



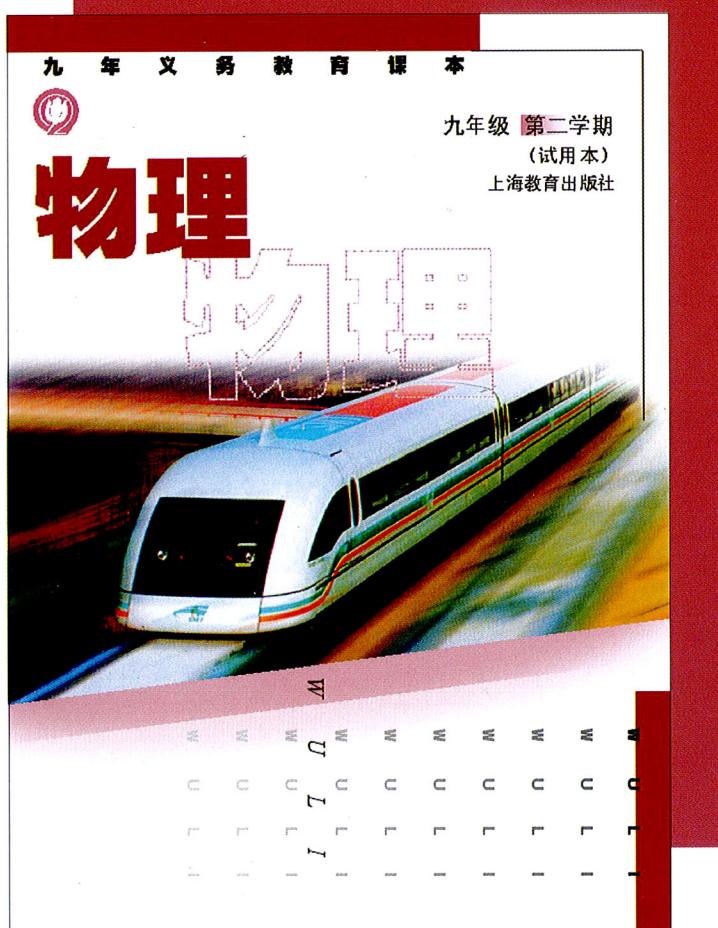
九 年 义 务 教 育

九年级 第二学期

(试用本)

# 物理

## 教学参考资料



上海教育出版社



# 目 录

第八章 电能与磁 .....	1
第九章 从原子到星系 .....	16
《物理练习部分》参考答案或说明 .....	31
教学设计案例 .....	37

# 第八章 电能与磁

## 一、本章学习目标

### 1. 知识与技能

知识点	学习水平	说 明
电功 电能表	B	理解电功；理解电能表的使用方法
电功率	C	掌握电功率；会计算电能和电功率
* 焦耳定律	B	理解焦耳定律
电能的获得与输送	A	知道电能的获得与输送
磁场 磁感线	A	知道磁场；知道磁感线
电流的磁场 右手螺旋定则	B	知道电流的磁场；会用右手螺旋定则判断电流磁场的方向
* 磁场对通电导线的作用	A	知道通电导线在磁场中会受到力的作用；知道受力的方向与哪些因素有关
* 电磁感应	A	知道导体在磁场中运动时产生感应电流的条件
无线电波及无线电通信	A	知道无线电波及无线电通信
学生实验：测定小灯泡的电功率	C	会设计电路，并测定小灯泡的电功率

核心概念：

电功率是反映电流做功快慢的物理量，是用电器的一个重要指标，是本章的核心概念。

核心规律：

右手螺旋定则反映的是电流周围磁场方向的规律，是本章的核心规律。

### 2. 过程与方法

(1) 在学习电功率的概念时,通过与机械功率、速度进行比较,认识类比的科学方法。

(2) 在学习“磁场、磁感线”时,经历观察用铁粉来显示磁场分布的过程,认识建立模型的方法。

\* (3) 通过对电磁继电器和电动机的构造、工作原理的研究,增强运用物理知识解决实际问题的能力。

### 3. 情感态度与价值观

(1) 在“奥斯特实验”“无线电波及无线电通信”的学习过程中,感悟物理学的重大发现对人类社会产生的巨大影响,激发学习科学的积极性。

(2) 通过了解我国无线电通信、广播事业的飞速发展状况,激发爱国热情。通过了解我国古代四大发明之一的指南针及科学家沈括最早发现磁偏角现象等,激发民族自豪感。

(3) 通过对地磁场的介绍,认识物理与地理学科之间的联系。

\* (4) 在学习“电磁铁、电磁继电器和电动机”时,通过将所学知识与实际生活相联系,感受物理学知识在生活、生产中的应用价值。

## 二、编写说明

能量是物质运动的一种量度,电能是电流所具有的能量,本章注重从能的角度阐述电功和电功率的概念。由于电和磁在现代生活中的重要作用,因此教材内容与生活、技术联系紧密,如结合用电器的额定功率进行电费的计算;结合电流的磁场了解磁浮列车等。

