当天空中空气的湿度很大、两块云层之间的电压很高时，原先不导电的空气就会成为导体，瞬间产生强大的电流，形成闪电。某次闪电的放电电流约为 2×10^4 A，电压为 2×10^8 V，放电时间为0.01 s，那么这次闪电的电功率约为多大？释放的电能约为多少？

2. 一台功率2 kW的加热器接在220 V电源上，求：

- (1) 通过该加热器的电流。
- (2) 该加热器的电阻。
- (3) 该加热器工作1 h产生的热量。

3. 在图1所示的电路中，电源电压为6 V，且保持不变，电阻 R_1 为 10Ω ， R_2 为 20Ω 。闭合开关S后，求：

- (1) 电阻 R_1 的电功率 P_1 。
- (2) 电阻 R_1 与 R_2 的电功率 P_1 与 P_2 的比值。

4. 估算用功率为1 kW的电热水壶煮沸500 mL水所需的时间。已知室温为 20°C ，水的比热容为 $4.2 \times 10^3\text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

5. 一阻值为 3Ω 的电阻接在电源两端，其产生的热量Q随时间t的变化如图2所示。

- (1) 求通过该电阻的电流I。
- (2) 若将阻值为 6Ω 的电阻接在同一电源两端，在图2中画出该电阻产生的热量随时间变化的图像。

6. 如图3所示的家庭电路中，输电线A为火线。试用笔画线代替导线，将图中的电灯和三孔插座正确接入电路中。

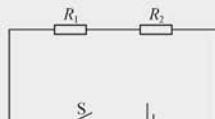


图1

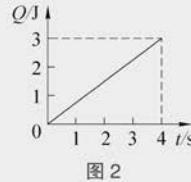


图2

1. 参考解答：闪电的电功率 $P = UI = 2 \times 10^8\text{ V} \times 2 \times 10^4\text{ A} = 4 \times 10^{12}\text{ W}$ ， 0.01 s 内电流做功 $W = Pt = 4 \times 10^{12}\text{ W} \times 0.01\text{ s} = 4 \times 10^{10}\text{ J}$ 。即这次闪电的电功率约 $4 \times 10^{12}\text{ W}$ ，释放的电能约 $4 \times 10^{10}\text{ J}$ 。

命题意图：用电功和电功率的概念解决简单实际问题。

主要素养：能量观念。

2. 参考解答：(1) 通过加热器的电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{2000\text{ W}}{220\text{ V}} \approx 9.1\text{ A}$ 。

(2) 根据欧姆定律，电阻 $R = \frac{U}{I} = \frac{220\text{ V}}{9.1\text{ A}} \approx 24.2\Omega$ 。(3) 根据焦耳定律，工作1 h产生的热量 $Q = I^2Rt = (9.1\text{ A})^2 \times 24.2\Omega \times 3600\text{ s} = 7.2 \times 10^6\text{ J}$ 。

命题意图：用欧姆定律和焦耳定律解决简单实际问题。

主要素养：科学推理。

3. 参考解答：(1) 根据欧姆定律，通过 R_1 的电流 $I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{6\text{ V}}{10\Omega + 20\Omega} = 0.2\text{ A}$ ， R_1 两端电压 $U_1 = IR_1 = 0.2\text{ A} \times 10\Omega = 2\text{ V}$ 。因此， R_1 的电功率 $P_1 = U_1 I_1 = 2\text{ V} \times 0.2\text{ A} = 0.4\text{ W}$ 。(2) R_1 和 R_2 串联，电流相等，根据串联电路电压特点， $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$ ，又因为电功率 $P = UI$ ，所以 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{2}$ 。

命题意图：用欧姆定律和电功率的概念解决简单实际问题。

主要素养：科学推理。

4. 参考解答: 500 mL 水的质量 $m = 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 500 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 0.5 \text{ kg}$, 水从 20 °C 升到 100 °C 需要吸收的热量 $Q = cm\Delta t = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \times 0.5 \text{ kg} \times (100 - 20)^\circ\text{C} = 1.68 \times 10^5 \text{ J}$.

