义务教育教科书

苏科版



物理

九年级下册

教师教学用书

苏科版物理教材编写组　编著

江苏凤凰科学技术出版社

JIAOSHI

JIAOXUE YONGSHU

编委会成员

总 主 编　刘炳昇　李　容

编　　委　丁　骏　王　瑜　王明秋　叶　兵　白振宇　仲扣庄
仲新元　许　志　孙建生　杨树峭　邱益民　张兆风
陆建隆　陈　浩　金国华　周中森　周继中　顾　俊
顾俊琪　贾克钧　徐荣亮　徐祥宝　傅　梅　虞澄凡
薛祝其　衡炳锋

图书在版编目(CIP)数据

义务教育教科书　物理　九年级下册　教师教学用书/苏科版物理教材编写组编著. —2版. --南京:江苏凤凰科学技术出版社,2014.1(2019.12重印)

ISBN 978-7-5537-2525-3

Ⅰ.①义…　Ⅱ.①苏…　Ⅲ.①中学物理课—初中—教学参考资料　Ⅳ.①G633

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第001665号

义务教育教科书

物理　九年级下册

教师教学用书

编　　著	苏科版物理教材编写组
责任编辑	陈卫春
责任校对	郝慧华
责任监制	方　晨

出版发行	江苏凤凰科学技术出版社
出版社地址	南京市湖南路1号A楼，邮编：210009
照　　排	江苏凤凰制版有限公司
印　　刷	江苏凤凰通达印刷有限公司

开　　本	787 mm×1 092 mm　1/16
印　　张	7.5
字　　数	195 000
版　　次	2014年1月第2版
印　　次	2019年12月第7次印刷

标准书号	ISBN　978-7-5537-2525-3
定　　价	30.00元(含光盘)

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换.



第十五章　电功和电热

——丰富多彩的电器世界

《物理课程标准(2011年版)》相关要求



- 从能量转化的角度认识电源和用电器的作用.
- 结合实例理解电功和电功率.知道用电器的额定功率和实际功率.
- 通过实验,探究并了解焦耳定律,用焦耳定律说明生产、生活中的一些现象.
- 了解家庭电路.有安全用电和节约用电的意识.



背景资料和课时建议

一、导图说明

本章导图是一个家庭中四个房间的照片.左上图是卧室的照片,从这幅照片中可以看到的家用电器有:挂壁式空调、电熨斗、电吹风和台灯;左下图是客厅的照片,画面中可以看到的家用电器有:柜式空调、家庭影院、背投式彩电、吊灯和电饮水机;右上图是书房的照片,画面中可以看到的家用电器有:个人电脑、录音机和台灯;右下图是厨房的照片,画面中可以看到的家用电器有:电冰箱、洗衣机、电扇、电饭锅、微波炉、吸油烟机和电热水器.这些熟悉的场景,能够让学生感受到物理与他们的生活密切相关,使他们体会到章导言所述的:"各种各样的家用电器正在成为人们生活不可缺少的伴侣."

引导学生比较各种各样的家用电器,使他们能够体验到:所有家用电器的不同之处是它们的"结构、功能有极大差异",而相同之处在于家用电器"工作时都要消耗电能,并且都会有电能转化为内能",从而引出本章的主题——电功和电热.



二、编写思路

本章是在学习了《第十三章　电路初探》和《第十四章　欧姆定律》之后对电现象的进一步研究，在编写过程中有以下几点想法.

1. 突出能量主线.

本章没有按“先概念，后应用”的传统思路编写，而是以电能与内能的转化为主线，先谈用电器在实际生活中的应用，再抽象出物理概念和规律. 例如，在第一节中按“交电费→电能表→电功”的思路展开；在第二节中按“不同的用电器（或同一用电器处于不同挡位）工作→相同时间内消耗电能的多少不同→电功率”的思路展开；在第三节中按“电热器→产生电热的多少与哪些因素有关→焦耳定律”的思路展开；在第四节中按“家庭电路→安全用电→防止触电”的思路展开. 这样做反映了电功、电功率是电流对用电器产生的作用，而焦耳定律是电流对用电器作用的规律，这就从更深层次揭示了电流热效应的本质.

2. 注重联系实际.

本章列举了一些常见的家用电器以及使用这些家用电器的注意事项，要求学生会根据电能表的示数计算家庭在某一段时间所需交的电费，会根据家用电器的说明书计算耗电量，会判断家庭用电过程中的安全隐患等，这些都是初中学生在实际生活中应当具备的基本能力. 密切联系实际，使学生学到的知识在生活中能得到应用，就会激发他们提出更多有价值问题的热情，产生进一步学习的动机.

3. 注重过程与方法的渗透.

本章共安排了五个活动，其中有两个是探究活动：① 探究影响电流热效应的因素；② 探究熔丝熔断的原因. 这些活动，凸显了探究的全过程，有利于学生在解决学习和生活中遇到种种问题的过程中形成概念、了解和掌握物理规律.

本章在修订过程中，将“探究电功与哪些因素有关”的活动删除，改为以陈述的方式呈现，是因为学生在该探究中难以作出猜想、难以控制变量. 修订后，先陈述电能表示数变化，说明用电器将电能转化成了其他形式的能，进而定义电功，指出影响电功大小的因素，并直接给出电功的公式. 最后，让学生结合“活动 15.1　比较两个灯泡的亮暗”进一步验证公式，以达到理解电功概念的目的.

本章注重物理学思维方法的渗透. 例如，在“活动 15.2　探究影响电流热效应的因素”中，要求学生应用控制变量法进行研究；在“学生实验　测量小灯泡的功率”中，要求学生自行判断待测物理量并设计实验步骤，以培养学生的实验设计能力.

本章在修订后，更加关注体现物理学科知识和现代科技前沿成果在生活、生产中的综合应用. 教材介绍了家庭电路供电箱中的空气开关和漏电保护器，并在“信息库”中介绍了热动式断路器的结构与原理，该内容涉及双金属片、杠杆、弹簧



等器件的实际应用，不仅能让学生体验技术设计的精妙，而且能帮助学生进一步理解和综合应用以前所学的知识.

4. 注重培养人文素养.

本章在一些活动中设计了“交流与评价”环节. 例如，在“学生实验　测量小灯泡的功率”之后，要求学生根据同伴在实验中发现的问题分析电路故障，纠正实验中不合理的步骤等，这样能够促进学生之间的交流，有利于培养他们的团队意识.

本章在编写中还引入了一些与技术、社会密切相关的事例. 例如，节能环保的LED灯是现代新科技、“电脑中的散热器”介绍了计算机技术发展的新动向，而“反思与评价”栏目中展示的供电公司发给用户的用电信息单，不仅和我们日常生活密切相关，而且与当今世界节约能源的趋势有关，充分体现了教材的社会性，有利于学生从更广阔的视野去思考物理问题.

三、知 识 网 络

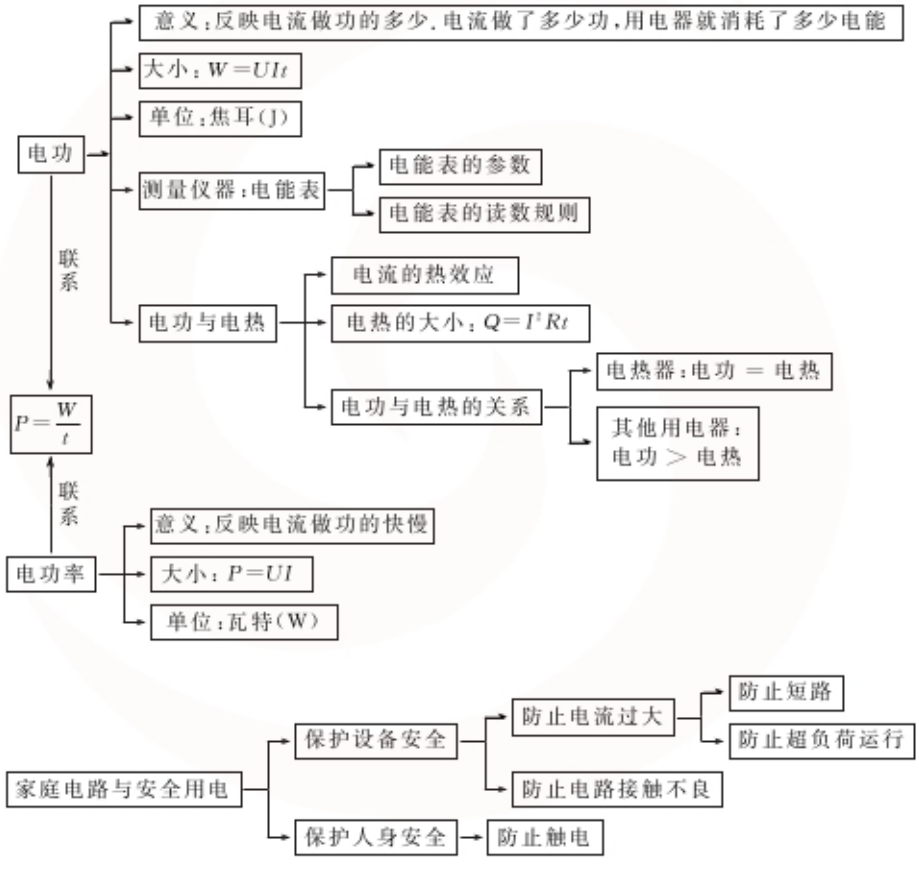


图 15－1



四、课时建议

一、电能表与电功	2课时
二、电功率	1课时
三、电热器　电流的热效应	1课时
四、家庭电路与安全用电	2课时
综合实践活动	1课时
复习	1课时

教材说明和教学建议



一、电能表与电功

【教学目标】

1. 知道电能表是测量电路中消耗电能多少的仪表，了解单相电能表的技术参数，学会认读电能表，会利用电能表指示灯闪烁的次数或转盘转动的圈数计算电路中的用电器消耗的电能.

2. 理解电流做功的实质是电能转化为其他形式的能量，电流做了多少功，电路中就消耗了多少电能，从而加深对功能关系的理解.

3. 知道电功大小与电流、电压和通电时间有关，会用公式 $W = UIt$ 计算电流所做的功.

4. 会利用电路串联时电流不变或并联时电压不变的特点控制变量，验证电流做功与哪些因素有关.

【教材说明】

关于电功的引入，通常有两种思路. 一种是设法说明电流能做功，如电流通过电动机能将重物匀速提升，从而引入电功. 另一种就如本节教材，紧紧扣住功能转化的基本思路，然后自然转变为电流做功的问题——“电流做功的过程中，伴随着电能向其他形式能量的转化，电流做了多少功，电路中就消耗了多少电能”. 利用电能表可以测出电路中消耗的电能，当然也就可以测定电流做了多少功，从而引出电功的概念. 这两种思路是等价的.

为此，在本节一开始通过导图的形式创设了交电费的情境，以“家庭一个月要交多少电费?”“供电部门是根据什么来计算电费的?”“电费的多少表明什么?”“电费的多少可能与哪些因素有关?”等一连串的问题，按“交电费→电能表→电功”的



思路展开，在这些真实问题呈现与解决的过程中，努力体现本教材密切联系学生生活、突出能量主线的意图，以培养学生观察现象、分析问题以及探究物理现象的本质的能力.

本节中，“电能表”是为引入“电功”服务的；电能表示数变化，说明电流做了功. “单相电能表的技术参数”在“读一读”栏目中呈现，是为了培养学生的自学能力，为学生在生活中能自行阅读家用电器使用说明书，了解用电器的技术参数并正确使用用电器打好基础，对细节要求并不高.

关于影响电功大小的因素以及电功的公式，教材采用了陈述的方法给出. 客观上是因为这些问题让学生探究比较困难；从主观上说，是正确处理了探究式学习与接受式学习的关系，使教材更符合学生的认知特点.

本节安排的“活动 15.1　比较两个灯泡的亮暗”是验证性实验，与教材修订前的“探究影响电流做功的因素”的活动有明显不同. “活动 15.1”中让学生运用控制变量法，观察到“两个灯泡串联时，电压高的灯泡更亮；两个灯泡并联时，电流大的灯泡更亮”，使学生能够看出影响电功大小的因素分别是电流和电压，从而进一步理解电功的公式 $W = UIt$.

学生在“生活 · 物理 · 社会”栏目中对“多变量问题需用控制变量法进行研究”有了进一步认识；通过课外实验，对电暖器在不同挡位工作 1 min 消耗电能的多少进行了研究，为下一节“二、电功率”的教学做好了铺垫.

【教学建议】

本节的教学内容比较丰富，拟安排两课时进行教学.

创设好“交电费”的情境，激发起学生的学习兴趣，是引入本节课题的关键. 教材安排小华提出问题：“知道你家一个月要交多少电费吗？”小明反问：“你知道供电部门是根据什么来计算电费的吗？”然后要求学生想一想：“电费的多少表明什么？电费的多少可能与哪些因素有关？”要注意提出和解决这些问题时都要紧紧扣住功能转化的主线：“做功的过程总伴随着能量转化，电流做了多少功，电路中就消耗了多少电能.”

1. 关于“电能表”的教学.

可在课前布置学生观察各自家庭中的电能表，了解电能表面板上或说明书上标注的技术参数，然后再阅读教材上的“电子式单相电能表的技术参数”，让学生通过对比和交流，对单相电能表的技术参数有一个比较全面的认识. 同时，为学生在生活中能自行阅读家用电器的使用说明书、了解用电器的技术参数并正确使用打好基础.

额定电压在本教材中是首次出现，教材用“信息快递”栏目做了明确的说明，要让学生了解这是用电器或电学仪表正常工作时的电压，其中“正常工作”往往是按用电器或电学仪表是否达到设计指标来判断的. 例如，电灯能否达到应有的亮度，电冰箱能否达到应有的制冷效果，空调能否达到应有的制热（或制冷）效果，而电动



机则是否能达到应有的转速与转矩……电能表上的参数“220 V”表示该电能表应该在 220 V 的电路中使用.

电流规格“10(40)A”,括号外的电流值“10 A”叫作基本电流,也称为标定电流,它用来计算负载基数.例如,按国家标准规定,要使电能表正常启动,启动电流不得小于基本电流的 5%,对于基本电流为10 A的电能表,最小负载电流应超过 10 A ×5%=0.50 A,否则电能表计量就不准确.括号内的电流值“40 A”是能使电能表长期正常工作,且误差与温升完全满足规定要求的最大电流值.国家标准规定,通过电能表的电流可高达基本电流的 2～8 倍.为提高低负荷计量的准确性,应选用过载四倍及四倍以上的电能表.这就是电能表能正常工作的最大电流为 40 A 而基本电流为 10 A 的原因.需要注意的是,我们对电流规格的理解与以前相比有所变动,这主要是从教材的严谨性方面考虑的,教师没有必要向学生详细介绍这些技术细节.

电能表常数是衡量电能表是否正常工作的重要参数.例如,教材图 15－1(a)所示的电子式单相电能表,“3 200 imp/(kW·h)”表示每消耗 1 kW·h 电能,电能表指示灯应闪烁 3 200 次,若指示灯闪烁次数过多或过少,超出了误差允许的范围,则说明电能表度量不准确.

目前某些地区仍在使用的感应式单相电能表[教材图 15－1(b)所示],若其参数为 1 920 r/(kW·h),则表示每消耗 1 kW·h 电能该电能表的转盘转过 1 920 圈,这与电子式单相电能表指示灯闪烁次数的作用是相同的,不论学生家庭用的电能表是电子式还是感应式,都能根据电能表常数计算电路中消耗电能的多少.

教材用“信息快递”栏目指出了电能表示数的单位是千瓦时(kW·h),俗称度.单位换算关系为 1 kW·h = 3.6 × 10^6 J.这个换算关系不仅说明电能的单位与机械能的单位相同,还蕴涵着自然界不同形式能量的等价性与相互转化的可能性.

电能表的读数虽然比较简单,但它也是学生必需的生活技能之一,要提醒学生注意两点:一是红色框内的数字是小数,二是在实际生活中,供电部门仅记录电能表示数的整数部分,并按前后两次记录的数据之差计算电费.

特别要注意的是,本节安排电能表的教学,不仅是让学生掌握一种技能,更重要的是为了引入电功的概念.教学中不要喧宾夺主,颠倒主次.

2. 关于电功的教学.

(1) 关于电功的概念以及影响电功大小因素的教学.

学生有这样的生活经验:用电器工作一段时间,电能表的示数会发生变化.教学中,也可以通过实验加以说明:将大功率白炽灯泡接在装有电能表的示教电路板上,当灯泡发光时电能表的指示灯会闪烁(或转盘转动),表明用电器消耗了电能,即电能转化成了其他形式的能量.



引导学生回忆力学中功能转化的实例，让学生体会到：做功的过程总伴随着能量转化．然后说明："电路中消耗了多少电能，电流就做了多少功"．进而给电功下定义：电流所做的功叫作电功．

教材以陈述的方法告诉学生，"研究表明，电功的大小与加在用电器两端的电压、通过的电流和通电时间有关．若用电器两端的电压为 U，通过用电器的电流为 I，通电时间为 t，则电流所做的功 $W=UIt$．"

（2）关于"活动 15.1　比较两个灯泡的亮暗"的教学．

安排本活动的目的是让学生运用电功的知识定性地解释"两个灯泡串联时，电压高的灯泡更亮；两个灯泡并联时，电流大的灯泡更亮"，从而使学生能够按照课程标准的要求"结合实例理解电功的概念"．

本活动的导言主要是要解决"电流做功多少与灯泡亮暗的关系"问题．由公式 $W=Pt$ 可知，在时间 t 相同的情况下，用电器的功率 P 越大，电流做的功 W 也就越多．由于电功率的概念尚未引入，所以只能通过灯泡亮暗的程度来说明一定时间内电流做功的多少．教材给出的思路是：电灯是将电能转化为内能并进而转化为光能的装置，在相同时间内电流做的功越多，电灯产生的内能就越多，电灯就越亮．其实，在相同时间内电流做功越多的电灯，恰恰其电功率也越大，两种判断方法是一致的．

本活动设计的关键是控制变量．教师应组织学生进行适当的讨论，引导学生充分利用"在串联电路中，通过各元件的电流相等"与"在并联电路中，各支路的电压相等"的原理，分别按照实物图连接电路．不必告诉学生哪个灯泡的阻值大，要让学生在实验中自己去观察：在教材图 15－3 中，两个灯泡串联，通过它们的电流相等，两端电压高的灯泡比较亮，说明相同时间内电流做的功多；在图 15－4 中，两个灯泡并联，它们两端的电压相等，电流大的灯泡比较亮，说明相同时间内电流做的功多．当然，通电时间越长，电流做的功也越多．这样，就验证了教材关于"电功大小与加在用电器两端的电压、通过的电流和通电时间有关"的说法，也加深了学生对电功概念的理解．由于教学时间有限，可以采用分组的方法：一组做灯泡串联的实验（用三节干电池），另一组做灯泡并联的实验（用两节干电池），然后汇报和总结结论，效果也不错．

现在市面上常见的小灯泡有"1.5 V　0.3 A""2.5 V　0.3 A"和"3.8 V　0.3 A"三种规格，它们在正常工作时的热电阻分别为 5 Ω、8.3 Ω 和 12.7 Ω（用多用电表欧姆挡测量灯泡的内阻时，测出的只是冷电阻）．建议从这三种规格的灯泡中任选两种来做本实验［有老师反映，用摩托车（或电动车）的灯泡做上述实验效果较好，建议利用 12 V（或 6 V）的小功率灯泡进行实验］．

必须注意，这个实验虽然验证了前面关于"影响电流做功多少的因素"的结论，但最多只能说明电流做功与电流、电压以及通电时间成增函数关系，并不能



得出 $W = UIt$ 的公式，所以教学中应强调“进一步的研究表明……”这是不能忽视的.

关于电功单位的意义，教材特别指出：“当某用电器两端的电压为 1 V，通过的电流为 1 A 时，该用电器在 1 s 内消耗的电能为 1 J.”这是为了使学生对“焦耳(J)”这个电功单位的大小形成感性认识.

本节最后安排了例题，要求学生掌握公式的变形和应用. 例题还要求学生会根据电能表的示数计算电流所做的功，这为学习本节的“WWW”以及本章的“综合实践活动”创造了条件.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 本题中，只有在控制电流、电压不变时，说法①才成立；在控制电压、时间不变时，说法②才成立；在控制电流、时间不变时，说法③才成立.

2. 20.8　1.44×10^8

3. 1.44×10^6 J　5.4×10^5 J　1.98×10^6 J

二、电　功　率

【教学目标】

1. 根据调温旋钮置于不同挡位时电暖器在相同时间内消耗的电能不相等的事实(本章第一节“WWW”第 3 题)，通过类比的方法理解电功率是表示电流做功快慢的物理量.

2. 理解电功率的大小等于用电器两端的电压与通过电流的乘积，会根据电功公式和力学中的功率公式推导电功率公式 $P = UI$，并能进行简单计算.

3. 知道额定电压的概念，通过“测量小灯泡的功率”，能区分用电器的额定功率和实际功率，了解实际功率与额定功率大小之间的关系.

4. 通过“测量小灯泡的功率”了解设计实验的具体方法.

【教材说明】

本节由“电功率”“用电器的额定功率”和“学生实验　测量小灯泡的功率”共同组成，教材的开放性较强，要求学生能够通过阅读和实验自己发现问题、解决问题. 教学中要注意体现教材的开放性，不要轻易地把结论展现在学生面前，这样才能较好地培养学生自主学习和主动探究的能力.

在节导言中，教材首先安排学生对类似上一节“WWW”中第 3 题的情形进行交流和讨论，在得出“不同用电器(或同一用电器处于不同挡位)在相同时间内消耗的电能不相等”的结论后，给学生一个思考的空间，此时教师可以提出问题：“思考一下，对这个结论你能提出什么问题?”希望学生能够像小华那样自己体验到电流做功有快慢，并由老科学家指出：“在力学中我们用功率描述外力做功的快慢，同样，在这里可以引入电功率来描述电流做功的快慢.”



在“用电器的额定功率”中，要求学生自己阅读“储水式电热水器”的铭牌，了解用电器的相关技术参数，重点在于对额定功率这一概念的简述，指出它是用电器在额定电压下工作时的功率. 这个参数非常重要，所以教材列出了一些家用电器的额定功率值，以便学生对常见用电器的额定功率大小有一个定量的认识.

关于“学生实验　测量小灯泡的功率”，其目的是要求学生通过实验，比较额定功率与实际功率的大小. 这个活动比较集中地体现了探究性实验的思维过程：根据电功率公式确定待测物理量；根据待测物理量确定应该选择的实验仪器；按照所用仪器和实验电路图确定实验注意事项；进行实验并收集证据；获取结论并在交流与协作中分析实验中出现的故障.

在最后以 LED 灯为背景的例题中，教材除了要求学生会对电功率公式进行变形并进行简单计算以外，还要求对这种最新照明技术的特点有所了解，以增强学生节能、环保的意识.

【教学建议】

1. 关于“电功率”的教学.

在节导言中要求学生汇报上一节“WWW”第 3 题计算的结果.

电暖器调温旋钮所处的挡位	电流/A	电压/V	用电时间/min	电暖器 1 min 内消耗的电能/J
低				
高				

结论：不同电暖器或者同一电暖器处于不同挡位工作时，在相同时间内消耗的电能不相等，或者说，在相同时间内电流对电暖器做的功不相等.

注意：结论由学生自己通过比较得出，才能使他们对“在相同时间内不同用电器消耗的电能不相等”有比较深刻的认识，然后再启发学生认识电暖器消耗的电能等于电流对电暖器所做的功，所以在相同时间内电流对电暖器做的功不相等，这样学生才能提出“电流做功有快慢”的问题，也才能比较容易地通过与机械功率的类比认识到电功率的物理意义. 教师匆匆忙忙地把结论告诉学生，这种做法是不可取的.

要注意利用功率公式 $P=\frac{W}{t}$ 和电功公式 $W=UIt$ 推出电功率公式 $P=UI$ 的做法，即利用两个公式联立得到另一个公式的代数方法，在初中物理中还是首次出现，由于学生在物理学习中自觉应用数学工具的意识比较淡薄，可能会出现一些障碍. 在计算电熨斗的功率和熨一件衣服所做的功的例题中再一次应用公式解题，并且将公式 $P=\frac{W}{t}$ 变形为 $W=Pt$，目的就是要培养他们利用数学工具解决物理问



题的能力以及逻辑推理能力.

例题的“反思”中关于“旧式电熨斗与蒸汽熨斗相比有哪些缺点”的讨论是开放性的,意在引导学生关注新技术在生活中的应用,学生若能知道“操作复杂,浪费能源和时间,温度过高,使用范围有限”即可.

学生对于电功率的单位——瓦(W)和电功的单位——焦(J)极易混淆,这只有在对电功和电功率两个概念进行充分比较的基础上才能克服,所以有必要对它们的物理意义、大小以及单位进行对比,使他们认识到这是两个含义不同的物理量.

2. 关于“用电器的额定功率”的教学.

首先让学生自己阅读“储水式电热水器”的铭牌,引导他们理解用电器铭牌中相关技术参数的含义,如本节的额定电压是指热水器正常工作时的电压,额定功率是指热水器在额定电压下正常工作时的功率. 对于“用电器在额定电压下正常工作时的功率为额定功率”,要注意引导学生思考:如果实际电压达不到或超过额定电压,那么用电器的实际功率将会怎么样? 以便学生认识到实际功率不一定等于额定功率.

教材列出了“一些家用电器的额定功率”,是为了使学生了解“不同用电器的额定功率一般不同,同一种用电器往往有不同的规格,因而额定功率也不一定相同”,从而认识到额定功率是用电器的一个重要技术参数,它反映了不同用电器在正常工作时电流做功的快慢.

3. 关于“学生实验　测量小灯泡的功率”的教学.

本实验的显性目的是测量小灯泡的额定功率和实际功率,隐性目的是帮助学生了解设计实验的具体方法,其思路如下:

(1) 学会根据实验目的寻找和确定实验原理.

让学生学会根据实验目的确定实验原理并进而确定待测物理量,这是开放性实验的关键. 在探究性实验中,待测物理量一般是按照对问题的假设来确定的. 例如,修订前的教材在探究影响电流做功的因素时,待测物理量电流、电压与通电时间就是通过假设得到的,然后通过实验寻找电流做功与待测物理量之间的关系. 在验证性实验或测量性的实验中,待测物理量往往是根据实验所依据的原理或公式来确定的. 本实验要测量小灯泡的功率,根据电功率公式 $P=UI$,所以待测物理量应是灯泡两端的电压 U 和通过灯泡的电流 I,然后再计算出电功率的值.

(2) 学会根据待测物理量设计实验.

知道了待测物理量,就可以确定测量这些物理量的仪器. 本活动要测量灯泡两端的电压和通过灯泡的电流,实验仪器就需要选择电压表和电流表. 由于电压表必须并联在灯泡两端,电流表只能跟灯泡串联,所以电路只有电流表内接与外接两种接法,如图 15 – 2 所示.



(a) 电流表内接　　(b) 电流表外接

图 15－2

由于待测灯泡的电阻与电压表的电阻相比，$R_{灯} \ll R_{V}$，所以我们采用电流表外接的方法连接电路；由于实验中要调整灯泡两端的实际电压，使其分别等于、大于和小于灯泡的额定电压，所以电路中要连接滑动变阻器；又因为灯泡的额定电压为 2.5 V，所以电源选择两节干电池. 这些是本实验的难点，需要让学生有认识的过程.

实验中必须注意的是：为了保证不烧坏小灯泡，所以一开始应将滑动变阻器的滑片移到使其接入电路中的电阻最大的一端.

本教材回避了电流表内接还是外接的问题，直接将电路图给出，从而降低了探究难度并节省了时间，教师可根据学生的实际情况进行处理，不必一刀切.

(3) 学会进行实验和收集证据.

进行实验的操作程序即实验步骤以及记录实验数据的表格也是需要事先设计的，教材将其中简单的部分交给了学生.

首先是按电路图连接电路(注意在闭合开关 S 前，应将滑动变阻器的滑片 P 移到使其接入电路中的电阻最大的一端)；然后再闭合开关 S，调节滑动变阻器使灯泡两端的电压等于、大于和小于灯泡的额定电压，观察电流表的示数以及小灯泡的亮度，将实验数据填入表格. 教材给出了实验步骤和实验表格，目的是降低难度、节省时间，教师也可根据学生实际情况自行处理.

这里需要注意的问题有两个：① 在上一节中“相同时间内电流做功的多少通过灯泡的亮暗程度来判断”与本节中“电功率的大小通过灯泡的亮暗程度来判断”是一致的，不再赘述；② 要向学生说明为什么实际电压要等于、大于和小于灯泡的额定电压，防止学生与“多测几次，减小实验误差”的情境相混淆.

(4) 学会归纳结论.

归纳结论时需注意与实验目的密切关联，不要天马行空、不着边际. 另外，语言叙述必须精练且通俗易懂. 教材给出的结论中，除了要求将测得的电灯的额定功率写出外，还要求学生用不等号表示实际功率与额定功率的关系，这不仅能帮助学生区分用电器的额定功率和实际功率这两个概念，了解实际功率与额定功率大小之间的关系，也为学生学会用数学工具精确表达物理意义树立了榜样.

(5) 学会评价与交流.

对实验结论的评价包括：实验误差分析、实验成功或失败的原因分析、改进实



验的措施等.由于目前让学生对探究活动进行较深层次的评价仍比较困难,所以教材在“WWW”第4题给出学生在实验中发现的两个问题,要求学生通过交流和讨论找出故障原因,这对训练学生的思维、培养他们分析和解决问题的能力颇有裨益.

【本节有关填空的答案和说明】

p.9,设计实验:

1.根据公式 $P=UI$ 可知,为了测量小灯泡的电功率,应该测量的物理量是电压 U 和电流 I.

2.选择的实验器材分别是:额定电压为2.5 V的小灯泡一个、电压为1.5 V的干电池两节、开关、滑动变阻器、电流表、电压表以及导线若干.通过调节滑动变阻器,改变小灯泡两端的电压.

p.10,结论:

通过实验,得出小灯泡的额定功率是 $P_{额}=U_{额}\times I_{额}$.

当 $U_{实}>U_{额}$ 时,$P_{实}$ ＿＞＿ $P_{额}$;

当 $U_{实}=U_{额}$ 时,$P_{实}$ ＿＝＿ $P_{额}$;

当 $U_{实}<U_{额}$ 时,$P_{实}$ ＿＜＿ $P_{额}$.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. $W=Pt=1\ \text{kW}\times 1\ \text{h}=10^3\ \text{W}\times 3\,600\ \text{s}=3.6\times 10^6\ \text{J}$.

2. 0.24 kW·h 或 8.64×10^5 J

3. 1.86×10^3 W　不能

4.闭合开关后小灯泡比正常工作时亮,说明他闭合开关前未调节滑动变阻器,使其接入电路中的电阻最大.闭合开关后小灯泡不亮且电流表无示数,但电压表有示数,说明灯泡断路.

三、电热器　电流的热效应

【教学目标】

1.知道电热器是主要利用电流热效应工作的装置,知道电热器一般都是由电阻组成的.

2.通过探究,知道电热器产生的热量与电热器自身的电阻、通过它的电流以及通电时间有关.

3.知道焦耳定律的表述、适用范围和计算公式,会用焦耳定律进行简单的计算.

【教材说明】

本节教材首先给出了电热器的定义:“利用电流热效应,将电能直接转变为内能的装置”,然后安排了“电流通过电热器产生的热量与哪些因素有关”的探究活动,即“活动15.2　探究影响电流热效应的因素”.



“活动 15.2”是本节的重点，教材通过提出问题、作出猜想、设计实验、进行实验等环节引导学生参与探究，获取实验结论，并介绍科学家焦耳在大量实验的基础上总结得出焦耳定律；然后利用功能转换的方法，通过理论推导验证了焦耳定律，两种方法相互呼应，整个过程一气呵成，对于培养学生的探究能力有较强的作用.

在“生活·物理·社会”中安排了“电脑中的散热器”，对电脑中的散热装置做了简单介绍，联系现代科技的最新动向，体现了教学内容贴近学生生活、反映最新科技动态的宗旨.

在“WWW”中安排的四道习题均与日常生活密切相关，既激发了学生的学习兴趣，又体现了“从生活到物理，从物理到社会”的课程理念.

【教学建议】

教材以电热油汀、蒸汽电熨斗、电暖器、电水壶和电炉为例，说明“电热器是利用电流热效应将电能直接转化为内能的装置”，学生是很容易理解的. 建议教师再提出“你还知道哪些电热器”的问题，丰富学生对电热器的认识. 当然，学生有可能举出一些并不是电热器的例子，教师应当引导他们紧紧扣住当电流通过用电器时“电能直接转化为内能”几个字进行判别.

关于“活动 15.2　探究影响电流热效应的因素”的教学要注意以下几点：

1. 猜想.

小明猜想电热器产生的热量与电流有关，小华猜想电热器产生的热量与电阻有关，这是教材对学生探究的导向. 可是教学中如果就事论事，匆匆忙忙得出这个结果，就失去了猜想的意义. 建议放开来让学生猜，如学生也许会猜想：电热器产生的热量与通电时间有关，与电热器两端的电压有关，甚至与电热器的种类、形状有关，与电热器的保温程度有关等. 其实，关键还是在于引导. 第一个猜想：“电热器产生的热量与通电时间有关”就是正确的；第二个猜想：“电热器产生的热量与电热器两端的电压有关”也是正确的，因为运用欧姆定律可以将其转化为“电热器产生的热量与电流有关”；第三个和第四个猜想看起来有点“不上路子”，但也不是毫无道理，因为教材没有说明是对同一型号的用电器进行比较，探究其产生热量的多少，也没有说明是不是加了保温装置使其热量散发不出来. 但是这两个问题显然不是关键与本质的，因此不是我们要研究的问题. 这种评价会使学生逐渐养成把注意力集中在关键问题和本质问题上，而抛弃次要方面的习惯.

关于电热器产生的热量可能与电阻有关的猜想，可以这样进行引导：电炉是通过铜导线接入电路中的，电炉丝与铜导线是串联的，因此通过它们的电流相等；由于铜导线的电阻远小于电炉丝的电阻，所以通电时电炉丝热得发红而铜导线几乎不发热，即电热器产生的热量与电热器自身的电阻有关.

还必须注意的是，猜想也要有依据，不能瞎猜. 教师可以提出问题：“你有哪些实例支持你的猜想？”要求学生列举出更多生活中的实例来支持这个猜想. 教学中

要让学生理解“有依据地猜想”是非常重要的，不应忽视这一过程.

2. 设计实验.

学生对控制变量法并不陌生，所以当教材提出“电热器通电所产生的热量可能与许多因素（如电阻、电流和通电时间）有关，应当采用什么方法进行研究？”时，想到采用控制变量法也不会太困难. 但是问题在于学生难以解决：① 如何显示通电导体产生热量的多少？② 如何控制变量？例如，如何控制电流不变？如何在控制电阻不变的情况下改变电流？

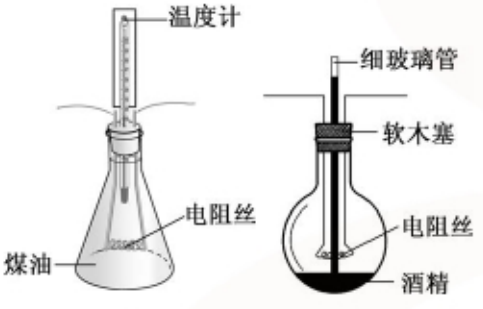


图 15－3

对于问题①，教材给出的办法是：如图 15－3(a)所示，将一段电阻丝浸没在一定质量的液体（如煤油）中，通电时电阻丝产生的热量就会被液体吸收，液体的温度就会升高. 导体产生的热量越多，液体吸热后温度的变化量也越大. 因此，我们可以通过比较不同条件下液体温度的变化量来比较导体产生热量的多少. 此外，采用如图 15－3(b)所示的装置也可以显示通电导体产生的热量.

实验中所采用的电阻丝的电阻值约为几欧姆，可采用电阻较小的铜丝圈和电阻较大的镍铬合金丝圈，也可采用从同一根电炉丝上截下的长短不同的两段电炉丝. 电源电压以 6～12 V 为宜（用低压学生电源或蓄电池组均可）.