与第七章一样,学习活动卡以活动引入课题,让学生在活动中思考,经过交流合作,最后得出结论(或知识),如电流周围的磁场等。

### 三、本章重点和难点

本章的重点是电功率概念和右手螺旋定则；难点是电功率与欧姆定律知识的综合运用。

### 四、课时安排建议

本章建议安排 8 课时：其中第 1 节 3 课时，第 2 节 3 课时，第 3 节 1 课时，第 4 节 1 课时。

### 五、各节教学建议

#### 8.1 电功率

##### 1. 学习目标

- (1) 理解电功；掌握电功率。能运用公式  $W=UIt$  和  $P=W/t$  进行有关计算。
- (2) 理解电能表的使用方法，观察各种家用电器的额定功率、额定电压（或额定电流），懂得安全用电的重要性和必要性。
- (3) 会用电流表和电压表测量小灯泡的电功率。在测小灯泡电功率的实验过程中，通过对小灯泡不同亮暗时测得的数据进行分析，认识比较、分析、综合等思维方法。
- \* (4) 理解焦耳定律。通过探究电流通过电阻时产生的热量，跟导体中电流、电阻、通电时间的关系，提高控制变量法的运用能力。

##### 2. 重点和难点

本节的重点是电功率及学生实验“测定小灯泡的电功率”；难点是对电功率概念的理解。

### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排3课时。第一课时：电功、电功率；第二课时：学生实验“测定小灯泡的电功率”；第三课时：电功、电功率的计算，电能表的使用。

### 4. 第一课时教学建议

(1) 学生在日常生活中接触较多的是“电能”的概念，而不是“电功”的概念。教学中可以通过活动引入新课，例如使小灯泡发光，让学生体验电能可以转化为光能；触摸通电的小灯泡，体会电能可以转化为内能；给小电动机通电使其转动，体会电能可以转化为动能，等等。通过这些活动，学生体验到电能可以转化为其他形式的能，然后提出能量之间的转化，必然伴随着做功，引出电功的概念。

(2) 学习活动卡(P.1)中的“观察和描述”是为了帮助学生建立电功概念，实验前，教师和学生应建立一个约定：对于两个规格差不多的小灯泡，亮度较大的在相同时间内电流做的功就较多。

接着，教师挑选两个额定电压相同的小灯泡分别组成(a)、(b)两种电路，让学生观察小灯泡的亮暗、电表的示数，然后讨论归纳出结论。

(3) 类比速度，引入电功率的概念。阅读并理解教科书(P.5)上的电功率——理解电功率概念的含义(描述用电器转化电能的快慢)，从而引出电功率的定义式 $P=W/t$ ，介绍电功率的单位；公式 $P=UI$ 是电功率的计算式，它是计算额定电压、额定电流或额定功率的基础，也是学生实验“测定小灯泡的电功率”的原理。

### 5. 第二课时教学建议

(1) 本节课主要是完成学生实验“测定小灯泡的电功率”。

(2) 建议先要求学生根据电功率的知识确定实验原理、选择实验器材、设计实验方案、画出实验电路图、用笔线连接实物图等。

(3) 在实验操作过程中，要求能选择电表的合适量程进行连接，知道电表、开关、滑动变阻器的连接规则，能正确读数和计算额定功率、实际功率。

(4) 实验中重点研究的是使小灯泡正常发光的方法。

(5) “测定小灯泡的电功率”和“用电流表、电压表测电阻”两个实验电路基本相同、测量的物理量相同，建议在该实验结束后，师生共同讨论这两个实验的共同点和不同点，以提高学生对这两个实验的理解和辨析能力。

## 6. 第三课时教学建议

- (1) 观察家用电器的铭牌,理解额定电压、额定电流和额定功率的意义。阅读“电功率的阶梯”,使学生对电功率的单位有一个具体感性的认识。
- (2) 结合学习活动卡(P.3)上的“思考与讨论”,知道家用电能表的作用、读数方法、计数单位、计费规则,会进行简单的电费计算,增强节约用电意识。
- (3) 教科书(P.7)上的“你知道吗?”和例题3,建议让学生了解报刊上常见的工程技术词汇,如“装机容量”“发电量”“千瓦”“兆瓦”和“千瓦时”……学习从某数字后的单位来推知该数字是指电功,还是电功率,进一步提高基本的科学素养。