假设电热水壶消耗的电能全部用于产生热量,且这些热量全部被水吸收,则所需时间 $t = \frac{Q}{P} = \frac{1.68 \times 10^5 \text{ J}}{1000 \text{ W}} = 168 \text{ s}$.

命题意图: 用电功率和比热容的概念解决简单实际问题。

主要素养: 模型建构;科学推理。

5. 参考解答: (1) 根据焦耳定律 $Q = I^2Rt$, 可知图像斜率表示电流通过电阻做功的功率 P , $P = I^2R = 0.75 \text{ W}$, 即电流 $I = 0.5 \text{ A}$ 。

(2) 如图 1 所示。

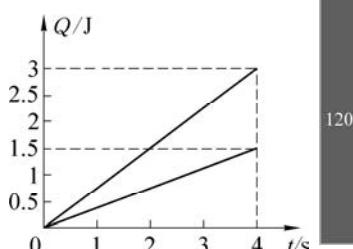


图 1

命题意图: 从图像中获取必要信息来解决问题。

主要素养: 科学推理。

6. 参考解答: 如图 2 所示。

命题意图: 能根据家庭电路中用电器和插座的连接方式作图。

主要素养: 科学推理。

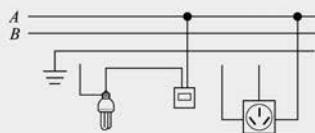


图 3

7. 阅读材料, 回答问题。

市场上曾存在一种万用孔插座, 它既可以接三脚插头, 又可以接两脚插头, 一孔多用。但万用孔插座的插孔较大, 插座接片与电器插头接触面积过小, 容易松动使接触片过热, 有造成火灾事故的隐患。并且, 这类插座的电源线一端往往是两脚插头, 没有接地线。

早在 2010 年, 国家就明确禁止生产这种万用孔插座, 规定插座产品应采用两孔和三孔插座分开组合的形式(图 4), 插座的插口内设置挡片作为保护门, 避免手指或金属物体误触导致触电事故。电源线端是三脚插头, 分别



图 4

接火线、零线和地线, 而且插头与插座的接触面积更大, 接触更紧密, 能有效防发热、防触电, 安全性能得到了很大提升。

(1) 从导电性上分析, 插座里的金属接片是_____，插孔内的挡片是_____。(均选填“导体”或“绝缘体”) 查找资料, 了解万用孔插座的构造。

(2) 洗手间墙上的固定插座有水溅入时会形成短路, 想一想如何防止:_____。

(3) 如果家中的接线板插座上插满了各种大功率电器, 会有什么危险?

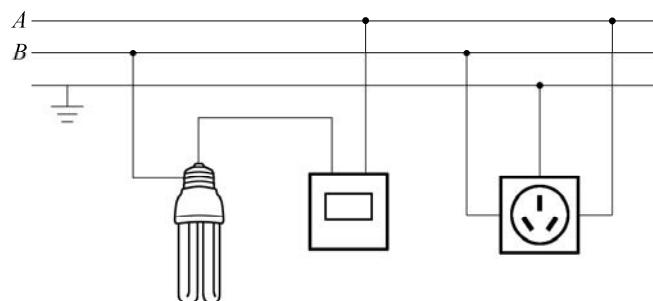


图 2

7. 参考解答: (1) 导体 绝缘体 (2) 选择

带有防水外壳的插座
(3) 大功率电器同时工作时,接线板中导线的电流可能超过额定值,存在熔断风险,甚至可能引起火灾。

命题意图:在实际

问题中综合运用电路知
识,有安全用电的意识。

主要素养:科学推
理;社会责任。

主题学习参考解

答: (1) 根据实际情况
列表或作图。表格或图
像中的坐标应包含单位
且准确,能确定用电高
峰时段,结果能合理反
映家庭用电情况。

(2) 建议合理即可。例
如,选购能效水平高的
电器、及时淘汰超过使
用年限的电器。可以利
用电器的定时功能在谷
时洗衣服或做早饭等。

命题意图:能根据

需要获取信息并用合
理的方式呈现,能从节
能角度提出合理建议。

本章各主题学习间
联系见表 1。

表 1

主题学习	学 习 任 务	教 学 内 容
家庭用电 与节能	观察电能表显示屏信息,计算家庭用电量,根据账单信息计算用电量和电费	电能表的使用
	观察并记录家中 LED 灯和空调的额定电压、额定功率等信息,估算其每年的耗电量	电功、额定电压、额定功率
	根据提供的参数,从节能和经济两个角度比较节能灯和白炽灯	电功、家庭电路
	记录家庭一周内的用电情况,提出节电建议	电能表的使用、家庭电路