采用煤油做这个实验的优点是实验过程稳定、成功率高，缺点是煤油量大、加热时间较长.

对于问题①，也可以利用焦耳定律演示器（图 15－4）进行实验.

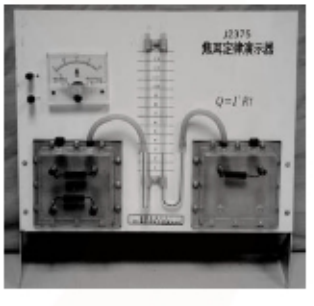


图 15－4　焦耳定律演示器

焦耳定律演示器左右各有一个空气温度计. 密封盒中的电阻未通电时，U 形管两侧的液面在同一水平面上. 给密封盒中的电阻通电时，盒中的气体吸热升温，U 形管两侧的液面产生高度差，高度差越大，说明温度差越大. 由此就可以比较通电导体产生热量的多少.

利用这个装置做实验，灵敏度高、时间短、可视性强，但实验时应注意以下三点：一是空气温度计由加入液体的 U 形管组成，加液体时会在管中形成气泡，需用金属丝将气泡排出；二是每次实验前和实验后都要旋松密封盒的气门螺帽，使 U 形管两侧的液面在同一水平面上，然后再旋紧气门螺帽；三是当给电阻通电时，要注意防止 U 形管中的液体溢出.



对于问题②，在控制电阻不变时，教材采用的是在电路中接入滑动变阻器的方法(图15－5)，通过调节滑动变阻器的滑片改变通过电阻的电流大小．为了控制通过不同电阻 R_1、R_2 的电流大小不变，教材中采用的是将两个电阻串联的方法(图15－6)，这种方法在“活动15.1”中已经用过，学生应该可以接受．

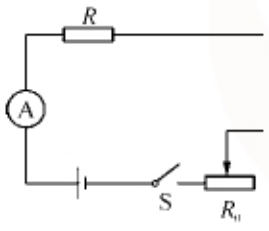


图15－5　控制电阻不变

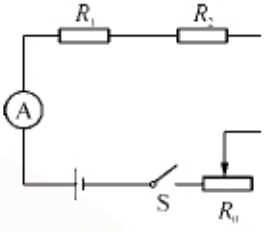


图15－6　控制电流不变

3．进行实验．

无论采用哪种方案，实验步骤都是一样的．实验时需要注意的是：

(1) 在研究电流大小对产生热量的影响时，研究对象是两个电阻 R_1、R_2 中的任意一个(图15－6)．在实验中控制通电时间相同，通过调节滑动变阻器改变电路中的电流进行对比实验，观察温度计示数的变化．通过观察，可以发现电流较大时温度计的示数变化大，这说明：在相同时间内，电流越大，电阻上产生的热量越多．

(2) 在研究通电时间对产生热量的影响时，研究对象仍然是两个电阻 R_1、R_2 中的任意一个，保持电流不变，改变通电时间，观察温度计示数的变化．通过观察，可以发现通电时间越长，温度计的示数变化越大，这说明：在电流大小不变的情况下，通电时间越长，电阻上产生的热量越多．

(3) 在研究电阻大小对产生热量的影响时，研究对象是两个电阻 R_1、R_2，为了保证通过它们的电流相等以及通电时间相同，可以将电阻 R_1、R_2 串联起来(图15－6)．实验时，观察与电阻 R_1、R_2 对应的温度计示数的变化．通过观察，发现与阻值较大的电阻对应的温度计示数变化大，这说明电流和通电时间一定时，阻值较大的电阻发热量较多．此外，本步骤中还要求判断电阻的大小．比较简单的方法是在电阻上直接标出；另一种方法是分别在两个电阻上并联一只电压表，然后根据电压 U 判断电阻的大小．究竟采取哪种方法，教师应根据实验室的条件和学生的实际水平确定．

4．得出结论．

要让学生明确，实验活动的结果最多只能证明前面的猜想是正确的，即说明电流通过电阻丝时产生的热量与导体本身的电阻、通过导体的电流以及通电时间有关．或者进一步讲，实验只能说明导体的电阻越大、通过的电流越大、通电时间越长，它产生的热量就越多，而并不能获得通过导体的电流大小与发热量的定量关系．



应向学生介绍焦耳定律实验中有关测量电流通过导体时发热量的实验装置与实验结果.

教材要求学生利用电功公式和欧姆定律进行数学推理,从理论上推导出焦耳定律,说明理论探究与实验结论的一致性,教材在最后安排了有关焦耳定律的计算,这都是为了培养学生的数理结合能力与逻辑推理能力.教师应让学生进行必要的训练.

教材用一定篇幅介绍了电功与电热的关系,这是此部分的教学重点也是教学难点.要让学生懂得:只有纯电阻电路(电路中只有电阻即发热性元件)电能才完全转化为内能,即电功等于电热.对于纯电阻电路而言,公式 $W=UIt$ 、$W=I^2Rt$ 与 $W=\frac{U^2}{R}t$ 是等价的,使用时要注意采用相对应的物理量代入.通常情况下,电路并不是纯电阻的,这时电路所产生的热量 Q 只是电功 W 的一部分,即电功 $W>$电热 Q.教材列举了电流通过电动机时的情况,很有说服力.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. A

2. 48.4 Ω　6×10^5 J

3. (1) 44 Ω　2 156 Ω　(2) 1 100 W　22 W

4. 8 h

四、家庭电路与安全用电

【教学目标】

1. 了解家庭电路的组成和连接方式,会用测电笔辨认火线与零线.

2. 通过实验探究,知道导致家庭电路中总电流过大的原因及其危害.

3. 知道怎样保护家庭电路和如何防止触电事故.

4. 了解安全用电常识,形成安全用电意识和定期排查家庭用电安全隐患的良好习惯.

【教材说明】

本节教材主要包含以下几部分内容:“家庭电路”“活动 15.3　观察三线插头与三线插座”“活动 15.4　练习使用测电笔”“安全用电”“活动 15.5　探究熔丝熔断的原因”“防止触电”“家庭安全用电常识”.对“家庭电路的组成及其连接方式”和“家庭安全用电常识”这两部分内容,教材是通过图文并茂的形式直接呈现的,而其余部分内容则需要学生在实验活动中动手操作、动脑思考后才能理解.

教学中可以首先通过家庭电路布线示意图来分析家庭电路的组成及其连接方式,进而提出问题:“在家庭电路中,为了保护家庭电路和设备,防止因电路过热损坏家庭电路或引发火灾,采取了哪些措施?为了保护人身安全,防止触电事故的发



生，又采取了哪些措施？”这样既拉近了课堂与生活的距离，又为学生顺利进行实验探究做了很好的铺垫.

教材中安排的三个活动的特点各不相同，应引起重视.“活动 15.3　观察三线插头与三线插座”重在分析上，要仔细观察其结构特点，认真分析这样设计的目的，这有利于学生将所学知识与实际生活相联系；“活动 15.4　练习使用测电笔”重在练习上，要凸显对学生技能的训练，这将有利于培养学生的动手能力；“活动 15.5　探究熔丝熔断的原因”重在探究上，要凸显探究的过程，这将有利于学生在解决问题的过程中了解概念和掌握规律.

在本节的“生活·物理·社会”栏目中，教材以图文并茂的形式较全面地归纳出了“家庭安全用电常识”，不失时机地对学生进行安全用电教育.“生活·物理·社会”栏目中还介绍了空气开关和漏电保护器，“信息库”中介绍了热动式断路器的结构与原理，以引导学生关注现代科技发展，并进一步理解和综合应用所学的知识.

“活动 15.5　探究熔丝熔断的原因”和“防止触电”是本节教学的重点，教学中应着重引导学生参与探究活动，仔细观察、认真分析. 如何使课堂教学融入到学生的生活实际中是本节教学的难点，只有与课外实践活动一起进行，才能激发学生的学习兴趣，培养学生的毅力.

【教学建议】

本节的主要物理知识蕴含于活动之中，学生动手能力的提高、研究方法的掌握也与活动过程密不可分. 因此，教好本节的关键是指导、帮助学生高质量地完成教材中的三个活动. 教师课前要做好充分的准备，保证每个学生都能亲自看一看、做一做. 课堂上要做好启发、组织、指导、帮助和激励工作，充分激发学生的学习兴趣和学习热情.

1. 关于“家庭电路”的教学.

家庭电路布线大多采用暗线铺设，学生对实际电路的连接缺乏直观认识，但对家庭电路的主要设备及其作用还是知道的，所以可从“家庭电路的主要设备及其作用”入手，组织学生分析、讨论. 在学生对家庭电路布线有了大概了解后，再让学生讨论教材图 15－15 所示的家庭电路布线的优点.

教材用“信息快递”栏目简要地阐述了火线和零线的含义，学生对此只要了解就行，教师不必做过多的补充.

2. 关于“活动 15.3　观察三线插头与三线插座”的教学.

本活动重点引导学生观察三线插头与三线插座的结构特点，讨论和分析这样设计的目的. 可设计这样一组问题：三线插座的接线有什么要求？地线有什么作用？能否取消地线？三线插头上接地线的金属插脚有什么特点？为什么要这样设计？三线插座的三个插孔为什么要成三角形分布？等等.



其中比较困难的是后两个问题，因为三线插头的地线插脚比其他两个长，在插三线插头时，地线插脚先进入插座，起到接地作用，而后其他两个插入插座，才接通电源通电；反之，当拔出时，先断电，后断开接地端，这样可以确保用电安全．三个插孔成三角形分布且火线和零线的插孔成倒“八”字状，是因为这样设计能确保插头的三个插脚只能插入对应的插孔．

3．关于“活动 15.4　练习使用测电笔”的教学．

可从“防止触电”这一实际需要引入教学．教师应重点引导学生观察测电笔的结构，熟悉测电笔的使用方法，在此基础上再让学生进行实际操作．要向学生强调安全使用测电笔的规范，绝不允许用手或身体的其他部分接触测电笔上裸露着的金属笔尖，以免发生人身伤害．

4．关于“活动 15.5　探究熔丝熔断的原因”的教学．

可以从学生的生活实际出发设计一系列问题，让学生思考、猜想．例如，你家出现过跳闸或熔丝熔断的现象吗？你还记得是什么原因吗？猜猜看，哪些情况下会出现跳闸或熔丝熔断的现象呢？在此基础上让学生分组讨论，并设计实验来验证自己的猜想．



图 15－7　熔丝作用演示器

本探究既可以按照教材中的图 15－20 和图 15－21自行组装器材进行实验，也可以直接利用熔丝作用演示器（图 15－7）进行实验．前者适合做学生分组实验，后者适合做演示实验，教师可根据学校的条件自行处理．

通过实验探究得出引起熔丝熔断的原因有两个：一是电路短路，二是超负荷运行；再引领学生回到实际生活中去，分析在家庭电路中造成电路短路的常见情况．

对于线路连接处接触不良而造成局部过热的现象，要告诉学生，线路连接处接触不良就相当于在导线的接触处串联了一个大电阻，所以通电时接触处会产生过热现象；同时让他们联想生活中的实际情况．

5．关于“防止触电”与“家庭安全用电常识”的教学．

在学生通过阅读理解触电是怎么回事的基础上，可先组织学生针对以下问题展开讨论：为了防止触电，开关应接在火线上，还是接在零线上？熔丝接在零线上会有什么隐患？关于安全用电，你还有哪些好的建议？在此基础上再引导学生阅读教材上的相关内容．教材中图 15－24 所示的防止触电的五种情况和“WWW”中图 15－26 所示的家庭用电的八种错误做法，从正反两个方面阐明了安全用电的常识，要让学生反复体会．

最后，为使学生形成安全用电意识和养成良好的安全用电习惯，可让学生谈谈通过本节课的学习取得了哪些收获．

【W W W 参考答案、说明和提示】

1．如教材图 15－26 所示的家庭用电中的一些错误做法及纠正的方法如下．



(1) 电熨斗没有用三线插头，一旦漏电很可能会造成人身伤害，应改用三线插头.

(2) 用潮湿的手插插头，很容易发生触电事故，应把手擦干后再插插头.

(3) 拔插头时用手拽电线，容易损坏电源线或发生触电事故，应抓住插头上的绝缘部分.

(4) 接线板上连接的负载过多，超出接线板的额定电流，易导致火灾，应减少部分用电器，保证接线板中的电流在额定电流范围内.

(5) 手触及螺丝刀(或测电笔笔尖)的金属部分并插入插座的火线插孔，会发生触电事故，因此绝不允许用手接触插入插座插孔的任何金属物件.

(6) 用铜丝代替熔丝，即使电路中的电流很大，铜丝也不会自动熔断从而切断电路，这样会使线路过热从而引发火灾，因此绝不允许用铜丝代替熔丝.

(7) 电路发生故障时，自行拆卸和修理插座容易引起人身伤害，应当请专业人员进行检修.

(8) 直接用电线代替插头插入插孔，容易引起触电事故或导致短路从而引发火灾，应该用插头连接插座.

2. $I = \dfrac{P_{总}}{U} = \dfrac{(60 \times 9) \times 16}{220}$ A $\approx$ 39.3 A，故应接入额定电流大于 40 A 的熔丝.

3. 因为电阻丝断裂后重新接上时，接头处的电阻(常称为“接触电阻”)较大，而接触电阻与电阻丝的其他部分是串联的，通过的电流大小相等，根据焦耳定律($Q = I^2Rt$)可知，接头处的接触电阻比电阻丝的其他部分产生的热量多，所以电阻丝接头处的电热毯会被烧焦.

4. 将一盏普通的白炽灯 L 作为校验灯与被熔断的熔丝并联，如教材图 15－27 所示. 然后闭合总开关，并逐个闭合各用电器的开关. 假设闭合用电器的开关后，被接通的电路没有短路故障，即用电器被接通，那么校验灯 L 与用电器串联，校验灯 L 两端的电压就会小于其额定电压，从而发出暗红色的光(发光不正常)；假设闭合用电器的开关后，被接通的电路中某处发生了短路，则校验灯 L 就被直接接在供电电路上，其两端的电压等于额定电压，电灯就会正常发光. 这就是能够利用校验灯检查短路故障的原因.

综合实践活动：对家庭用电的调查研究

【教学目标】

1. 通过综合实践活动，激发学习兴趣和求知欲，培养探究意识、动手能力、思维能力和创新意识.

2. 了解家庭电路的基本结构，知道家庭电路中用电器、电能表、空气开关之间的连接关系.



3. 通过探究家庭消耗电能的多少与哪些因素有关，复习学过的电功、电功率、额定功率等知识，培养节约用电的意识.

4. 通过“拓展研究”中的三个课题，进一步培养节约用电的意识.

【教材说明】

章末的综合实践活动不仅是对本章知识内容的复习与总结，同时也是对学生利用学过的知识解决实际问题这一能力的考验. 三个活动环环相扣、相互关联，既能通过探究训练学生的思维能力，又能提高学生运用图像法进行数据分析的能力，尤其是通过这些活动使学生对节约用电的问题形成了感性认识，同时也进一步培养了学生关心社会、热爱生活的人文精神.

这三个活动可以全部让学生在课外完成，也可以由学生自行选择完成其中的一个或两个，并安排一课时用于组织学生讨论、汇报活动的结果.

【教学建议】

1. 关于“调查家庭用电线路”的教学.

实施本活动的关键是要指导学生弄清自己家的用电线路的结构. 一般情况下，家庭电路都是分路布线的，本章第四节“图 15－15　家庭电路布线示意图”中就分为照明、插座、热水器以及空调共四路，它们分别与安装在供电箱中的四个空气开关相连. 供电箱中的总开关与户外的电能表相连，户外的供电电缆接在电能表的进户线上.

检查家庭用电线路结构的办法是分段停电法. 例如，先将所有用电器全部接通，然后分别断开供电箱中的空气开关，再检查是哪些用电器停止了工作，那么这个空气开关就是控制这一电路的. 检查插座电路时可以插上台灯等用电器，以使其用电情况显性化.

应特别提醒学生注意，研究用电线路时，会涉及连接或断开电路，所以必须严格按照上一节所讲的防止触电的操作规范进行，而且必须有家长在场，以避免发生人身伤害事故.

2. 关于“估测各用电器的实际功率”的教学.

这是要求学生课外进行的一个活动，开放性很强，不必对学生提出过高要求，由于研究对象是他们天天接触到的家用电器，具有亲切感，所以只要去做，就会有体验、有收获.

现在城市住宅楼中的电能表一般都不在房间内，故本实验靠学生独立完成是不太可能的，建议分组进行，合作完成. 本书的配套光盘中有该综合实践活动的教学案例，供参考.

具体操作过程在前面的活动中已经进行过，不再赘述，但在测量时须注意以下几点：

(1) 对于电子式单相电能表，可根据耗电指示灯闪烁的次数计算消耗电能的



多少；对于感应式单相电能表，可以根据转盘转过的圈数计算消耗电能的多少．它们的效果是相同的．

（2）用电器全部关闭后，电子式电能表的指示灯仍然在闪烁（或感应式电能表的转盘仍然在转动），其原因可能有两种：一是可能仍有没有被注意到的用电器在工作，二是可能有漏电情况发生．应排除后再进行实验．

（3）教材中的第五个步骤是为了让学生利用所学的知识对家用电器消耗的电能进行估算，以体现学以致用，实验结果不必追求完美．

（4）因为进行该活动时会涉及连接或断开电路，所以应提醒学生必须严格按照上一节学到的安全用电知识规范操作，而且还必须在有家长在场的情况下开展实验，以避免发生人身伤害事故．

3．关于“拓展研究”的教学．

本活动也是开放性的，三个课题都是围绕着节约用电的内容设计的．学生可以通过上网初步了解，然后设计实验进行探究与验证，最后获取结论．教学的关键是让学生体验探究的过程，培养学生节约用电的意识，不必追求探究结论的完整与完美．

本章“反思与评价”参考答案



1．

	电功	电功率
物理意义	反映有多少电能转化成了其他形式的能量	描述电流做功快慢
计算公式	$W=UIt$	$P=UI$
单位及换算关系	焦（J） 1 kW·h=3.6×10^6 J	瓦（W） 1 kW=10^3 W

2．60 W 的白炽灯使用一年的费用为 60.59 元，8.5 W 的 LED 灯使用一年的费用为 8.73 元．

3．用电器的电阻 $R_{用}=\dfrac{U_{额}^2}{P_{额}}$，用电器的功率 $P_{额}$ 大，故 $R_{用}$ 较小．将大功率用电器并联接入照明电路后，总电路的电阻 $R_{总}$ 很小，而照明电路的总电流 $I_{总}=\dfrac{U_{端}}{R_{并}+R_{线}}$，故 $I_{总}$ 很大，但照明电路允许通过的电流一般较小，由 $Q=I^2R_{线}t$ 可知，实际电流大于照明电路允许通过的电流时，电线会过热，易引发火灾．

4．用电信息单除向用户提供总电量与总电费外，还提供了峰谷用电明细清单



和用电趋势图，有利于用户分析自家的用电规律，合理安排用电时间，“错峰”用电，从而达到节约用电的目的.

课程资源



1. 焦耳定律的发现

焦耳是德国物理学家，他为热功当量数值的测定以及能量守恒定律的建立作出了重大贡献.

1837 年，焦耳在他父亲的工厂里装配了用电池驱动的电动机，并对它进行了多方面的实验测试.

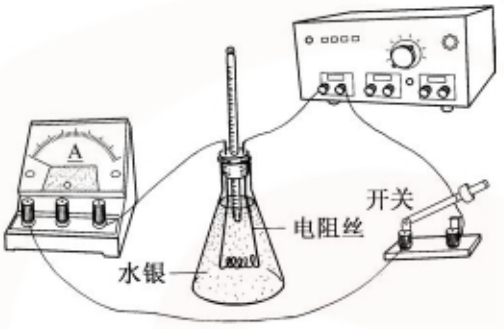


图 15－8　焦耳实验

在测试中焦耳注意到电机和电路的发热现象，他想到这和机器中的摩擦生热一样，都是动力损失的原因，这促使他对电流的热效应进行了定量研究. 他在玻璃管中装入水银，通以强弱不同的电流，测定一定时间内水银的温度变化，从而发现了导体的发热量与电流强度的平方成正比. 他又利用不同尺寸的导体进行实验，发现一定的电流在一定的时间内产生的热量与导体的电阻成正比. 他在 1840 年写出的《论伏打电所产生的热》论文中指出：在一定时间内伏打电流通过金属导体产生的热量与电流强度的平方和导体电阻的乘积成正比.

2. 电功与电热的关系

电流通过电路时要做功，因为一般电路都是有电阻的，所以电流通过电路时就会产生热量. 若电路中只含有电阻（即纯电阻电路），则电流所做的功跟产生的热量是相等的. 在这种情况下，电能完全转化为电路的内能. 如果不是纯电阻电路，即电路中还包含电动机、电解槽等用电器，那么，电能除部分转化为内能外，还要转化为



机械能、化学能等，这时产生的热量已不再等于电流所做的功，而是小于电流所做的功了.

3. 触电的急救

发生触电情况时万万不要惊慌，要做到以下几点：

(1) 迅速关闭开关，切断电源.

(2) 用绝缘物品挑开触电者身上的电线、灯、插座等带电物品.

(3) 保持呼吸道畅通.

(4) 立即呼叫“120”急救服务.

(5) 若呼吸、心跳停止，立即通过胸外心脏按压等措施进行心肺复苏，并坚持长时间进行.

(6) 现场抢救中，尽量不要随意移动伤员.

(7) 妥善处理局部电烧伤的伤口.



第十六章　电磁转换

——探索电与磁的联系

《物理课程标准(2011年版)》相关要求



- 通过实验认识磁场，知道地磁场。
- 通过实验，了解电流周围存在磁场，探究并了解通电螺线管外部磁场的方向。
- 通过实验，了解通电导线在磁场中会受到力的作用，知道力的方向与哪些因素有关。
- 通过实验，探究并了解导体在磁场中运动时产生感应电流的条件，了解电磁感应在生产、生活中的应用。



背景资料和课时建议

一、导图说明

章导图以一台巨大的电动机的剖面图作为核心，在它的周围围绕着许多可爱的电动玩具：逗人的小鸭子、调皮的小狗、可爱的熊猫……是谁让这些可爱的小精灵活灵活现地做着各种有趣的动作呢？是小电动机！小飞机在空中飞翔、小赛车在地面上奔驰、吊车能起吊货物，也都是电动机的功劳。电动机不仅使这些可爱的小玩具“活”了起来，也使我们整个世界“活”起来了！

章导图以学生喜爱的各种电动玩具为背景来吸引孩子们的眼球，旨在引导学生去探索引起电动玩具“活”起来的原因，去关注电动玩具的“心脏”——小电动机所起的作用，去探索电产生的原因，从而激发学生探索奇妙的电磁世界的兴趣。



二、编 写 思 路

教材首先通过爱因斯坦年幼时就对指南针总是指向南北而好奇的故事，引出了磁体与磁场的基本概念．教材从人文的角度引入对物理知识的学习，旨在增强与学生情感的交流．

对于简单的磁现象，学生已有粗浅的认识，教材没有在这方面花费过多的笔墨，而是在体验磁极的相互作用、用小磁针探究条形磁体周围的磁场等实验的基础上，通过实际的事例让学生知道磁体的周围存在磁场，磁极之间的相互作用是通过磁场产生的．

由于初中学生空间想象能力相对缺乏，而磁场的概念又比较抽象，所以教材在这方面没有花过多的笔墨进行理论阐述，而是把重点放在用小磁针和铁屑探究条形磁体及通电螺线管周围磁场的分布上，用铁屑在磁场中排列的图形来模拟磁感线，利用小磁针来探测通电螺线管外部磁场的方向．通过这一系列的探究活动让学生掌握学习科学知识的方法．

与传统教材相比，本章教学内容更加注重学生的亲身体验与感悟，更加注重知识与实际的联系与应用；加强了对能量的认识，通过电磁运动形式来认识电能与机械能之间的转化关系．电磁联系的知识与生产、生活实际密切相关，电流的磁场、电磁继电器、电动机、发电机等内容要尽量地让学生动脑去学，动手去做、去探究，使学生认识到学习物理是有用的．在“生活·物理·社会”栏目中安排了指南针、磁记录、磁悬浮列车等实际应用的事例，体现了“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念．

本章安排了十一个活动，其中有四个探究活动，它们分别是“活动 16.2　用小磁针探究磁体周围的磁场”“活动 16.3　用铁屑探究磁体周围的磁场”“活动 16.4　探究通电直导线周围的磁场”“活动 16.10　探究感应电流产生的条件”．本章还安排了两个学生实验：“探究通电螺线管外部磁场的方向”“安装直流电动机模型”．需要注意的是，教师应该积极创造条件让学生参与教材中所设计的探究活动和学生实验，只有这样，他们才能在实践中发现和解决问题，获取并理解他们应掌握的知识，从而体验学习的乐趣．如果仅仅由教师陈述实验的操作步骤或注意事项，学生往往只能进行枯燥的机械记忆，从而挫伤学生学习的积极性．

通过本章的探究活动，学生不仅能获取有关电磁联系的知识，同时也能体验科学研究中的艰辛和创新的乐趣，在教学中应通过科学发明与发现的实例，对学生进行这方面的引导．在本章的教学中，还应帮助学生形成自然现象之间是相互联系的科学思想，激发学生尝试运用实验等科学方法探索自然界奥秘的兴趣．

三、知识网络



图 16－1

四、课时建议

一、磁体与磁场	1～2 课时
二、电流的磁场	1～2 课时
三、磁场对电流的作用　电动机	1 课时
四、安装直流电动机模型	1 课时
五、电磁感应　发电机	2 课时
机动	2 课时

教材说明和教学建议



一、磁体与磁场

【教学目标】

1. 通过活动，了解磁极之间的相互作用，感知磁场的存在.

2. 通过观察磁化现象，知道某些不具有磁性的物体也能成为磁体.

3. 通过活动，知道磁感线可用来形象地描述磁场，知道磁感线的方向是怎样



规定的.

4. 知道地球周围有磁场,知道地磁场的 N、S 极所处的位置.

5. 了解我国古代人们对磁的研究和所取得的成就,增强民族自豪感和使命感,进一步激发学习物理的兴趣.

【教材说明】

磁场是一个比较抽象的概念,学生不易接受与理解.教材以讲故事的形式引入:爱因斯坦小时候发现指南针总是指向南北,引发了他对物理知识的探究欲望.同时也希望通过这一故事来激发学生的求知欲.

磁场既看不见,也摸不着.但"场"却是物理学中很重要的一个概念,也是教学的难点.教材在安排这方面的教学内容时紧扣磁场的基本性质——磁场对放入其中的磁体产生力的作用展开,对磁体的磁性不做详细的阐述,只是把它放在"信息库"中作为信息介绍.教材先是安排了用小磁针探究磁体周围磁场的活动,即通过小磁针的受力情况研究磁场(这是本章中研究磁场的重要方法),让学生通过自己画小磁针在磁体周围的指向,感受磁场具有方向的性质.然后,又安排了用铁屑替代小磁针描述磁场的分布这一探究活动.用铁屑描述磁感线虽比小磁针更加贴切,但铁屑不能表达磁场的方向,而小磁针却可以显示磁场中各点的方向.教材运用了小磁针与铁屑两者优势互补的方法,从而使得学生对磁场有较深刻的认识.教材这样编排更加符合初中学生的认知规律.

对于地磁场的认识,教材通过"读一读"的形式让学生自学.教材中没有直接指出磁偏角这个概念,而是通过学生在阅读中可能提出的"小磁针所指的方向为什么不是地理的正南、正北方向"这样的问题来进行讨论,从而认识磁偏角.

在"生活·物理·社会"栏目中介绍了中国古代四大发明之一——指南针,旨在让学生了解在磁的发现和应用上,我们的祖先曾作出过杰出贡献,对学生进行中华民族文化与爱国主义教育.

【教学建议】

本节教材由"活动 16.1　认识磁体""活动 16.2　用小磁针探究磁体周围的磁场""活动 16.3　用铁屑探究磁体周围的磁场"三个小单元组成.其中,探究磁体周围的磁场是本节教学的重点,用磁感线描述磁场是本节教学的难点.在教学中应紧扣磁场的基本性质,即磁性开展活动.对于磁化现象,只要让学生有一定的感性认识即可.

教材通过画小磁针在磁体周围各点的指向以及观察铁屑在磁体周围的疏密分布,让学生感知磁场既有方向也有强弱.教学中应以初中学生的认知规律为依据开展教学活动.

1. 关于"活动 16.1　认识磁体"的教学.

可以通过爱因斯坦小时候对指南针好奇的故事引入新课,然后让学生交流他



们对磁现象的认识，通过学生对指南针指向的观察，以及对观察结果的交流，启发学生猜想指南针指向的唯一性一定是由于某种物质对它产生作用，从而引入对磁场的探究.

对于磁体两端磁性最强，学生平时不太注意，可以通过条形磁体不同部位吸引大头针数量不同的实验让学生感受磁体的磁极.

对于磁极之间的相互作用，可采用绳子悬挂两块条形磁体的方法来演示，为了避免被悬挂的条形磁体在空中转动，可以采用两根绳子悬挂的方法.

磁化是一种重要的磁现象，可以通过“被磁体吸引的大头针还能吸引其他大头针”这样的事实来认识磁化现象. 可以适当地介绍永磁体的制作和铁磁性材料. 介绍这些知识只是为了说明条形磁体为什么能长期保持磁性，而大头针却不能长时间保持磁性.

磁场虽然看不见，但可以探测到. 可以通过磁场产生的作用来感知磁场的存在. 例如，用磁场对放入磁场中的铁、磁体的作用来认识磁场. 教材安排了一个活动，让学生探究条形磁体不与回形针接触时，磁体对回形针是否仍然有力的作用，从而感知磁场的存在. 教学中也可以运用类比的方法，如空气流动形成风、电流使电灯发光等，也可让学生捂住自己的鼻子来感知周围空气的存在. 使学生明白，看不见、摸不着的东西也是可以被认识和探测到的，在整个教学过程中渗透科学的思维方法，使学生认识到磁场是真实存在的.

2. 关于“活动 16.2　用小磁针探究磁体周围的磁场”的教学.

用小磁针探究磁体周围的磁场实验的演示分三步进行，以引导学生认识磁场具有方向性.

(1) 把小磁针单独放在透明的有机玻璃板上，借助实物投影仪进行实验演示. 当小磁针静止时，一端指南，一端指北.

(2) 把小磁针放在磁体附近，并在磁体周围慢慢移动，观察小磁针指向的变化(教材图16－3).

(3) 移去磁体，小磁针恢复原来的指向.

在把小磁针放在磁体周围不同的地方时，一定要把小磁针在各点的指向及时记录下来并画清楚. 让学生观察所记录的小磁针在磁场中各点的指向情况，认识磁场具有方向性，并知道磁场中各点的方向都是唯一的.

用小磁针研究磁场的方法，在研究通电螺线管外部的磁场时还会用到.

3. 关于“活动 16.3　用铁屑探究磁体周围的磁场”的教学.

为了使全班的同学都能观察到铁屑在磁体周围的分布情况，建议采用如下方法.

将整个实验装置放在投影仪上进行投影. 在投影仪上放置磁体，在磁体上放玻



璃板，再在玻璃板上均匀地撒一层铁屑（在易拉罐盖上均匀地钻些小孔，然后在易拉罐中装入铁屑，盖上盖子，用此装置撒铁屑非常方便），轻敲玻璃板，便能在屏幕上看到铁屑的分布情况．为使实验效果好，在做实验前一定要把玻璃板擦拭干净，铁屑一定要撒均匀（一般可以在基本撒均匀后再轻敲玻璃板）．

当铁屑分布稳定后，可在磁体的周围放几只小磁针，使小磁针与铁屑协同表现磁场的方向性与强弱性．此时，教师再把握有利的教学时机介绍磁感线，使磁感线的引入自然、贴切．在教学中可以展示条形磁体周围、同名磁极之间、异名磁极之间、蹄形磁体周围磁场的分布情况，以加强学生对磁感线的认识．

教学中必须注意：磁感线的走向与各点的磁场方向既有联系又有区别．磁感线的走向是整体形象，而磁场方向是小磁针在某点静止时 N 极所指的方向，即磁感线上该点的切线方向．可用下面的比喻来向学生说明：小明在学校的 400 m 跑道上跑步，他的走向是确定的——或顺时针方向，或逆时针方向；而他在跑道上的不同地方时，他面孔所朝的方向是不同的．

对于地球的磁场的内容可让学生自己阅读，并用笔画出地理北极与地理南极的连线，以及地磁场的 N 极与 S 极的连线，然后让学生讨论两条连线所形成的夹角，从而认识磁偏角，进而使学生了解指南针为什么不是真正指向地理南北的道理．同时，教师应介绍有关的资料——沈括及磁偏角的发现，对学生进行爱国主义教育．

【本节有关填空的答案和说明】

p. 32～33，活动 16.1：

……发现磁体对大头针有吸引作用．磁体的这种性质叫作磁性．

磁体的两端对大头针的作用最强，这两个部位叫作磁极……

当两个磁体靠近时，同名磁极相排斥，异名磁极相吸引．

被磁体吸引的大头针能吸引其他大头针，这时它们能表现出磁性……

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 提示：可利用同名磁极相互排斥、异名磁极相互吸引的原理来判断被磁化的钢针哪一端是 N 极．

2. 提示：在家庭中，如电冰箱门上的磁封条、收音机上的扬声器、房门上用于防风的“门吸”、磁带等．主要是利用磁体具有磁性来寻找．

3. 中间磁环的底面是 S 极、顶面是 N 极，最上面的磁环底面是 N 极、顶面是 S 极．

4. 略．

5. 应该将小磁针悬挂在月球表面附近多处，如果它静止时都指向同一方向，那么才能确定月球周围存在磁场．小磁针静止时，它的 N 极所指的方向应该是



“月磁”的S极.

提示:可假设两种情况来进行研究:(1)月球本身是一个磁体;(2)月球本身不是一个磁体,表面受地磁场的影响.

二、电流的磁场

【教学目标】

1. 通过探究活动,知道通电导线周围存在着磁场,并初步认识通电导线周围的磁场方向与电流方向有关.

2. 通过实验探究,知道通电螺线管的外部磁场与条形磁体的外部磁场相似.

3. 通过实验,学会判断通电螺线管外部磁场方向的方法,即会应用安培定则.

4. 理解电磁继电器的工作原理.

5. 通过认识电与磁之间的联系,激发探索自然界奥秘的动机,了解探索大自然奥秘的科学方法.

【教材说明】

教材在处理电流的磁效应时,与传统教材有较大的不同,教材此部分是通过直观性很强的电磁铁吸引大头针的事例来引入电流的磁效应的.学生在小学科学课中已经接触过电磁铁,因此直接由通电的电磁铁吸引大头针这一现象来说明“电能生磁”学生应该能够接受,教材这样安排是从学生认知规律的角度考虑的.教材另一个较大的变化就是没有在正文中介绍奥斯特实验的发现过程,而是让学生亲身经历探究通电导线周围磁场的过程来发现电流的磁效应,然后再由“信息库”介绍奥斯特实验.这样安排的目的在于让学生通过自己的探究来发现电流的磁效应,虽然他们的探究是在教师的引导下进行的,但同样能使学生感觉到科学家能做的事他们也能做,有利于培养学生探索自然界奥秘的兴趣.

“学生实验　探究通电螺线管外部磁场的方向”的目的是让学生亲身经历实验过程,探究通电螺线管的外部磁场.教材采用让学生边做实验边画图的方法,并且将画出的两幅图进行比较,从而得出通电螺线管外部磁场的方向与通电螺线管中电流的方向有关,老师一定要让学生亲手做这个实验,并动手画出通电螺线管外部各点所放小磁针的指向.

对于“学生实验　探究通电螺线管外部磁场的方向”,教材的设计思路是在学生探究之后,学生和教师进行共同讨论与交流,然后可由教师给出安培定则,也可以由学生用自己的语言描述判断通电螺线管外部磁场的分布情况及磁场方向的方法.

电磁继电器是电铃、电话和自动控制装置中的重要部件,其实质是电磁铁控制的开关,在电路中起着类似于开关的作用.教材以阅读资料的形式呈现,目的是让学生



通过阅读和观察电磁继电器的工作过程来理解电磁继电器的工作原理.教材安排了让学生利用电磁继电器自主设计一个控制电路并进行实际操作的内容,旨在培养学生理论联系实际及动手动脑做物理实验的习惯.