## 7. “思考与练习”参考答案

1.  $1.19 \times 10^6$  焦。
2. (1) 串联时,电流  $I$  相同。因为  $W=UIt=I^2Rt \propto R$ , 而  $R_A > R_B$ , 所以  $W_A > W_B$ 。
- (2) 并联时,电压  $U$  相同。因为  $W=UIt=\frac{U^2}{R} t \propto \frac{1}{R}$ , 而  $R_A > R_B$ , 所以  $W_A < W_B$ 。
3. 因为  $P_1=625$  瓦,  $P_2=500$  瓦, 所以电热杯的功率较大。
4.  $1.44 \times 10^5$  秒(40 小时)。
5.  $W=Pt=500$  瓦  $\times 15 \times 60$  秒  $= 4.5 \times 10^5$  焦。
6. 这次闪电的电功率约为 2018 年全国发电装机容量的 2 倍,但释放的电能却只有 2018 年全国发电量的十亿分之一,这说明电能的大小除了与电功率大小有关外,还与时间有关。闪电的电功率虽然非常巨大,但持续的时间很短,因此释放的能量与 2018 年全国发电量相比要小得多。

## 8.2 电流的磁场

### 1. 学习目标

- (1) 知道磁场;知道磁感线。经历观察用铁粉来显示磁场分布的过程,认识建立模型的方法。
- (2) 理解电流周围存在磁场;理解右手螺旋定则,学会用右手螺旋定则判断电流磁场的方向。
- (3) 经历奥斯特实验过程,认识实验在得出科学规律中的重要作用。感悟物理学的重大发现对人类社会产生的巨大影响,激发学习科学的积极性。

(4) 通过了解我国古代四大发明之一的指南针及科学家沈括最早发现磁偏角现象等，激发民族自豪感。

\* (5) 知道电磁铁的构造、优点及作用。知道电磁继电器的构造、工作原理及其应用。联系电铃、电磁开关、磁浮列车、汽车启动等实例，体验物理学知识在生活、生产中的应用价值。

\* (6) 知道通电导线在磁场中会受到力的作用，受力的方向与电流方向以及磁场方向有关。知道电动机的基本构造、工作原理、优点及其应用，体验物理学知识在生活、生产中的应用价值。

### 2. 重点和难点

本节的重点是电流的磁场；难点是右手螺旋定则的使用。

### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 3 课时。第一课时：磁体 磁感线；第二课时：奥斯特实验，通电螺线管周围的磁场；第三课时：右手螺旋定则。

### 4. 第一课时教学建议

(1) 本节的概念和规律都是在观察实验现象的基础上引入的，因此做好演示实验和活动是本节教学的关键。

(2) 在小学自然、初中科学中学生已经学习了磁体、磁场等知识，这里主要是回顾有关知识，重点学习用磁感线形象直观地表示磁场。

(3) 学习活动卡 (P.5) 上的活动，主要是让学生定性了解条形磁铁、蹄形磁铁周围的磁场分布。

(4) 先做铁粉或小磁针实验，使学生对磁场的存在有一个感性的认识，然后说明磁感线是一种假想的曲线，能形象直观地表示磁场的分布。然后认识磁感线是如何形象直观地表示磁场的。

(5) 对磁感线是一种假想的曲线有了一定的认识后，教师可适时地提出“磁体周围没有画磁感线的地方，有没有磁场？”的问题，引起学生思考。

(6) 解读教科书 (P.11) 上图 8-2-10、图 8-2-11，了解一些典型磁体周围的磁场分布。有条件的学校可以演示，并让学生练习画典型磁铁周围的磁感线。在讲解地磁场时，注意引导学生区分地理的南北极与地磁场的南北极，以免混淆。

## 5. 第二课时教学建议

(1) 可介绍奥斯特发现电流磁效应的历史意义, 让学生领会科学家在科学发现过程中“机遇总是青睐有准备的头脑”的真理。

(2) 在电流的磁场中磁感线是封闭的, 可以再回顾磁体产生的磁场, 提出磁体内部分实际上也有磁场。

(3) 学习活动卡(P.7)上的“观察和描述”, 强调再现奥斯特当年的实验情形, 同时也为下面活动中的注意事项作了铺垫。当接通电源时, 电路处于短路状态, 电流很大, 长时间通电很容易损坏电源。所以, 只要看清小磁针的位置, 就应立即断开电源, 以免损坏电池。

(4) 学习活动卡(P.7)上的“活动”, 为了使实验现象明显, 导线中的电流应大些。可将导线直接接在干电池的两端, 但接通时间不要过长。知道电流周围存在磁场后, 还可以探究磁场方向与电流方向有关——右手螺旋定则。

(5) 演示通电螺线管周围的磁场, 注意与条形磁铁的磁场对比, 特别强调螺线管内部磁场的方向。

## 6. 第三课时教学建议

(1) 理解右手螺旋定则是判断电流周围磁场方向的方法, 练习正确使用右手螺旋定则判断电流周围的磁场方向。

(2) 要让学生学习不同绕法的螺线管的作图法, 要引导学生用右手螺旋定则来判断通电螺线管内部的磁场方向, 而不要试图去记电源正极和N极位置之间有何对应关系。

\* (3) 通过对电磁铁、电磁继电器、打点计时器和电动机等基本构造、工作原理的学习, 了解STS关于“信息磁记录”技术的梗概, 进一步巩固所学电流的磁场知识, 体会物理知识在生产、技术中的广泛应用。