贯穿本章的明线是从能量视角研究电路，暗线是提升用电的安全和节能意识。四个主题学习选择家庭用电作为情境，密切联系学生生活，学生通过家用电器的参数收集、耗电量计算，以及家庭用电量的计量，综合运用本章所学的电功、电功率概念和电能表的使用方法等，发现并解决生活中的实际问题。在解决问题的过程中，培养证据、科学推理、科学论证、社会责任等物理学科核心素养。

主题学习活动中的注意事项：

- (1) 对于需要自主收集数据的问题，应注重从数据来源的可靠性和结果的合理性上进行评价。
- (2) 对于节能比较和节电建议等问题，可以鼓励学生进行多角度的开放性思考，如环境污染。

主要素养：证据；社会责任。

资料链接

“电流做功”的含义

电源正负两极上积聚的电荷在空间中产生静电场。取一根电阻率处处相同的导线，将其接在电源两端的瞬间，导线中的自由电荷在电场力作用下定向运动。由于导线的形状不可能完全与电场线重合，垂直于导线表面方向的电场力分量会使正、负电荷堆积在导线表面。很短时间后，导线表面堆积的电荷与电源产生电场的合电场将处处沿导线方向。该合电场的性质与静电场基本相同，可以定义电势和电势差（电压）。“电流做功”指的就是该合电场的电场力对导体内的自由电荷做功。

若该合电场恒定，则能产生恒定电流。对于恒定电流，一段时间 t 内通过某一横截面的自由电荷的电荷量为 q ，则电流 $I = \frac{q}{t}$ 。这段时间内电场力对这些自由电荷所做的功 $W = qU = UIt$ 。

电能表的内部结构

如图 3 所示，以前常用的普通电能表主要由五部分组成：电流线圈 1（跟负载串联）、电压线圈 2（跟负载并联）、铝盘 3、永久磁铁 4 和计数机构 5（图中只画了传动齿轮）。当电流线圈和电压线圈中通过交流电的时候，铝盘因电磁感应而旋转。铝盘的转速跟电流和电压的乘积成正比，即跟电功率成正比。铝盘转动时带动计数机构工作，永久磁铁是用来阻尼铝盘转动的。一般电能表可以直接从表上读出所消耗的电能。

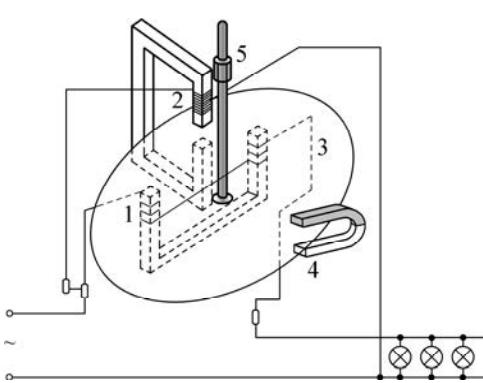


图 3

现在普遍采用的智能电能表是在数字功率表的基础上发展起来的，一般采用乘法器实现对电功率的测量，其工作原理框图如图 4 所示。被测量的电压 U 、电流 I 分别经电压变换器和电流变换器转换后送至乘法器，电压和电流瞬时值在乘法器里相乘后，输出一个与一段时间内的平均功率成正比的直流电压 U' ；然后利用电压/频率转换器，将 U' 转换成相应的脉冲频率 f ；再将该频率 f 分频，并通过一段时间内计数器的计数，显示出相应的电能。