教材在"生活·物理·社会"栏目中向学生介绍了能反映电磁之间有着密切联系的磁记录.通过介绍磁记录的过程及应用,不仅起到回顾及巩固有关知识(磁化、电流的磁效应等)的作用,而且让学生领悟到电磁之间还存在着能量的转化关系,从而突出了本章教学内容中运用能量的观点来认识电磁之间联系的编写意图.

【教学建议】

本节教材以用大铁钉制作的电磁铁通电后能吸引大头针的现象创设情境,引入对"通电导线周围是否存在磁场"这一问题的探究.

本节教学内容主要由"活动 16.4　探究通电直导线周围的磁场""学生实验　探究通电螺线管外部磁场的方向"和"活动 16.5　练习使用电磁继电器"三部分组成.其中,"学生实验　探究通电螺线管外部磁场的方向"是本节教学的重点,如何设计探究通电螺线管外部磁场的实验以及如何引导学生进行实验是难点.

教材首先提供螺线管模型,教师可启发学生模仿探究条形磁体外部磁场分布的方法,自己设计实验方案进行探究并总结出通电螺线管外部磁场的方向与电流方向之间的关系,培养学生的空间想象力和表达能力.

1. 关于"活动 16.4　探究通电直导线周围的磁场"的教学.

本活动的关键是要做好演示实验.首先以电磁铁吸引大头针的现象引入探究的问题,然后精心做好教材中图 16-12 所示的实验.要取得较好的实验效果,应注意以下几点:

(1) 导线需沿南北方向放置,减少地磁场对实验的影响.这样,在给导线通电时,小磁针就能发生明显的偏转.

(2) 通过导线的电流应大些,这样才能使放在导线上方或下方的小磁针的偏转不仅明显而且指向较稳定.

(3) 在电路中应串联一个滑动变阻器,以便对电流进行调节.

(4) 不仅要让学生注意观察改变电流方向时产生的现象,更应让学生及时记录并画出草图.

(5) 实验中给导线通电的时间不宜长,可采用缩短通电时间、增加实验次数的方法,指导学生注意观察.为了增加可见度,提高观察的质量,可把整个实验装置放在投影仪上演示,如果运用实物投影仪,效果会更好.

在完成实验后,应让学生自己归纳实验结果,得出:① 通电直导线周围存在磁场,② 电流磁场的方向与电流的方向有关.

在得出以上结论的基础上,教师可以介绍当年科学家探索电流磁效应的历程,



讲述奥斯特发现电流磁效应的故事，并且可以强调奥斯特实验的物理意义在于：揭示了电现象与磁现象不是各自孤立的，而是有着密切联系的．这一发现激发了各国科学家探索电磁本质的热情，为揭示磁现象的电本质奠定了实验基础，有力地推动了电磁学的发展．

教材中图 16－13 可作为对通电直导线周围磁场分布的归纳．

2．关于“学生实验　探究通电螺线管外部磁场的方向”的教学．

探究通电螺线管的外部磁场时可以参照上一节中探究条形磁体周围磁场的方法，在通电螺线管周围放一些小磁针，让学生自己去比较通电螺线管外部磁场的方向与什么磁场相似．对于实验用的螺线管，可用直径为 0．2～0．3 mm 的漆包线，按教材中图 16－15 所示的形状反复穿绕，使螺线管的每一匝都由 40～50 股漆包线组成（或者把 40～50 根漆包线并成一束，绕成螺线管后，再把这 40～50 股漆包线串联起来）．教师在进行演示实验时，可采用光学放大的方法，将投影仪的镜头调节到使螺线管上半部分导线比较清楚的位置．这样，在屏幕上可看到螺线管的投影有深浅之分，一方面向学生说明了螺线管的绕法，另一方面有利于学生画出通电螺线管外部的磁场分布情况，从而可以准确地判断通电螺线管两端的极性．

实验完成后，同样应让学生自己根据观察到的现象及自己所画的反映通电螺线管外部磁场分布的两幅情景图（先后改变通电螺线管中的电流方向所画出的），描述出判断通电螺线管极性的方法，教师也可以在与学生共同讨论后给出安培定则．

在完成实验后，可以再用类似研究条形磁体周围磁场分布的方法在有机玻璃板上均匀地撒一层铁屑，让学生观察通电螺线管整体磁场的分布情况，以拓宽学生的知识面（让学生了解磁感线是闭合的曲线）．但需注意不要讲述通电螺线管内部磁场的情况．

3．关于“活动 16．5　练习使用电磁继电器”的教学．

作为电磁现象的重要应用，本节教材安排了电磁继电器的基本知识．在教学活动中，应指导学生自己认真阅读教材上安排的“读一读”．

教师可设计几个问题，让学生在阅读的基础上进行讨论，如可让学生讨论：电磁继电器的主要部件是哪些？它们分别起什么作用？为什么在螺线管中插有铁芯（可适当讲述电磁铁的磁性强弱与哪些因素有关）？电磁继电器是应用什么原理来控制电路的？

在教学中可采用挂图、活动幻灯片或课件，将教材图 16－19 中的衔铁部分做成可动模型，让学生仔细观察电磁继电器的基本构造和衔铁的动作过程，认识电磁继电器电路的组成，区别控制电路和受控电路，了解电磁继电器是如何把控制电路

和受控电路联系起来的，进而知道电磁继电器的工作原理、作用及其优点.

在初步理解电磁继电器的工作原理之后，可让学生自己动手做教材上安排的实际操作，即用电源和小灯泡组成受控电路，用电磁继电器来控制小灯泡的亮与灭.

本节的教学应注意让学生积极参与，如在螺线管的教学中，可让学生自带细漆包线或棉线，让他们在铅笔上进行绕线，并画出相应的绕法示意图，以利于学生熟练掌握螺线管的两种基本绕法及表示方式.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1.

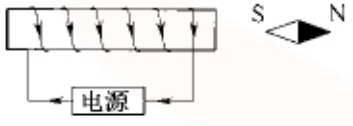


图 16－2

2. 教材图 16－22(a)左端为 S 极，右端为 N 极；教材图 16－22(b)左端为 N 极，右端为 S 极.

3. 提示：找一个螺线管和一枚小磁针，用蓄电池给螺线管通电，通过小磁针判断通电螺线管两端的极性，从而确定螺线管中的电流方向，最后根据电流方向确定蓄电池的正负极.

4. 当汽车钥匙插入钥匙孔并旋转后，电磁铁所在的控制电路闭合，线圈产生磁场，从而对衔铁产生吸引力，使动、静触点接触，电动机所在的工作电路接通，电动机开始工作；将钥匙拔出，电磁铁所在的控制电路断开，磁性消失，动、静触点脱开，电动机所在的工作电路断开，电动机停止工作.

5. 电流从 A 流向 B 时，线圈左端为 S 极，活塞向左运动，S_1 关闭，血液从 S_2 流入；电流从 B 流向 A 时，线圈左端为 N 极，活塞向右运动，S_2 关闭，血液从 S_1 流出.

三、磁场对电流的作用　电动机

【教学目标】

1. 通过实验观察，知道磁场对通电导体有力的作用.

2. 通过实验观察，知道磁场能使通电线圈转动.

3. 通过探究，了解直流电动机换向器的原理.

4. 通过经历探究过程，培养实验操作技能和实验操作兴趣.

5. 通过对换向器作用的探究，体验在克服种种困难成功解决物理问题时的喜悦.

【教材说明】

教材通过先研究磁场对通电直导线的作用，再过渡到磁场对通电线圈的作用的方式分散了教学难点. 教材注重分析通电线圈在不同位置的受力情况，并结合学



生已学过的有关杠杆的知识来分析通电线圈的转动情况.

教材首先让学生观察磁场对通电导体的作用.利用悬挂着的导体运动状态的变化来反映导体受到了磁场的作用力,比以往把导体放在水平导轨上效果好:一方面导体无需克服摩擦力,另一方面可以体现通电导体受力后是一种转动状态,为探究磁场使通电线圈转动起来的活动做了一个很好的铺垫.

教材安排"活动 16.8　观察磁场对通电线圈的作用",其目的有两个:一是激发学生的学习兴趣,培养学生的观察能力和动手能力;二是让学生认识换向器在直流电动机中的重要作用.在教学中不需要让学生在课堂上去研究怎样刮线圈两端的漆,可以放在课后让学生去研究怎样使线圈持续转动,怎样刮去漆包线上的漆(一端全部刮去,另一端只刮掉一半).

以学生探究小电动机转动的原因为背景展开电动机的教学,在教学设计上是一种创新,与传统教材相比有较大的变化.传统的教材是先介绍电动机模型,然后讲解电动机的工作原理,再讲实际的技术运用(如换向器的作用),最后讲电动机的实际应用.本节教材中是先让学生观察小电动机的转动情况,然后再分析小电动机转动的原因,这样处理更加突出了探究的意识,有利于学生探究能力的培养.

教材在"生活·物理·社会"栏目中介绍了磁悬浮列车.作为科技在现代生活中的应用,教师可以结合本节知识向学生简述磁场使列车悬浮起来及使列车向前行驶的原理,也可让学生课后上网查阅相关资料,拓宽知识面,提高学习兴趣.

【教学建议】

本节教材向学生展示了几种由小电动机驱动的玩具,并让学生试着使小电动机转动起来,从而获得一定的感性认识.然后以"小电动机为什么能转动起来"作为一个问题,引入教学内容.为了探讨这个问题,首先要让学生观察被拆卸开的小电动机内部的基本构件,以激发学生探究磁体与线圈之间关系的欲望.

本节教学内容主要由"观察磁场对通电直导线的作用""观察磁场对通电线圈的作用"和"怎样才能使通电线圈在磁场中持续转动"三部分内容组成.教材在设计这三部分内容时,不仅考虑到它们之间在知识上的联系,而且还考虑到学生的认知水平与认知规律,力求达到由浅入深、循序渐进、逐步到位.本节的教学重点是磁场对通电导体的作用,教学难点是通电线圈在磁场中的转动以及换向器是怎样使线圈能够持续转动的.

1. 关于"活动 16.7　观察磁场对通电直导线的作用"的教学.

在学生观察小电动机内部构件的基础上,提出两个问题:磁体与线圈之间存在怎样的关系?小电动机为什么会转动起来?让学生猜想.在学生猜想之前,可再次演示奥斯特实验,或者让学生表述奥斯特实验结果,启发学生进行逆向思考:电流



对磁体有力的作用，反过来，磁体会不会对电流也有力的作用呢？

本节课最重要的就是要做好教材中的演示实验，悬挂铝棒的导线一定要用较细的漆包线，铝棒可用直径为 3～5 mm 的铝线内的线芯．磁体应选用磁性较强且较宽的蹄形磁体，也可把几块蹄形磁体捆扎起来以增加磁场的宽度，从而增大导体的受力，使导体摆动的幅度大一些，以利于学生进行观察．

在实验中必须做好引导和指导．首先要让学生明确实验的目的，然后向学生详细介绍实验装置的作用，使学生认识到实验的合理性．至于改变电流的方向、改变磁场的方向等实验因素也就自然被引出了．

在演示实验时，教师一定要引导学生观察，让学生认真记录观察结果（如及时画出磁场方向、电流方向和导体的受力方向），分析实验结论．

2．关于“活动 16.8　观察磁场对通电线圈的作用”的教学．

让学生自己绕制线圈，分析线圈（小电动机）的转动，旨在把通电线圈在磁场中受力以及技术设计成分很高的换向器的内容，通过实际的操作凸显出来．该探究活动所需要的器材非常简单，一定要让学生自己动手去做．

线圈的制作比较简单：用漆包线在火柴盒等模具上绕 4～6 圈，不必绕得太多，两端引出的导线必须在一条直线上（教材图 16－27），把引线两端的漆皮全部刮去（也可用砂纸打磨）．教材这样安排的巧妙之处有两点：一是符合学生的习惯做法（学生总认为把漆全部刮去后就能导电了），二是为探究直流电动机能持续转动需要的条件做好准备．

支架制作的要点是：剪两段直径约 1 mm、长度约 100 mm 的相同的铜丝（也可用回形针），上端弯成 U 形，下端与导线相连并用图钉固定在硬纸板（或木板）上，与线圈相连的端点要基本保持在同一水平面上，以利于线圈的转动（教材图 16－33）．把线圈放在支架上，磁体放在线圈正下方．调整磁体的位置，使磁体尽可能靠近线圈但不要接触．给线圈通电，开始可以用手轻轻推一下线圈，观察线圈的转动，结果发现线圈只是在某一位置附近摆动而不能绕轴沿着同方向持续转动，针对所观察到的现象，可让学生交流他们的发现，然后就这一现象展开讨论．

在学生讨论之前，可提出如下问题：线圈的两条边（可标出 AB 和 CD）受到的力是一对相互平衡的力吗？线圈在什么位置会停下来？或在什么位置左右摆动？要想使线圈能持续转动，要采取怎样的措施呢？以使学生有目的地进行探究．

经过学生的分析与交流后，教师可以做进一步的分析，可用直观的方式，如挂图、模型或课件展示教材图 16－28，针对线圈在不同位置的受力来分析线圈的转动情况，从而得出线圈不能持续转动的原因是线圈中的电流不能随着线圈的转动而及时改变．然后再让学生想办法解决这个问题．于是，及时改变线圈中的



电流方向或者及时改变磁场方向等想法，均有可能被学生提出来．对学生提出的各种想法再进行评价：是改变电流方向方便，还是改变磁场方向方便？于是，换向器便合乎情理地被学生所接受，换向器的结构和工作原理也就较容易被学生认知和理解．

在学完换向器的知识后，可演示直流电动机，并向学生介绍直流电动机的结构和工作原理，要特别介绍直流电动机的换向器．

课后可让学生就自己制作的小电动机（即绕制的小线圈）进行改进，下节课可让学生展示自己经过改进后的小电动机，再进行评价，以让学生进一步体会直流电动机换向器设计的巧妙．

随着科技的发展，电动机的应用越来越广泛．在教学中可向学生介绍，除了我们已经学过的直流电动机外，生活中还经常用到交流电动机，交流电动机也是利用通电导体在磁场中受力来运转的．可以让学生举例说明生活中哪些地方用到了电动机，哪些是直流电动机，哪些是交流电动机，电动机有哪些优点．

【W W W 参考答案、说明和提示】

1．提示：可以将列出的家用电器按所用的是直流电动机还是交流电动机进行分类，也可以按用途不同进行分类．技术参数主要了解额定电压、额定功率、转速等．

2．教材图 16－31(b)中通电导线的受力方向向左．

3．提示：可从电流的磁效应和磁场对通电导体的作用方面思考．

4．选取直径为 0.25～0.35 mm 的漆包线，在横截面为长方形的物体上密绕 10～40 匝，制成面积为 20 mm×30 mm 的线圈，然后按照教材图 16－33 对线圈的两根引线分别进行刮漆处理，并将线圈架在支架上．注意：当线圈静止时，被刮掉半周漆的那部分导线应与支架接触，这样当给线圈通电时，线圈就可以转动起来了．通电后，如果线圈不转动，可以用手轻轻推一下．

对自己制作的电动机进行评价．其实，按以上方法制作的电动机只利用了一半的电力（想一想，为什么？）：当线圈转到没有被刮掉漆的那半周时，线圈中没有电流，线圈是在惯性的作用下继续转动的；当转动到被刮掉漆的那半周时，线圈又通上电．这样周而复始，电动机就连续转动起来了．

四、安装直流电动机模型

【教学目标】

1．通过装配电动机模型的实践活动，进一步理解磁场对通电线圈的作用．

2．在独立的操作中，进一步了解电动机的基本构造和工作原理，认识换向器的作用．



3. 通过实际操作，培养动手能力，增强动手动脑学物理的意识.

【教材说明】

在探究磁场对通电线圈的作用及电动机的工作原理之后，教材安排了装配电动机模型的学生分组实验，旨在培养学生的动手能力. 通过学生自主动手装配电动机模型，不仅能够让学生进一步认识电动机的基本结构和理解电动机的工作原理，而且能增强学生动手动脑学物理的意识，真正体现“从生活走向物理，从物理走向社会”的基本理念.

教材在处理安装电动机模型的教学内容时，把选材、组装、运行和观察融为一体，体现了实践操作及装配的重要性. 本节应把教学重点放在指导学生安装电动机模型的实际操作技能训练上，让学生经历组装电动机模型的全过程，体验物理知识在实际中的应用，从而认识科学技术对人类社会发展的重要价值.

【教学建议】

1. 教师应加强对学生的实践指导.

(1) 加强对学生观察的指导，做好实践活动的准备工作.

① 指导学生阅读小型电动机模型使用说明书(一般放在电动机模型的包装盒内，如《J2418 小型电动机模型使用说明书》)，观察小型电动机模型的主要部件和名称(可对照教材图 16 - 34).

② 分类观察转子、支架、电刷、弧形铁片(安放磁体的极靴)、底座等.

③ 进一步细化观察，仔细观察转子中的线圈、转轴、换向器，观察并识别线圈的绕法、换向器的结构、线圈的两个接头与换向器之间的连接方式、换向器与转轴之间的装配情况，认识蹄形磁体的 N 极和 S 极.

④ 检查电池盒(或学生电源)、开关、滑动变阻器、导线等元件是否完好，数量是否满足需要.

(2) 点拨组装技巧，加强巡视与分组指导，面向全体学生，培养学生的实际动手能力.

2. 教师应按照合适的步骤引导学生进行实验.

(1) 组装小电动机.

① 对照教材图 16 - 34(或说明书)，在底座上确定好支架、电刷、弧形铁片的安装位置.

② 用螺钉、螺母将支架固定在底座上.

③ 将转子(线圈)的一端安装在已装好的支架上，注意换向器一侧的轴端应在靠近电刷的支架上.

④ 安装皮带轮，拧动转轴，转子应转动自如，无杂声，不松动.

⑤ 将弧形铁片(极靴)用螺钉、螺母固定在底座上.



⑥ 将电刷用螺钉、螺母固定在底座上，使其与换向器的接触松紧适度（既要接触良好，又要尽可能地减小摩擦），以保证转轴能正常转动.

⑦ 从固定电刷的两个螺钉上引出两根引线.

⑧ 装上蹄形磁体，使蹄形磁体 N 极、S 极分别与红、蓝色两弧形铁片（极靴）接触.

（2）连接电路.

① 画出与电动机相关的电路图，根据说明书上标注的电动机的额定电压，选择合适的电源，以防止电压过高损坏电动机.

② 将电源、开关、滑动变阻器、电动机按顺序串联起来. 提醒学生注意，接线时开关一定要断开，滑动变阻器滑片应放在使其连入电路中的阻值最大处.

③ 调整转子，使电刷分别与换向器的一个半环接触，要注意防止两个电刷同时接触换向器的同一个半环造成短路.

④ 检查电路连接无误后闭合开关，观察电动机是否正常转动，若不转动，可指导学生按以下步骤进行检查：a. 用手轻轻旋转电动机的皮带轮；b. 检查电刷与换向器之间接触是否良好，是否有过松或过紧现象；c. 适当将滑动变阻器接入电路的阻值调小一点；d. 用小刀将换向器表面的氧化层刮去. 在同学之间进行交流，共同分析电动机不转动的原因.

（3）探究影响电动机转动方向和快慢的因素.

电动机能正常转动后，可以让学生探究电流的大小和方向对电动机转动的影响.

① 闭合开关，移动滑动变阻器的滑片，改变电流的大小，观察电动机转速的变化，并做好记录，分析、归纳电动机转速与电流大小之间的关系.

② 闭合开关，观察转子的转动方向；断开开关，将电源两极的接线对调，以改变线圈中的电流方向，再闭合开关观察转子的转动方向. 断开开关，记录观察结果.

③ 在电流方向不变时，将蹄形磁体 N、S 极对调，改变磁场的方向，观察电动机转动方向的变化，总结决定转子转动方向的有关因素.

完成组装电动机模型的实践活动后，应提醒学生整理仪器，按组装电动机模型的相反顺序拆卸直流电动机模型，并检查、清点成套装置，按原位放入包装盒. 然后再把其他实验仪器安放整齐，关注培养学生良好的实验习惯、严谨的科学态度.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 略.

2. 在确定电路连接完好的前提下，如果电动机模型不转动，先轻轻地推一下转子. 如果还是不转，可以先检查电刷与换向器是否接触良好，看一看电刷（铜片）是不是只与换向器铜质半圆环中的一个接触，并且是否接触良好. 如果接触不良，可以把电刷（铜片）再弯曲一下，以增加它的弹性. 如果是电刷同时接触换向器的同



一个铜质半圆环，这时只要把电刷的位置调整好就行了．若要判断磁体的磁性是否太弱，可以在原磁体上再加一个磁体．若加上另一个磁体后，电动机转动起来了，则说明原磁体磁性太弱了，这时可以更换一个磁性较强的磁体．

五、电磁感应　发电机

【教学目标】

1．通过探究，知道电磁感应现象，知道产生感应电流的条件．

2．经历探究“磁生电”的过程，知道感应电流的方向跟磁感线的方向、导体切割磁感线的运动方向有关．

3．观察和体验发电机是怎样发电的，并知道我国供生产和生活用的交流电的频率是 50 Hz，能区分交流电与直流电．

4．通过探究感应电流的产生过程，认识自然现象之间是相互联系的，进一步了解探索自然界奥秘的科学方法．

5．通过本节学习，认识到一切创造发明都离不开科学探究，初步形成创造发明的意识．

【教材说明】

教材安排了转动微型电扇能发电的活动，学生会对吊扇中的电动机能发电的现象感到好奇从而产生问题，这种引入课题的方法与传统教材相比，最大的特点就是直观，容易激发学生探究问题的兴趣，而且探究的目的、方向明确，容易切入对问题的探究．

在学生初步感知“磁能生电”之后，再介绍法拉第经过长达十年的不懈探索才发现了“磁生电”现象的史实，让学生感受科学发现的艰辛，认识到一切创造发明的基础都是科学探究．

在探究感应电流时，首先要突出感应电流产生的条件，然后再探究感应电流的方向和大小与哪些因素有关．教材在安排演示实验时，设计了记录实验现象的表格，特别注重探究的顺序，就是为了归纳和总结产生感应电流的条件．在教学中必须要注意培养学生观察、分析、概括的能力．根据《物理课程标准（2011 年版）》，教材没有讲述判断感应电流方向的方法（右手定则），在教学中，只要求学生知道感应电流的方向与导体切割磁感线的运动方向，以及磁场的方向有关．

为了说明电磁感应现象在生产中的广泛应用，教材安排了观察手摇发电机发电的活动，进一步培养学生利用所学知识分析实际问题的能力．让学生观察交流电通过普通电流表时指针左右偏转，认识交流电的特征．

在探究发电机发电的过程中，教材特别指出了发电机在发电的过程中，有部分机械能转化为内能，这一点往往容易被学生忽视．



教材通过“生活·物理·社会”栏目向学生介绍远距离输电的知识，同时还介绍了变压器，旨在说明电磁感应现象的广泛应用，但对变压器的工作原理不必介绍.

【教学建议】

本节教学内容的安排是以学生的认知水平为基础展开的；作为电动机工作的微型电扇也能发电，激起学生的好奇，然后学生通过拆卸微型电扇，观察其内部结构，从而通过实际的操作探究“磁生电”现象.

本节教学内容由“活动 16.9　观察‘磁生电’现象”“活动 16.10　探究感应电流产生的条件”和“活动 16.11　观察手摇发电机发电”三部分内容组成. 从观察电磁感应现象到探究感应电流产生的条件，再到讲述电磁感应现象在实际生活和生产中的广泛应用，教学内容环环紧扣，顺理成章. 本节教学重点是探究感应电流产生的条件，难点是如何理解导体切割磁感线.

1. 关于“活动 16.9　观察‘磁生电’现象”的教学.

利用发光二极管演示微型电扇发电效果很好，有条件的学校一定要让学生亲自动手做，条件不足的学校必须要做好演示实验. 当用手指捏紧插头的两个插脚时，一定要提醒学生注意，旋转叶片的速度不能过快，以免产生的电压过高，使手麻得厉害而引起惊慌. 教学中要及时抓住时机，启发学生把微型电扇拆卸开来，仔细观察其内部结构，当学生惊喜地发现微型电扇内部主要结构也是由磁体和线圈组成时，自然就想到电的产生必与磁和线圈有关，因而产生要探究“磁能生电”的迫切愿望. 这时可启发学生观察微型电扇发电的过程，初步感知线圈在磁场中转动就能发电的现象，再引导学生设计探究“磁能生电”的初步方案，学生设计的方案不完善或者不成熟都不要紧，教师可与学生一起讨论，在给予指导的同时，向学生讲述法拉第探索“磁生电”的历史，对学生进行科学方法与科学精神的教育.

2. 关于“活动 16.10　探究感应电流产生的条件”的教学.

对于教材图 16－38 所示的演示实验，可分两个阶段进行：

第一阶段，探究产生感应电流的条件. 实验前可让学生设计探究的方案或进行猜想. 若要使电路中有电流，电路必须是闭合的，所以可先演示电路闭合时的四种情况：① 闭合电路的一部分导体在磁场中静止不动；② 闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动；③ 闭合电路的一部分导体做不切割磁感线运动（即平行于磁感线运动）；④ 让闭合电路的一部分导体不动，手拿磁体相对导体垂直运动. 第④种情况的实验目的是让学生理解切割磁感线的实质就是闭合电路的一部分导体与磁场之间的相对运动. 在解释“切割”时，可采用类比的方法，如用刀（导体）切韭菜（磁感线），刀与韭菜之间怎样放置才能切断韭菜，也可设计课件来增强“切割”的直观性. 然后再把电路断开，重复以上四种情况. 在探究的过程中，要积极引导学生分析实验现象、探究物理规律. 例如，可根据实验的进程提出“你看到了什



么？说明了什么问题？”“具备怎样的条件，电路中才出现了电流？”等问题．教学中应让学生自主地对以上现象进行分析与归纳，得出产生感应电流的条件：闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，导体中就会产生感应电流．

第二阶段，探究感应电流的方向与哪些因素有关．实验可分为两个步骤：① 保持磁场方向不变，改变导体切割磁感线的运动方向；② 保持导体切割磁感线的方向不变，改变磁场方向．如有可能，也可演示改变导体切割磁感线运动的速度，观察感应电流的大小与切割速度的关系．在探究的过程中，让学生自己设计一张表格，记录观察的现象．由于在切割中产生的感应电流较小，为了增强实验效果，应采用灵敏度较高的小量程电流表，也可用多匝线圈替代单根导线或用多股导线并联替代单根导线．有条件的学校最好进行分组实验，让学生亲自动手、动脑，在实验探究的过程中体验产生感应电流的条件，这样教学效果会更好．

在教学中要有目的地指导学生掌握研究物理问题的方法，提高他们研究物理问题的能力．例如，在“探究感应电流产生的条件”活动中，闭合电路的一部分导体在磁场中静止时，电流表的指针不动，这时可引导学生去思考，怎样让电路中产生电流呢？可以先让学生自己去摆弄，去无意发现，然后通过无意发现转化为有意探索．学生通过自身的体验所感悟到的研究方法，比教师直接讲授科学思想与方法的效果要好得多．

3．关于“活动 16.11　观察手摇发电机发电”的教学．

本次活动是“活动 16.10　探究感应电流产生的条件”的延伸，是电磁感应在技术上的应用，教学中应抓好以下几点：

（1）创设情景，设疑引导．

按教材图 16－41(a)所示，让学生通过观察小灯泡发光感知电路中有电流，然后把手摇发电机与示教电流表连接起来，慢慢摇动发电机手柄，指导学生观察示教电流表指针的偏转情况并提出问题，如：“电路中为什么会产生电流？是怎样产生电流的？”“电流表的指针为什么会左右摆动？”“电流的大小与方向为什么是变化的？”“电流大小和方向的变化与什么因素有关？”等问题．引导学生根据“活动 16.10”获取的知识猜想发电机的基本结构（即有线圈和磁体）以及发电机是怎样发电的．

（2）收集证据，分析论证．

取教材图 16－41(b)所示的发电机模型，介绍其组成部分，并肯定学生的猜想．

在教学中，可以引导学生通过观察与讨论得出：当线圈平面转到与磁感线相垂直时不产生感应电流，这是因为这时线圈的边不切割磁感线．当线圈平面转到与磁感线相平行的位置时，因为这时线圈的两条边做垂直切割磁感线运动，所以电路中的电流最大．当线圈平面每转过与磁感线相垂直的位置时，电流的方向就改变一次，周而复始，就形成交变电流．



通过以上讨论得出规律：感应电流的大小和方向随时间做周期性变化，这种电流叫作交变电流.

在探究产生交变电流的过程中，教师应有意识地引导学生关注发电机在发电过程中能量的转化关系，即在发电机发电的过程中，机械能通过电磁感应转化为电能和内能.

(3) 归纳拓展，实际应用.

在对有关知识归纳的基础上，提出："实际的发电机提供的电流是很强的，这就需要发电机的线圈匝数很多，且导线也应该较粗，那么能否采用上述方式发电？应怎样改进才能达到目的？"等问题. 在教学中可充分让学生开展讨论与交流，也可以让学生去查阅有关的资料.

在"生活·物理·社会"栏目的教学中，教师可展示交流发电机的挂图和电能输送示意图，通过观察交流发电机的剖面图，使学生认识到发电机就是整个电世界的"心脏"，输电线就是电世界的"血管"，各用电器就是电世界中的"器官"，而变压器则在电世界中起着升、降压及转换能量的重要作用. 在教学中不必介绍变压器的工作原理，只要向学生说明变压器在远距离输电中的重要作用就行了.

【本节有关填空的答案和说明】

p. 52～53，活动 16.10：

导体 *AB* 在磁场中的运动情况	是否有感应电流
静止	无
沿磁场方向运动(不切割磁感线)	无
切割磁感线运动	有

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 机械能、化学能、太阳能、核能等.

2. 磁体　磁体运动时，闭合线圈切割磁感线，产生感应电流，灯泡发光.

3. 在小发电机模型发电的过程中，风能转化为线圈转动的动能，再转化为电能.

本章"反思与评价"参考答案



1. 通过奥斯特实验和电磁感应现象，可以知道电与磁之间是有联系的.

2. 通过铁屑在磁场中有序分布，且分布的规律大致相同等实验现象，可以发现两者的磁场相似，可以用磁感线来描述磁场的特点.



3.

名　　称	实验装置	实验步骤	实验结论	能量转化
观察磁场对通电直导线的作用	蹄形磁体、金属棒、电源、导线等	1. 组装实验装置； 2. 给金属棒通电	磁场对通电导体有力的作用	电能转化为机械能
探究感应电流产生的条件	蹄形磁体、金属棒、小量程电流表、导线等	1. 组装实验装置； 2. 使金属棒在磁场中沿不同方向运动	闭合回路的部分导体切割磁感线时，会产生感应电流	机械能转化为电能

课 程 资 源



1. 人类对磁的认识简史

在古代科学史上，中国人对于磁的认识和应用一直居世界领先地位. 公元前 4 世纪战国时期成书的《管子》中已有“上有慈石者，其下有铜金”的描述，这是有关磁石和磁性矿的最早记载. 公元前 3 世纪的《吕氏春秋》中所写的“慈石召铁，或引之也”，描述了磁石吸铁现象. 关于磁现象的应用，在我国古代后魏的《水经注》等书中，曾提到秦始皇为了防备刺客行刺，用磁石建造阿房宫的北阙门，以阻止身带刀剑的刺客入内. 医书上还谈到用磁石吸铁的作用来治疗吞针. 磁现象早期应用方面最光辉的成就是指南针的发明和应用，这也是我国对人类所作出的巨大贡献.

我国战国时期就发现了磁体的指南性. 最早指南的磁石是勺状的，叫司南，它的灵敏度虽很低，但却给人以启示：有一种地磁存在，磁石可以指向. 到北宋时期，制成新的指向仪器——指南鱼. 在曾公亮的《武经总要》中详细记载了指南鱼的制造过程. 这里有个重大突破，就是采用了磁化的方法，使鱼形铁磁化成为一个指向仪器. 此后，指南针的制造和安装方法在北宋沈括的《梦溪笔谈》中已有明确记载. 不久，指南针与方位盘结合起来组成了罗盘，为航海提供了方便而可靠的指向仪器. 后来，我国的指南针传入欧洲. 到 16 世纪，欧洲出现了航海罗盘. 指南针的发明推动了航海事业的发展，也为研究地磁三要素创造了条件.

英国人吉尔伯特在磁的研究方面作出了突出贡献. 他的著作《论磁》在 1600 年出版，是人们对磁现象系统研究开始的标志. 书中记录了吉尔伯特研究磁现象时所用的各种仪器及实验过程，也记录了他从实验中所得到的结论. 他在磁性“小地球”实验中，根据磁针的排列与指向，提出地球本身是一个大磁体，两极位于地理的北、南两极附近；提出了磁子午线概念；吉尔伯特还说明了磁偏角及地磁倾角的测定方法；铁的磁化及去磁的概念；定性地研究磁石的吸引与排斥. 这都为磁的进一步研



究开拓了道路.

到18世纪,在磁的研究方面有了新进展.法国物理学家库仑在磁的研究方面也作出了突出贡献.他参加了法国科学院为设计指向力强、抗干扰性能好的指南针而举行的竞赛活动,并提出悬丝指南针的设想,获得磁学奖,在此基础上制成了库仑扭秤.在建立了电荷相互作用的库仑定律的同时,建立了磁力的相互作用定律,可以说库仑是静电学、静磁学的第一位奠基人.此后,法国数学家、物理学家泊松,在库仑的基础上,提出了磁体间相互作用的势函数积分方程,把对磁的研究发展到定量阶段,但这时对电与磁的研究还是分别平行、独立地进行着.

丹麦物理学家奥斯特1820年发现了电流的磁效应,在当时的科学界引起了巨大反响和重视,科学家纷纷转向这方面的讨论和研究,推动了整个电磁学的发展.安培由电流磁效应想到:既然磁体之间有相互作用,电流与磁体间也有作用,那么两个载流导体之间也一定存在着相互作用.他通过一系列实验,找到了电流间相互作用的实验根据,进行了定量研究,于1820年12月4日向科学院提交了一篇论文,提出计算两个电流元间作用力的公式——安培定律表达式.到1821年初,安培又进一步提出磁性起源的假说,这就是历史上有名的分子电流假说.

新的发现浪潮冲击着整个欧洲.法拉第在新的发现面前重做了已有的实验,并提出新的研究课题——既然电可以产生磁,为什么磁不可以产生电呢?他开始了磁生电的研究.经过十年的艰苦努力,在大量实验的基础上,发现了电磁感应现象及其所遵循的规律.

电磁感应现象的发现是具有划时代意义的,法拉第把电与磁长期分立的两种现象联系在一起,揭示出电与磁的本质联系,找到了机械能与电能之间的转化方法.在理论上,为建立电磁场的理论体系打下了基础;在实践上,开创了电气化时代的新纪元.

法拉第发现电磁感应现象之后,解释了法国科学家阿拉果所做的被称之为"神秘的实验"——悬挂着的磁体下方放一个可自由转动的圆铜盘,当盘转动时,磁体会转动;反之,磁体转动时铜盘也会转动.法拉第提出磁感线(磁力线)的概念,并第一次绘制了磁感线图.他认为磁感线是代表实在的物质实体,每根磁感线都对应一对磁极.后来他又把有磁感线的空间称为"场".麦克斯韦是英国著名的物理学家,他发展了法拉第的"力线-场"的思想,并把它数学化,提出了描述电磁场运动规律的方程组,并预言了电磁波的存在.

德国物理学家赫兹通过实验,令人信服地证明了电磁波的存在.这不仅验证了麦克斯韦电磁场理论的正确,也为无线电技术的建立与发展奠定了基础.

爱因斯坦1905年建立的狭义相对论,第一次把两种自然力——电力与磁力统一起来.近代,随着电子计算机的发明,新的磁性材料不断涌现出来.人类的科学技术及物质生产活动与电和磁已密不可分.随着新的磁现象的发现、磁的更深刻的本



质的揭示，磁的应用也将展现出新的局面.