## 7. “思考与练习”参考答案

1. 三个磁环由下往上六个面的磁极依次为N极、S极、S极、N极、N极、S极。

2. 如图8-1所示。

3. (1)不是。磁场是看不见、摸不着, 客观存在的特殊物质, 磁感线是为了能形象地、直观地反映磁场的方向和强

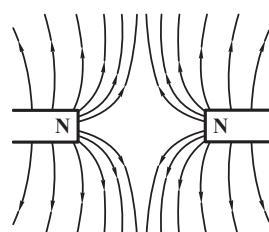


图 8-1

弱而引入的一种假想的曲线。(2)图略,  $B$  点有磁场。

4. (1) 直导线中电流方向向上; 螺线管中电流从右边流进, 左边流出; (2) 螺线管的左边是 S 极, 右边是 N 极; (3) U 形电磁铁的左边是 N 极, 右边是 S 极。

\*5. 在保持磁铁的 N 与 S 极不变的情况下, 改变电流方向; 在保持电流方向不变的情况下, 将磁铁的 N 与 S 极位置互换。

### 8.3 电能的获得和输送

#### 1. 学习目标

(1) 认识人类获取电能的历史进程, 激发热爱科学的热情。知道电能的获得途径, 提高节电意识。

\* (2) 知道导体在磁场中运动时产生感应电流的条件, 知道发电机的基本工作原理。

(3) 知道电能是二次能源, 通过比较各种发电方式的特点和利弊, 懂得能源与环保的关系。

(4) 知道远距离输电采用高压的目的是减少输电线上的能量损耗, 知道高压输电的全过程以及电网的作用和安全运行的重要性。

#### 2. 重点和难点

本节的难点是远距离输电采用高压输电的原理。

#### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 1 课时。

#### 4. 教学建议

(1) 可以用章导图引入新课, 主图用的是高压远距离输电, 意在让学生理解目前电能是一种输送方便、使用方便的能源, 人类正大规模地生产电能, 广泛地使用电能。副图中的大型电磁铁, 密切了电与磁的联系, 这就要求引导学生在学习过程中能自觉地将电和磁统一起来。

(2) 在教学中要注意从科学——技术——社会的角度引导学生认识电能的获得和输送的有关知识。

(3) 有关电磁感应现象, 不必展开介绍, 也不要求学生深入理解, 只需通过发电机模型演示, 初步说明导线在磁场中切割磁感线就会在闭合电路中产生感应电流, 从

而将机械能转化为电能。

(4) 能举例说明不同的电源分别将什么形式的能转化为电能, 知道电能的优点。

(5) 引导学生阅读教科书(P.18—20), 从科学与人文的角度了解人类获取电能的过程, 并能用能量转化和科学与技术相结合的观点来认识这一过程(电磁感应现象的发现和热机的使用相结合)。结合教科书上的图8-3-7、图8-3-8, 从技术层面上初步了解核电站和水电站的结构和运行过程, 从能源和环保角度引导学生分析各种发电方式的利弊。

(6) 高压输电的原理是电能、电功率知识的重要应用, 教学中可结合高压输电模拟演示, 引导学生用已学知识推出, 提高输电电压可以有效地减少输电线的能量损耗。由于焦耳定律是拓展学习的内容, 所以建议用输电线的发热功率损耗来解释。

(7) 从技术角度初步介绍电能的输送分配过程以及电网的作用, 了解家庭电路的结构。辅导学生完成学习活动卡(P.11)的专题报告。

### 5. “思考与练习”参考答案

1. 一项是18世纪中期至19世纪热机的发明, 它将燃料燃烧时产生的内能转化成机械能, 使人类从化石能源中获得了动力; 另一项是19世纪初法拉第发现电磁感应规律, 这一发现找到了将机械能转化为电能的途径。这两项发明和发现使人类大规模获取电能成为可能。

2. 电能不能从自然界直接开采和获取, 它必须从其他能源转化而来, 所以叫做二次能源。它的最大优点是便于转化、输送和分配。

3. 当输出功率不变时, 电流与电压成反比,  $I_1/I_2=U_2/U_1$ 。输电线上的功率损耗为 $P=I^2R$ , 功率损耗之比 $P_1:P_2=U_2^2:U_1^2=50^2:22^2$ 。因此, 采用500千伏电网输电, 可大幅减少输电线上的功率损耗。

\*4. 只有闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时, 导体中才会产生感应电流。图(c)(d)中直导线A是闭合电路中的一段导体, 它沿水平方向运动时, 会切割磁感线, 因此A中会产生感应电流。

## 8.4 无线电波和无线电通信

### 1. 学习目标

(1) 知道无线电波可以在真空中传播, 它的速度等于光速。知道无线电波的波

长、频率以及它们之间的定性关系。

- (2) 知道无线电波的几个主要波段，它们的英文缩写、传播方式和主要用途。
- (3) 知道什么是模拟信号、调频、调幅和调谐。
- (4) 感悟无线电通信在人类文明进步、现代社会中重要的应用价值。通过了解我国无线电通信、广播电视的发展状况，激发爱国热情。