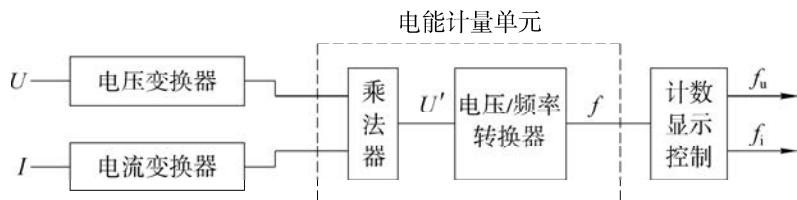


图 4

电能表参数“5(60) A”是指该电能表的标定电流为 5 A, 额定最大电流为 60 A。标定电流是用于计算负载基数电流值的, 一般用它乘以 0.5% 来计算电能表的启动电流。一般来说标定电流越小, 启动电流就越小, 电能表就越灵敏、越精确。60 A 是额定最大电流, 是能使电能表长期正常工作, 而误差与温升完全满足规定要求的最大电流值。电能表长时间稳定工作的最大功率应该按照 60 A 来计算。

第三部分 本章综合活动手册解读

第1节 电 功

想一想

参考解答：机械功的单位是焦(J)，机械功率的单位是瓦(W)。根据 $P = \frac{W}{t}$ ，可得 $1\text{ J} = 1\text{ W} \cdot \text{s}$ 。

设计意图：根据物理量的定义，推导单位关系。

自主活动1

参考解答： $1\text{ kW} \cdot \text{h} = 1000\text{ W} \times 3600\text{ s} = 3.6 \times 10^6\text{ J}$ 。

设计意图：类比机械功和机械功率，推导千瓦·时(kW·h)与焦(J)的关系。

自主活动2

参考解答：1.“220 V”和“50 Hz”分别表示电能表所接家庭电路中交流电的电压和频率，“1 200 imp/kW·h”表示每消耗 $1\text{ kW} \cdot \text{h}$ 电能指示灯闪烁 1 200 次。2. 显示屏上的数字表示用电量，“上 1 月总”表示上月的总用电量。

设计意图：观察电能表的面板和显示屏，了解相关参数和示数的物理意义。

巩固练习

1. 参考解答：见表 2。

表 2

物理量	机 械 功	电 功
定 义	机械功等于作用力和物体沿力的方向通过的距离的乘积	电功等于用电器两端的电压、通过用电器的电流和通电时间的乘积
符 号	W	W
单 位	焦耳(J)	焦耳(J)
表达式	$W = F_s$	$W = UIt$

命题意图：类比机械功和电功，加深对功的概念的理解，认识类比在研究中的作用。

2. 参考解答：(1) 电功 $W = UIt = 3\text{ V} \times 0.5\text{ A} \times 60\text{ s} = 90\text{ J}$ ，即小灯泡消耗了 90 J 电能。
(2) 这些电能转化成了光能和内能。

命题意图：用电功的概念进行简单的计算，知道电功和消耗电能的关系，能说出小灯泡工作中能量的转化。

3. 参考解答：电阻 R_1 两端电压 $U_1 = IR_1 = 0.5\text{ A} \times 10\Omega = 5\text{ V}$ ，电阻 R_2 两端电压 $U_2 = U - U_1 = 6\text{ V} - 5\text{ V} = 1\text{ V}$ 。通过电阻 R_2 的电流 5 s 内做功 $W = U_2 I_2 t = 1\text{ V} \times 0.5\text{ A} \times 5\text{ s} = 2.5\text{ J}$ ，即 R_2 消耗了 2.5 J 电能。

命题意图：能分析简单串联电路中电流所做的功。

第2节 电功率

第1课时

想一想

参考解答：用电器以 1 kW 的电功率连续工作 1 h 消耗的电能即为 $1\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。

设计意图：从电功率的角度理解生活中电能常用单位的物理意义。

自主活动1

参考解答：见表3。

表3

名称	额定电压 U/V	额定电流 I/A	额定功率 P/W
电饭煲	220	3.45	760
手机充电器	220	1.5	330

设计意图：能从实际用电器的参数信息中获取相关信息，并通过简单计算获取间接信息。

自主活动2

参考解答：由教材表13-2-1中的数据可知，电扇的电功率为 85 W ，工作 1 h 消耗电能 $0.085\text{ kW}\cdot\text{h}$ ，空调的额定制冷功率为 2090 W ，工作 1 h 消耗电能 $2.09\text{ kW}\cdot\text{h}$ ，远大于电扇消耗的电能。“空调更费电”是指相同时间内空调将消耗更多的电能。