（改编自《九年义务教育三年制初级中学物理第二册　教学参考资料》，人民教育出版社，1994 年 12 月第 1 版）

2. 为什么钢能变成永磁体而铁不能

永磁体是在外加磁场撤销后，仍能保留一定剩余磁化强度的物体. 要使这样的物体剩余磁化强度为零，即磁性完全消除，必须加反向磁场. 使铁磁质完全退磁所需要的反向磁场的大小，叫铁磁质的矫顽力. 钢与铁都是铁磁质，但它们的矫顽力不同. 钢具有较大的矫顽力，而铁的矫顽力较小. 这是因为在炼钢过程中，在铁中加了碳、钨、铬等元素，炼成了碳钢、钨钢、铬钢等. 碳、钨、铬等元素的加入，使钢在常温条件下，内部存在各种不均匀性，如晶体结构的不均匀、内应力的不均匀、磁性强弱的不均匀等. 这些物理性质的不均匀，都使钢的矫顽力增加，而且在一定范围内不均匀程度愈大，矫顽力愈大. 但这些不均匀性并不是钢在任何情形下都具有的或已达到的最好状态，为使钢的内部不均匀性达到最佳状态，必须要进行恰当的热处理或机械加工. 例如，碳钢在熔炼状态下，磁性和普通铁差不多，它在高温淬火后，不均匀性才迅速增长，才能成为永磁材料. 若把高温的钢慢慢冷却下来，或把已淬火的钢在六七百摄氏度回火一下，其内部原子有充分时间排列成一种稳定的结构，使各种不均匀性减小，于是矫顽力就随之减小，它就不再成为永磁材料了.

钢或其他材料能成为永磁体，就是因为它们经过恰当的加工、处理后，内部存在的不均匀性处于最佳状态，矫顽力最大. 铁的晶体结构、内应力等不均匀性很小，矫顽力自然很小，使它磁化或去磁都不需要很强的磁场，因此，它就不能变成永磁体. 通常把磁化和去磁都很容易的材料，称为软磁性材料. 软磁性材料不能做永磁体，铁就属于这种材料.

（摘自《九年义务教育三年制初级中学物理第二册　教学参考资料》，人民教育出版社，1994 年 12 月第 1 版）

3. 地球的磁场

（1）指南针与地磁场.

指南针是我国古代的四大发明之一，是我国古代劳动人民对科学技术的重大贡献.

我们知道，磁针处于磁场中时，如果它 N 极的指向与磁场方向不一致，磁针就在磁场力作用下旋转，直到它 N 极的指向与磁场方向重合才静止下来. 因此，磁针在磁场中静止时它的 N 极总要指向一个方向，即磁场方向. 地球上的磁针能够指示南北方向，表明了地球周围有磁场，其磁场方向是大致沿南北方向的. 地球的磁场叫作地磁场.

经大量研究表明，地球有两个磁极，各位于地理的南、北极附近，但并不与地理南、北极重合. 在地理北极附近的地磁极是地磁 S 极，在地理南极附近的地磁极是地磁 N 极，地磁两极与地理两极间有夹角. 因此磁针在地磁场中静止时的指向，并不是正南正北方向，而是略微偏一些.

地球上是以子午线来确定地理的南北方向的. 磁针静止时 N 极所指方向偏离子午线的角度叫磁偏角. 11 世纪（北宋）我国伟大的学者沈括在他所著的《梦溪笔谈》中说："方家（道士）以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也."表明我国很早就发现了磁偏角的存在 . 在西方，意大利航海家哥伦布（1451～1506 年）于 15 世纪在航海探险时发现了磁偏角. 他在航海中还发现，在世界不同地区，磁偏角的大小不同. 人们根据大量的地磁观测资料发现，磁偏角在赤道地区最小，随地理纬度的增加而加大. 1975 年地磁两极分别在北纬 78.7°、西经 70.5°（位于格陵兰岛）和南纬 78.7°、东经 109.5°（在南极大陆内）.

如果在地球表面悬挂一个小磁针，使它能绕水平轴旋转，还可以发现，在地磁场作用下，小磁针的 N 极在北半球总是向下倾斜的，磁针静止时与水平面间的夹角叫作磁倾角. 在地球上纬度不同的地区，磁倾角不同，一般随纬度增加而加大. 在地球两极附近，磁倾角很大. 在地球的磁极处，磁倾角为 90°.

地磁场的磁感应强度比较小，平均为 0.5×10^{-4} T，大约为一般永久磁体磁极附近的 1/1 000. 在靠近地磁极地区，磁感应强度较大，但也不到 1×10^{-4} T.

（2）地磁场的变化.

人们在对地磁场的多年观测中，掌握了大量的地磁资料. 这为地磁的研究提供了重要的依据.

科学家们把格林尼治天文台从 1580 年到 1634 年对地磁场测量的结果进行对比时发现，1580 年格林尼治的磁偏角为东经 11.3°，1634 年格林尼治的磁偏角为东经 4.1°，这表示在 54 年间，格林尼治的磁偏角减小了 7°多. 根据记载，1860 年格林尼治的磁偏角为西经 21.5°，表示在 280 年间磁偏角转动了将近 33°，而到 1960 年该地区的磁偏角又变为 10°. 关于磁偏角的变化，许多地区，如伦敦、罗马、彼得堡的地磁观测资料中都有记载. 大量的观测资料表明，地球的磁场是不断变化的，地磁北极近代大致沿纬线方向平稳地迁移，每年迁移的角度约为 0.18°，图 16－3 是

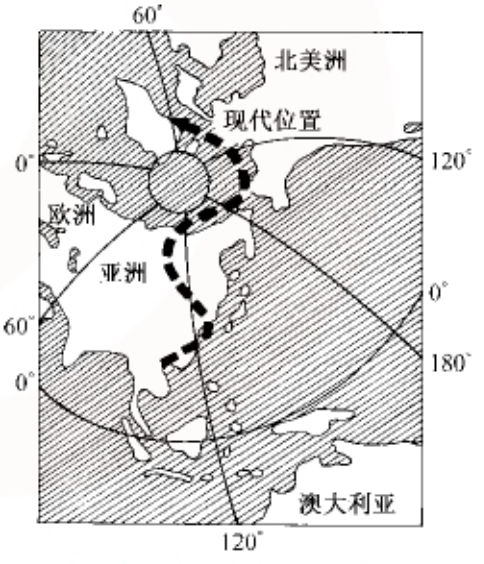


图 16－3　北半球地磁极的漂移

地球北半球在5亿年间地磁漂移的曲线.

实际上,地磁场磁倾角的大小还随昼夜而变.这表明,地磁场受太阳活动的制约,太阳活动的爆发还会引起磁暴.所谓磁暴就是地磁场的大小和方向突然发生剧烈、跳跃、不规则的变化.磁暴发生时,会引起无线电通信信号中断,巨大的变压设备发生故障,绝缘电缆会被击穿等.磁暴对空中飞行的飞机、海洋中航行的船舶以及宇宙飞船威胁很大.磁暴在两极地区频繁发生.

对考古挖掘出的出土文物进行检测发现,一些出土文物被地磁场磁化了.通过对这些出土文物磁性的测量发现,地磁极还会发生反转,反转的周期很长,但反转时进行得很快.据测量表明,大约在距今500万年中,地磁南北极出现了多次的反转.

总之,地磁场是复杂多变的.至于为什么地磁场会这样变化,目前尚未有确切的解释.

(摘自《中等师范学校教科书(试用本)物理学第二册》,人民教育出版社,1996年10月第2版)

4. 安培的成功与失败

安培比奥斯特大两岁,当他得知奥斯特的实验以后,立刻意识到实验结果的重要性.

他不但重复了奥斯特的实验,还发展了奥斯特的实验.他将两根直导线平行地挂起来,然后同时通以电流.他发现:当这两根平行的直导线中通过的电流方向相同时,这两根导线就互相吸引;如果通过的电流方向相反,这两根导线就互相排斥.他再换用两个通电的活动线圈来做实验,也观察到相同的结果.于是,他得出结论:电流不但对磁针产生磁力的作用,电流对电流也产生磁力的作用.

值得指出的是:安培在获悉奥斯特的发现之后,就集中力量研究电流之间的相互作用,在不到三个月的时间内,就建立了以他的名字命名的安培定律,这是安培的一大成就.

奥斯特的发现和安培的成就,更促使人们去进一步探索电与磁之间的关系,去研究磁能不能产生电的问题.

安培也想到这个问题.他设想用强电流通过线圈,从而在线圈附近产生磁力,然后再利用这个磁力来产生电.在1821年,46岁的安培就按这个想法在法国的巴黎做了实验.他用导线在一个绝缘的圆筒上绕上很多匝,做成了一个线圈.线圈绕上很多匝的目的,是想在通以电流的时候,线圈产生的磁力强一些.他又用铜导线做了一个小线圈,这个小线圈的大小做得使它在大线圈里刚好能自由转动,再用一根细的悬丝把这个小线圈吊起来,并使大小线圈的平面互相平行(图16-4).

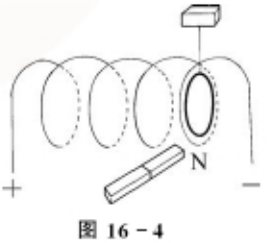


图 16-4



他想，当大线圈中通过强电流的时候，这个强电流的磁场就能在小线圈中产生电流，当然，在小线圈中产生的电流可能很弱．为了检验这个弱电流的存在，他想用一块磁体靠近小线圈，使它发生偏转．因为有电流的小线圈相当于一个磁体，将与磁体相互作用．一切准备好以后，实验开始了，他先将大线圈接上电源，然后拿一块磁体靠近小线圈，结果使他失望，小线圈并没有发生偏转．他认为，这是因为磁体不大（当然磁性也弱）、小线圈中电流不够强，也就是实验装置的灵敏度不够的缘故．

1822 年，安培来到了瑞士的日内瓦．在日内瓦，有一块磁性强的大磁体，他请当地 21 岁的物理学家德拉里夫帮助，重做那个实验．事后他说，在大线圈中有强电流通过的时候，强磁体似乎使小线圈偏转了，而当大线圈中没有电流的时候，小线圈又恢复到原来的位置．但是，他的这个说法并没有被世人接受，而他的研究兴趣也转移到了另外的课题上，于是对于这一问题的研究，安培以失败告终．

（改编自《磁生电的故事》，北京出版社，1987 年 8 月第 1 版）

5．科拉顿“跑”失良机的故事

1825 年的某一天，在静悄悄的实验室里，有一个人正忙碌着，他就是日内瓦年轻的物理学家德拉里夫的助手，名叫科拉顿．科拉顿当时只有 23 岁．五光十色的物理世界吸引着这个年轻人，他也正站在“磁产生电”这幅美丽但暂时还被迷雾遮住的图画面前流连忘返．

科拉顿的实验是这样做的：他用导线绕成一个线圈，再用一小量程电流表来检查线圈中是否有电流存在，如果线圈中有电流，跟线圈连在一起的小量程电流表的指针就会偏转．他不像安培那样，用通过强电流的大线圈来产生磁场，而是直接用一个磁体来产生磁场．他想，当这个磁体插进线圈的时候，可能会在线圈中产生电流．由于小量程电流表的指针是很容易摆动的，为了避免磁体对小量程电流表的影响，他把小量程电流表放到另外一个房间里，然后用导线将小量程电流表跟隔壁房间里的线圈连接起来（图 16－5）．

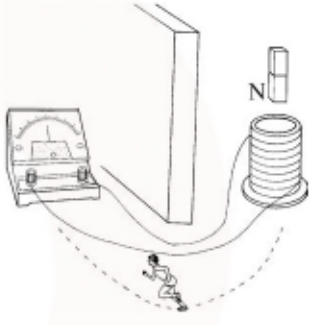


图 16－5

周围没有人，没有一点声响，科拉顿似乎听到自己心脏跳动的声音．他稳定一下自己的情绪，将一块磁体插进了线圈，然后放下磁体，让它留在线圈里，迅速奔向另一个房间．当他跑到小量程电流表面前的时候，小量程电流表的指针仍然停在零点位置，他没有看到他所期望的指针偏转的现象．

他回到放着磁体和线圈的房间，把磁体从线圈中抽了出来，又跑到小量程电流表面前，还是没有看到电流表指针的偏转．同学们，你们做过这个实验吧？你们也看过物理老师做过这个实验吧？所用的器材不是跟科拉顿用的一样吗？也是一块



磁体、一个螺线管、一只小量程电流表.你不是看到小量程电流表的指针偏转了吗,为什么科拉顿看不到呢?

原来,当科拉顿跑到电流表面前的时候,电流表的指针经过一次偏转以后,又转回到了原来的位置.

噢!在科拉顿从一个房间奔向另一个房间的过程中,指针偏转的现象早已经结束了.多可惜啊!他就这样跑来跑去,不仅辛苦,而更重要的是,失去了观察到指针偏转的良机.如果科拉顿有一个助手坐在小量程电流表面前监视着电流表的指针;如果科拉顿不是将电流表放在另外的房间里,而是和线圈一样放在自己面前,那磁产生电的问题就可能提前六年得到答案.这样,发现电磁感应现象的荣誉将不属于法拉第,而是落在23岁的科拉顿头上了.

有位科学家曾说:倒霉的科拉顿,你在跑来跑去中失去了良机!

你也许会从心底里为科拉顿惋惜,他的失误使人类对电磁感应现象的认识推迟了六年.

但是,看了下面法拉第获得成功的经过,你就会知道,安培的失败、科拉顿跑来跑去失去良机,并不是偶然的,而是与他们对这个问题的研究思想,以及他们采用的研究方法有关.

(改编自《磁生电的故事》,北京出版社,1987年8月第1版)

6.法　拉　第

法拉第(Michael Faraday,1791～1867年)英国物理学家.他于1791年生于伦敦附近一个铁匠的家里.由于家里太穷,只念了很短时间的小学,13岁就开始干活谋生,在一家书店里当了七年装订工.在这七年中,他抓紧点滴时间,充分利用书店的条件,阅读了大量科学书籍,特别是对化学和电学产生了浓厚的兴趣.学徒生活尽管贫困,但他每周总要花上几个便士买材料,做一些电学实验.他发现了电解现象.书店的学徒期满时,他的最大愿望是去著名化学家戴维那里工作.法拉第在当学徒时,曾多次听过戴维的学术讲演,并做了非常详细的笔记.在他学徒期满之际,给戴维寄去了一封信,希望能去他那里找到一份工作,同时随信附上了整理好的装订成册的听课笔记以及精美的插图.戴维被他的真诚深深打动.戴维向英国皇家学会的总监建议雇用这个年轻人.总监说:"让他刷瓶子吧!要是他不干,就说明他毫无用处."法拉第答应了这个条件.在此后的45年中,他一直留在皇家学会工作.先是当戴维的助手,后来成为他的合作者.戴维去世后,他成了继任者.

1820年,丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应,这件电磁学发展史上的大事震动了法拉第.法拉第确信客观事物本身应该是对称的,既然电能产生磁,反过来,磁也应该能产生电.1821～1831年间,他做了大量实验,终于发现了电磁感应现象.法拉第从开始实验到发现电磁感应现象,并找出其中的规律,经历了失败、



试验，再失败、再试验的艰苦过程，断断续续地研究了将近十年，最终在1831年8月29日的日记中写下了成功的记录. 最初，法拉第试图用强磁体靠近闭合导线或用强电流使另一闭合导线中感应电流，结果却接连遭到失败. 他从失败中不断吸取教训，总结经验，不断改进实验装置和实验条件. 后来，为了加强电流间的作用，他把两根直导线绕成螺旋线；为了加强电流的磁场，把两根螺旋导线绕在一个铁环上. 在实验中，法拉第偶然发现，每当接通或断开通电线圈的电源时，另一个线圈会产生瞬间电流. 法拉第对他最初的实验在日记中是这样记载的："用直径2.2 cm的软铁棒制成一个外径约15 cm的圆环，在环的一边（A边）用三段纱包铜线缠绕在环上，它们可以接成一根，也可以三根单独使用，这三根导线彼此是绝缘的，隔开一定距离. 在另一半（B边）绕有两根导线，绕线情况与上述相同."他用一根长导线把B边线段的两端联系起来，并把长导线的一段架于离线圈约1 m远的一个磁针的正上方. 他发现，当电池与A边线圈接通时，小磁针立即产生明显摆动，最后又稳定在原来位置上. 当切断A边与电池的连接时，小磁针再次出现摆动. 法拉第在1831年8月29日的日记中详细地记录了第一次成功地观察到的电磁感应现象. 在此基础上，他还记录了用这个绕有铜线的铁环所做的其他实验和新的发现.

法拉第并未满足已发现的现象，他进一步提出新的问题：铁环是必需的吗？线圈A是必需的吗？电流的磁效应是一种稳定效应，电磁感应似乎也应当是一种稳定效应. 那么，用什么方法能产生持续电流呢？法拉第又花了将近一年时间，做了各种实验，把产生电磁感应的条件概括为：① 变化的电流，② 变化的磁场，③ 运动的稳恒电流，④ 运动的磁体，⑤ 在磁场中运动的导体. 在此基础上，找到了产生电磁感应现象的基本条件，就是B线圈中磁感线数量的变化. 这个结论经过数学概括发展为法拉第电磁感应定律.

电磁感应现象的发现具有划时代的意义. 它把电与磁两种现象联系起来了. 在实际应用方面，找到了机械能转化为电能的方法，开创了电气化时代的新纪元；在理论上，为建立电磁场的理论体系打下了基础. 像法拉第这样出身清苦，没有受到过正规教育的人，经过自己的不懈努力，登上了当时科学的高峰，为科学作出了巨大的贡献，这在历史上是罕见的.

（摘自《九年义务教育三年制初级中学物理第二册　教学参考资料》，人民教育出版社，1994年12月第1版）

7. 安培分子电流假说　磁性材料

安培分子电流假说

磁体和电流都能产生磁场，磁体的磁场和电流的磁场是否有相同的起源呢？电流是电荷的运动产生的，所以电流的磁场应该是由于电荷的运动产生的. 那么磁体的磁场是否也是由电荷的运动产生的呢？我们知道，通电螺线管的外部磁场与



条形磁体的磁场相似.法国学者安培由此受到启发,提出了著名的分子电流假说.他认为,在原子、分子等物质微粒的内部,存在着一种环形电流——分子电流,分子电流使每个物质微粒都成为微小的磁体,它的两侧相当于两个磁极(图 16－6).

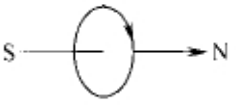
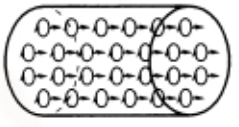


图 16－6

安培的假说能够解释一些磁现象.一根铁棒,在未被磁化的时候,内部各分子电流的取向是杂乱无章的[图 16－7(a)],它们的磁场相互抵消,对外界不显磁性.当铁棒受到外界磁场的作用时,各分子电流的取向变得大致相同[图 16－7(b)],铁棒被磁化,两端对外界显示出较强的磁作用,形成磁极.磁体受到高温或猛烈的敲击会失去磁性.这是因为,在激烈的热运动或机械振动的影响下,分子电流的取向又变得杂乱无章了.



(a)



(b)

图 16－7

在安培所处的时代,人们对物质内部为什么会有分子电流还不清楚,直到 20 世纪初,才知道分子电流是由原子内部电子的运动形成的.安培的分子电流假说揭示了磁体磁性的起源,它使我们认识到:磁体的磁场和电流的磁场一样,都是由电荷的运动产生的.

磁性材料

实验表明,任何物质在外磁场中都能够或多或少地被磁化,只是磁化的程度不同.根据物质在外磁场中表现的特性,物质可粗略地分为三类:顺磁性物质、抗磁性物质、铁磁性物质.现将它们的特性列在下表中.

磁性材料特性表

	顺磁性物质	抗磁性物质	铁磁性物质
被磁化后磁性的强弱	很　弱	很　弱	很　强
被磁化后磁场的方向	使外磁场稍有增强	使外磁场稍有减弱	使外磁场大大增强
外磁场撤去以后	磁性几乎完全消失	磁性几乎完全消失	剩余一部分磁性(剩磁)
典型代表物质	锰、铬、铝等	铋、铜、银、惰性气体等	金属磁性材料,包括铁、钴、镍及其合金等;铁氧体

根据分子电流假说,物质在磁场中应该表现出大体相似的特性,但此表告诉我们,物质在外磁场中的特性差异很大,这反映了分子电流假说的局限性.实际上,各种物质的微观结构是有差异的,这种物质结构的差异性是物质磁性差异的原因.

我们把顺磁性物质和抗磁性物质称为弱磁性物质,把铁磁性物质称为强磁性物质,通常所说的磁性材料是指强磁性物质.

磁性材料按磁化后去磁的难易可分为软磁性材料和硬磁性材料.磁化后容易



去掉磁性的物质叫软磁性材料，不容易去磁的物质叫硬磁性材料．一般来讲，软磁性材料剩磁较少，硬磁性材料剩磁较多．磁性材料按化学成分分，常见的有两大类：金属磁性材料和铁氧体．铁氧体是以氧化铁为主要成分的磁性氧化物．

软磁性材料的剩磁弱，而且容易去磁，适用于需要反复磁化的场合，可以用来制造半导体收音机的天线磁棒、录音机的磁头、电子计算机中的记忆元件，以及变压器、交流发电机、电磁铁和各种高频元件的铁芯等．常见的金属软磁性材料有软铁、硅钢、镍铁合金等，常见的软磁铁氧体有锰锌铁氧体、镍锌铁氧体等．硬磁性材料的剩磁强，而且不易退磁，适合制成永磁铁，应用在磁电式仪表、扬声器、话筒、永磁电机等电器设备中．常见的金属硬磁性材料有碳钢、钨钢、铝镍钴合金等，常见的硬磁铁氧体为钡铁氧体和锶铁氧体．

随着社会的进步，磁性材料和我们日常生活的关系也越来越紧密，录音机上用的磁带、录像机上用的录像带、电子计算机上用的磁盘、储蓄用的信用卡等，都含有磁性材料，这些磁性材料称为磁记录材料．依靠磁记录材料，我们可以在磁带、录像带、磁盘上保存大量的信息，并在需要的时候“读”出这些信息，磁记录材料在 20 世纪 70 年代以前采用磁性氧化物，1978 年合金磁粉研制成功之后，开始采用金属磁性材料，从而大大提高了磁记录的性能．现在人们又在使用金属薄膜做磁记录磁性材料，磁记录技术又得到了进一步的提高．

8．磁 与 生 物

任何物质都有或强或弱的磁性，生物也不例外，一般生物体都具有弱磁性．另外，生物体的生理活动还产生磁场，这些生物磁场非常微弱．例如，正常人的心脏跳动产生的心磁场约 1×10^{-10} T，脑的神经活动产生的脑磁场约 1×10^{-13} T，它们远比地面附近的地磁场（约 5×10^{-10} T）低得多．但由于磁测量技术的发展，这些微弱的生物磁场能够测量出来，对于研究生命活动很有意义．

生物体发生病变后，其磁性与正常生物体的磁性不一样，产生的磁场也会有所变化．这些十分微小的变化可以用于病理研究和疾病诊断．例如，与医学中常用的心电图、脑电图相似，人们正在试用心磁图、脑磁图等人体磁图技术进行相关部位的病情诊断．人体磁图技术和人体电图技术相比，具有不需要与人体接触、测量信息量大、分辨率高等优点．目前，使用心磁图诊断心脏病的确诊率已经高于心电图．

长期的研究发现，许多生物受到外界磁场影响而改变其生长情况、生命活动和行为习性等．例如，在对古生物的研究中，曾观察到在地磁场减弱时，地球上的一些生物大量减少，甚至灭绝．鸽子“认家”的本领与地磁场有关．实验发现，把果蝇的卵或幼虫放在不均匀强磁场中一段时间，磁场对果蝇的发育形态和繁殖能力有影响．

磁场对生物的影响在医学上也有重要应用．早在我国西汉时期的《史记》中就有利用磁石治病的记载．我国明代大药物学家李时珍，在他的药物学巨著《本草纲



目》中，利用磁石或以磁石为主的药物治疗的病名达十多种．目前磁疗已经在治疗腰肌损伤、血管瘤等多种疾病中取得较为显著的疗效．

在农业、养殖业等方面，磁场也有重要应用．例如，对农作物的种子用适当强度的磁场进行处理，可以促进种子萌发和幼苗生长，提高产量；用经过磁场处理的水饲养一些家畜和养殖鱼类，可以增强家畜的抗病能力、鱼类耐恶劣环境的能力．

正是由于磁与生物有着密切的联系，因而兴起了一门边缘科学——生物磁学，它以生物磁性、生物磁场以及生物的生命活动与磁场的关系为研究对象．

9. 寻找磁单极子

在电现象里有电荷，正、负电荷可以单独存在．在磁现象里却没有发现磁荷，N、S极也不能单独存在．一块磁体，无论把它分得多么小，总是有N极和S极．

1931年，英国物理学家狄拉克从理论上预言存在只有一个磁极的粒子——磁单极子．根据磁单极子的理论，电和磁之间的相似将更加完美．理论的动人前景吸引了一批物理学家用各种方法，在岩石中、在宇宙射线（即从宇宙空间飞来的粒子）中、在加速器实验中，寻找磁单极子，但是到现在还没有找到．人们推测，磁单极子可能是在宇宙形成初期产生的，残存下来的为数较少，而且分散在广漠的宇宙之中，要找到它是很不容易的．

美国物理学家卡布莱拉用实验寻找磁单极子，实验所依据的原理就是电磁感应现象．仪器的主要部分是由超导体做成的线圈．设想有一个磁单极子穿过超导线圈（图16－8），穿过超导线圈的磁通量将发生改变，而且引起的感应电动势的方向不变，于是在超导线圈中将引起感应电流．超导体的电阻为零，这个电流将长期维持下去而不减弱．1982年2月，这位物理学家发现在超导线圈中出现了稳定的电流，认定这是磁单极子穿过了超导线圈．不过以后没有重复观察到那次实验中观察到的现象，所以这一事例还不能确证磁单极子的存在．



图16－8

目前，寻找磁单极子的实验还在进行中．如果磁单极子确实存在，现在的电磁理论就要做重大的修改，对整个物理学基础理论的发展将产生重大的影响．

10. 直线电机和磁悬浮列车

一般电动机工作时都是转动的．但是用旋转的电机驱动的交通工具（比如电动机车和城市中的电车等）需要做直线运动，用旋转的电机驱动的机器的一些部件也要做直线运动．这就需要增加把旋转运动变为直线运动的一套装置．能不能直接运用直线运动的电机来驱动，从而省去这套装置呢？几十年前人们就提出了这个问题．现在已制成了直线运动的电动机，即直线电机．



直线电机的原理并不复杂.设想把一台旋转运动的感应电动机沿着半径的方向剖开,并且展平,这就成了一台直线感应电动机(图 16－9).在直线电机中,相当于旋转电机定子的,叫初级;相当于旋转电机转子的,叫次级.初级中通以交流电,次级就在电磁力的作用下沿着初级做直线运动.这时初级要做得很长,延伸到运动所需要达到的位置,而次级则不需要那么长.实际上,直线电机既可以把初级做得很长,也可以把次级做得很长;既可以初级固定、次级移动,也可以次级固定、初级移动.



图 16－9　由旋转电机到直线电机

直线电机是一种新型电机,近年来应用日益广泛.磁悬浮列车就是用直线电机来驱动的.

磁悬浮列车是一种全新的列车.一般的列车,由于车轮和铁轨之间存在摩擦,限制了速度的提高,它所能达到的最高运行速度一般不超过 400 km/h.磁悬浮列车是将列车用磁力悬浮起来,使列车与导轨脱离接触,以减小摩擦,提高车速.列车由直线电机牵引.直线电机的一个级固定于地面,跟导轨一起延伸到远处;另一个级安装在列车上.初级通以交流电,列车就沿导轨前进.列车上装有磁体(有的就是兼用直线电机的线圈),磁体随列车运动时,使设在地面上的线圈(或金属板)中产生感应电流,感应电流的磁场和列车上的磁体(或线圈)之间的电磁力把列车悬浮起来.悬浮列车的优点是运行平稳,没有颠簸,噪声小,所需的牵引力很小.只要几千千瓦的功率就能使悬浮列车的速度达到 550 km/h.悬浮列车减速的时候,磁场的变化减小,感应电流也减小,磁场减弱,造成悬浮力下降.悬浮列车也配备了车轮装置,它的车轮像飞机一样,在行进时能及时收起来,停靠时可以放下来,支持列车.

要使质量巨大的列车靠磁力悬浮起来,需要很强的磁场,实用中需要用高温超导线圈产生这样强大的磁场.

直线电机除了用于磁悬浮列车外,还广泛地用于其他方面,如用于传送系统、电气锤、电磁搅拌器等.在我国,直线电机已逐步得到推广和应用.直线电机的原理虽不复杂,但在设计、制造方面有它自己的特点,产品尚不如旋转电机那样成熟,有待进一步研究和改进.



第十七章　电磁波与现代通信
——走进信息时代

《物理课程标准(2011 年版)》相关要求



- 知道波长、频率和波速.
- 知道电磁波.知道电磁波在真空中的传播速度.
  了解电磁波的应用及其对人类生活和社会发展的影响.



背景资料和课时建议

一、导 图 说 明

本章章导图充满了数字信息时代的气息:太空中是两颗由我国发射的通信卫星;地面上有正在向卫星发射电磁波的微波天线;几乎已经普及的手机通过中继站、光纤以及通信卫星正在与远处通话;一台计算机正在互联网上漫游,获取所需要的信息……

电磁波、数字技术、光纤、互联网……使人类跨越时空,漫游地球村.

二、编 写 思 路

本章共有三个层次.首先展示人类历史上信息与信息传播活动的五次巨大变革的图景,让学生了解信息传播形式从文字到声音再到图像,传播的信息量由小到大,传播距离由近到远,传播速度由慢到快所经历的漫长变化过程;然后在简单介绍波的知识的基础上,进一步介绍与现代通信密切相关的电磁波以及电磁波的应用;最后介绍现代通信与互联网,这是电磁波在当前人类生产和生活中的应用,具有较强的时代性.本章教材内容环环相扣、图文并茂,活动生动有趣,密切联系现代科技和生活实际,具有较强的可读性.教材编写主要有以下特点:



1. 通过大量生动活泼的图片展现物理知识.

本章主要是介绍电磁波传播信息以及现代通信的相关内容，对物理知识的要求不高，为了吸引学生、节省篇幅，教材采用了大量的图片，直观、生动地展现知识. 例如，“信息和信息传播活动所经历的五次巨大变革”就是用了五幅图片分别表示语言的诞生、文字的诞生、印刷术的诞生、电磁波以及计算机技术的应用. 又如“电磁波谱”以及“卫星通信”和“远距离通信”也是利用图片展示给学生的.

2. 通过精彩有趣的实验活动研究物理问题.

由于学生对电磁波以及相关的物理知识了解甚少，教材不便进一步展开，而是通过一些精彩、有趣的实验让学生体验这些内容. 例如：通过“活动 17.1　自制简易有线电报机”让学生体验莫尔斯发明电报的创新过程，了解旧式电报机操作的缺点；通过“活动 17.2　验证电磁波的存在”与“活动 17.3　探究电磁波的传播特性”，让学生了解目前还无法向他们解释清楚的电磁波产生的机理、传播的特性与规律.

3. 通过“生活·物理·社会”以及“WWW”展示物理学对人类生活和社会发展的影响.

本章教材在“生活·物理·社会”中向学生介绍了“电报与电话的发明”，这是人类通信史上一件划时代的重要事件；“手机的演变”反映了移动通信技术的发展日新月异，体现了物理学对技术的重大促进作用；而“微波炉”则体现了物理学在人们日常生活中的应用. 本章在“WWW”中要求学生了解人类信息储存工具的发展历程；通过比较现代电话和老式电话的区别，体验科技发展对人类生活水平提高的推动作用；通过从某一角度开展社会调查，了解电磁波在现代社会中的广泛应用. 所有这些，都是要让学生知道物理学对人类生活和社会发展的积极影响，进一步体验到“科学技术是第一生产力”.

三、知 识 网 络

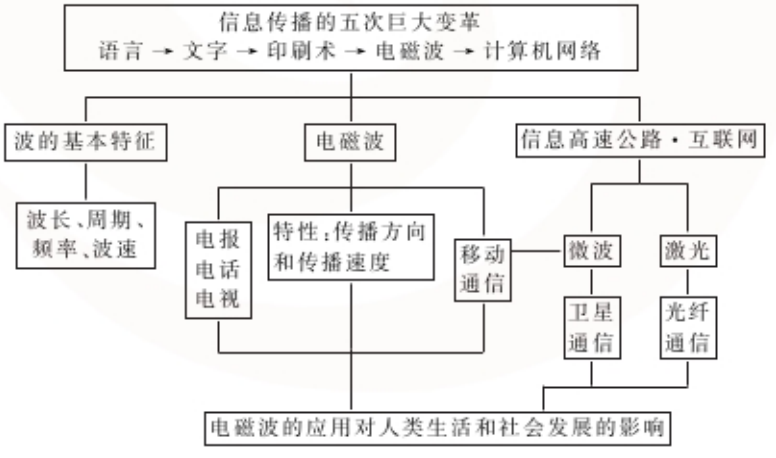


图 17－1



四、课 时 建 议

一、信息与信息传播	1 课时
二、电磁波及其传播	2 课时
三、现代通信——走进信息时代	1 课时
四、复习	1 课时

教材说明和教学建议



一、信息与信息传播

【教学目标】

1. 了解人类特有的信息有哪三种，知道信息和信息传播活动经历的五次巨大变革，让学生体验信息传播的每一次变革对促进人类文明的进步和推动生产力的发展所起的巨大作用.

2. 了解早期的信息传播工具，发现这些工具的优缺点.

3. 通过小制作活动，培养动手能力和创新意识.

4. 通过上网查询和到图书馆收集相关资料，培养收集和处理信息的能力，进一步培养信息素养.

【教材说明】

本节中的几个内容是递进关系：首先阐明什么是信息，然后说明信息和信息传播活动所经历的五次巨大变革，接着介绍早期的信息传播工具，最后通过“活动 17.1　自制简易有线电报机”让学生亲自体验早期信息传播工具及存在的缺点，为引入新的、更先进的信息传播工具做好铺垫.

本节的重点和难点都是“信息和信息传播活动所经历的五次巨大变革”，要让学生通过大量事例去体会：每一次变革都推动了生产力的发展，促进了人类文明的进步，从而理解以使用互联网为重要特征的信息革命必将对人类生活和社会发展产生重要影响. 当然由于受学生年龄的制约，不必要也不可能去苛求“深刻”，但这个体验的教学过程是必需的. 充分利用教材给出的图片，进一步发动学生在网上或到图书馆收集相关资料，有利于学生体验这五次巨大变革对生产力发展和人类文明进步的推动作用.

“活动 17.1　自制简易有线电报机”开放性较强，放开手脚让学生自行设计、制作，有利于培养学生的动手能力和创新意识.

教材在“生活·物理·社会”中安排了“电报与电话的发明”的内容，形象地阐述了电报、电话发明的过程，可以让学生谈谈它们的发明对于人类生活和社会发展



所产生的重要影响.

教材在“WWW”中安排的两个活动也是围绕信息传递的,只不过一个讲的是动物间的信息传递,一个讲的是人类的信息储存工具.学生在课后完成这些作业,有利于他们对本节内容的进一步理解.

【教学建议】

1. 关于“信息”“信息传播”和“早期的信息传播工具”的教学.

教材中,小明说出了“乌云密布”这个词,会使学生联想到相关的一幅图像,这幅图像向人们传递了“大雨可能来临”的信息;小华说出“课堂上学生举起手”这个动作,也会使学生联想以前遇到过的类似情景,使人们作出“他要发言”的判断.然后在正文中说明:“通俗地说,信息是各种事物发出的有意义的消息”,并进一步指出:“消息中包含的内容越多,信息量就越大.”注意:教材没有给出信息的确切定义,只是要求学生进一步举例说明“信息无处不在”,教学中不要引导学生死抠字眼,只要心领神会就可以了.

要引导学生认真观察“图 17－1　信息和信息传播活动所经历的五次巨大变革”中的五幅图片,让他们自己读懂图片的内在含义.实际上,这些巨大变革的含义是:

由于天然灾祸等原因,使人类祖先的语言基因(FOXP2)突然发生变异,人类这才产生了语言.语言是人类特有的用来表达意思、交流思想的工具.绝大多数研究人类起源的专家都认为:进行口语交流,是人类区别于其他动物的最显著特征.人类会说话使知识的传播成为可能,从某种意义上说,语言的产生是人类文明的开始.