### 2. 重点和难点

本节的重点是无线电波的应用。

### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 1 课时。

### 4. 教学建议

(1) 本节主要是现代科技内容，学习的要求不高，因此可结合教材中的图片、录像等资源，了解无线电波传播的大致过程，不必讲得太细，让学生对此有一个大概的了解即可。在教学中要注意充分调动学生的学习兴趣和积极性。

(2) 建议在课堂中做学习活动卡 (P.12) 上的“活动 1”，小实验证明电路瞬时通断会产生无线电波，增加学生的感性认识。还可以让学生举些其他例子来说明类似现象，如有些笔记本电脑充电器工作时，会对收音机的某些频段收听产生干扰，但其原理不必探讨。“活动 2”最好在课前就让学生完成，在课堂上进行交流。

(3) 指导学生阅读教科书 (P.24、25)。地球表面是球形的，微波沿直线传播，为了增大传播距离，发射天线和接收天线都建得很高，但也只能达到几十千米。在进行远距离通信时，要设立中继站。由某地发射出去的微波，被中继站接收，进行放大，再传向下一站。这就像接力赛跑一样，一站传一站，把微波信号传到远方。直线传播方式由于受大气的干扰小，能量损耗少，所以接收到的信号较强，而且比较稳定。另外，微波的频率高，相同时间内比中波、短波传递的信息更多。所以，电视、雷达采用的都是微波。用同步通信卫星作中继站传送微波，可以使无线电波信号跨越大陆和海洋。只要用三颗通信卫星就可以实现全球通信。

(4) 无线电波各个波段的传播特征和功能，可结合学习活动卡的要求以及有关科普录像和从网上下载的有关图片资料进行说明。学生应知道无线电波频率越高，波长就越短。(不必说明原因)

(5) 有关无线电波的传播过程可解读教科书中的图 8-4-5，让学生在传播过程

简图下面画出类比图或者根据类比图画出传播过程简图。学生应初步了解声音和光是怎样转换成模拟信号的，模拟信号是怎样用调幅波或调频波传送的，接收机调谐的目的是什么。

(6) 阅读STS“信息高速公路”，完成“思考与练习”第五题。计算机与通信的结合将成为21世纪信息社会的基础。全球信息网的建立，使人们通过一台联网的计算机，只要轻轻点击鼠标，就可以做到“秀才不出门，便知天下事”。人们可以通过网络通信系统查阅资料、看新闻、购物，进行视频点播，可以通过网络收发电子邮件，还可以上网和朋友聊天。另外，还可以通过网络进行远程教育、远程医疗等。通过查阅资料，出一期有关网络通信的小报。

### 5. “思考与练习”参考答案

1. 1.27秒。

2. 0.24秒，图略。

3. 短波。

4. (1) 中波段无线电波白天主要沿地表近距离传播，只能接收到邻近电台；而夜间可靠电离层反射传播，可接收到较远的电台；(2) 某些频率的微波能加剧水和脂肪分子的热运动，使食品温度升高，所以微波炉加热含水量高和脂肪多的食品效果较好；(3) 电视信号靠微波传送，微波遇到障碍物被反射，电视机的天线接收到从电视台直接发送来的无线电波和从障碍物反射过来的无线电波两个信号，于是便会在荧光屏上显示出重影，影响收视效果。

5. 现代信息高速公路一般包括微波通信、卫星通信、光纤通信技术。卫星通信的优点：通信距离远，范围大，可以多址通信；缺点：造价高，易被窃听。光纤通信的优点：不受干扰，传输稳定，容量大；缺点：架设线路受地理条件限制，易被拉断。

## 六、本章参考资料

### 1. 电能表的内部结构

如图8-2所示，以前常用的普通电能表主要由五部分组成：电流线圈1（跟负载串联）、电压线圈2（跟负载并联）、铝盘3、永久磁铁4和计数机构5（图中只画了传动齿

轮)。当电流线圈和电压线圈中通过交流电的时候，铝盘因电磁感应而旋转。铝盘的转速跟电流和电压的乘积成正比，即跟电功率成正比。铝盘转动时带动计数机构，永久磁铁是用来阻尼铝盘转动的。一般电能表可以直接从表上读出所消耗的电能。

现在普遍采用的智能电能表是在数字功率表的基础上发展起来的，一般采用乘法器实现对电功率的测量，其工作原理框图如图 8-3 所示。被测量的电压  $U$ 、电流  $I$  经电压变换器和电流变换器转换后送至乘法器，电压和电流瞬时值在乘法器里相乘后，输出一个与一段时间内的平均功率成正比的直流电压  $U$ ；然后再利用电压 / 频率转换器， $U$  被转换成相应的脉冲频率  $f$ ；再将该频率  $f$  分频，并通过一段时间内计数器的计数，显示出相应的电能示数。