设计意图：能从提供的信息中筛选有用信息，通过计算说明生活中常用说法的物理意义。

巩固练习

1. 参考解答：额定功率小于 1 kW 的用电器均合理。

命题意图：了解生活中常见用电器的功率数量级。

2. 参考解答：(1) R_1 、 R_2 串联时，通过两个电阻的电流 $I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{12\text{ V}}{5\Omega + 15\Omega} = 0.6\text{ A}$ 。根据串联电路的电压特点， R_1 、 R_2 两端电压分别为 $U_1 = 3\text{ V}$ 、 $U_2 = 9\text{ V}$ 。 R_1 的电功率 $P_1 = U_1 I = 3\text{ V} \times 0.6\text{ A} = 1.8\text{ W}$ ， R_2 的电功率 $P_2 = U_2 I = 9\text{ V} \times 0.6\text{ A} = 5.4\text{ W}$ 。(2) R_1 、 R_2 并联时，通过 R_1 的电流 $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12\text{ V}}{5\Omega} = 2.4\text{ A}$ ，电功率 $P_1 = UI_1 = 12\text{ V} \times 2.4\text{ A} = 28.8\text{ W}$ 。通过 R_2 的电流 $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12\text{ V}}{15\Omega} = 0.8\text{ A}$ ，电功率 $P_2 = UI_2 = 12\text{ V} \times 0.8\text{ A} = 9.6\text{ W}$ 。

命题意图：能分析计算简单串、并联电路中电阻的电功率。

3. 参考解答：(1) 白炽灯的寿命为 1000 h ，这段时间内一个白炽灯消耗的电能为 $W_1 = P_1 t = 0.06\text{ kW} \times 1000\text{ h} = 60\text{ kW}\cdot\text{h}$ ，一个LED节能灯消耗的电能为 $W_2 = P_2 t = 5 \times 10^{-3}\text{ kW} \times 1000\text{ h} = 5\text{ kW}\cdot\text{h}$ ，即 LED 节能灯节约电能 $\Delta W = W_1 - W_2 = 60\text{ kW}\cdot\text{h} - 5\text{ kW}\cdot\text{h} = 55\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。(2) 从节能角度，相同发光效果的 LED 节能灯比白炽灯消耗更少的电能。从使用寿命角度，LED 节能灯的寿命是白炽灯的 30 倍。

命题意图：能从节能的角度，用电功和电功率的概念分析不同用电器的性能。

第2课时

自主活动

参考解答：(1) 以实验中实际使用的小灯泡参数为准。 (2) 合理即可，示例如图5所示。 (3) 以实验结果为准。 (4) 以实验结果为准。 (5) 小灯泡两端电压越大，小灯泡的电功率越大，小灯泡越亮。 (6) 小灯泡两端电压过大时，小灯泡会因电功率过大而被烧坏。

设计意图：类比测量电阻的实验方案，研究小灯泡的电功率与电压、电流的关系，对额定电压和额定功率产生感性认识。

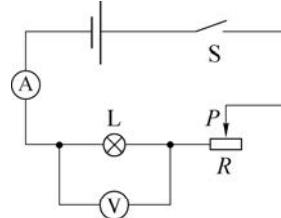


图5

想一想

参考解答：方案合理即可。如在某家用电器不工作时，用电子秒表测量电能表计量消耗 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电能所用的时间，得出电功率 P_1 ；再将该家用电器接入电路，再次用电能表计量消耗 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电能所用的时间，得出电功率 P_2 ；则该用电器的电功率为 $P_2 - P_1$ 。

设计意图：回顾电能表的功能，结合电功和电功率的概念，在真实情境中设计方案利用电能表测量电功率。

巩固练习

1. 参考解答：(1) 由表 13-2-5 可知，小灯泡正常发光时，额定电压为 2.5 V ，额定电流为 0.20 A ，所以额定功率为 $P = UI = 0.5 \text{ W}$ 。 (2) 小灯泡两端电压越大，通过小灯泡的电流越大，它的电功率就越大。 (3) 不可行，只有当小灯泡两端的电压等于额定电压时，其电功率才是小灯泡的额定功率，其他各组数据为小灯泡的实际功率。