在人类文明的进程中,文字的出现、印刷术的诞生,不仅是文化发展中的两个重要里程碑,而且引发了思维模式的两次质变:前者使书面语言加入到以往只能借助口头语言和动作语言进行的交流活动中,不仅扩展了交流的内容与形式,而且大大提高了人们的抽象思维能力和学习能力;后者使印刷的书籍成为文化的主要载体,由此推动了文化的传播和近、现代教育的普及.同时,由于信息流动的加快,打破了社会的封闭状态,人们的思想观念和生活方式发生了巨大的变化.

从 19 世纪的电报、电话、电影,到 20 世纪的广播、电视、计算机网络,通过电磁波实现的电子媒介在不知不觉中成为人们生活的一部分.电子媒介打破了传统文化条件的限制,电话、广播作用于人的听觉,电视、网络同时作用于人的听觉和视觉,使没有受过任何教育的人也能够通过自己的耳朵、眼睛获取信息.特别是电视和网络,它们把人们的视觉和听觉都调动起来,将鲜活、生动的声音和画面展现在人们面前.无形中,电子媒介使信息使用者不再与既定的社会身份和地位相关联,从而改变了原有的社会结构,促进了人类社会的进一步发展.

教师应根据学生的实际情况,控制教学的深度和广度,这里将深刻的含义转化为浅显的语言是很重要的.可供这一部分教学时参考的网络资源的地址请见



“教育资源”.

关于“早期的信息传播工具”,除了教材给出的烽火台、驿马、莫尔斯发明的电报机、贝尔制作的早期电话外,还可以让学生举出一些,如海军经常用的手旗、灯光,古时候军队采用的擂鼓、鸣金等,都起到了传播信息的作用.

这一部分的教学还可以根据学生的具体情况采取进一步放开的方法,即让学生自己从网上查找资料、阅读相关书籍并在课堂上进行汇报,谈谈自己对“信息与信息传播”和“早期的信息传播工具”的看法,最后再由教师加以点评.关键不在于对问题认识的深浅,而在于让学生体验收集资料、发表见解的过程.

2. 关于“活动 17.1　自制简易有线电报机”的教学.

这又是一个开放性较强的学生活动.教材要求学生利用器材设计一个通过灯光来完成通信任务的电路,即要使两位参加实验的同学分别在自己一侧按下开关时,对方一侧的小灯泡就会发光.

先让学生自己设计电路是很有必要的,学生可以利用已经学过的相关知识进行设计.电路并不复杂,大多数同学可以完成.

在制作电报机时,也应该先让学生按自己设计的电路进行实验,并且试一试能否达到设计要求,这固然要花去一些时间,但对于培养学生的创新意识,特别是培养学生的动手能力是有好处的.教材图 17－6 给出的是一幅正确的电路图,但还要求学生判断它是否符合设计要求,这也体现了教材编写者期望学生主动参与的良苦用心.

活动中的“操作”部分采用将莫尔斯电码与字典“密码本”相结合的方式,这是战争时期特工们惯用的方法,目的也是为了激发学生的好奇心.教材利用文字和图 17－7 对利用字典编码的方式做了简单的说明,学生一般都能看懂.

其实,利用有线电报机和接收机来传递信息是很麻烦的,习惯于用电脑发电子邮件或者经常用手机进行通信的学生尤其会感到繁琐,这正是引导学生分析有线电报优缺点的契机,让学生提出问题:“应当怎样传播信息才更加合理”,从而引入下一节的教学内容——电磁波及其传播.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 参阅课程资源:“2. 昆虫的语言”.

2. 人类储存信息的工具可大致归纳为:早期的骨、石、竹、木制品存储;中期的纸制品存储;现代的磁存储和光存储.可组织学生分别查询资料,对各种存储方式进行讨论和研究.图 17－8(c)是比尔·盖茨坐在厚厚的两叠 A4 纸上,手上拿着一张光盘,含义是一张光盘的信息存储量,相当于两叠几米高的 A4 纸的信息存储量.

二、电磁波及其传播

【教学目标】

1. 通过归纳认识波的基本特征,知道波能够传播周期性变化的运动形态、能



量以及信息.

2. 了解振幅、周期与频率、波长与波速的物理意义,知道它们是描述波的特征的物理量.

3. 了解电磁波的意义,体验电磁波的存在,通过实验了解电磁波可以在真空中传播的特性,知道电磁波在真空中的传播速度,了解电磁屏蔽.

4. 知道电磁波谱,了解电磁波的应用及其对人类生活和社会发展的影响.

【教材说明】

本节由“波的基本特征”“了解电磁波”和“电磁波谱”三部分内容组成,其中“了解电磁波”又由“活动 17.2　验证电磁波的存在”和“活动 17.3　探究电磁波的传播特性”组成.

“波的基本特征”的教学是本节的难点,可以通过照片或实验归纳出相关的结论,但主要以教师陈述为主,让学生达到两个方面的知识目标:① 知道波能传播周期性变化的运动形态;② 了解振幅、周期与频率、波长与波速的物理意义. 关于“波长、频率和波速的关系”的教学,《物理课程标准(2011 年版)》已不作明确要求,教师可根据学生的实际情况决定是否讲授.

“了解电磁波”并知道电磁波的存在及其传播特性是本节的重点. 在教学中,应以开展活动为主,注意激发学生的兴趣,做好相关实验.

“电磁波谱”的教学要突出不同波段电磁波的应用,让学生了解电磁波的应用及其对人类生活和社会发展的影响. 在“生活·物理·社会”中安排了微波炉的教学,也是为了同样的目的.

在“WWW”中安排了两个有关无线电广播的问题,前一个是在阅读“读一读　电视广播的工作过程”的基础上,上网查询无线电广播的工作过程;另一个是观察自己家的收音机,了解一些最基本的信息. 此外,该栏目还提供了另一种验证电磁波存在的实验方法,让学生做一做,以激发学习兴趣,使学生产生很多联想.

【教学建议】

1. 关于“波的基本特征”的教学.

与本章第一节“有线电报传不远”的缺点相呼应,教材首先由小华提出“怎样才能让信息传得更远”的问题,再由老科学家指出“可以用电磁波来传播”,从而引入了“波”以及“波的基本特征”的课题. 教师也可以采用其他方式来引入课题.

教材首先让学生回忆八年级上册教材第一章中的三幅图(p. 9 图 1-5、图 1-6、图 1-7)所介绍的水波、弹簧波和声波,再观察本节教材中图 17-9 所示的绳波,是期望学生能够通过对比自己总结出橡皮绳传播的是凸凹相间的运动形态. 在“波传播的是运动形态”以及“周期性变化”的问题上,教材的跨度还是比较大的. 教师可以通过展示更多图片、视频或者多媒体课件,也可以用生动形象的实验或对生活实例的描述,帮助学生体验“凸凹相间”的运动形态向前传播



的情景，体验传播过程中一次又一次地重复原来的运动．需要注意的是，只要求学生有这种体验，以便学生对后面的几个概念有所了解就足够了，没有必要在波的产生机理上做进一步的展开，不要人为地增加难度．

关于“振幅”的教学，教材要求很低，建议教师利用教材中图 17－9 所示的实验，让学生观察增大橡皮绳端点振动的幅度，了解振幅的意义和单位，知道振幅的大小反映了波源振动的强弱．

关于“周期和频率”的教学，仍然采用陈述的方法，让学生知道周期是振动一次所需要的时间，频率是每秒内振动的次数．仍然可以通过教材图 17－9 让学生了解周期和频率的意义和单位，知道周期和频率反映了振动的快慢．

教学中只要把这些概念陈述清楚，以便学生在实际需要的时候能通过检索的方法找到这些知识就可以了，没有必要用探究的方法去学习，以免无形中增加学习的难度．

2．关于“了解电磁波”的教学．

教材在简单介绍麦克斯韦预言电磁波存在，以及赫兹用实验验证电磁波存在的基础上，给出了电磁波的定义，学生应知道“电磁波是在空间传播的周期性变化的电磁场”，并且知道“电磁波充满整个太空”．教师需注意：教学过程中不要求学生了解电磁波的产生机理，也不要求将电磁波的概念与机械波的概念进行比较．

关于电磁波的教学，由“活动 17.2　验证电磁波的存在”和“活动 17.3　探究电磁波的传播特性”组成．在“活动 17.2　验证电磁波的存在”中，教材图 17－13 所示的实验简单易行，很容易在收音机中听到“咔嚓、咔嚓”的声音，这是由于电池电路的通断激发的电磁波，被收音机接收并放大后发出的声音．要提醒学生勿用导线将电池正负极长时间接触，以免损坏电池．

在“活动 17.3　探究电磁波的传播特性”中，两个实验都不复杂，可以考虑先提出问题，再由学生提出探究的方法，用实验进行验证，也可以直接按教材的程序进行教学．教材中图 17－14 所示的实验是为了说明电磁波可以在真空中传播．实验中之所以要用手机的“背景灯光提示”功能，是因为手机接收到信号后发出的铃声或音乐声在真空中无法传播，所以外界无法发现是否收到信号．第二个实验是为了让学生知道密闭的金属容器能够屏蔽电磁波，而纸质或塑料容器不能屏蔽电磁波，以解释日常生活中经常遇到的在建筑物或电梯中，手机信号微弱的原因．需要注意的是：能够屏蔽电磁波的金属容器密封性能要好，否则实验效果较差．

要让学生知道，电磁波在真空中的传播速度与光速相同．光波属于电磁波．

3．关于“电磁波谱”的教学．

在初中讲解“电磁波谱”，主要是为了让学生对经常用到的电磁波的频率或波长的数量级有一个粗略的认识．例如，收音机接收的是无线电波，电视机接收的以



及微波炉加热食物使用的是微波，电取暖器发出的是红外线，消毒柜发出的是紫外线，透视要用X射线，原子弹爆炸发射出γ射线．电磁波谱按频率从低往高（波长从长到短）排，应是无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X射线、γ射线．

要让学生明确，电磁波在被广泛应用，成为人类文明进步的重要标志的同时也存在着副作用——电磁污染，这也是对学生进行辩证思维方法的教育，让学生全面观察和看待问题，了解技术具有“双刃性”．

【本节有关填空的答案和说明】

p.68，活动17.3：

1．电磁波能在真空中传播吗？

……打电话呼叫罩中的手机，手机能收到呼叫信号．这说明电磁波能在真空中传播．

2．探究一些材料对电磁波传播的影响．

（1）将手机放在塑料容器或纸容器中，再打电话呼叫容器中的手机（因为看不见“背景灯光提示”，所以应设置为“铃声”或“音乐”提示功能）．这时，手机能收到呼叫信号．

（2）将手机放在密闭的金属容器（如饼干筒、茶叶盒）中，打电话呼叫金属容器中的手机．这时，手机收到的呼叫信号会明显减弱，甚至收不到呼叫信号，活动表明：密闭的金属容器对电磁波有屏蔽作用．

想一想：在建筑物或电梯中，手机有时会收不到信号或信号较弱的原因可能是什么？

答：为了增强建筑物的抗震性能，往往利用密集的钢筋框架将整个建筑物连在一起，就像一个金属“笼子”，因此对电磁波信号有一定的屏蔽作用；而电梯本身就像是由金属外壳构建的房子，当然更会屏蔽电磁波．所以，手机有时会收不到信号或信号较弱．为了克服手机在建筑物或电梯中收不到信号或信号较弱的现象，科学家已经发明了将电磁波信号引入建筑物或电梯中的特殊装置，并已投入使用．

【W W W 参考答案、说明和提示】

1．



2．略．

3．略．



三、现代通信——走进信息时代

【教学目标】

1. 了解卫星通信和光纤通信的原理，知道其优缺点.

2. 了解互联网，知道互联网在现代通信中的应用.

3. 了解互联网对人类生活和社会发展的影响.

4. 通过上网查询和到图书馆收集相关资料，培养收集信息和处理信息的能力，进一步提高信息素养.

【教材说明】

本节教材由“卫星通信”“光纤通信”和“信息高速公路的主干线——互联网”三部分组成. 教材图文并茂，以图代言，可读性很强. 教材充分联系生活实际，体现了现代科技在信息的交流方式上给人们的生活带来的极大便利.

教材在节引言中介绍了近年来通信技术从无线电通信向卫星通信和光纤通信等现代通信方式的发展，并通过图 17－21 介绍了如何通过这两种通信方式越洋传递电子邮件，形象生动，很容易被学生理解.

“卫星通信”部分主要包含三部分内容：① 卫星通信是微波通信；② 卫星通信系统由通信卫星（又称为同步卫星，三颗就几乎可覆盖整个地球）和通信地面站两部分构成，其工作原理如教材图 17－21 所示；③ 卫星通信的优缺点.

“光纤通信”部分也包含三部分内容：① 光纤通信是激光通信，传播光信号的是由多根光导纤维制成的传输线——光缆；② “活动 17.4　研究光纤是怎样传输光信号的”通过组织学生进行观察与思考，最终说明光是经过多次反射从光纤的一端传播到另一端的；③ 光纤通信的优缺点.

“信息高速公路的主干线——互联网”主要是介绍目前互联网在人类各项活动中的广泛应用，并总结出信息产业发展的必然趋势——传递信息所用的电磁波的频率越高，“相同时间内可传递的信息就越多，信息之路就越宽”.

在“WWW”中的两个题目都是开放性的，没有唯一的答案，应让学生上网查询或到图书馆收集相关资料，并认真开展好“交流和评价”活动.

【教学建议】

在节导言的教学中，可以让学生先谈谈对“信息高速公路”以及卫星通信和光纤通信的了解，然后向学生指出：现代“信息高速公路”是对卫星通信和光纤通信等高速、大容量信息传输通道的俗称，卫星通信和光纤通信相辅相成，成为“信息高速公路”的两大支柱.

1. 关于“卫星通信”的教学.

由于电视广播、移动通信几乎已经普及，所以学生对于通信卫星等可能并不陌生，但是对于电视广播、移动通信是通过微波传递信号的又缺乏了解，对为什么要



用卫星传递微波信号则更是所知不多，但是在信息化社会到来的今天，这些又是基本的常识，因此不要简单地让学生自己看看了事.

其实，电磁波的传播过程就是能量传播的过程，进一步的研究表明：电磁波的发射装置发射的电磁波频率越高，向外发射的能量就越大. 而微波的频率在30～3×10^4 MHz之间，远远大于无线电波的频率，所以电视广播、移动通信的信号比较强.

必须告诉学生微波的性质与光波相近，大致是沿直线传播的，所以在20世纪50～60年代，人造卫星还没有上天的时候，电视广播的视频信号和音频信号要通过微波中继站来中转，每隔50 km左右有一个中继站，把信号送到用户家里. 我们现在还能看到的像锅一样形状（旋转抛物面）的天线安装在大楼楼顶的铁架子上，这就是中继站的天线. 随着航天技术的发展，现在已经可以用通信卫星来传递微波信号了，教材图17－21就是卫星和微波中继站共同传播电子邮件的典型事例.

要让学生知道，通信卫星分布在地球的同步轨道上与地球同步转动，这个轨道在地球的赤道平面上，且距地球表面3.6×10^7 m. 如教材图17－23所示的是同步卫星示意图，不难看出，只要有三颗互成120°角的同步卫星就几乎可以覆盖整个地球. 地球上所有国家的同步卫星都“挤”在赤道上空的同一条轨道上，由于这些同步卫星大多正对着大陆，因此引发了争夺太空的激烈斗争.

要让学生知道，卫星通信的优点是：① 覆盖面大，② 通信距离长，③ 不受环境限制. 其缺点是：① 造价较高，② 有零点几秒的时间延迟，③ 保密性不好.

移动通信和全球定位系统是卫星通信的实际应用，教师应指导学生阅读“信息库”的相应内容. 必须注意：教材只要求了解这些内容，并不要求学生掌握其机理，所以不要无限制地加深和拓宽，许多内容会在高中得到解决.

2. 关于“光纤通信”的教学.

教材阐明了用拉得很细的玻璃丝来做激光传输线的由来，并介绍了光纤和光缆. 其实学生对光纤并不陌生，教材图17－24中所示的光导纤维传输激光的情景，在一些渲染节日气氛的玩具中常会看到. 当然做个实验，让学生再体验一下光波在光纤中传播的情形也是很有必要的.

关键是要做好“活动17.4　研究光纤是怎样传输光信号的”中的实验，只有将光纤弯曲成S形，才能让学生体会到，光是从光纤的一端经过多次反射而传播到另一端的. 这里让学生做一做、想一想是很有必要的，不要越俎代庖，包办代替. 实验中必须注意，如果在光纤一端所用的光源是激光源，则万万不可让学生用眼睛直接对着光纤的另一端进行观察，以免对学生的眼睛造成伤害.

要让学生了解光纤通信的优点：① 通信容量极大，② 不会受外界地磁场的干扰，③ 不怕潮湿、不怕腐蚀、线路能量损耗较小. 它的缺点是：① 架设线路受地理条



件限制，② 光缆易被拉断.

卫星通信和光纤通信各有优点和缺点，实际应用中取长补短、相辅相成，如今它们已经成为“信息高速公路”的两大支柱.

3. 关于“信息高速公路的主干线——互联网”的教学.

这一部分的主要任务是：① 让学生了解互联网，知道互联网在现代通信中的应用；② 让学生知道我国已经成为上网用户拥有量的大国；③ 知道信息产业发展的必然趋势.

这一部分教学的关键是提供丰富多彩的图片和其他视频信息，在掌握了丰富的资料后，可以放开让学生畅谈. 例如，谈谈自己知道的互联网的作用；谈谈自己曾经通过互联网做了哪些事情；谈谈有了互联网以后，人类生活发生了哪些变化，社会发展受到了什么影响. 当然，还可以让学生展望一下信息时代的未来.

最后教师总结：人类信息传媒——电磁波的频率越高，相同时间内可传递的信息就越多，信息之路就越宽！

本章“反思与评价”参考答案



1. 从古至今，人类的信息传播方式发生过多次巨大变革，按照出现的先后顺序排列如下：① 最初的口口相传；② 通过文字记录和交流；③ 由于印刷术诞生，而通过印刷品交流；④ 由于电磁感应现象的发现，而通过电流、电磁波来传播信息；⑤ 通过综合应用计算机和网络等信息技术来传播信息.

信息传播方式发展的特点体现在从单一媒体向声音、文本、图像等多种媒体的综合传播发展；从低速、低效率，向高速、便捷和高效率发展. 信息传播方式的每一次变革都推动了生产力的巨大发展，加速了人类文明的进程.

2. 电磁波能在真空中传播的例子有不少. 例如，在地面上可以测控远在太空轨道上运行的人造卫星，并与在太空舱中的航天员进行“天地对话”等.

关于电磁波的应用及按所利用的电磁波的波长排序，参见教材 p. 69，图 17 - 17.

3. 可以用漆包线绕成一个圆环，将线头上的漆刮去后与额定电压为 2.5 V 或 6.3 V 的小灯泡连接，组成一个闭合回路. 打开微波炉开关，将做好的线圈放到微波炉炉门附近. 不断改变线圈的位置与方向，如发现灯泡发光或闪烁，就说明微波炉有微波泄漏. 这样做的原理是：微波泄漏的电磁场通过闭合线圈后发生电磁感应，在闭合线圈中产生感应电流，使小灯泡发光.

报告略.

4. 略.





课 程 资 源

1. 研究发现人类说话是源于意外的基因变异

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25259

2. 昆虫的语言

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25260

3. 试看传播媒介如何影响社会结构——从古登堡到“第五媒体”

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25261

4. 移动通信史上的十件大事

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25262

5. 手机诞生 40 年

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25263

6. 媒体发展史

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25264

7. 电脑史话

网址：http://www.skwl.org/forum/view.asp? id=25265

8. 用电灯泡传输无线数据

英国科学家研发出一种新的无线数据传输技术，可利用普通的电灯泡完成整个过程，每秒传输的数据超过 10 Mb，与典型的宽带连接不相上下. 用户只要将传统的白炽灯换成 LED 灯，就能在打开房间电灯的同时，也打开了互联网连接. 这种装置被称为“Light Fidelity”，简称 Li-Fi，它可以应用于医院、机场、军队甚至水下.



第十八章　能源与可持续发展
——我们只有一个地球

《物理课程标准(2011年版)》相关要求



- 结合实例，说出能源与人类生存和社会发展的关系.
- 了解能量及其存在的不同形式，描述各种各样的能量和生产、生活的联系.
- 列举常见的不可再生能源和可再生能源.
- 知道核能等新能源的特点和可能带来的问题.
- 通过实验，认识能量可以从一个物体转移到另一个物体，不同形式的能量可以互相转化.
- 知道能量守恒定律，列举日常生活中能量守恒的实例，有用能量转化与守恒的观点分析问题的意识.
- 知道能量的转化与转移有一定的方向性.
- 从能量的转化和转移的角度认识效率.
- 了解我国和世界的能源状况，对于能源的开发利用有可持续发展的意识.



背景资料和课时建议

一、导图说明

在广袤无垠的太空里，一颗蔚蓝色的球形天体烟笼雾绕、海陆隐现，这就是地球.地球是现今人类知道的唯一具有生命繁衍和高度文明的天体.

随着社会的发展、科技的兴盛，尤其是工业革命兴起之后，掌握了技术的人类无节制地开发着自然界的资源，导致生态环境不断恶化，空气污染、淡水短缺、资源不足、土质退化、水土流失、森林减少、草地荒漠化、沙化蔓延、物种锐减、气候异常、



灾害频发，人类社会与自然界的和谐与协调发展遭到了严重破坏，地球已经不堪重负.

自 20 世纪 70 年代中期以来，能源、人口、粮食、环境、资源被列为困扰全人类的五大问题. 其中能源问题至关重要：一方面能源问题关系到人们的衣食住行，关系到国家的发展和繁荣，关系到人类的生存和发展；另一方面能源的相对短缺及其所造成的环境污染已经成为制约世界经济与社会可持续发展的重要因素. 保护生态环境，促进可持续发展，是当今人类面临的同一重大课题的两个方面.

可持续发展要求我们“必须切实保护资源和环境，不仅要安排好当前的发展，还要为子孙后代着想，绝不能吃祖宗饭，断子孙路，走浪费资源和先污染、后治理的路”. 可持续发展要求我们吸取 20 世纪地球环境遭到极大破坏的教训，努力使地球环境得到改善与恢复，使我们能把地球完好地交给我们的孩子.

综上所述，能源问题是与环境、地球、可持续发展紧密相连的. 因此，本章的副标题为“我们只有一个地球”，而章导图的主题则是“把完好的地球交给孩子”（如图 18－1 所示）.

说明：1972 年，联合国将每年的 6 月 5 日定为“世界环境日”. 每逢“世界环境日”，世界各国都要开展群众性的环境保护宣传纪念活动.



图 18－1　把完好的地球交给孩子

二、编 写 思 路

1. 本章教学内容的特点.

一是具有较强的综合性. 从物理学、化学到地质学、生物学，大到宇宙天体，小到原子核内部，都涉及能量转化，都遵循能量转化的基本规律（能量守恒、能量转化的方向性），它不仅广泛渗透在各门学科中，而且贯穿于声、热、光、力、电磁现象等物理过程中.

二是具有较强的社会性. 人类对各种能源的利用，都是通过能量转化来实现的. 能源问题与环境保护和人类社会的可持续发展紧密相连，成为关系人类生存和发展的一个重大社会问题. 这部分内容对于学生联系生活实际、树立科学的世界观、形成可持续发展的意识以及进一步学习其他科学技术，都是十分重要的.

2. 本章教材的编写思路.

本章教材编写有两条线索：一条线索为“能源与社会”，展开的顺序依次为“能源利用与社会发展”（第一节）、“开发新能源”（第二节“核能”和第三节“太阳能”）及“能源与可持续发展”（第五节）；另一条线索为“能量转化及其规律”，展开的顺序为“能量的转化与转移”（有关内容分布在各节）、“能量转化的基本规律”（第四节）和“能量转化与效率”（第五节“能源与可持续发展”）.



值得说明的是，在本章中并未将有关“能量的转化与转移”的内容独立编为一节，而是结合各节的主题和相关内容，采用渗透的方式逐步展开的. 例如：

在第一节中，结合能源利用和“人类发明和制造的一些机械设备可以看作能量转换器”，引导学生分析蒸汽机、发电机和电动机的能量转化（该节“WWW”）.

在第二节中，结合核能发电，引导学生分析从核能到电能中间经过了哪些能量转化的过程（该节“WWW”）.

在第三节中，结合太阳能，引导学生分析与太阳能有关的能量转化（“活动18.2”和该节“WWW”）. 这样安排的目的在于通过自主活动和体验，使学生对能量的转化有一个感性的、具体的认识.

在第四节中，先以“能源的利用，实际上是能量转化或转移的过程”为主题，对“能量的转化与转移”加以概括与提升，使能量转化问题显性化. 在此基础上，再引导学生探究“永动机”问题，然后进一步探究能量转化和转移的基本规律（即能量守恒定律和能量转化与转移的方向性）.

在第五节中，再结合“效率”和“提高能源利用率”进一步认识能量转化问题.

3. 本章教材的编写特点.

（1）本章内容与生活、科技和社会的联系十分紧密，与其他学科的内容相互交叉. 故本章无论是教学材料的选取，还是活动的设置，都力图体现“从生活走向物理，从物理走向社会”的基本课程理念，力图引导学生“关心科学与技术发展的进展，具有可持续发展的意识，树立正确的科学观，有振兴中华、将科学技术服务于人类的使命感与责任感”.

（2）在教学内容呈现上重视科学探究. 与以往有所不同的是，本章除了“实验探究”外（如“活动18.3　滴水实验”），主要是借助“文献资料”进行探究. 教材中的“活动18.1　发表你的观点”“活动18.2　了解太阳能及其转化”以及“WWW”中的有关问题，旨在为学生开展科学讨论和辩论提供机会，引导学生关注个人和社会所面临的具有挑战性的问题，通过各种途径收集有关资料，对“科学、技术和社会”以及“利益与风险”等问题，形成自己的见解.

（3）鉴于本章涉及面广、综合性强，且从知识角度看教学要求不高，因此教材中较多地采用提纲挈领、以图代文、设置问题的呈现方式，旨在给教学留下更多选择的余地和发挥的空间. 本章教学可更多地采用“材料准备—交流讨论”模式，即引导学生在课前围绕有关主题（或问题），通过多种途径收集资料，师生一起将所收集的资料进行整合，课堂上学生与学生、学生与教师进行交流与讨论. 操作程序如图18－2所示.

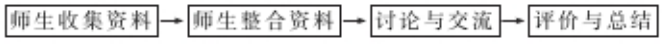


图 18－2



采用上述教学方式，一是有利于培养学生收集信息、处理信息的能力，形成人与自然和谐发展的整体观念；二是有利于拓展学习内容的深度与广度，理解科学、技术与社会的密切联系.

三、知 识 网 络

见教材 p.100“知识梳理”.

四、课 时 建 议

一、能源利用与社会发展	0.5 课时
二、核能	1.5 课时
三、太阳能	1 课时
四、能量转化的基本规律	2 课时
五、能源与可持续发展	1 课时
机动	2 课时

教材说明和教学建议



一、能源利用与社会发展

【教学目标】

1. 初步了解人类发现、开发、利用能源的历史，结合实例说出能源与人类生存和社会发展的关系.

2. 结合实例认识能量可以从一个物体转移到另一个物体，不同形式的能量可以互相转化.

3. 了解什么是能源，列举常见的可再生能源和不可再生能源.

【教材说明】

本节教材显性的内容包括两部分：一是人类利用能源的简史、当前世界能源生产及其变化情况；二是能源的分类. 隐性的内容是结合能源利用的发展，认识能量及其转化.

从能源利用的发展历史来看，人类学会使用火，燃烧有机物获得内能，这是社会进步的表现. 驯服动物，使用畜力做动力，这也是一大技术进步. 蒸汽机发明以后，大量燃烧煤炭，通过蒸汽机将内能转化成机械能，从而代替人力、畜力作为动



力，促进了资本主义工业革命的发展．19 世纪 70 年代以后，大型汽轮机带动发电机集中发电，电动机代替蒸汽机，使用动力更加便利，推动了社会经济的快速发展．

【教学建议】

1．注意引导学生从能量和能量转化角度看能源利用．

人们利用能源的过程，离不开能量转化和传递．人工摩擦取火，是原始人技术发明的一件大事．摩擦取火，是把机械运动的能量（动能）转化为内能的过程．

在摩擦取火之后的一段漫长的岁月里，人类学会了利用畜力、风力和水力来推动机械、驱动车船，这是机械能中的势能与动能相互转化的过程（尚未冲破机械运动的界限）．在蒸汽机发明之前，人类的认识还只停留在机械运动范围内，到了蒸汽机发明之后，才真正实现了“热”（内能）与“机械运动”（机械能）相互转化的过程．正如恩格斯在 19 世纪 70 年代所指出的：“到目前为止的全部历史，可以称为从发现机械运动转化为热，到发现热转化为机械运动这么一段时间的历史．”

18 世纪末，意大利人伏打发明了电池，实现了化学能向电能的转化．接着，人们就利用伏打电池进行水和硫酸铜溶液的电解，发现了电的化学效应，实现了电能向化学能的转化．19 世纪 20 年代初，人们发现了温差电偶和电流通过导线发热的现象，实现了电能和内能的相互转化．1820 年，丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应，实现了电能向机械能的转化．1831 年，英国物理学家法拉第发现了电磁感应现象，实现了机械能向电能的转化．所有这一切都为能量守恒定律的发现提供了不可缺少的实验基础．

2．教学中应强调通过实例认识能量的转移和转化．

请学生结合实例说出可再生能源和不可再生能源的特点，不强调能源及相关概念（如可再生能源和不可再生能源、一次能源和二次能源等）的记忆．例如，可以通过引导学生分析化石能源和水能的特点，从而使学生能从分析能源的特点出发理解能源的分类．

3．关于能源的概念和分类的背景知识．

人们在日常生产和生活中，需要各种形式的能量．凡是能够提供某种形式能量的物质或是物质运动都可以称为能源．为了研究和描述方便，也是为了交流和实际使用的方便，人们从不同角度对能源进行了分类（如图 18－3 所示）．

能源的分类
- 按能源的性质分
  - 可再生能源
  - 不可再生能源
- 按利用技术状况分
  - 常规能源
  - 新能源
- 按对环境污染情况分
  - 清洁能源
  - 非清洁能源

图 18－3



能源按能否循环使用和不断得到补充，分为可再生能源和不可再生能源，如太阳能、水能、风能、生物质能和地热能等均为可再生能源，石油、煤、天然气、核燃料等是经过地质作用在亿万年中形成的，开采消耗以后，短期内无法恢复，均为不可再生能源. 当不可再生能源日益面临枯竭的时候，人们则更致力于可再生能源技术的开发和利用.

按能源的利用状况，分为常规能源和新能源. 煤、石油、天然气、水能等是多年来大规模使用的能源，称为常规能源. 20 世纪中叶以来，随着科技的不断发展，逐渐被人类利用的能源，如核能、地热能、海洋能、太阳能、沼气等，或者过去被利用过，后来被代替了，现在又有新的利用方式的能源，如用以发电的风能，都称为新能源.

按能源的利用对环境的污染情况，分为清洁能源和非清洁能源. 需要说明的是，对于核裂变能，究竟属于清洁能源，还是非清洁能源，人们有不同的看法.

除此以外，能源的分类方法还有：

按能源的形成和来源可分为四大类：来自太阳辐射的能量，来自地球内部的能量，与原子核反应有关的能源，以及由月球、太阳对地球的引力而形成的能源（说明：这一分类方法将结合“活动 18.2　了解太阳能及其转化”进一步认识）.

按能源的流通情况，分为商品能源和非商品能源，前者是指作为商品流通环节而大量消费的能源，如化石燃料和电能等；后者是指薪柴、畜粪，以及农业或林业废料等在农、林、牧区就地消费的能源.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 蒸汽机是一种把内能转化为机械能的能量转换器，发电机是一种把机械能转化为电能的能量转换器，电动机是一种把电能转化为机械能的能量转换器.

2. C

3. (1) 如下表所示.

能　源	1996 年的能源产量/能源单位	1996 年该能源对能源总产量的贡献(%)	2010 年的能源产量/能源单位	2010 年该能源对能源总产量的贡献(%)
煤	2 296	26.06	3 731	31.28
石　油	3 377	38.34	3 914	32.81
天然气	2 012	22.84	2 881	24.15
水能发电	579	6.57	776	6.50
核能发电	545	6.19	626	5.25
世界能源总产量	8 809	—	11 928	—



(2) 1996 年与 2010 年的排序均为:石油、煤、天然气、水能发电、核能发电.

(3) 世界能源总产量由 8 809 个能源单位增加到 11 928 个能源单位,14 年的增长率为 35.41%.

(4) 表中仅水能为可再生能源,2010 年所利用的可再生能源占世界能源总产量的 6.5%.

二、核　　能

【教学目标】

1. 知道通过核裂变可获得核能,知道核反应堆及核能发电的概况.

2. 了解核能的优点和可能带来的问题.

3. 初步认识科学技术对于人类生活的影响.

【教材说明】

本节教材,首先简要、通俗地介绍了核能的初步概念和获取核能的途径;接着采用与火力发电对比的方式介绍了核电站(核裂变发电)的基本原理和优点;然后简要介绍了核能的应用前景和面临的主要困难.

技术常常在给人类带来利益的同时,也会带来风险,核能的发展也是这样. 为此,本节教材特意设置了一个辩论活动:围绕核能利用的安全性问题,为学生发表自己的观点构建一个平台,引导他们认识科学及相关技术对于人类生活的影响,关注与技术有关的社会问题,借此渗透关于"技术是一把双刃剑"思想的教育,逐步树立起技术风险评估意识.

对于核能,本节教材侧重于介绍它的和平利用,至于利用核裂变制成的原子弹只是点到为止.

【教学建议】

1. 关于"核能""核裂变和链式反应"的教学.

教学时可先复习八年级下册教材第七章第三节,让学生回顾原子和原子核构成的有关知识.

对于核能,鉴于初中学生的认知水平,只要求他们初步了解当原子核发生变化时能放出巨大的能量即可. 对于链式反应,可利用挂图、录像、多媒体课件以及恰当的比喻和模拟实验来帮助学生理解这些知识. 例如:

(1) 用弹子模拟核裂变反应.

在教室的空地上模拟核裂变反应:在地上放一把弹子,排得紧一些,使它们相互之间能碰在一块儿,然后退后到离这些弹子 0.5 m 远的地方,用另外一颗弹子"轰击"这些弹子.

建立模型:你轰击的这些弹子代表什么? 这些弹子被击中后你观察到了什么现象? 这个实验与核裂变反应有哪些相似之处?



（2）用多米诺骨牌模拟链式反应.

观察：如图 18－4 所示，将 15 块多米诺骨牌排成一个三角形. 将第一块多米诺骨牌推倒，使它倒向第二排的多米诺骨牌，观察所发生的现象.

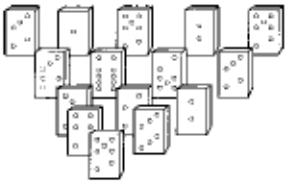


图 18－4

再将这些多米诺骨牌排成如图 18－4 所示的三角形，然后取走其中第三排的多米诺骨牌. 将第一块多米诺骨牌推倒，使它倒向第二排的多米诺骨牌，再次观察所发生的现象.

思考：为什么取走第三排的多米诺骨牌后，剩下的 9 块骨牌不会被撞倒？

（3）用火柴模拟链式反应.

器材：火柴、鞭炮、棉纸、玻璃板、胶水.

步骤：① 剪去火柴杆，留下火柴头.

② 把鞭炮的黑色火药均匀排在棉纸条上，卷成炮捻，然后把炮捻剪成 3 cm 的小段，按照图 18－5 所示将两端黏在玻璃板上.

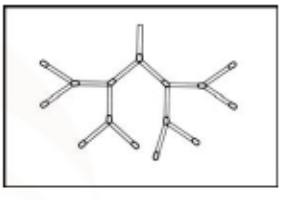


图 18－5

③ 在炮捻的各接头处黏上火柴头，待其黏胶处干后使用.

④ 点燃炮捻的始端，便会看到由此引起的火柴头的链式燃烧.

2. 关于“活动 18.1　发表你的观点”的教学.