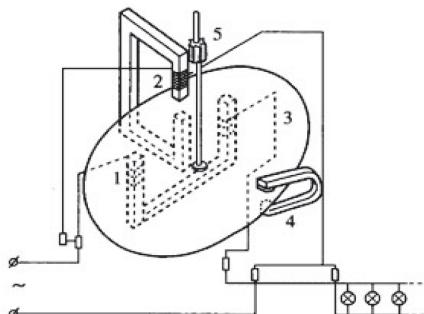


图 8-2

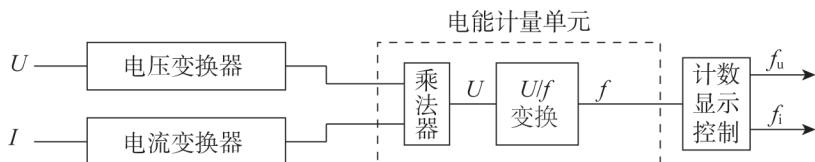


图 8-3

电能表参数“5 (60)A”是指该电能表的标定电流为 5A，额定最大电流为 60A。标定电流是作为计算负载基数电流值的，一般用它乘以 0.5% 来计算电能表的启动电流。一般来说标定电流越小，启动电流就越小，电能表就越灵敏越精确。括号内的电流 60A 是额定最大电流，是能使电能表长期正常工作，而误差与温升完全满足规定要求的最大电流值。电能表长时间稳定工作的最大功率应该按照 60A 来计算。

## 2. 指南针

指南针的始祖大约出现在战国时期。根据相关文献记载，它是用天然磁石制成的，样子像一把汤勺，圆底，可以放在平滑的“地盘”上并保持平衡，且可以自由旋转。当它静止的时候，勺柄就会指向南方。古人称它为“司南”，当时的著作《韩非子》中就记载有：“先王立司南以端朝夕。”“端朝夕”就是正四方、定方位的意思。《鬼谷子》中记载了司南的应用，郑国人采玉时就带了司南以确保不迷失方向。但司南也有许多缺陷，天然

磁体不易找到，在加工时容易因打击、受热而失去磁性。所以司南的磁性比较弱，而且它与地盘接触处要非常光滑，否则会因转动摩擦阻力过大，而难以旋转，无法达到预期的指南效果。而且司南有一定的大小，携带很不方便，这可能是司南长期未得到广泛应用的主要原因。

要确定方向除了指南针之外，还需要有方位盘相配合。最初使用指南针时，可能没有固定方位盘，随着测方位的需要，出现了磁针和方位盘一体的罗盘。

方位盘仍是二十四向，但是盘式已经由方形演变成圆形。这样一来只要看一看磁针在方位盘上的位置，就能断定出方位来。南宋时，曾三异在《因话录》中记载了有关这方面的文献：“地螺，或有子午正针，或用子午丙壬间缝针。”这是有关罗经盘最早的文献记载。文献中所说的“地螺”，就是地罗，也就是罗经盘。文献中已经把磁偏角的知识应用到罗盘上。这种罗盘不仅有子午针（确定地磁场南北极方向的磁针），还有子午丙壬间缝针（用日影确定地理南北极方向），这两个方向之间的夹角，就是磁偏角。

现在人们已经知道，地球的两个磁极和地理的南北极只是接近，并不重合。磁针指向的是地球磁极而不是地理的南北极，这样磁针指的就不是正南、正北方向而略有偏差，这个角度就叫做磁偏角。又因为地球近似球形，所以磁针指向磁极时必向下倾斜，和水平方向有一个夹角，这个夹角称为磁倾角。不同地点的磁偏角和磁倾角都不相同。成书于北宋时期的《武经总要》在谈到用地磁法制造指南针时，就注意利用了磁倾角。沈括在《梦溪笔谈》中谈到指南针不全指南、常微偏东，指出了磁偏角的存在。磁偏角和磁倾角的发现使指南针的指向更加准确。

指南针一经发明很快就被应用到军事、生产、日常生活、地形测量等方面，特别是航海上。指南针在航海上的应用有一个逐渐发展过程。成书年代略晚于《梦溪笔谈》的《萍洲可谈》中记有：“舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦则观指南针。”这是世界航海史上最早使用指南针的记载。文中指出，当时只在日月星辰见不到的时候才使用指南针，可见指南针刚开始使用时，使用还不熟练。二十几年后，许兢的《宣和奉使高丽图经》也有类似的记载：“惟视星斗前迈，若晦冥则用指南浮针，以揆南北。”到了元代，指南针一跃而成海上指航的最重要的仪器了。不论昼夜晴阴都用指南针导航了，而且还编制出使用罗盘导航、在不同航行地点指南针针位的连线图，叫做“针路”。船行到某处，采用何针位方向，一路航线都一一标识明白，作为航行的依据。