命题意图：通过数据分析和结果讨论，加深对测定小灯泡电功率实验原理和结果的理解。

2. 参考解答：额定电压为 12 V ，额定功率为 $P = UI = 12 \text{ V} \times 1.5 \text{ A} = 18 \text{ W}$ 。

命题意图：能从真实信息中识别额定电压和额定电流，进而得到额定功率。

3. 参考解答：减小 增大 不变 增大。

命题意图：理解额定功率的物理意义，能分析简单电路中的电流、电压和电功率变化。

第3节 焦耳定律

第1课时

想一想

参考解答：说法合理均可。如电热水壶加热时间越长，水吸收的热量越多，直到水沸腾。

设计意图：结合生活经验，明确通电时间与电流产生热量的关系。

自主活动

参考解答：思考讨论：(1) 假设电阻丝在通电时间 t 内产生的热量 Q 全部被质量为 m 的煤油吸收，煤油温度升高 Δt ，已知煤油的比热容为 c ，则 $Q = cm\Delta t$ 。即煤油在通电时间 t 内升高的温度与电阻丝产

生的热量成正比。(2)当三瓶煤油的质量和初温都相同时,某一时间间隔内煤油的温度与热量成线性关系。

1.思考讨论:(1)甲、乙两根电热丝的电阻不同。(2)将甲、乙两根电热丝串联。观察记录:以实际实验结果为准。得出结论:电流、通电时间一定时,电阻越大,电流产生的热量越多。

2.思考讨论:若所用电源相同,则可将丙电热丝与一个定值电阻或滑动变阻器串联后接入电路。或将丙电热丝直接接入电源电压不同的电路中。观察记录:以实际实验结果为准。得出结论:电阻、通电时间一定时,电流越大,电流产生的热量越多。

设计意图:学生通过分析讨论理解演示实验的原理;观察演示实验过程,记录实验结果,得出电流产生的热量与电流、电阻的定性关系,为学习焦耳定律打下基础。

巩固练习

- 1.参考解答:(1)温度计或温度传感器 电子秒表。(2)合理即可,示例见表4。

表4

实验序号	1	2	3	4	5
时间/s					
煤油温度/℃					

命题意图:根据演示实验原理,从选择合适的器材和设计数据记录表格两个方面完成实验设计。

- 2.参考解答:b 同种材料制成的金属丝,长度越短、横截面积越大,其电阻越小。

命题意图:回顾影响电阻大小的因素。

- 3.参考解答:根据欧姆定律,通过发热元件的电流 $I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{1.0 \times 10^4 \Omega} = 0.022 \text{ A}$;根据焦耳定律,

该电热器 1 min 内产生的热量 $Q = I^2 R t = (0.022 \text{ A})^2 \times 1.0 \times 10^4 \Omega \times 60 \text{ s} = 290.4 \text{ J}$ 。

命题意图:能综合应用欧姆定律和焦耳定律解决简单的电路问题。

第2课时

想一想1

参考解答:(1)取暖器正常工作时,其两端电压为额定电压(220 V),改变电热丝的电阻,通过取暖器的电流也会发生变化,该同学的观点未考虑电流的影响。(2)结合焦耳定律和欧姆定律,一段时间 t 内电热丝产生的热量 $Q = \frac{U^2}{R}t$,工作电压 U 不变的情况下,电热丝的电阻 R 越小,产生的热量越多。因此应该选择电阻更小的电热丝。

设计意图:能综合应用焦耳定律和欧姆定律分析实际问题。

想一想2

参考解答:当电路中的电流大于某一数值时,熔丝因发热而熔断。根据焦耳定律 $Q = I^2 R t$,电流一定时,电阻越大,相同时间内产生的热量越多,所以熔丝的电阻应稍大一些,保证电流达到上限时熔丝能熔断。同时,熔丝电阻不宜过大,否则会消耗过多电能或分压过多影响用电器正常工作。此外,熔丝的熔