可以综合使用辩论、小组活动等教学方式，让学生积极主动地参与学习. 具体操作方法是：

首先，把全班分为“正方（支持观点乙的）”和“反方（支持观点甲的）”两大组. 学生在阅读教材、查阅资料之后，自由选择“正方”或“反方”.

接着，教师提出辩题“核能是安全、洁净、廉价的能源”，两大组分别准备. 课前的准备由组内分工合作完成，教师做好引导和资料支持工作.

上课时，各方轮流发言，用讲解、展示资料、争辩等方法试图说服对方.

辩论结束后，鼓励有兴趣的同学撰写小论文.

3. “活动 18.1　发表你的观点”的有关背景资料.

目前媒体上的主流观点认为：核能是清洁、安全的能源. 核电站能给那些水力资源、化石能源缺乏的地区提供电能，也给人类解决能源危机带来了希望. 在不可再生能源日趋稀有之时，适度发展核电是人类的一种选择.

对于利用核裂变发电，人们最担心的是它的安全性（因为它毕竟是有放射性的）. 核能利用的安全性主要有两方面问题：一是保证核反应堆安全运行不发生事故，二是核废料的处理. 以下提供部分支持不同观点的资料，供教学时参考.

（1）核电是一种安全可靠、清洁的能源吗？

半个多世纪以来，人类一方面发展核能，另一方面，到现在为止，没有任何国家

找到安全、永久处理放射性核废料的办法. 自 1954 年 6 月苏联建成第一座核电站以来,核能发电已有 60 年的历史,所提供的电力约占世界电力生产总量的 18%,已取得巨大的经济效益,但自 1959 年以来全球已发生多次重大核事故,给人类造成了巨大损失.

其中,最令人谈之色变的是 1986 年的切尔诺贝利核电站事故和 2011 年 3 月的福岛核电站事故.

1986 年的切尔诺贝利核电站事故有多少人直接和间接死亡已经是一个永久的谜,这其中有多种原因,经营者不愿意透露和信息的不公开是重要的原因. 即使这样,也有一些大致的数据. 官方的统计是,直接死亡共有 4 000 多人,而一些科学研究的数据是,切尔诺贝利核事故受害者总计达 900 多万人,死亡人数为 9.3 万人,致癌人数为 27 万人. 美国柏克莱大学的一项研究表明,切尔诺贝利核事故已令欧洲 47.5 万人死于癌症、47.5 万人患上癌症,而且未来致癌、致畸和致突变的人数还会延续和增多.

福岛核电站的核泄漏事故造成的灾难,近期内还不能完全统计,但已经有研究机构称,福岛核事故不亚于切尔诺贝利核事故,甚至要高于切尔诺贝利核事故. 奥地利中央气象和地球动力研究所(ZAMG)的分析说,日本福岛核电站核泄漏事故向大气中排放的放射性物质含量已超过切尔诺贝利核事故的水平,而且日本方面已经宣布将此次福岛核电站事故升级为与切尔诺贝利核事故相同的最高级 7 级.

尽管福岛核事故与切尔诺贝利核事故不同,不是反应堆爆炸,但其反应堆和乏燃料池内的核燃料量几乎是切尔诺贝利核电站的 10 倍,放射物泄漏量更多. 尽管日本方面保密,但有信息透露,福岛核反应堆中有 800 多吨核燃料、3 400 t 乏燃料.

目前日本方面还没有人员因遭受核辐射直接死亡的报告,但欧洲辐射风险委员会(ECRR)用自行设计的辐射风险研究模型推断,福岛核电站核辐射泄漏事故将导致世界上 12 万人在未来 50 年患癌症. 该委员会同时指出,辐射泄漏也会对人的生育、心脏等造成负面影响,导致多种疾病. 更重要的是,如果奥地利中央气象和地球动力研究所的结论可靠——福岛核电站核事故的放射性污染要高于切尔诺贝利核事故,那么,未来全球因此次事件患癌和死于癌症的人数将会大大超过 12 万人.

可以预料,在切尔诺贝利核事故和福岛核事故之后,世界各地的核电发展都会以先进的第三代核电站技术为主,因而比过去的核电站技术更先进和安全. 但是,科学只能保证核电站更安全,而不能保证核电站绝对安全.

此外,对于核废料的处理,各国大多采取浅部临时掩埋的措施,某些发达国家甚至将灾难转移,把大量放射性废料运往穷国. 在利用深部岩石洞室作为永久储存库方面,虽然科学家为之奋斗了几十年,但迄今未能圆满解决. 核泄漏不能完全避免的问题已引起全球关注. 由于技术上的原因及各界人士的强烈抗议,一些核电生



产大国在选择永久存放核废料地点时陷入困境.

近年来,出于安全及环保的需要,欧美一些发达国家(如德国)已经选择永久放弃核能,转而寻求开发绝对安全的可再生能源,如风能、太阳能和生物能.德国是否作出了一个好的榜样,现在还很难判断.而有些国家作出的是相反的选择,为此,就得做好接受像切尔诺贝利核事故和福岛核事故那样付出巨大代价的准备.因为,这样的事故甚至更大的事故是难以杜绝的.

为了我国的可持续发展,在核电建设方面,宜慎之又慎,应全面考虑国际正反两方面的经验教训.21 世纪,人类将继续利用核能,并对核聚变、核废料处理等前沿课题进行研究.与此同时,将重点开发可再生能源,以逐步代替传统的一次能源.

(改编自傅冰骏:《核电是一种安全可靠清洁的能源吗?》,1999 年 9 月 9 日,《科学时报》;秋水:《核电站:福兮祸兮?》,2011 年 5 月下,《百科知识》)

(2) 核电是廉价、安全的能源吗?

众所周知,在核电发展问题上,赞成派与反对派争论的焦点是核废料的处理问题.这里面既包括核电是否便宜的问题,也包括核电的安全性问题.按照欧共体的标准,核电站废液掩埋前的固化处理费用为每立方米 1 万～2 万欧元,掩埋费用为每立方米 1 万～7 万欧元.如果把核电站废液处理,即储存、加工、运输和掩埋的费用以及核电站报废后拆除的费用都计算进去,核电还能算便宜吗? 如果把迄今核废液从储存至掩埋的整个过程及掩埋后可能造成的各种社会问题、自然风险全部考虑进去(例如,几十年来积攒起来的 7.7×10^4 t 核废液的安全问题早已成为美国朝野的一大心病),我们还能说核电很安全吗?

(3) 我国核电站会不会发生切尔诺贝利核电站那样的事故?

切尔诺贝利核电站采用苏联独有的 RBKM—1000 型石墨慢化沸水堆,该堆没有安全壳,石墨砌体温度高达 700 ℃,易燃,遇水也将产生易燃气体,这些都是不安全的因素.同时,该电站管理不严,反应堆操纵人员连续地严重违反操作规程,这都是引起这次事故的原因.放射性物质没有安全壳的约束直接向外泄漏,以致引起严重污染.

这样的事故几乎不可能在我国的核电站中发生,原因有三点:

首先,堆的特性不同(注:我国核电厂采用的是压水堆),除了上面提到的石墨的不安全因素外,石墨慢化沸水堆缺乏固有安全性,而我国采用的压水堆则相对比较安全.第二,建筑结构不同,我国核电厂都有壁厚 1 m 左右、内衬 6 mm 厚钢板的安全壳,即使反应堆出事故,安全壳也能把放射性物质包容起来.第三,根据三里岛核事故和切尔诺贝利核事故的教训,各国都加强了运行管理,我国采取了严格的操作人员培训、考核制度和运行管理制度,以杜绝操作失误.在设计中,把人的差错也考虑在内,即使在万一操作错误的情况下也不会发生大的事故.

(4) 适度发展核电是正确选择.

一些专家认为:切尔诺贝利核事故本身产生的影响是有限的,不能改变



“核能是安全清洁的能源”这一结论.我国在“十五”规划中提出要“适度发展核电”,这是正确的选择.核电站发生核事故的概率是十万分之一,而切尔诺贝利核事故是其反应堆存在安全隐患加上严重违反安全操作规程酿成的.它在设计上就存在着安全缺陷,加上各类人员安全素养差等因素,使反应堆在几秒内完全被破坏.

进入21世纪,世界各国纷纷调整能源政策,核电政策的变化尤其引人注目.美国、英国、俄罗斯等国考虑继续发展核电,而德国、意大利等国则主张放弃核电.

为解决石油资源枯竭和温室效应等问题,科学家正在加紧研究开发除核能之外的替代能源,如风能、太阳能、地热能和水力发电等,但太阳能和风能暂时还无法满足新的能源需求.与其相比,核能的优势与地位难以替代.我国大气污染严重,而核能是一种对环境友好的绿色能源,发展核能有利于减少环境污染.

专家们还指出,在所有电能链中,核电链外部成本最低.研究结果表明,如果经过努力,百万千瓦级压水堆核电站全部实现国产化,其成本价还可大幅度下降.另外,虽然核电站造价高,但上网电价便宜,全寿期和还贷期的平均上网电价都将低于或接近煤电及使用进口的气电项目的电价.在我国东南沿海地区,国产化核电站是具有经济竞争力的.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1.

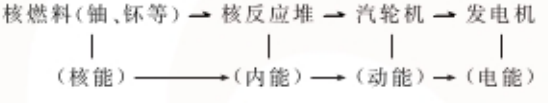


图 18－6

2.核电站跟火力发电站在发电的过程上是一样的,即都是利用高温、高压的蒸汽推动汽轮机做功,带动发电机发电,使内能转化为机械能,再转化为电能.

不同的是,核电站是利用核反应放出的核能转化为高温、高压蒸汽的内能,而火力发电站是利用煤或石油的化学能转化为高温、高压蒸汽的内能.

3.参考资料:核电站和原子弹都是应用链式反应将核能转变为其他形式能量的装置.不同的是:原子弹对链式反应过程不加控制,以致在极短的时间内放出巨大的能量,引起威力强大的爆炸;而核电站中的核反应堆是使链式反应在人工控制下缓慢地进行的.

核电站核燃料中的有效成分为铀－235,铀－235同样也是原子弹中的“核炸药”,那么核电站会不会像原子弹那样爆炸呢?不必担心,几乎没有这种可能性!

核电站的核燃料中铀－235的含量约为3%,而原子弹核炸药中的铀－235含量高达90%以上,正像啤酒和白酒都含有酒精,白酒因酒精含量高可以被点燃,而

啤酒则因酒精含量低不能被点燃一样(图18-7).



图 18－7　含酒精的啤酒能被点燃吗

应该看到,原子弹是一项高技术产品,形成核爆炸有非常严格的条件.原子弹必须用高浓度的铀－235 或钚－239 做核装料,并以一套精密复杂的系统引爆高能烈性炸药,利用爆炸力在瞬间精确地改变核装料的形状或位置,才能形成不可控的链式裂变反应,发生核爆炸.这种苛刻的条件,在核电站里是不可能有的.

目前我国所采用的压水型反应堆的设计原理就具有内在安全的特性,更何况核反应堆还有多重的安全保护系统,确保反应堆不会失控.

4. 略.

三、太　阳　能

【教学目标】

1. 初步了解太阳是巨大的天然能源,了解太阳能的优点,初步了解太阳能是一种重要的新能源.

2. 通过对太阳能及其转化情况的讨论,培养用能量转化观点分析问题的习惯,进一步了解不可再生能源和可再生能源的特点.

3. 初步了解太阳能利用的现状和广泛利用太阳能存在的困难.

【教材说明】

本节主要介绍太阳是一个巨大的天然能源.由于它具有能量巨大、分布广阔、获取方便、没有污染等特点,因此具有重要的开发和利用价值.与以往教材不同的是,本教材是借助图片设置问题,引导学生通过收集和查阅资料、交流讨论等方式认识太阳能及其转化的.

关于利用太阳能的三种方式以及目前广泛利用太阳能尚存在的困难,是以课外作业"WWW"的形式出现的.

【教学建议】

1. 关于"活动 18.2　了解太阳能及其转化"的教学.

可采用"材料准备—交流讨论"模式进行,操作程序如图 18－8 所示.

师生收集资料 → 师生整合资料 → 讨论与交流 → 评价与总结

图 18－8

2. 几点说明.

(1) 关于太阳和太阳能的分配情况.

太阳是距离地球最近的一颗恒星.它是一个硕大而炽热的球体,直径为 1.39×

10^9 m，太阳的表面温度约为 6×10^3 K（热力学温标），越靠近中心温度越高，中心处的温度约为 1.4×10^7 K，压强高达 3×10^{16} Pa. 在这样的高温、高压条件下，太阳物质的原子离子化，形成“等离子体”，并且发生剧烈的热核聚变反应. 太阳中心的热核聚变将四个氢核聚变成一个氦核，在反应后会有 4.58×10^{-29} kg 的质量亏损. 根据爱因斯坦的质能关系式 $E=mc^2$ 可以知道，亏损的质量将转变为 4.12×10^{-12} J 的能量. 根据科学家的推算，太阳每秒向外辐射的总能量高达 3.74×10^{26} J，相当于每秒钟燃烧 1.28×10^{26} t 标准煤所放出的能量.

通过辐射的方式向四面八方发射出来的巨大的太阳能，经过遥远的路途到达地球. 由于太阳到地球的平均距离大约为 1.495×10^8 km，而地球本身的平均半径只有 6.37×10^3 km，所以从太阳发射出来的总能量中，仅有大约二十二亿分之一能够到达地球大气上界.

如图 18－9 所示，太阳辐射进入大气层后，约有 30％被大气分子和灰尘反射回宇宙空间，约 24％被大气吸收，约 46％被地面接收. 其中能到达人类经常居住和生活地区的太阳能只有地球大气上界太阳能的 5％～6％. 然而，就是这 5％～6％的能量，比目前全世界每年所用各种类型能源的总和还大得多.

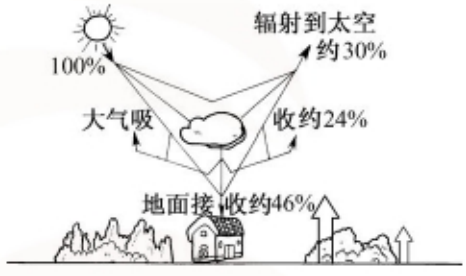


图 18－9

（2）教材图 18－11 中的能源可概括为四大类（即依据能源的初始来源进行分类的方法）.

第一类是与太阳有关的能源. 太阳能除可直接利用它的光和热外，它还是地球上多种能源的主要源泉. 目前，人类所需能量的绝大部分都直接或间接地来自太阳. 各种植物通过光合作用把太阳能转变成化学能在植物体内贮存下来. 这部分能量为人类和动物界的生存提供了能源. 煤炭、石油、天然气等化石燃料是由古代埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的. 它们实际上是由古代生物固定下来的太阳能.

第二类是与地球内部的内能有关的能源. 地球是一个大热库，从地面向下，随着深度的增加，温度也不断增高. 从地下喷至地面的温泉和火山爆发喷出的岩浆就是地热的表现. 地球上的地热资源储量也很大，估计地热资源总量相当于世界年能源消费量的 400 多万倍.

第三类是与原子核反应有关的能源. 这是某些物质在发生原子核反应时释放的能量.

第四类是与地球—月球—太阳相互联系有关的能源. 地球、月亮、太阳之间有规律的运动，造成相对位置周期性的变化，它们之间的引力使海水涨落而形成潮汐能. 与上述三类能源相比，潮汐能的总量很小，全世界的潮汐能折合成标准煤约为每年3×10^9 t，



而实际可用的只是浅海区那一部分，每年约为 6×10^{7} t 标准煤燃烧释放的能量.

鉴于以上分析，我们可以说，地球上除核能、地热能和潮汐能以外的所有能量几乎都来源于太阳.

另外，水能、风能、波浪能等也是由太阳能转换而来的. 转化过程大致是被地球吸收的太阳能又再进一步进行能量的转化：被太阳光照射而蒸发的水蒸气上升到空中形成云，以雨、雪等形式落下来，通过江河流入海洋，太阳能转化为水的机械能；绿色植物的光合作用使太阳能转化为植物的化学能，植物作为食物被动物吃掉，植物的化学能转化为动物的化学能；人们以动物和植物为食物，从中获得了维持生命活动的能量；古代的植物和动物在地质变迁中转化为煤、石油和天然气，成为工农业生产的主要能源；在水力发电站和火力发电站里，水的机械能，煤、石油、天然气等物质的化学能转化成电能；在工厂、农村和住宅中，电能通过各种电器转化为机械能、内能和光能等.

(3) 本节较易混淆的内容.

本节内容中较容易混淆的就是能源的分类法. 可试着用双重表解法归类，如图 18－10 所示，使之条理清晰，便于比较.



图 18－10

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 图片说明：教材图 18－12 所示的是建造在美国西部的太阳能电站，它由围绕着中央一座高塔的 1 920 面反射镜组成. 这些镜子能在电子计算机控制下将太阳光反射聚集到高塔顶端的巨大锅炉上，用锅炉中过热的水蒸气来发电，最大输出功率为 1×10^{5} kW，在利用太阳能发电的同时，也给我们留下了又一道亮丽的风景线. 上述太阳能电站发电过程中的能量转化情况是：太阳能→内能→机械能→电能.

2. 提示：见本章“课程资源”栏目的《太阳能利用的背景资料》.



四、能量转化的基本规律

【教学目标】

1. 结合实例认识能量可以从一个物体转移到另一个物体，不同形式的能量可以互相转化.

2. 知道能量守恒定律，能举出日常生活中能量守恒的实例.

3. 有用能量转化与守恒的观点分析问题的意识.

4. 知道能量的转化与转移有一定的方向性.

【教材说明】

荷兰物理学家 H. A. 克拉默说过："在物理科学中，最重要和最富有成果的是那些不可能给予确切意义的概念.""能"就是很难给它下一个简单的一般定义的概念.

能量的概念是科学中重要的概念，是物理课程标准规定的三大主题之一，也是本书编写的主线之一. 应该注意的是，三个与能量有关的概念可能比能量概念本身更重要：其一是能量转换，所有的物理现象都包含了能量转换；其二是能量守恒，不论什么时候，能量在一个地方减少，在别的地方就会增加完全相同的数量；其三是不论何时发生能量转化，总会有能量转变成热，扩散到周围，从而不能再用（即能量转化和转移的方向性）.

本节教材以物理学发展史上的典型事件为背景材料，贴近学生生活，设置问题情景. 以能量转化为主线，引出有关能量转化的两个基本规律.

在内容安排上，从研究"滴水实验"（即"毛细管'永动机'"的简化模型）着手→第一类"永动机"不可能制成→"能量转化和守恒定律"；从一个令人困惑的问题（能量不会消失与能源危机）着手→观察和思考某些"生活中的现象"→自发过程的方向性→第二类"永动机"不可能制成→能量转化和转移的方向性→节能和有效利用能源的必要性.

【教学建议】

1. 关于"活动 18.3　滴水实验"的教学.

（1）活动过程.

首先，让学生观察教材图 18－14(a)所示的挂在脸盆边的毛巾能自动吸水，并从毛巾垂在盆外的另一端滴水的现象；然后引导学生结合教材图 18－14(b)对小华设想的可行性提出自己的看法和猜测；接着借助教材图 18－15 所示的实验对有关猜测进行检验.

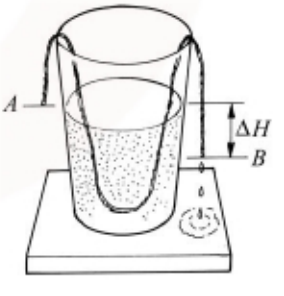


图 18－11

"利用棉纱吸水提高水位的模拟实验"的操作方法（该实验的主要目的是让学生了解方向性问题，教



师不要做详细的原因分析)：如图 18－11 所示，截取一段棉纱鞋带的中段，将其两端剪齐后浸在盛有红色水的玻璃杯中．鞋带的两端留在杯外，自由下垂，使 A 端与杯内的水面相平(或稍高)，B 端比杯内的水面略低 1～2 cm．过一段时间后，可以发现杯中的红色水会沿鞋带中的棉纤维形成的毛细管上升，使得未浸入水中的鞋带也逐渐湿润，且在 B 端形成一个个水滴滴下，但在 A 端却始终没有水滴滴下．

在以上活动的基础上，再引导学生对小华设想的可行性进行评价，进而简要介绍历史上关于毛细管“永动机”设想的资料，并说明这种“永动机”是不可行的．

(2) 毛细管“永动机”的有关背景资料．

我们知道，玻璃细管插在水中，水能从管中上升一段高度(图 18－12)，管子越细水上升得越高．挂在盆边的毛巾能自动吸水，并且能一滴一滴地向外滴水，这种现象叫作“毛细现象”．有人就试图利用这一现象设计“永动机”．

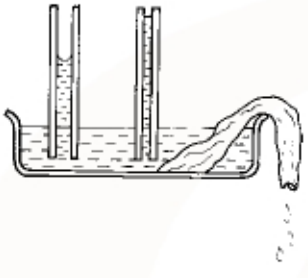


图 18－12

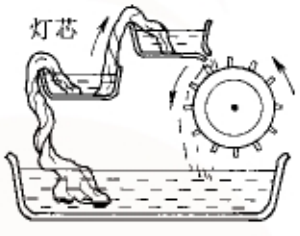


图 18－13

图 18－13 是用灯芯将容器中的水吸到上面小盆中，再用灯芯将小盆中的水吸到第二级、第三级小盆中，将最高处小盆下部开一个漏液口，让积聚的水落下来，便能推动轮子转动了．

从毛细现象产生的原因及液体在毛细管内上升情况来看，液体表面分子存在着一种张力使表面有收缩趋势，液体跟固体表面相接触处，如对水和玻璃来说有一种吸引的趋势，因此液面(对水和玻璃来说)总是凹面向下，呈一凹形的弯月面．在这两种趋势共同作用下，玻璃管中的水受到向上的合力作用开始在玻璃管内上升(图 18－14)，直到管内水的重力跟弯曲面所产生的升力平衡为止．如果管子很短(其高度比水可能上升的高度还短些)，那么水是不是会从管口冒出来呢？这是不可能的，因为液面一到管口，弯月面的形状立即变为平坦，弯月面弯曲程度减小，向上的升力也就减小，液体爬升就停止了．图 18－14 中玻璃管(2)管口的弯月面是凹向管内的，其合力恰好跟高为 h 的液体重力相当．如图 18－14 中的

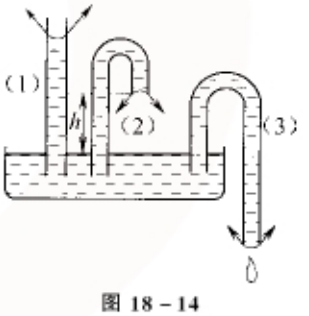


图 18－14



玻璃管(3)所示，当吸管的管口低于容器内的水面时，表面张力的合力不足以平衡这部分管内液体，液滴就一滴一滴地往下落，不过这些液滴也不会自动回到原容器中，永恒的流动同样是不可能的.

鉴于上述分析，图 18－13 中用灯芯向盆中输送水是不可能的，相反若盆中有水，则可能被灯芯吸向容器中去，无法实现永动.

有人可能会用一种生物现象加以反驳：如图 18－15 所示是丝瓜的藤，当秋天来临丝瓜藤逐渐枯萎的时候，在离地面不高处剪断，倒插在一个悬挂着的瓶中，经过若干时间后可以发现有不少液汁滴在瓶中(据说这种汁水具有中药价值)，那么这就跟前面的结论相矛盾了，植物吸收水分不是同样依靠毛细管原理吗？其实，植物吸收水分并不完全依靠毛细管原理，这里还有静电等推动作用，世界上有一种树木高达百米，只有极细的毛细管才能将水分送到这么高的树叶中去，而这么细的毛细管是不可能存在的.



图 18－15

注意：鉴于初中学生的知识范围和认知水平，本活动主要是通过实验，并借助实验结果说明毛细管“永动机”是不可能制成的，不要求用表面张力和毛细现象的有关原理说明有关问题.

(3)“永动机”是不可能制成的.

为了说明“永动机”是不可能制成的，建议再选择一个历史上的永动机设计方案引导学生进行评析(鉴于初中学生认识水平，可对该设计方案适当加以简化).

例如，如图 18－16 所示是早期著名的一个“永动机”设计方案(13 世纪由法国人亨内考提出的)，在一个轮子的边缘上等距地安装 12 根活动的短杆，杆端分别套上一个重球.无论轮子转到什么位置，右边的各个重球总比左边的各个重球离轴心更远一些.亨内考设想，右边重球作用在离轴较远的距离上，就会使轮子按照箭头所示的方向永不停息地旋转下去.你认为这种设想可能实现吗？

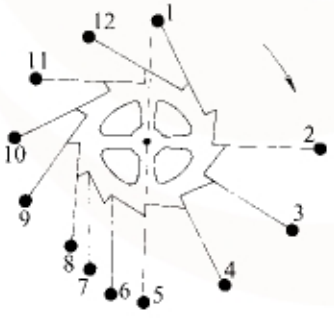


图 18－16　亨内考的“永动机”

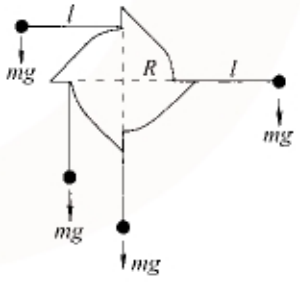


图 18－17

解析：为简单起见，我们取一个由四个球组成的模型来分析.

当这个模型处在如图 18－17 所示位置时，看看顺时针方向力矩和逆时针方向力矩的大小. 设杆的长度为 l，轮的半径为 R，小球的质量为 m，则顺时针方向的力矩为：

$$M_1 = mg(R + l)$$

逆时针方向的力矩有两个，其总和为：

$$M_2 = mgl + mgR$$

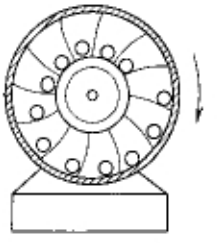


图 18－18　达·芬奇的“永动机”

结果 $M_1 = M_2$，力矩是平衡的. 当然将这个模型稍微推动一下，它可能左右摆动，但总体来说不可能有单方向自发的转动作用. 将球的数量增多，其结果也一样. 后来，意大利的达·芬奇也造了一个类似的装置，如图 18－18 所示，实验结果却是否定的. 达·芬奇敏锐地由此得出结论：“永动机”是不可能实现的.

(4) 要引导学生应用能量转化与守恒的思想分析“永动机”的设计方案.

前述对“永动机”的例析旨在为引入能量转化和守恒定律埋下伏笔，分析的方法主要是借助实验或有关原理判定“永动机”设想中的谬误. 在学习能量转化和守恒定律之后，建议再选取一个“永动机”的设计方案，引导学生应用能量转化和守恒的思想对其进行评价.

示例：如图 18－19 所示是一种“永动机”的设计方案：图中 a 轮带着许多叶片，叶片之间用链条相连接，它与 b 轮有皮带相连，b 轮外缘有许多叶片. 先转动 b 轮，带动 a 轮，叶片在 c 管内运动时，将水带上来，从出水口 d 流出的水恰好流至 b 轮叶片上，冲击 b 轮转动，转动的 b 轮又会带动 a 轮，使叶片不断地抽水……

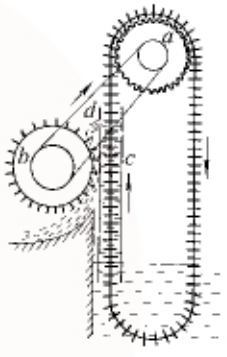


图 18－19

点拨：从能量守恒的观点来看，除了开始启动之外，不再对机械提供能量，而机械却要不断使水的势能增加，还要克服摩擦阻力做功，因此开始输入的一点机械能早就消耗掉了，怎么还能源源不断地工作呢？

2. 关于“能量转化和守恒定律”的教学.

本节教材综合运用了能量的观点来说明自然界中的各种能量在一定条件下是可以互相转化的，进而指出能量转化和守恒定律是自然界中最普遍、最根本的规律之一. 能量转化和守恒定律是本章教学的重点之一. 教学中，应重视如下几个问题：

(1) 关于各种形式的能的相互转化问题，由于学生通过前面的学习已经初步建立了有关机械能、内能、电能、光能、核能的概念，对机械能的转化和守恒定律也有了理解，因此具备了一定的知识基础. 教师可引导学生回顾能源利用的发展史，再通过讨论进一步强调各种形式的能都可以相互转化的结论.



(2) 能量守恒定律的建立,这是一段以百年计算的漫长历史过程,需要多方面的准备.本教材作为一种尝试,是以"'永动机'的失败"作为切入口引入能量守恒定律的.教师应了解能量转化和守恒定律发现的背景,并可向学生做适当介绍.

① 能量守恒定律的建立始终是与人们对于能量和能量转化认识的发展过程紧密相关的(例如,摩擦取火,是把机械能转化为内能的过程;蒸汽机的发明和使用,完成了内能与机械能的相互转化.人们对摩擦生热的研究,否定了热质说,揭示了机械能与物体内能变化的关系.在19世纪的前30多年中,人们把认识领域从机械运动扩展到电磁运动、热运动和化学运动方面来,从而有了一系列关于电能与机械能、内能、化学能相互转化的实验结论).由于对机械能、内能、电能、化学能、生物能等具体能量形式认识的发展,以及它们之间都能以一定的数量关系相互转化的逐渐被发现,为能量守恒和转化定律的发现提供了充分的根据.

② 哲学史上关于运动守恒原理的观念,对于能量守恒和转化定律的发现起了巨大的启示和促进作用.

③ 失败,这是人类认识史上不可避免的环节.千百种形形色色"永动机"的失败,从反面为能量守恒和转化定律的发现做了重要的思想准备.这些事实,使当时的人们逐渐悟出一个道理:"永动机"不可能实现是由于某一普遍定律的限制,而这条定律还未被发现.因此,它启示人们不要再为设计"永动机"而煞费苦心,而应致力于这一尚未发现的定律的研究工作.

④ 能量守恒和转化定律的发现,还直接来源于现实社会实践的需要.19世纪30年代前后,蒸汽机生产的实践提出了如何提高蒸汽机的效率这一重大课题,从而为能量守恒和转化定律的发现提供了最坚实的实践基础.恩格斯指出:"社会一旦有技术上的需要,则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进."

19世纪30～40年代,不同国家的十几位科学家以不同的方式,各自独立地提出了能量守恒定律.人们认识到:能量既不会凭空消灭,也不会凭空产生,能量有各种不同的形式,可从一种形式转化为另一种形式,从一个物体转移到另一个物体,在转化和转移的过程中能量的总量保持不变.

能量转化和守恒定律是19世纪自然科学的三大发现之一.这三大发现是:能量转化与守恒定律、细胞学说、达尔文的生物进化论.

(3)"能量转化与守恒定律"揭示了机械、热、电、磁、化学等各种能量形式之间的统一性,是自然科学的一次大综合,也是对本章及以前所学物理知识从能量观点进行的一次综合.教学中应注意从能量及能量的转化与守恒的视角把物理学的各个部分联系起来,把物理学和其他自然科学与技术科学联系起来.例如,有关能源知识的介绍,常规能源的利用、新能源的开发、节能等话题,都离不开能量转化和守恒.

3. 关于"能量转移和转化的方向性"的教学.

(1) 能量转移和转化的方向性问题,实际上涉及"热力学第二定律"的有关内



容.将能量转化和转移的方向性列入课程标准,旨在增强学生节约能源和资源的意识.课程标准要求:“知道能量的转化与转移有一定的方向性”.“知道”的要求较低,旨在强调在分析能量转化和转移的同时还要考虑方向性.其中渗透了“熵”的思想,但不要求介绍热力学第二定律,更不要求介绍“熵”的概念.

(2)“能量转移和转化的方向性”是本节教学的一个难点.鉴于这部分内容较为抽象,且是以往初中物理教学从未涉及的内容,教学时应尽可能借助学生熟悉的生活实例介绍,并帮助他们初步了解有关知识.基于上述想法,教材中是以“水往低处流(黄果树瀑布)”“热水中的冰块”等引入“自发过程”及其方向性问题的,其中实质上隐含着功热转换过程、热传导过程以及气体自由膨胀过程的方向性问题.为在教学中通俗且不违背科学地解释有关问题,教师应了解能量转移和转化的方向性的有关背景知识.

参见本章“课程资源”栏目中“关于能量转移和转化的方向性的背景资料”.

【W W W 参考答案、说明和提示】

1. 本题所描述的现象只能说明,在动能和势能相互转化的过程中,滚摆的机械能不守恒.因为有一部分机械能克服绳子和空气阻力做功,转化为内能.但机械能和内能的总和是不变的,即并不与能量守恒定律相矛盾.

2. 高处水槽中水的势能在下落时转变成水的动能、水轮机和砂轮的动能,而动能又在克服摩擦力做功的过程中转化为内能以及在抽水机向上抽水的过程中再次转化为水的势能.

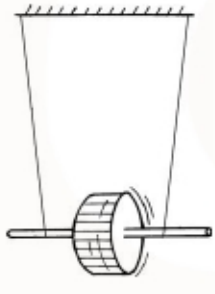


图 18-20



图 18-21

从能量守恒的观点来看,启动之后,外界不再对机械提供能量,而机械却既要不断克服摩擦阻力做功,还要使水的势能增加,因此初始时水的势能一会儿就消耗掉了,故这个机器不可能永远运动下去.

五、能源与可持续发展

【教学目标】

1. 从能量转化和转移的角度认识效率.

2. 认识能源消耗对环境的影响,初步认识资源利用与环境保护的关系.



3. 了解我国和世界的能源状况. 对于能源的开发利用有可持续发展的意识.

【教材说明】

从某种意义上讲,本节实际上是对本章教学内容的总结. 本节与有关章节以及本节各部分知识内容间的联系如图 18 – 22 所示.

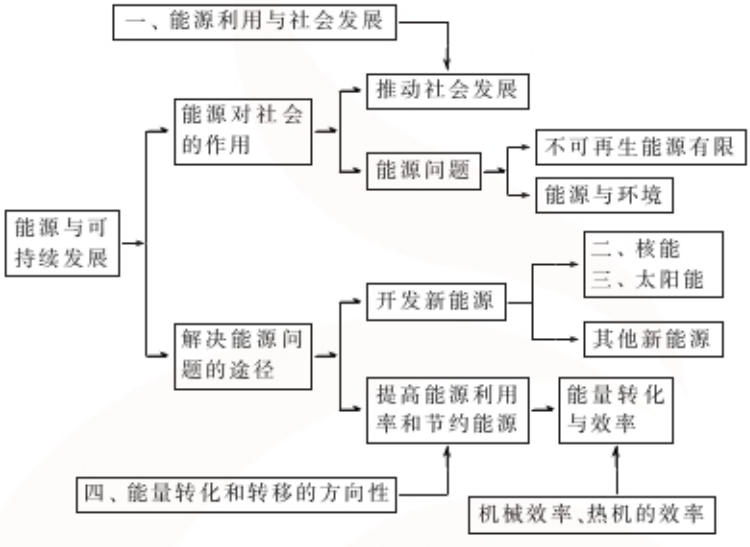


图 18 – 22

考虑到学生的认知特点和与有关知识间的衔接,本节内容展开的顺序是:首先讨论能量转化与效率问题,然后提纲挈领地说明能源的开发与利用对人类社会正反两方面的影响——在推动社会进步的同时,也引发了能源危机,造成了对环境的污染和生态的破坏,最后从"能源—环境—发展"协调发展的角度提出了能源与可持续发展的问题.

【教学建议】

1. 关于"能量转化与效率"的教学.

(1) 教学前,指导学生复习机械效率的有关内容,并思考:除了机械效率问题外,干别的事情有没有效率问题? 引导学生在更广阔的背景下对效率问题形成初步认识.

(2) 教学中,可引导学生进行一系列活动.

2. 活动举例.

(1) 课前准备活动:测量电灯附近的温度.

器材:温度计、各种电灯(不同功率、不同类型的白炽灯、荧光灯、节能灯等).

操作:① 检查一下不同类型的电灯,记录每盏电灯的功率.

② 开灯 10 min,把温度计的玻璃泡放在距离灯泡大约 2.5 cm 处约 3 min,然后记录温度计的示数.



③ 选择不同功率、不同类型的电灯，重复此实验.

④ 把有关数据记录在表格中.