### 3. 磁浮列车

磁浮的构想最早是由德国工程师赫尔曼·肯佩尔于 1922 年提出的：把两块磁铁相同的一极靠近，它们就相互排斥；反之，把相反的一极靠近，它们就互相吸引。磁浮列车，其实就是使用吸引力或排斥力将列车托起，使列车悬浮在轨道上方，与轨道不直接接触，这样就可以大大减小运行阻力。

磁浮列车的悬浮、导向、驱动和制动都是利用电磁力来实现的。悬浮电磁铁以电磁力使车辆向上浮起，电磁控制系统保证磁浮列车与轨道保持约 10 毫米或 10 厘米（取决于磁浮技术模式是常导还是超导）的间距。导向电磁铁保证列车沿线路两侧的定位。驱动磁浮列车前进的基本原理是：把电动机里的“转子”布置在机车上，而将“定子”铺设在路轨上，由于电动机的“转子”和“定子”间的相互作用，就将电能转化为列车前进的动能。一般电动机的定子是圆筒形的电磁体，而在这些，定子则为在轨道上展开长达几百千米的“平面”，列车通过长定子同步直线电机来驱动和制动。高速磁浮铁路系统由线路、车辆、供电、运行控制系统等四个主要部分构成。

**线路：**线路引导列车前进方向，同时承受列车荷载并将之传至地基。线路上部结构为连接长定子的支撑梁，下部结构为钢筋混凝土支墩和基础。

**车辆：**车辆是高速磁浮客运系统中最重要的部分，包括悬浮架和其上安装的电磁铁、二次悬挂系统和车厢。此外还有车载蓄电池、应急制动系统和悬浮控制系统等电气设备。

**供电：**供电系统包括变电站、沿路供电电缆、开关站和其他供电设备。磁浮列车供电系统通过给地面长定子线圈供电提供列车运行所需的电能。首先，从 110 千伏的公用电网引入交流高压电，通过降压变压器降至 20 千伏和 1.5 千伏，然后整流成为直流电，再由逆变器变成  $0 \sim 300\text{Hz}$  交流电，升压后通过线路电缆和开关站供给线路上的长定子线圈，在定子和车载电磁铁之间形成牵引力。

**运行控制系统：**运行控制系统是整个磁浮交通系统正常运转的根本保障。它包括所有用于安全保护、控制、执行和计划的设备，还包括用于设备之间相互通信的设备。运行控制系统由运行控制中心、通信系统、分散控制系统和车载控制系统组成。

自 20 世纪 60 年代以来，以德国、日本为代表，分别对常导（用液氮冷却线圈，车厢与轨道异名磁极相吸而使车厢悬浮）和超导（用液氦冷却线圈，车厢与轨道同名磁极相斥而使车厢悬浮）两种磁浮技术模式，进行了深入研究和反复试验。上海磁浮示范运营线采用的就是德国的常导模式。

#### 4. 极光

在地球南北两极附近地区的高空，夜间常会出现灿烂美丽的光辉。有时它像一条彩带，有时它像一团火焰，有时它又像一张五光十色的巨大银幕。它轻盈地飘荡，同时忽暗忽明，发出红的、蓝的、绿的、紫的光芒。静寂的极地由于它的出现骤然显得富有生气，这种壮丽动人的景象就叫做极光。

这美丽的景色是太阳、大气层与地磁场合作表演出来的作品。产生极光的原因是来自大气外的高能粒子（电子和质子）撞击高层大气中的原子。这种相互作用常发生在地球磁极周围区域。现在所知，作为太阳风的一部分带电粒子在到达地球附近时，被地球磁场俘获，在地球两极附近可以进入大气层。它们与大气中氧和氮的原子碰撞，使之成为激发态，从而发射不同波长的辐射，产生出红、绿或蓝等色的极光特征色彩。在太阳活动盛期，极光有时会延伸到中纬度地带。极光有帷幕状、弧状、带状和射线状等多种形状。发光均匀的弧状极光是最稳定的外形，有时能存留几个小时而看不出明显变化。然而，大多数其他形状的极光通常总是呈现出快速的变化。弧状的和折叠状的极光的下边缘轮廓通常都比上端更明显。高层大气是由多种气体组成的，不同元素的气体受轰击后所发出的光的颜色不一样。例如，氧被激发后发出绿光和红光，氮被激发后发出紫光，氩被激发后发出蓝光，因而极光就显得绚丽多彩，变幻无穷。极光最后都朝地极方向退去，辉光射线逐渐消失在弥漫的白光天区。

事实上，极光主要是由带电粒子流中的电子造成的，而且极光的颜色和强度也取决于沉降粒子的能量和数量。用一个形象比喻，可以说极光活动就像磁层活动的实况电视画面。沉降粒子为早期电视机显像管中的电子束，地球大气为电视屏幕，地球磁场为电子束的导向磁场。科学家从这个天然大电视中得到磁层以及日地空间电磁活动的大量信息。例如，通过极光谱分析可以了解沉降粒子束来源、粒子种类、能量大小、地球磁尾的结构、地球磁场与星际磁场的相互作用，以及太阳扰乱对地球的影响方式与程度等。