点应低一些,这样升高较少的温度就能熔断。

设计意图:能综合应用焦耳定律和物态变化的相关知识,分析熔丝的工作原理。

巩固练习

1. 参考解答:利用电流热效应的实例包括各类电热器,如电热毯、电热水器等;防止电热危害的实例包括各类散热系统,如计算机内置风扇、电动机安装散热片等。

命题意图:通过观察和生活经验了解电流热效应的利用与防止。

2. 参考解答:(1)根据电功的定义, $W=UIt=380\text{ V}\times 10\text{ A}\times 100\text{ s}=3.8\times 10^5\text{ J}$ 。(2)根据焦耳定律, $Q=I^2Rt=(10\text{ A})^2\times 2\Omega\times 100\text{ s}=2\times 10^4\text{ J}$ 。

命题意图:能区分电功和电热,并用对应公式计算。初步了解电动机中的能量转化过程。

3. 参考解答:(1)根据焦耳定律和欧姆定律可得,加热功率 $P=\frac{U^2}{R}$ 。开关接到1时,电阻较小的 R_1 接入电路,加热功率较大。(2)设加热器高挡的加热功率为 P_1 ,低挡的加热功率为 P_2 ,则 $\frac{P_1}{P_2}=\frac{R_2}{R_1}=2$ 。

命题意图:能综合应用焦耳定律、欧姆定律和功率的定义解决简单的电路问题。

第4节 家庭电路

想一想 1

参考解答:用电器并联在同一支路,其两端电压相等,并联的用电器数量越多,该支路的总电流越大,容易引起导线过热引发事故,造成危险。

设计意图:回顾串联电路和并联电路电流、电压的特点,了解安全用电的道理。

自主活动

参考解答:(1)用电器均并联在火线和零线之间。若改用串联,用电器两端的电压将小于额定电压,使其不能正常工作,且一个用电器关闭会导致所有用电器关闭。(2)当家庭电路中用电器的总功率过大或发生短路时,通过低压断路器的电流超过规定电流时,断路器会自动切断供电线路,避免用电器损坏或发生其他危险。在线路入户处和各支路处都应安装低压断路器。(3)如图6所示。

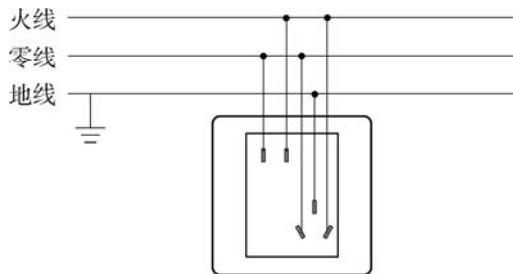


图6

设计意图:通过阅读教材,了解家庭电路中用电器的连接方式、低压断路器的功能与安装位置、插座的连接等。

想一想 2

参考解答:用电器超过使用年限后,其内部电线的绝缘层可能老化破损,引发短路事故。使用时还可

能发生异常振动或噪声过大等问题,增加了额外的能量消耗,能源利用率降低。

设计意图:能从安全和节能两个方面分析家用电器使用的注意事项。

巩固练习

- 参考解答:水能导电,湿手或湿抹布可能使水进入插座,引起短路或触电事故。

命题意图:了解生活中安全用电知识的原理。

- 参考解答:空调、电冰箱、洗衣机(答案合理即可)。

命题意图:观察家中用电器的插头和插座,了解哪些用电器使用时需要接地。

- 参考解答:(1)夏天空调温度设置过低会消耗过多电能,引起浪费,通常温度应不低于26℃。

(2)电热水壶的功率通常在800~1000W,电冰箱启动时的功率和电流较大,两者接在同一个拖线板上可能超过拖线板所能承受的最大功率,甚至引发火灾等危险。(3)充电器不充电时也会消耗电能,长期插在插座上既浪费能源,也存在安全隐患。

命题意图:能指出日常用电行为中的安全隐患和浪费行为。

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 九年级 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、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-2025002

义务教育教科书

(五·四学制)

物理
教学参考资料
九年级 上册

WULI JIAOXUE CANKAO ZILIAO



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-7158-4

9 787547 871584 >

定价：33.00 元