电灯的种类	功率/W	温度/℃

注意：接触电灯的时候要小心，尤其是那些已亮了一段时间的电灯，不要眼盯着电灯看，除了电源插头以外，不要向电源插座里塞任何东西，否则会受到电击！

(2) 课内活动：比较各种电灯的效率.

① 在引导学生自学教材“能量转化和效率”有关内容的同时，收集学生测得的有关数据，并用表格的形式加以整合，以确定影响温度的是电灯的功率、形状还是类型.

② 从该表中，学生会发现：白炽灯周围的温度比荧光灯周围的温度高，功率大的电灯比功率小的电灯周围的温度高.

③ 提供有关背景知识：一盏 18 W 的荧光灯所发出的光强度与一盏 75 W 的白炽灯所发出的光强度几乎相同.

④ 提出问题：分析表格中的实验数据，你认为哪种类型的电灯效率更高？(提示：效率高意味着把能源用在了你想要的目的上. 在这种情况下就是把电能转换成光能而不是内能)

⑤ 方法指导：以温度作为纵坐标，功率作为横坐标，作图表示结果. 可以画几条不同的线，如一条代表白炽灯，一条代表荧光灯，一条代表节能灯.

⑥ 得出结论：从曲线图可以看出：白炽灯的曲线应该相应地比荧光灯的曲线高，且低功率的荧光灯能达到与大功率的白炽灯几乎同样的亮度，从而得出荧光灯比白炽灯效率高的结论.

(3) 课后活动：查阅资料，了解节能灯、荧光灯、白炽灯的发光效率.

根据 60 W 白炽灯和 15 W 荧光灯的说明书，记录它们输出的光通量(单位是流明).

推测：根据流明值，两种电灯的亮度相同吗？白炽灯耗电量是荧光灯的四倍，产生同样大的光通量，荧光灯的耗电量只有白炽灯的 1/4 左右. 想一想，为什么会这样？

3. 关于节能和提高能源利用率.

通常有两种浪费能量的形式. 第一种是使用过度——如使用的电器过多，超出了工作的需要，或者是使用电器的时间过长；第二种是低效率——如使用了那

种浪费能量的电器，包括白炽灯、隔热性能差的冰箱和燃料利用率低的汽车.

节能，顾名思义就是减少能量浪费.从能源生产开始，一直到最终消费为止，在各个环节，如开采、运输、加工、转换、使用上减少损失和浪费.

所谓能源的利用率，通俗地说，主要是能源利用的效率.能源利用的效率就是能源所含能量中被人们利用的部分跟能源所含总能量的比值.这个比值越大，说明能源所含的总能量中被人们利用的部分就越多，能源的利用率就越高.节约能源的最好办法是提高能源的利用效率，即在耗能一定的情况下尽可能多做些有用功.

调查研究表明，发展中国家能源利用率仅为20%～30%，工业发达国家也只有40%～50%，可见全球节能的潜力很大.如果世界各国的能耗通过各种技术手段节约10%，那么节省下来的能源将超过世界上全部水电站所能提供的电力总和.正因为如此，人们将节能称为第五大能源，并将其与煤、石油及天然气、水电、核电四大能源并列.

目前，由于种种原因，常规能源利用的效率很低.以火力发电为例，其效率仅为30%～40%.也就是说，煤炭完全燃烧产生了100 J热量，其中只有30～40 J的热量转化为电能，而其余60～70 J的热量通过各种途径在能量转化的过程中损失掉了.如果能大幅度提高常规能源的利用率，就能有效地减少常规能源的消耗，从而达到节能的目的.

节能技术一般包括以下三个方面：一是提高现有能源的利用率；二是选用新材料以达到节能的目的；三是研究储能技术，将暂时用不完的能源储存起来.

节能可以从许多小事做起，积少成多.如果每个人都能从小处节约，我国的能量消耗将会降低.另外，要尽量使用高效率电器，虽然高效率的电器比低效率的同样电器购买价格要高一些，但是从长远来看，还是高效率电器的价格低，因为它们消耗的能量少，使用时间长，相对来说也就较省钱.



图18－23　不堪重负的地球

4. 关于可持续发展思想的形成和内涵.

自20世纪60年代，出现森林逐渐消失、土地退化、人口增长、全球温室效应、经济过度增长带来的资源枯竭等问题后，人类认识到环境问题与发展的模式相联系，这是可持续发展思想的雏形.1972年在斯德哥尔摩召开的人类环境会议上发布的《人类环境宣言》，标志着人类环境时代的开始.1980年《世界自然保护大纲》给予了较明确的阐述.1987年世界环境与发展委员会提出的《我们共同的未来》，标志着可持续发展思想的成熟，并定义为："可持续发展是既满足当代人需要又不危害后代人满足自身需要的发展."这就是说，可持续发展不是要求停止经济发展，



它只是要寻求一条既能满足当代人发展的需求和欲望，又不损害后代人的生存和发展能力的发展道路．可持续发展的道路旨在促进人类与自然之间的和谐发展．

可持续发展强调要把“人口—资源—环境—发展”作为一个整体研究，强调资源的合理开发和利用，因为不合理的资源开发和利用会造成资源短缺、环境污染，进而影响人类健康、经济发展和社会进步．或者说，发展经济、提高生活质量是人类追求的目标，它需要以自然资源和良好的生态环境为依托．若忽视对资源、环境的保护，经济发展便受到限制，没有经济发展和人民生活质量的改善，特别是最基本需要的满足，也无从谈及资源的保护．

对于资源（包括能源的开发和利用）的可持续发展，需要遵循以下三条原则：

（1）使用可再生资源的速度不超过其再生速度；

（2）使用不可再生资源的速度不超过其可再生替代物的开发速度；

（3）污染物的排放速度不超过环境的自净能力．

【W W W 参考答案、说明和提示】

1．（1）1.45×10^{18} J　（2）6×10^{10} m^3　（3）21%

2．下表是几种主要能源特点的比较．

	煤　炭	石油和天然气	水　电	核　电
储　量	储量大	储量有限	受地形、气候限制	储量有限
可否再生	不可再生	不可再生	可再生	不可再生
发热量	较　低	较　高		能量密集
开发技术与成本	较　易	较　易	首期投资大，运转费用低	技术难度大，运转费用低
环境污染	烟尘、废渣、大气污染	大气污染	清　洁	潜在核污染
其他效益	化工原料	化工原料	防洪、生态等综合效益好	

可引导学生参照上表，对几种新能源的特点进行比较．

此外，可参阅本章“课程资源”栏目中《人类将优先开发五种新能源》《我国能源利用的现状》等资料．

3．略．



本章“反思与评价”参考答案



1. 一种形式的能量可以转化为其他形式的能量，如机械能可以转化为内能、化学能可以转化为电能、电能可以转化为光能和内能等，而且不同形式的能量可以相互转化，且在转化前后能量的总量保持不变，即能量是守恒的. 能量的转化具有方向性. 例如，电池中的化学能转化为电能，电能又转化为光能和内能，最终转化为周围环境的内能. 这里化学能、电能是可以利用的能量，而周围环境的内能是不可利用的. 我们无法在不消耗额外能量的前提下，把这些内能收集起来重新利用，这实际上就是能量的耗散. 如果我们不重视新能源的开发，那么就会出现可利用的能量因耗散而减少，最终不能满足人类需要的情况，这就是能源危机.

2. 提示：① 根据自己家乡的特点，在比较的基础上选择一种形式的发电站. ② 确定具体形式后，从发电站所需的燃料、发电站的地理位置、电能的输送，以及电能的利用等方面进行调查、思考和讨论.

课 程 资 源



1. 与文明同步的能源革命

人类文明前进的每一步，都和能源的利用息息相关. 人类社会的进步离不开能源科学技术的发展. 几千年来，在人类能源利用史上大致有几个重要的发展阶段：

（1）火的发现和利用.

远古时代的先人们使用什么能源我们不难想象，在打猎捕鱼、刀耕火种的年代，主要用的能源就是人力，还有树枝柴草，甚至还有“日出而作，日落而息”不自觉地利用太阳能. 树枝柴草能燃烧发出光和热，这就是火. 人类自从学会用火，尤其是掌握人工取火的方法之后，就开始了开发利用能源的进程. 人类利用火来烤熟食物、取暖、照明、狩猎和防御，火的利用对人类社会的发展具有巨大的推动作用. 恩格斯曾说过：“就世界性的解放作用而言，摩擦生火还是超过了蒸汽机，因为摩擦生火第一次使人支配了一种自然力，从而最终把人和动物分开.”

（2）畜力、风力、水力等自然动力的利用.

人类利用自然动力持续了一个漫长的历史阶段. 人类开始饲养某些牲畜，如牛、马等之后，发现它们可以代替人力从事许多劳动. 畜力的使用使社会生产力大大向前推进了一步. 原始社会后期，人类开始利用风力和水力. 在船上安装风帆、用风车碾磨粮食、灌溉和排水，就是人类利用风力的例子.



水力的利用可能还要早于风力的利用.人们利用水的落差来推动水轮或水车转动.在18世纪前1 000多年中的中国和一些欧洲国家,水轮一直是许多工业生产中重要的动力机械.

(3) 化石能源的利用.

1 000多年前人类就发现了一种黑色石头可以燃烧,发光发热,但是直到18世纪初蒸汽机的发明,才第一次把蕴藏在化石燃料——煤中的能量转化为动力(机械能).煤炭的大量开采和使用,推动了蒸汽机在工业、航海、铁路等方面的广泛应用,引发了世界性的工业革命.19世纪80年代开始兴起的石油,包括油砂、油页岩以及稍后发展起来的天然气,成为世界最重要的工业能源,进一步创造了人类历史上空前的物质文明.

(4) 电能的利用.

19世纪之前,人们对电的认识是极为有限的.1820年,丹麦物理学家奥斯特发现了电流的磁效应,法拉第制作了第一台电动机的"玩具模型",十多年后,法拉第又发现了电磁感应定律.以后人们发明了发电机、电动机、内燃机,电力开始进入社会的各个领域,新兴的电能开始作为一种主要的能量形式支配着社会经济生活.电能的突出优点在于:首先它是一种易于传输的工业动力;其次,它还是一种极为有效可靠的信息载体.因此人们通常所说的电力革命主要体现在动力传输和信息传输两方面.与动力传输相关联,出现了大型发电机、高压输电网,各种各样的电动机代替了蒸汽机,照明电灯代替了油灯和蜡烛;与信息传输相关联,出现了电话、电报和无线电通信.这些伟大的发明不仅使社会生产力有了大幅度提高,而且使人类的社会生活和文化生活也得到了极大的提高,从根本上改变了人类社会的面貌.

(5) 原子能的利用.

自1896年法国物理学家贝克勒尔(A. H. Becquerel)发现铀的天然放射性以来,世界各国科学家经过近百年的努力探索,不但对物质的微观结构有了更深刻的认识,而且还开发出了威力无比的核能.40多位科学家因在该领域作出突出贡献而荣获了诺贝尔奖.二战末期,美国使用两颗原子弹在日本广岛和长崎制造了人间灾难.然而,核能的发现和应用与"火药"的发明和应用类似,它既能用来作为杀人武器,也能造福人类.1954年苏联建成了世界上第一座核电站,标志着人类大规模利用核能时代的开始.其后不久,世界上已有31个国家拥有核电站,有440多个反应堆在运行,核电站已成为全球能源不可缺少的组成部分.预计到21世纪中叶,将有58个国家和地区拥有核电站,核电站总数将达1 000座.

(6) 能源短缺与能源革命.

随着全球人口的急剧膨胀,人类的能源消费大幅度增长.众所周知,煤炭、石油均为矿物能源,是古生物在地下历经数亿年沉积变迁而形成的,不仅储量极为有限,



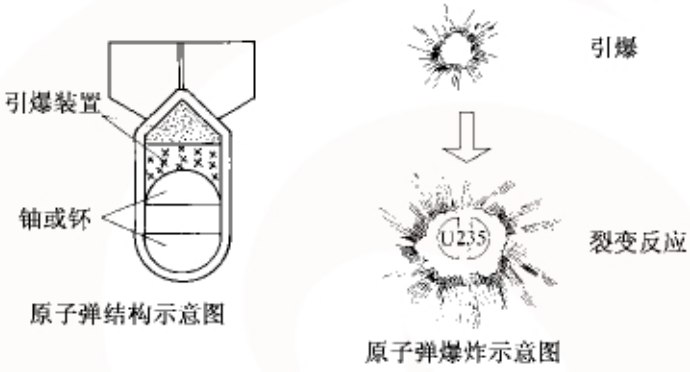
而且不可再生.按照现在的能源消耗,世界上的石油、天然气和煤等生物化石能源将在几十年至200年内逐渐耗尽.另外,大量化石能源的燃烧,是造成大气污染的罪魁祸首.20世纪60年代以来,能源革命的呼声日渐高涨.

能源革命的目的是以新能源(如核能)和可再生能源(包括水能、生物质能、太阳能、风能、地热能和海洋能等)逐步代替化石能源.

2. 原子弹和氢弹

核能的最早利用是在军事上.1945年7月16日,第一颗原子弹在美国新墨西哥州试爆成功.同年8月6日,美国在日本广岛上空投下了第一颗用于实战的原子弹.

原子弹的基本结构如图18-24所示,在弹壳内装着两块分开的裂变物质(铀或钚),每一块的体积都小于能维持链式反应的最小体积——临界体积,外侧装有普通的引爆装置.



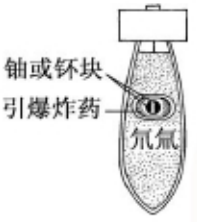
原子弹结构示意图　　原子弹爆炸示意图

图 18-24

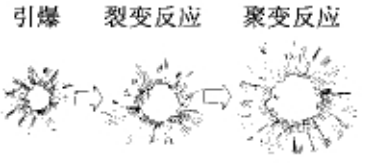
点燃引爆装置,就将两块裂变物质压在一起,由于这时裂变物质的体积超过临界体积,就会猛烈地发生链式反应而爆炸.

原子弹爆炸时的破坏作用主要有三个方面:一是在极短的时间内大量核能转化为内能,产生强烈的光辐射和高温,能使建筑物烧毁,使人员烧死、烧伤;二是爆炸形成强大的冲击波,能使建筑物倒塌、设备毁坏和人员伤亡;三是裂变时放出大量的射线,造成放射性伤害.

热核反应需要很高的温度,一般要在1×10^{6} K以上,温度越高,热核反应也进行得越快.太阳中心的温度高达1.4×10^{7} K,在那里很容易进行热核反应.太阳的发光发热(平均每秒约放出3.74×10^{26} J的能量),就是因为在太阳里不断进行着热核反应.在地球上只有原子弹爆炸才能产生热核反应所需的高温,使氢原子发生聚变,从而引起新的爆炸,这就是氢弹(图18-25).



氢弹结构示意图



氢弹引爆示意图

图 18－25

怎样控制热核反应，让它缓慢平稳地进行，从而获取更多的核能，是当今各国科学家研究的重点课题之一.

3. 有关受控核聚变的资料

核反应有核裂变、核聚变两种形式. 现在世界上运行的核电站都是通过受控核裂变释放的能量发电的. 但是，核裂变使用的核燃料储量非常有限，开采成本高，存在着临界事故和放射性物质泄漏等潜在问题，且核裂变生成的核废料如果保存不当，会对环境造成污染.

核聚变不仅释放出的能量比核裂变大数千倍，而且对环境不造成任何污染（核聚变使用的氘、氚发生反应后产生惰性气体氦，不存在任何临界事故和放射性物质泄漏）. 核聚变的原料——氘广泛分布在海水中，每升海水所含的核燃料发生核聚变所产生的能量，相当于 300 L 汽油燃烧所产生的热量（海水中氘的含量为 0.034 g/L，据估计地球上总的水量为 1.38×10^{18} m^3，其中氘的储量为 4×10^{13} t）. 按目前世界能源消费的水平，地球上可供原子核聚变的氘和氚能供人类使用上千亿年. 因此，有些能源专家认为，只要解决了核聚变技术，人类就从根本上解决了能源问题. 但氘、氚必须在数亿摄氏度的高温下才能发生聚变. 经过各国科学家半个世纪的努力，受控核聚变在常规托卡马克装置上已经实现. 但是，按照常规托卡马克装置建设核聚变反应堆，体积庞大、效率低、运行时间仅有数秒，没有实际商用价值. 因此，必须建设更加先进的全超导托卡马克装置，以实现核聚变的稳态运行.

我国受控核聚变研究整体已接近世界先进水平，一些项目居世界领先地位. 据报道：我国已于 1984 年建成第一台托卡马克受控核聚变试验装置——“中国环流器一号”（HL—1），它使我国成为继美、苏、日和西欧一些国家之后，能成功研制中型受控核聚变试验装置的唯一发展中国家. 2002 年 12 月，我国最先进的核聚变试验装置——“中国环流器二号”在成都建成并投入运行，这标志着我国受控核聚变研究进入了一个新的实验阶段.

核聚变研究的最终目标是建成聚变能核电站. 专家认为，这是一种具有优异的经济性能、安全可靠、无环境污染等优势的核电站. 目标一旦实现，困扰世界的能源

危机便能终极解决，将大大造福于人类.

4. 放射性废物的处理与处置

在核工业生产和核科学研究过程中产生的放射性废物，可能带来的危害较大. 由于放射性不受外界条件（如物理、化学、生物方法）的影响，在放射性废物处理过程中，除了靠放射性物质的衰变使其放射性衰减外，无非是将放射性物质从废物中分离出来，使浓集放射性物质的废物体积尽量减小，并改变其存在的状态，以达到安全处置的目的.

对核废料的处理通常有四个环节：运输、中间贮存、后处理和强放射性废物的最终处置.

（1）从反应堆里卸出来的用过的核燃料得放在专门的冷却池里冷却，使其放射性减弱. 经过很长一段时间后，运往后处理工厂，这是运输环节.

（2）后处理工厂设有专门的大水池，把运来的核燃料放在池内，也要存放很长一段时间，即中间贮存.

（3）后处理，就是用化学方法先把用过的核燃料里的铀、钚与其他物质分开，然后把铀和钚分开，供给反应堆继续使用，再把分离出来的强放射性废物烧成固体的玻璃块或直接固化，使它达到安全处置条件.

（4）强放射性废物的最终处置：目前比较可行的办法是深埋在地层里，即先把强放射性废物固定在玻璃里，做成一块一块的固化块装到特制的封闭容器里，放在地库的竖井里暂存放几十年，最后埋到 500～1 000 m 深的岩层里. 埋藏在地下深层的核废料必须与地下水和生物圈隔离，防止放射性渗漏和迁移.

5. 太阳能利用的背景资料

（1）直接利用太阳能的三种方式.

① “光-热”转换：“光-热”转换的基本原理是使太阳能聚集，用它来加热某种物体，获得内能. 目前，使太阳能聚集的装置有两种，一种是“平板型聚热器”，另一种是“抛物面型反射聚光器”.

太阳能热水器是最常见的聚热器. 人们制成了一种“选择性涂层”，涂有这种涂层的聚热器就可以提高“光-热”转换的效率，较小面积的聚热器能够获得较多的热量. 我国市场上出售的太阳能热水器都属于这种类型（图 18－26）.



图 18－26

太阳能发电就是利用太阳的辐射能发电. 为了克服夜间和阴天得不到太阳



能的问题，人们采用“熔盐储能”的方式，把晴天获得的太阳能储存起来．当太阳辐射来的热输入熔盐时，它们便吸热熔化，当它们凝结时，便放出内能．这样，在夜间和阴天就可以利用熔盐储存的内能来产生蒸汽，以防发电过程的中断．

② “光-电”转换：“光-电”转换是将太阳能转换成电能．目前，太阳能用于发电的途径有两种：一是热发电，就是先用聚热器把太阳能变成内能，再通过汽轮机将内能转变为电能；二是光发电，就是利用太阳能电池的光电效应，将太阳能直接转变为电能．

太阳能电池的主要原理是：使用半导体材料，将较薄的 N 型半导体置于较厚的 P 型半导体上，当光子撞击该装置的表面时，P 型和 N 型半导体的接合面有电子扩散产生电流，可利用上下两端的金属导体将电流引出利用．目前，太阳能电池的成本还较高，要达到足够的功率，需要相当大的面积放置电池．1953 年美国贝尔实验室研制出世界上第一个硅太阳能电池，转换效率为 0.5%，1994 年太阳能电池的转换效率已提高到 17%．从能源利用的前景来看，随着太阳能电池制造技术的改进和新的“光-电”转换装置的发明，“光-电”转换将是利用太阳能较为切实的方式，它必将为人类大规模地利用太阳能开辟道路．

由于地面太阳能电站占地面积太大，又受到夜间和阴雨天不能发电的限制，于是科学家从卫星“翅膀”得到启示，设想建立“宇宙太阳能电站”来收集太阳光．宇宙太阳能电站在宇宙空间按一定轨道运转，这种电站不受云层或夜间影响，每天可以 24 h 工作，效率很高，更不占用日益紧张的土地，具有许多优越性．在空间站内，太阳能通过太阳能电池转变成电能，用微波发生器把电能转换成微波，然后以集束形式把微波发射到地面接收站，地面站再把微波转换成电能．但这需要解决向地面无线输电的问题．现已提出用微波束、激光束等各种方案．目前虽已用模型飞机实现了短距离、短时间、小功率的微波无线输电，但离真正的实际应用还有漫长的路程．

③ “光-化”转换：“光-化”转换是将太阳能先转换成化学能，再转换为电能或其他形式的能量．绿色植物的光合作用就是“光-化”转换过程．植物靠叶绿素把光能转化成化学能，实现自身的生长与繁衍．目前，对太阳能的“光-化”转换正在积极探索、研究中．若能揭示叶绿素“光-化”转换的奥秘，人类生理活动所需的能源——食物和生产过程所需的能源都可以通过这一转换得到．它将会像蒸汽机、电子计算机的发明一样，引起科学技术和社会生产的巨大变革．以目前科学技术的发展水平来看，我们距实现这一目标还较遥远．

总的说来，目前人类对太阳能的直接利用尚处在“原始阶段”．从长远看，太阳能是人类最基本的能源，这种能源的使用期和太阳的寿命一样长，太阳能既无污染，又能再生，当直接利用太阳能的技术有了根本改进后，太阳能势必大规模地代替核能，从根本上改变人类利用能源的状况．有人预言，在 21 世纪太阳能将成为人们的重要能源之一．



我国属太阳能资源丰富的国家之一，辐射总量在 $3.3\times10^3\sim8.4\times10^6$ kJ/(m²·a)(千焦/平方米·年)之间，全国总面积 2/3 以上的地区年日照时数大于 2 000 h. 我国西藏、青海、新疆、甘肃、宁夏、内蒙古高原的总辐射量和日照时数均为全国最高，属世界太阳能资源丰富的地区. 世界上海拔最高、国内装机容量最大的太阳能发电工程——西藏安多光伏电站几年来运行良好. 安多光伏电站于 1999 年 3 月建成，装机容量达 100 kW. 该电站自运行以来，累计发电达 131 280 kW·h，日平均发电量达 240 kW·h，充放电基本达到要求.

(2) 太阳能利用的难度.

影响太阳能大面积推广应用的因素主要有以下几个：一是它太分散，垂直投射到地面每平方米面积上的太阳能功率只有数百瓦. 要大规模开发利用太阳能，必须设置庞大的收集和转换能量的系统，因而造价过高，影响推广. 另外，太阳能发电还会受天气的影响，给人们稳定地利用太阳能带来困难，而且储能问题尚未得到很好的解决. 还有，目前太阳能的转换效率还很低，如光电转换(太阳能电池)的效率还只有 10% 左右. 因此，在直接利用太阳能方面，还需继续大力开展研究工作.

6. 太阳能量来源之谜

大量的科学证据表明，早在 35 亿年前，太阳就具有和今天大致相同的光度辐射. 那么，太阳在这漫长的时间内以很大功率辐射的能量从何而来呢？在科学史上，对太阳能量来源的认识曾经出现过各种不同的假说.

(1) 燃烧假说.

这是一种最原始、最朴素的假说，这种假说认为：太阳像地球上的煤炉一样，它本身就是一个大煤球，是用烧煤的办法向外辐射能量的.

如果真是如此，按照现在的辐射强度计算，太阳 1 s 就要烧掉 1.15×10^{10} t 煤. 如果太阳的燃料是煤，那么它早就熄灭了. 要使太阳发出光和热的强度始终不变，就需要每年往太阳里面添加 20 多个地球般大小的煤球. 看来，太阳是个大煤球的说法显然是错误的.

(2) 流星假说.

由于燃烧学说的困难，天文学家们又从另一途径思考太阳的能源问题，他们设想：太阳很可能是从外部流星雨中获得能量的. 太阳以强大的引力吸引着太阳系中运动的流星，流星以很大的速度撞击太阳，碰撞时它们的动能转变为内能，为太阳提供了强大的辐射能，这就是流星假说.

如果真是这样，日积月累，太阳的质量必然增加，它对地球将产生明显的引力效应. 按照太阳现今这样的辐射强度推算，在最近 2 000 年内，地球绕太阳运动的轨道会有较大的变化，而这与实际观测到的现象明显相悖.



(3) 太阳收缩假说.

1854 年,德国物理学家亥姆霍兹就曾设想:太阳开始是一大团星云,后来逐渐收缩.那么,拥向太阳中心的动能就逐渐转变为辐射能,这就可以解释历史悠久的太阳能了.然而,根据从太阳放出的辐射能量计算太阳的收缩率,然后向内推算出太阳存在至今的最高时限约为 2 500 万年,这一年龄与后来地质学家们用放射性测定法测定的地球年龄从而推测得到的太阳年龄相比,出入很大,于是这一学说也慢慢被科学家们抛弃.

(4) "核子炉"理论.

20 世纪初,人们已具备了一定的核物理学知识,天体物理学家们不得不坚信:太阳和恒星的能源来自于核能的释放.光谱分析表明:恒星物质内部氢的含量相当丰富.其实氢是很好的产能原料,当氢转变为氦时,会有大量的核能释放,而且可维持太阳和恒星向外辐射达数 10 亿年以上.

天文观测表明,太阳核心的温度是 $1.3\times10^{7}\sim2\times10^{7}$ K,物质密度为 160 g/cm^{3},在这种高温、高压状态下,物质处于等离子态,完全适合于热核反应的物理条件.

现代天文观测表明,太阳的能量 98%来源于质子-质子链,2%来源于碳循环.人们仍把这种理论称为太阳"核子炉"理论.汉斯·贝特也因这种理论的创立而获 1967 年度诺贝尔物理学奖.

太阳是一个质量不大的恒星,它正平稳地燃烧着自身的核储备——氢,并把氢转变为氦.太阳已有 50 亿年的历史,按照现代天文观测得到的氢和氦的丰度估计,太阳还可以生存 100 亿年之久.今天的太阳正处在它的鼎盛时期.

7. 关于"永动机"的资料

所谓永动机,不是试图去保持永恒的运动,而是期望在没有外界能源供给,即不消耗任何燃料和动力的情况下,源源不断地得到有用功.如果这种"永动机"真的能够制成,那么就可以不使用任何自然能源无中生有地得到无限多的动力.

(1) 虹吸"永动机".

有的人设想过自流发电式"永动机",如图 18-27 所示:用一高桶,上端接一管通到水井里,下端龙头下放一个水轮发电机,先把水桶内的水灌满,然后密封,再打开下管的水龙头,水就会流出来冲击水轮机旋转,使其发电.当水流出之后,桶的上端形成真空,井中的水就会在大气压强作用之下,被"虹

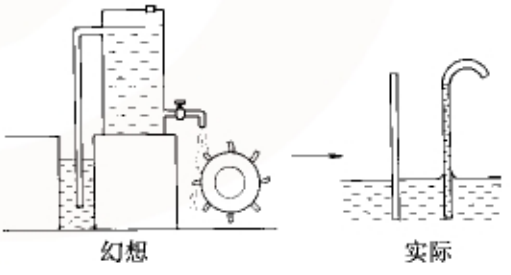


图 18-27



吸”到桶中，于是，水也就源源不断地冲击水轮机了.

上述自流发电的设计者是想用虹吸原理来发电.但要实现虹吸作用，水源的水面必须高于虹吸管的出水口.虹吸管中的水虽然有一段是由低处向高处流的，从整体上看，水还是从高处流向低处，水流的势能转化成了动能.

如图 18－27 所示的装置，若龙头打开，非但桶里的水不会从水龙头中流出来，反而会有一部分水流回井中(你可以用透明塑料管从鱼缸里抽水试一试，一旦出水口高于水源水面，不但虹吸现象消失，连管子里的水也会倒流回鱼缸里去).

(2) 浮力“永动机”.

如图 18－28 所示的是浮力“永动机”，在盛满水的容器壁上有一个孔，孔中嵌入一个木球，它可以绕中心轴自由旋转(如果球与容器的缝隙中有些渗水，可通过向容器中不断加入水加以补偿).设计者设想：这时木球有一半浸在水中，一半在空气中，在水中的部分要受到浮力，而另一半不受浮力，那么球就会沿顺时针方向不停地转动起来.

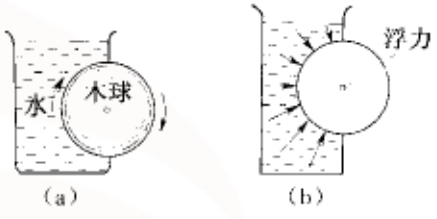


图 18－28

事实上，如图 18－28(a)所示的木球确实受到浮力作用，但浮力对木球并不产生转动作用.原来，浮力是浸在液体中的物体所受到液体压力的合力.对木球来说，它在液体中的半个球各处受到的压力都是垂直于球面的，即都是指向球心的[图 18－28(b)]，这些力的合力(即浮力)也是通过球心的，它对木球并不产生任何转动效果.

如图 18－29 所示，是历史上有人提出的利用浮力做功的机器的设计方案：一连串的轻质空心球绕在上下两个轮子上，可以像链条那样转动.把右边的一些球放在一个盛满水的容器里.设计者认为，如果没有右边那个盛水的容器，左右两边的球数相等，那么链条是平衡的.但是，现在右边这些球都浸没在容器的水里，由于水的浮力作用，它们会向上运动，从而带动整串球和上下两个轮子转动.这种设想能实现吗？

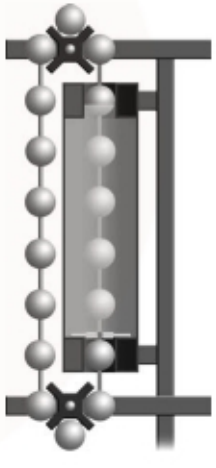


图 18－29　想象中利用浮力做功的机器

这种浮力“永动机”是不可能实现的，可采用以下三种方法进行分析.

① 定性分析法：当下面的球穿过容器底的时候，它和容器底一样，不仅要承受上面水的压力，而且因为是在水的最下部，所以它受到的压力很大，这个向下的压力比上面几个球所受的浮力的合力还要大，这个“永动机”也就无法永动了.

② 模拟实验法：找一只塑料瓶，把瓶底去掉，倒置.再取3～4只乒乓球，用一根



线从它们的直径穿过，均匀地分布于线上，并用胶水黏牢. 按图 18－30 所示把线的上、下端固定，在容器中注满水，然后把线的下端剪断，看看这些球是否能在浮力的作用下向上运动，这种“永动机”的荒谬之处也就被揭露出来了.

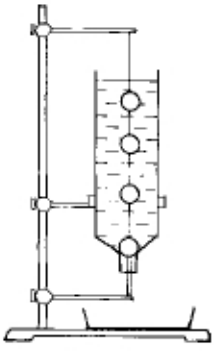


图 18－30

③ 半定量分析法：以图 18－30 为例，设每个空心球的体积为 $V_{球}$，中心横截面积为 $S_{球}$，水的深度为 h，则位于最下面的空心球所受到水的压力等于球上方水的重力（是以小球中心截面 $S_{球}$ 为底、以 h 为高的圆柱的水受到的重力），即 $F = \rho_{水} S_{球} hg$.

而浸没在水中的四个空心球所受到浮力的大小 $F_{浮}$ 等于它们排开液体的重力，即 $F_{浮} = 4\rho_{水} V_{球} g$.

观察图 18－30 可知，$4V_{球}$ 仅为 $S_{球} h$ 的一部分，因此最下面的空心球所受到的水的压力 F 大于空心球所受到的浮力 $F_{浮}$，则上述装置在水的作用下将向下运动，直到容器中的水流完为止.

（3）*磁力“永动机”*.

我们知道：同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引，而且作用力随距离的减小而增大. 有人企图用这种作用来制造“永动机”. 如图 18－31 所示，使外轮固定，内轮可以自由转动，两轮上斜放着的磁体的 N 极相接近，它们间较强的相互斥力似乎可以推动内轮沿箭头所指方向不断转动下去.

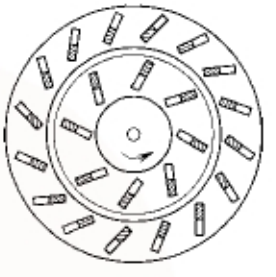


图 18－31

但是，如果严格地利用磁库仑定律计算出所有磁极间的相互作用力，可以证明内轮和外轮之间的吸引力和排斥力是完全相等的，它们相互抵消而使轮子处于平衡状态.

层出不穷的“永动机”设计方案都在科学的严格审查和实践的无情检验下一一失败了，以致法国科学院在 1775 年针对愈来愈多的投送审查的设计方案做出决议，认为“永动机”是不可能制成的，声明：“本科学院以后不再审查有关‘永动机’的一切设计.”

追寻“永动机”的失败经历，可以给我们两点启示：首先，失败的经历也有积极的科学研究价值，“永动机”种种设计方案的失败引起了人们的反思，启发了能量转化和守恒的思想，成为能量转化和守恒原理建立的思考线索之一；其次，要依据科学规律办事. 历史上追求“永动机”的人们并不是因为他们没有一种良好的愿望，也不是他们缺乏刻苦钻研的精神，只是由于他们做的是违背客观规律的工作. 在人们认识能量转化和守恒规律之前，那些寻求“永动机”的努力遭到的失败，我们感到遗憾，但是，如果在今天还有人去设计“永动机”，那他就是愚蠢的，是违反科学规律的，也是永远不会成功的.



8. 关于能量转移和转化的方向性的背景资料

(1) 自发过程及其共同特征.

所谓“自发过程”,是指在自然条件下,不需要施加任何外力就能发生的过程.自发过程虽然千变万化,但有共同的特征:一是自发过程具有方向性,其反过程虽然并不违反能量守恒定律,但不能无条件自发地进行;二是自发过程具有不可逆性.

教材中所说的“自发地”指的就是没有任何外界的影响或者帮助.

例如,水向低处流,要使水向高处流也可以,用一个水泵抽上去即可,但是要消耗电功,也就是说,水向低处流这一过程是不可逆的.功转化成了热,环境不能恢复原状,这就是自发过程的不可逆性.

又如,热量从高温传向低温,其相反的过程可以发生,但不是无条件发生.空调可以在房间内温度低于室外温度的条件下,把热量从室内转移到室外,但这是有条件的,空调需要用电,即有电能转化成了内能.空调停止工作后,室内的气温可以恢复原状,但环境不能复原——通过做功将其他形式的能转换成了内能.

又如,恒温真空膨胀是一自发过程,其逆过程也可以发生,可以把气体压回原状,但条件是环境要向系统做功,系统向环境放热,对于环境来说,发生了能的转化.

总的来说,自发过程的共同特征是不可逆的,这一不可逆性的本质是功与热转化的不可逆性,这一规律就是热力学第二定律.热力学第二定律要表明的是,能量总是从有序趋向于无序,自发过程中随着体系做功本领的降低,能量变为分散、更无序的形式,这就是自发过程的方向.如热可以自发地从高温处分散到低温处,功可以百分之百转变成热而不引起其他变化.相反,热量要从低温处向高温处聚集,或内能转变成机械能等,这一过程的发生是有条件的,不会自发进行.

(2) 第二类永动机是不能制成的.

“第二类‘永动机’”不同于“第一类‘永动机’”,它不违背能量守恒定律.这种“永动机”能够仅从单一热源吸取热量,全部用来做功而没有任何其他的变化发生.如果第二类“永动机”能够制造成功,那么人类就有取之不尽的能源.例如,地球上有大量的海水,它的总质量约为 1.4×10^{18} t,只要这些海水的温度降低 0.1 ℃,就能放出 5.8×10^{23} J 的热量,这相当于 1 800 万个功率为 1×10^{6} kW 的核电站一年的发电量.历史上曾有很多人想制造一种“永动机”,从海水中吸取热量做功,若能成功,则航海不需要携带燃料.但所有的实验都失败了,因为根据热力学第二定律,吸取热用来做功是有代价的,必然要使另一部分能量散失掉,海水中的内能并不能无偿地供人们利用.

“第二类‘永动机’是不能制成的”,这也是热力学第二定律的另一种表述.



(3) 几种常见的自发过程的方向性及其微观解释.

热传导:两个温度高低不同的物体互相接触时,热量总是自动地由高温物体传向低温物体,最后趋于温度相同的热平衡状态.从微观角度讲,温度是大量分子做无序运动的平均动能的宏观标志.初态温度不同,分子无序运动的平均动能不同,以此可区分两物体分子的无序程度,而末态等温,则再无法区分分子运动的无序性程度.但可以说,大量分子运动的无序性由于热运动而增大.相反的过程,即分子运动从平均动能完全相同的无序状态自动地向分子平均动能不同的较为有序的状态进行是不可能的.因此在热传导过程中,自发过程总是沿着使大量分子的热运动向更加无序的方向进行.

功热转换:机械功可以完全转化为内能,但这一过程是不可逆的(如摩擦生热),说明功热转换过程具有方向性.从微观角度看,功相当于分子做有规则定向运动,内能相当于分子做无规则热运动.因此功转变为热的过程是大量分子从有序运动向无序运动转化的过程,这是可以实现的.相反过程则为大量分子从无序运动自动转化为有序运动,这是不可能的,所以功热转化其自发过程总是使大量分子运动从有序状态向无序状态进行.

气体的绝热自由膨胀:气体的绝热自由膨胀可以充满气体分子所能到达的空间,即整个容器达到平衡态.而相反的过程则是不可能自发进行的,即气体不可能自动地绝热收缩到原来的体积.这说明气体向真空做绝热自由膨胀的过程是不可逆的.从微观角度讲,自由膨胀过程是气体分子整体从占有较小的空间的初状态变到占有较大空间的末状态,在较小的空间中气体分子的位置不确定性小,即无序性小;在较大空间中气体分子活动范围增大,位置不确定性增大,无序性增大.自由膨胀过程被视为自然过程,也总是沿着使大量分子的运动向更加无序的方向进行.

热力学第二定律是前人总结、概括了大量事实而提出的,它广泛地应用于物理学、化学、生物学之中.值得说明的是,热力学第二定律也有其适用范围和成立条件,它对有限范围内的宏观过程是成立的,而不适用于少量分子的微观体系,也不能把它推广到无限的宇宙.

(4) 关于能量耗散.

学习能量守恒定律的时候,同学们可能有过这样的疑问:既然自然界的能量是守恒的,那么,为什么还会产生能源危机?为什么还经常说要节约能源呢?

原来,有的能量便于利用,有的能量不便于利用.例如,流动的水带动水磨做功,由于磨盘之间的摩擦、磨盘和粮食之间的摩擦和挤压,使磨盘、粮食的温度升高,水流的一部分机械能转化成了内能.这些内能最终流散到周围的环境中,我们没有办法把这些流散的内能重新收集起来加以利用,这种现象叫作能量的耗散.电池中的化学能转化成电能,电能又在电灯中转化成光能.光能变成周围环境的内能,我们无法把这些内能收集起来重新利用.火炉把屋子烤暖,这时高温物体的内



能变成低温物体的内能，谁也不能把这些散失的能量重新收集到火炉中再次用来取暖.

9. 我国能源利用的现状

我国能源资源丰富，新中国成立以来，能源生产增长的速度是很快的，具体数据见下表.

中国几种能源产量的增长及居世界位次

	原　煤		原　油		发电量	
	产量/(10^8 t)	位　次	产量/(10^8 t)	位　次	产量/(10^8 kW·h)	位　次
1949 年	0.32	9	0.001 2	27	43	25
1957 年	1.31	5	0.02	23	193	13
1965 年	2.32	5	0.11	12	676	9
1978 年	6.18	3	1.04	8	2 566	7
1980 年	6.20	3	1.06	6	3 006	6
1985 年	8.72	2	1.25	6	4 107	5
1990 年	10.80	1	1.38	5	6 212	4
1996 年	13.97	1	1.57	5	10 813	2

在快速增长的经济环境下，中国能源工业面临经济增长与环境保护的双重压力，突出表现为四大问题：

一是我国人口众多，按人口平均，人均能源拥有量低、储备量低. 我国能源资源虽然较丰富，但人均能源资源量远低于世界平均水平.

二是能源结构问题. 我国的能源结构依然以煤为主，约占 75%，是世界上主要经济大国中最依赖于煤炭的国家. 全国年耗煤量已超过 1.3×10^9 t. 由于燃煤效率低，对环境污染严重，因此造成我国能源利用率低，大气污染现象严重.

新中国成立以来我国的能源构成变化很大. 20 世纪 60 年代以前煤炭占 90% 以上，石油、天然气和水电的比重很小；20 世纪 70 年代以来，石油、天然气和水电合占 25%左右，煤炭的比重下降到 75%左右. 这就使单一依靠煤炭为能源的局面向多样化方向迈进了一步.

三是能源资源分布不均. 主要表现在经济发达地区能源短缺和农村商业能源供应不足，必须依靠北煤南运、西气东输、西电东送、南水北调以缓解这些地区的资源短缺状况.

四是能源利用效率低. 我国能源工业的技术和管理水平比较落后，能源利用率和人均能源的消费量都很低（我国能源终端利用效率仅为 33%，比发达国家低十个百分点），能源供应短缺和浪费并存，供需矛盾尖锐（我国能源消费构成的变化如图 18－32 所示）.

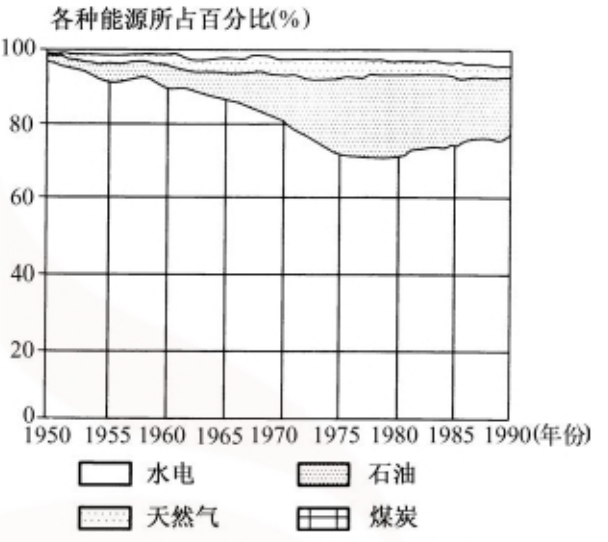


图 18－32　我国能源消费构成的变化图

为实现我国的可持续发展应当采取以下对策：制定科学的能源政策和颁布相应的法规；开发新的可再生的洁净能源，改善能源结构，减轻能源对环境的压力；提高能源利用率.

10. 人类将优先开发五种新能源

在 20 世纪中，人类使用的能源主要有三种，就是石油、天然气和煤炭. 随着世界人口的增加和经济的不断发展，能源的消耗持续增长，虽然能量是守恒的，但是由于能量转移和转化具有方向性，能源却不是取之不尽、用之不竭的. 化石能源、核能等是不可再生的能源，我们现在开采得越多，留给子孙后代的就越少. 按照目前全世界对化石能源消耗的速度计算，这些能源可供人类使用的时间极为有限.

世界及中国化石燃料及铀探明储量的可开采年限

	石油(年)	天然气(年)	煤(年)	铀(年)
世　界	49	57	262	60
中　国	23	61	102	30

开发新能源，替代石油、天然气和煤炭这三种传统能源，降低它们的消耗量，已经成为人类发展中的紧迫课题，核能在今后一段时期内还将有所发展，但是核电站的最长使用期只有 25～30 年，核电站的建造、拆除和安全防护费用也不低，过多地建设核电站是否可取，还有待今后的实践和历史来检验. 那么，人类将向何处寻找新能源呢？有些能源专家认为：太阳能、风能、地热能、波浪能和氢能这五种新能源在今后将会优先获得开发利用.

附录:《物理补充习题　九年级下册》参考答案

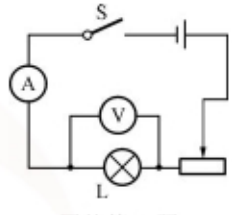
第十五章　电功和电热

第一节　电能表与电功

例1. D　**例2.** (1) 24 J　96 J　120 J　(2) 750 J　**1.** 电　内　100　**2.** D　**3.** C　**4.** (1) 小灯泡的亮度　(2) 电压　电压　小灯泡 L_1、L_2 两端的电压　小灯泡亮度　电压的对应关系　**5.** 2 880 J

第二节　电功率

例1. B　**例2.** 略　**1.** 有　电功率　**2.** 1.8×10^5　0.05　**3.** C　**4.** 3　**5.** 0.1　300　**6.** 6　1.6　**7.** 9 Ω　0.6 A　**8.** (1) 如图所示　(2) 断开　接入电路的阻值最大的　0～3 A　0～15 V　(3) 滑动变阻器的滑片　6　1.4　8.4



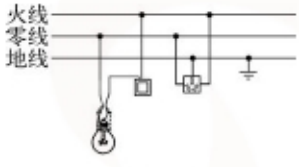
图答第8题

第三节　电热器　电流的热效应

例1. C　**例2.** 660　1 080　**1.** 电阻　内　热效应　**2.** 3　1.08×10^7　**3.** 帮助散热　**4.** 30　0.14　0.07　**5.** 1∶3　3∶1　**6.** D　**7.** (1) 6 V　(2) 120 J　**8.** (1) 0.45 A　(2) 0.09 A　4 W

第四节　家庭电路与安全用电

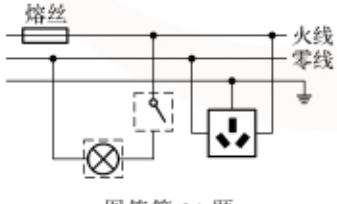
例. C　**1.** 220　0　220　**2.** 并　串　减小　**3.** 36　**4.** 短路　电路过载　火线　**5.** C　**6.** D　**7.** 如图所示　**8.** 逐个闭合各支路的开关,若检验灯发光但很暗,则该支路正常;若检验灯正常发光,则短路故障就发生在该支路上



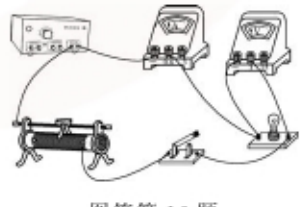
图答第7题

本章练习

1. B　**2.** A　**3.** C　**4.** C　**5.** B　**6.** D　**7.** A　**8.** C　**9.** 电阻　少　**10.** 60.5　48 000　**11.** 0.09　0.02　**12.** 9　1.5　2∶1　**13.** 44　200　**14.** 如图所示　**15.** (1) 电流　通过 R_1、R_2 的电流及通电时间　两个锥形瓶中煤油的质量　(2) D　(3) 电流和通电时间一定时,电阻越大　**16.** (1) $P=UI$　(2) 如图所示　(3) 滑动变阻器接入电路的阻值太大,通过小灯泡的电流太



图答第14题

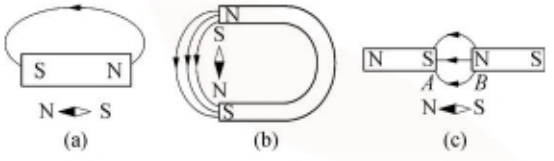

图答第16题

小　(4) B　(5) 0.5　12.5　温度　**17.** (1) (b)　将金属外壳接地,防止发生触电事故　(2) 24.2 Ω　(3) 21 min　**18.** 0.625 W　**19.** (1) 10 Ω　(2) 0.8 W　(3) 0.1～0.9 W

第十六章　电磁转换

第一节　磁体与磁场

例 1. A　**例 2.** C　**1.** 铁、钴、镍　S　N　排斥　吸引　**2.** 磁能吸引铁、钴、镍等　磁化　**3.** S　地磁场　南　沈括　**4.** 磁体周围不同位置的磁场方向不同　磁场方向　**5.** D　**6.** 如图所示



图答第 6 题

7.

铁屑	将钢棒接近铁屑	能吸引铁屑的钢棒有磁性
另一根磁铁	将钢棒的一端分别靠近磁铁的两端	若两次都吸引,则钢棒无磁性; 若一次吸引,一次排斥,则钢棒有磁性
无	将钢棒 A 的一端接近钢棒 B 的中间	若相互吸引,则钢棒 A 有磁性,钢棒 B 无磁性; 若没有相互吸引,则钢棒 B 有磁性,钢棒 A 无磁性

8. (1) A 和 B 是异名磁极　(2) 对接后合成一个磁体,AB 成为中间部位,这个部位的磁性较弱

第二节　电流的磁场

例 1. A　**例 2.** D　**1.** B　**2.** 与导线垂直　同心圆　**3.** 磁场　条形磁体　增强　**4.** A　**5.** A　**6.** C　**7～8.** 略　**9.** (1) 磁性强弱　(2) (a)、(b)　(3) (b)、(c)　(4) 在电流大小相同的情况下　**10.** 电磁继电器　电磁铁　L_2　亮

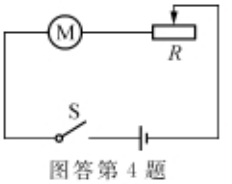
第三节　磁场对电流的作用　电动机

例. 通电线圈的左、右两条边在磁场中受到力的作用,磁感线的方向一定,而左、右两条边中的电流方向相反,因此受力方向相反,所以线圈会转动;但当转动到与磁感线垂直的位置时,这两个力恰好在一条直线上,且大小相等、方向相反,相互平衡,因此线圈在这个位置停止转动

1. 电流　磁场　**2.** (1) 磁场对导体有力的作用　(2) 向左运动　(3) 向右运动　(4) 导体不运动　(5) 通电导体在磁场中受到力的作用;所受力的方向与电流的方向以及磁场的方向有关　**3.** C　**4.** 通电线圈在磁场中受到力的作用　将线圈一端的漆全部刮净,另一端的漆沿轴线方向刮去半面　电　机械　将磁体 N、S 极对调　将电源两极对调　**5.** (1) 1.32×10^4 J　1.2×10^5 J　(2) 以本题为例,若电动机不转,线圈中的电流高达 $\frac{220\text{ V}}{2\ \Omega}=110$ A,10 min 内放出的热量为 1.452×10^7 J,会造成线圈过热,从而烧坏电动机

第四节　安装直流电动机模型

例. C　**1.** 通电线圈在磁场中受力转动　磁体　线圈　换向器　**2.** 左　**3.** C　**4.** (1) 改变电流方向或改变磁场方向　(2) 电流太小、磁性太弱、摩擦太大、接触不良等　(3) 滑动变阻器　如图所示



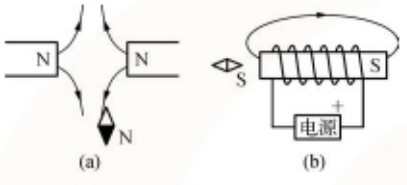
图答第 4 题

第五节　电磁感应　发电机

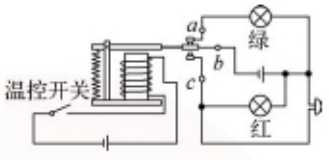
例. (1) 不偏转　(2) 不偏转　(3) 偏转　闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时,导体中会产生电流　(4) 导体切割磁感线的运动方向　**1.** 奥斯特　法拉第　电磁　**2.** 电磁感应　机械　电　**3.** 周期性　50　**4.** D　**5.** C　**6.** B　**7.** (1) 线圈转速和线圈转动方向　(2) 机械　电　(3) ①　(4) 电流　用电流表测量更准确,通过灯泡的亮度来判断更直观

本章练习

1. C　**2.** C　**3.** B　**4.** A　**5.** 磁性　磁极　排斥　吸引　**6.** 磁场　强弱　N　S　**7.** 电磁铁　(1) 可以进行远距离控制(或自动控制)　(2) 可以用低压电路控制高压电路(或弱电流电路控制强电流电路)　**8.** 磁体　不能　**9.** (1) 磁场　(2) 磁场方向与电流方向有关　(3) 检测导体周围是否存在磁场　**10.** N　正　**11.** 振动　感应电流　**12.** (b)　线圈外的电路中是否有电源　**13.** 如图所示　**14.** 如图所示　**15.** (1) 高速转动时,产生的电流变化很快(频率高),人眼难以察觉这种变化(联系视觉暂留知识)　(2) ① 感应电流的大小是不是跟导体切割磁感线的速度有关　② 让导体 *ab* 分别以大小不同的速度做切割磁感线运动,比较两种情况下电流表指针左右摆动的幅度



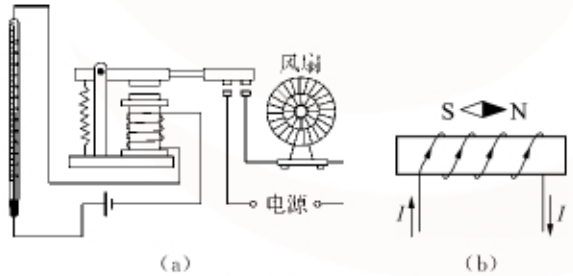
图答第 13 题



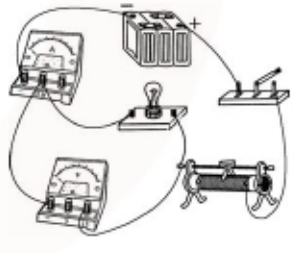
图答第 14 题

期中测试

1. C　**2.** C　**3.** A　**4.** C　**5.** B　**6.** C　**7.** A　**8.** D　**9.** C　**10.** C　**11.** C　**12.** B　**13.** 0.015　900　3 500　**14.** 40　0.04　**15.** 100　温度　**16.** 线圈匝数　减少　**17.** 1 000　0.2　**18.** 增大　(a)　**19.** (1) 增大　增强　(2) 减小　磁场强弱　**20.** 交流　(1) 灯泡持续发光　(2) 灯泡的亮度变大　**21.** 变暗　3.6　1.08　**22.** 0.2　0.1　**23.** (1) 如图(a)所示



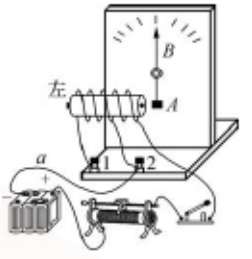
图答第 23 题



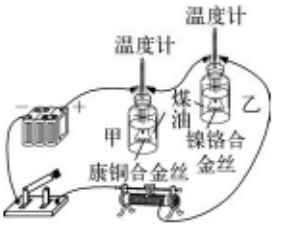
图答第 24 题

(2) 如图(b)所示　**24.** (1) 如图所示　(2) 滑动变阻器接入电路的电阻过大　(3) 右　1.52

25. (1) 如图所示　(2) B　(3) N　(4) 变大　(5) 强　强　**26.** (1) 电路连接的方式如图所示　(2) 温度计的示数　用小磁针的偏转呈现磁场的存在(或用小灯泡的亮度表示相同时间内电流做功的多少等)　(3) 时间　电流　通电时间和电流一定时,通电导体产生的热量与电阻有关　**27.** (1) 0.15 A　(2) 1.35 W　**28.** (1) 9 Ω　300 J　(2) 6 Ω　**29.** (1) 开关 S_1、S_2 都闭合　(2) 0.25 A　(3) 96.8 Ω　880 Ω



图答第 25 题



图答第 26 题

第十七章　电磁波与现代通信

第一节　信息与信息传播

例 1. D　**例 2.** C　**1.** 有意义　语言　符号　图像　**2.** C　**3.** B　**4.** C　**5.** B　**6.** D　**7.** 莫尔斯　莫尔斯电码

第二节　电磁波及其传播

例. B　**1.** 水　声　**2.** 振幅　强弱　周期　快慢　波长　**3.** A　**4.** C　**5.** D　**6.** A　**7.** 电磁波　(1) 声音在真空中不能传播　(2) 电梯对电磁波有屏蔽作用　(3) 验证方法:将手机设置到响铃状态后放入密闭的金属容器内,试着用另一个手机呼叫盒内的手机,如果听不到盒内的手机声响,则说明金属容器对电磁波有屏蔽作用

第三节　现代通信——走进信息时代

例. A　**1.** C　**2.** C　**3.** C　**4.** C　**5.** 微波　较高　时间延迟　**6.** 光波　光导纤维　地理条件　拉断　**7.** 空气　电磁波　振动　**8.** (1) 微波的性质接近于光波,大致沿直线传播,不能沿地球表面绕射,此外,微波在传输过程中信号存在衰减.因此,人们在用微波传输信息时,需每隔一定距离建一个微波中继站　(2) 月球离我们太远,不但传输信号延迟时间太长,信号衰减严重,失真厉害,而且如果用月球做中继站,两个通信地点必须同时能见到月球.用通信卫星做微波中继站,在地球赤道上空均匀地配置三颗通信卫星,就几乎可以覆盖全部地球表面,不但通信质量高,而且覆盖范围广,可以实现全球通信　(3) 0.24 s

本章练习

1. D　**2.** D　**3.** B　**4.** B　**5.** A　**6.** B　**7.** D　**8.** 事物　信息　**9.** (1) 同桌的同学不停地咳嗽,表明他感冒了　(2) 小华回答老师的提问时,老师连连点头,表明老师赞同小华的答案　**10.** 高　多　**11.** 如图所示　**12.** 逐渐减弱,最终甚至听不到铃声　电磁波能在真空中传播　密闭的金属容器会屏蔽电磁波　**13.** 小宇先听到演出的声音


图答第 11 题

第十八章　能源与可持续发展

第一节　能源利用与社会发展

例. D　**1.** 火　化石能源　电能　**2.** 可再生　不可再生　**3.** 太阳能、风能、水能　太阳能、风能、水能　**4.** 煤　石油　天然气　太阳能　风能　核能　**5.** 1.25×10^9 kW·h　**6.** (1) 煤炭、液化石油气属于化石能源,不可能在短期内从自然界得到补充,它们属于不可再生能源;柴草提供的

是生物质能,可以在自然界里源源不断地得到,它属于可再生能源　(2) 质量相等的不同能源(燃料)完全燃烧放出的热量不相等,即热值不相等,所以消耗的量就不相等　(3) 能源(燃料)使用的变迁,反映科技进步和人们生活质量的提高

第二节　核　能

例. A　**1.** 质子　中子　**2.** 裂变　裂变　中　链式反应　**3.** 核反应堆　核反应堆　汽轮机　发电机　**4.** D　**5.** C　**6.** 核能发电和火力发电相比有三个优点:一是只需消耗很少的核燃料就可以产生大量的电能;二是不排放烟尘和二氧化碳、二氧化硫等有害气体,对环境的污染少;从长远看,核能发电的成本低　可能带来的问题:核泄漏和核废料处理不当都会造成核污染

第三节　太阳能

例. A　**1.** 巨大　长久　广阔　污染　**2.** 内　风(或动)　化学　化石　**3.** D　**4.** A　**5.** (1) 2.88×10^{20} J　(2) 8.46×10^{9} t　(3) 7.61×10^{11} t

第四、五节　能量转化的基本规律　能源与可持续发展

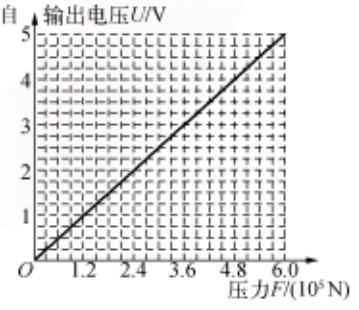
例. (1) 化学　内　废气带走热量和散热　内　机械　废气带走热量、散热和摩擦　机械电　摩擦和电热　(2) 汽油发动机工作时,汽油燃烧不充分、部件之间的摩擦、散热和废气带走能量等造成较大的能量损失,所以效率低　**1.** 内能转移的　能量转化的　保持不变　**2.** (1) 给水加热,电能转化为水的内能　(2) 壶盖被顶起,水的内能转化为壶盖的机械能　**3.** (1) 水不能自发地从低处流向高处　(2) 鸡蛋破了不会恢复原状　**4.** C　**5.** D　**6.** (1) 在处理过程中会产生二氧化碳和甲烷等废气易造成污染、加剧温室效应,甚至有爆炸危险　(2) 电清洁　(3) 随手关灯、提倡低碳生活　**7.** (1) 0.9 kg　(2) 28%

本章练习

1. 质子　中子　**2.** 裂变　核反应堆　**3.** 产生　消失　转化为　转移到　保持不变　能量转化和守恒　**4.** 机械　内　方向性　**5.** 光(太阳)　化学　**6.** 常规　新　**7.** 10%　20　**8.** C　**9.** D　**10.** C　**11.** C　**12.** 节约能源是必须的,但人类要发展,必须要用能源,因而要在节约能源的同时大力开发新能源　**13.** 1.2×10^{4} J　0.1 kg　**14.** (1) 130 kg　(2) 约7.6×10^{7} J　(3) 909 W　**15.** (1) 44 元　(2) 12.32 kg　(3) 纯电动汽车效率约为 83.3%,燃油汽车效率约为 23.8%　**16.** (1) 15%　(2) 6 m/s　(3) 60 kg　(4) 不能.太阳能提供的功率太小,牵引力太小,运行速度小

期末测试

1. B　**2.** D　**3.** A　**4.** B　**5.** A　**6.** A　**7.** C　**8.** C　**9.** D　**10.** D　**11.** D　**12.** A　**13.** 220　36　**14.** 内　4　**15.** 甲　16%　0.5　**16.** 感应电流　机械能　**17.** 8 800　1 200 W　**18.** (1) 同名磁极相互排斥　(2) 力能够改变物体的运动状态(或力的作用是相互的)　**19.** (1) 风能、水能、太阳能　(2) 无污染且可源源不断地从自　1.8×10^{6} J　1.68　不连续(间断)　**21.** 1.62×10^{5}　1.296×10^{4}　41.5　**22～23.** 略　**24.** (1) 温度计示数变化　白炽灯　(2) 电流表示数变化　LED 灯　(3) LED 灯　(4) 150 W　**25.** (1) 持续转动　换向器　(2) ① 用手推一下线圈　② 检查电刷与换向器接触是否良好　(3) ① 改变电流方向　② 改变磁场方向　**26.** (1) 略　(2) 小灯泡断路　(3) 0.36　比较在电压不同的情况下小灯泡的实际功率　(4) 0.72　1.00　1.26　小灯泡的功率随两端的电压增大而增大　小灯泡的额定功率是 1.00 W　**27.** (1) 8.3 Ω　(2) 24 Ω

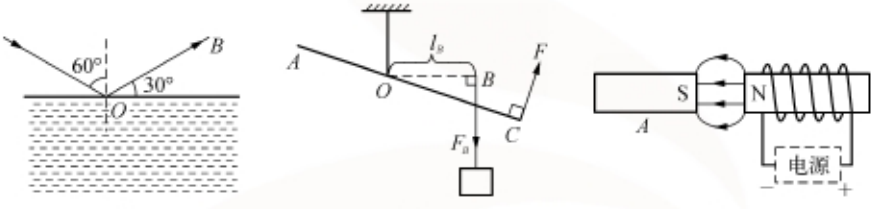


图答第 29 题

(3) 45 J　**28.** (1) 10　(2) 1.5 A　(3) ① 15 kg　② 1.8×10^6 J　③ 24 ℃　**29.** (1) 如图所示　(2) C、D　(3) 由图像可知,当压力为 2.4×10^5 N 时,输出电压 U 为 2 V. $R_{总}=\frac{U}{I}=\frac{2\text{ V}}{0.02\text{ A}}=100\ \Omega$,$R'=R_{总}-R=100\ \Omega-25\ \Omega=75\ \Omega$　(4) 压力越小,压力传感器的输出电压越小. 能使该装置报警的最小电压 $U_{最小}=IR=0.02\text{ A}\times25\ \Omega=0.5$ V. 由图像可知,最小压力是 0.6×10^5 N

中考模拟测试卷

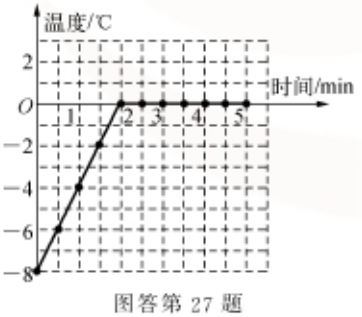
1. C　**2.** B　**3.** C　**4.** C　**5.** A　**6.** D　**7.** C　**8.** A　**9.** D　**10.** A　**11.** B　**12.** B　**13.** 振动　音调　**14.** 化学　内　做功　**15.** 10　靠近　照相机　**16.** 磁场　磁场　**17.** 增大　减小　**18.** 变速　1.9　**19.** 3　600　5　**20.** 可以改变力的方向　270　2 700　90%　**21.** (1) 18 kg　(2) 2.7×10^3 J　(3) 18%　**22.** 如图所示



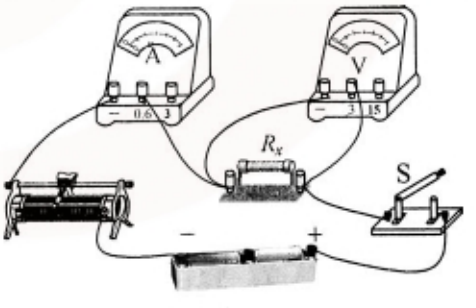
(a)　(b)　(c)

图答第 22 题

23. (1) $G=m_{总}\ g=(60\text{ kg}\times11+1\ 180\text{ kg})\times10\text{ N/kg}=18\ 400$ N. $p=\frac{F}{S}=\frac{G}{S}=\frac{18\ 400\text{ N}}{4\times250\times10^{-4}\text{ m}^2}=1.84\times10^5$ Pa　(2) $W_{电}=Pt=4\times10^3\text{ W}\times1\ 800\text{ s}=7.2\times10^6$ J. $W_{机}=\eta W_{电}=7.2\times10^6\text{ J}\times80\%=5.76\times10^6$ J. $P_{机}=\frac{W_{机}}{t}=\frac{5.76\times10^6\text{ J}}{1\ 800\text{ s}}=3.2\times10^3$ W. 因 $P=F\cdot\frac{s}{t}=F\cdot v$,故 $F=\frac{P_{机}}{v}=\frac{3.2\times10^3\text{ W}}{10\text{ m/s}}=320$ N. 因为车匀速行驶,所以 $f=F=320$ N　**24.** (1) B　C　(2) 开关 S 旋到 B 位置时,只有 R_1 接入电路,$R_1=\frac{U^2}{P_1}=\frac{(220\text{ V})^2}{2200\text{ W}}=22\ \Omega$　(3) 开关 S 旋到 C 位置时,R_1、R_2 并联接入电路,$I_1=\frac{U}{R_1}=\frac{220\text{ V}}{22\ \Omega}=10$ A,$I_2=\frac{U}{R_2}=\frac{220\text{ V}}{55\ \Omega}=4$ A,$I=I_1+I_2=10\text{ A}+4\text{ A}=14$ A　**25.** (1) 右　(2) 78　(3) 10　(4) 7.8　**26.** (1) ① 同一位置(或同一高度)　② 3　③ 长　匀速直线　(2) ① 小桌的脚陷入细沙中的深度　② 质量　相同　③ 让同一木块从不同高度自由下落,比较小桌的脚陷入细沙中的深度　**27.** (1) 慢　用玻璃棒不停地搅拌　(2) 状态　−4　(3) 如图所示　(4) 不变　**28.** (1) 如图所示　(2) R_x　0.24　10　(3) 该方案不正确,两种情况下 R_x 和 R_0 两端的电压不等　**29.** 排开液体的体积　密度　(1) 弹簧测力



图答第 27 题

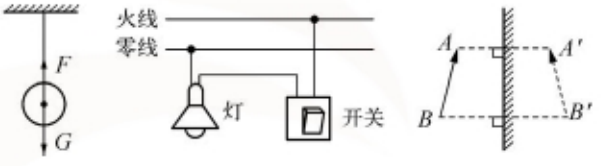


图答第 28 题

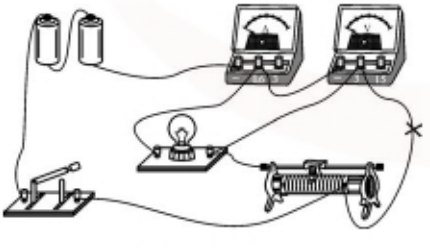
计、橡皮泥、烧杯、细线和水　(2) 实验步骤(有两种方案).方案一:① 用细线将橡皮泥吊在弹簧测力计上,测出橡皮泥重 G;② 将橡皮泥浸没在水中,记下弹簧测力计的示数 F_1;③ 改变橡皮泥的形状,将橡皮泥浸没在水中,记下弹簧测力计的示数 F_2;④ 再改变橡皮泥的形状,将橡皮泥浸没在水中,记下弹簧测力计的示数 F_3.方案二:① 用细线将橡皮泥吊在弹簧测力计上,将橡皮泥浸没在水中,记下弹簧测力计的示数 F_1;② 改变橡皮泥的形状,将橡皮泥浸没在水中,记下弹簧测力计的示数 F_2;③ 再改变橡皮泥的形状,将橡皮泥浸没在水中,记下弹簧测力计的示数 F_3　(3) 答案要与实验步骤对应:方案一:求出橡皮泥各次在水中所受的浮力.若各次所受浮力相等,说明浮力大小与形状无关;若各次所受浮力不等,说明浮力大小与形状有关.方案二:比较橡皮泥浸没水中时弹簧测力计的示数.若弹簧测力计的示数相等,则说明浮力大小与形状无关;若弹簧测力计的示数不等,则说明浮力大小与形状有关

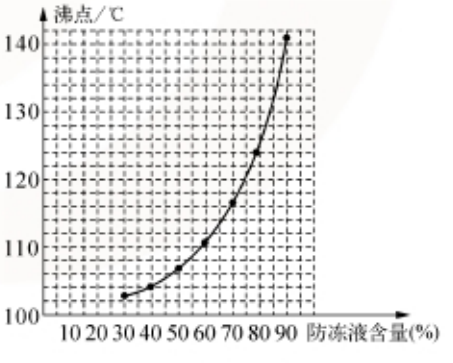
江苏省 2009 年中考物理试卷

1. D　**2.** C　**3.** B　**4.** C　**5.** A　**6.** B　**7.** A　**8.** B　**9.** C　**10.** D　**11.** D　**12.** A　**13.** 凝华　放出　**14.** 水平　右　52.4　**15.** 0.5　150　5　**16.** 靠拢　小　**17.** 200　增大　**18.** 串　灯泡亮度　电流　**19.** 同一高度　缩小　照相机　**20.** 拉力不在水平方向上　匀速　变大　**21.** 1.8　上浮　**22.** 1.5　8　**23.** 化学　0.9　28　**24.** 如图所示　**25.** (1) $G=mg=1\,500$ N　(2) $V=Sh=0.06$ m^3, $\rho=\frac{m}{V}=2.5\times10^3$ kg/m^3　(3) $p=\frac{F}{S}=1\times10^4$ Pa　**26.** (1) $W=P_{高}t=6.6\times10^5$ J　(2) 由 $P_{高}=UI$, $R_1=\frac{U}{I}$,代入数据解得 $R_1=44\ \Omega$　(3) $I=\frac{P_{低}}{U}=2$ A　$P_1=I^2R_1=176$ W　**27.** (1) 一个磁体只能有两个磁极　(2) 1　(3) 小磁针　将小磁针置于磁环周围不同位置　多次观察小磁针稳定后两极的指向情况,从而判断出磁环磁极的分布　**28.** (1) 如图所示　(2) C　(3) 2.5　0.24　0.6　**29.** (1) 0.5　66.7　由于使用杠杆时需要克服杠杆自重(克服摩擦力)等做功　(2) 不能　两次实验时钩码没有挂在同一位置　仅根据一次对比实验所得的结论是不可靠的　**30.** (1) 比热容　(2) D　(3) B　(4) 如图所示　120　(5) 升高　水由于汽化而减少,防冻液的含量增大



图答第 24 题


图答第 28 题



图答第 30 题

凤凰出版传媒股份有限公司
PHOENIX PUBLISHING & MEDIA, INC.



JIAOXUEYONGSHU