# 第九章 从原子到星系

## 一、本章学习目标

### 1. 知识与技能

知识点	学习水平	说 明
分子 原子	A	知道物质是由分子组成的；知道分子是由原子组成的
太阳系	A	知道八大行星；知道地球及其卫星
* 银河系	A	知道银河系
* 河外星系	A	知道河外星系
能的转化与能量守恒	A	知道不同形式的能量可以转化；知道能量在转化的过程中总量不变
能源 能源的开发和利用	A	知道能源；知道能源的开发和利用

核心概念：

本章的核心概念是原子和太阳系。

### 2. 过程与方法

(1) 经历用各种球类模拟太阳及八大行星运动的活动，感受科学家建立模型的

过程与方法。

\* (2) 经历上网查询、获取信息的过程，利用网络、图书馆等渠道获取太阳系、银河系、河外星系的信息，对所获取的信息进行初步的处理，来获得对原子和星系的认识。

### 3. 情感态度与价值观

(1) 通过了解科学家建立原子模型的过程，认识到物质的微观结构是可以认识的，激发科学探究的热情。

(2) 通过对“分子 原子”和“太阳系”的学习，感悟科学的物质观和宇宙观。

(3) 通过了解人类认识太阳系、银河系、河外星系的过程，感悟从古至今人类认识宇宙的美丽梦想，感知人类为此付出的努力和取得的成就。

\* (4) 通过展示各种星云、星系的图片，感受物理学的美。

\* (5) 通过搜寻“嫦娥”工程、“中国天眼”、哈勃空间望远镜、“勇气”号火星探测器等资料，感悟人类智慧的无穷和创造的伟大。

## 二、编写说明

“基本”粒子和宇宙是目前探索物质世界的两大前沿领域之一，其中的深奥知识远不是初中学生所能掌握的，但是组成物质的原子和分子、我们人类生活的地球在宇宙中所处的位置等常识，是一个中学生应该具备的基本科学素养。本章知识的要求并不高，所有知识点的学习水平都是 A 级（知道级），但这部分“情感态度与价值观”的教学目标很明确，要让学生在课堂上有积极的情感体验：感悟科学的物质观和宇宙观；认识人类对宇宙的认识在不断深化；领略物理学中的和谐美。

本章教材的编写充分体现了情景性和丰富性。教材采用了大量的彩图，尽量以图文并茂的形式向学生展现丰富多彩的微观世界和宏观世界，激发学习兴趣。在篇幅不长的这一章中插入四个“STS”和六个“你知道吗”短文，其目的就是要让学生获得广而浅的知识，体验现代高新技术的力量，感悟科学美。

### 三、课时安排建议

本章建议安排 5 课时：其中第 1 节 1 课时，第 2 节 2 课时，第 4 节 2 课时。

### 四、各节教学建议

#### 9.1 原子

##### 1. 学习目标

(1) 知道分子和原子。知道原子的组成和核式结构模型。

(2) 通过了解科学家建立原子模型的过程，认识到物质的微观结构是可以认识的，体会随着科技的进步人类认识世界的能力不断提高，从而激发科学探究的热情。

(3) 通过对“分子 原子”的学习，感悟科学的物质观。

(4) 知道核能及其开发利用。

##### 2. 重点和难点

本节的重点是原子的核式结构模型。

##### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 1 课时。

##### 4. 教学建议

(1) 本节以阅读、讨论和讲解为主，并辅以音像资料。

(2) 关于分子，只要明确分子是由原子组成的。考虑到学生在化学课中已经学过有关分子的基本知识，还可以说明分子是参与化学变化(反应)的微粒。

(3) 教学中可适当介绍一些放射现象的发现历史及浅显常识，作为对原子内部结构探索的引入。

(4) 在介绍原子模型的建立过程时，应帮助学生初步了解物理“模型”在认识微观世界结构中的意义，以及实验验证在研究物质世界中的意义。可以通过形象的比喻让学生对原子和原子核的数量级有一个具体认识，从而知道原子中大部分空间是空的。

(5) 关于核能，学生只需要知道它是蕴藏在原子核中的能量。为了增加学生的

一些科学常识，可适当浅显、形象地介绍核裂变和核聚变的常识，但不要过多深入讨论。

### 5. “思考与练习”参考答案

1. 不是，原子由原子核与核外电子组成，而原子核又由质子和中子组成。
2. 参见教科书 P.34。

## 9.2 地球 太阳系

### 1. 学习目标

- (1) 知道太阳系是由绕太阳运转的八颗行星、矮行星和太阳系小天体（小行星和彗星）组成的。
- (2) 知道太阳的基本特点。
- (3) 知道各行星的名称、相对大小、离日远近，以及离日距离远大于行星本身。知道矮行星所处区域及与行星的不同之处。知道太阳系小天体的名称和基本特点。
- (4) 运用分类、比较等方法学习太阳系的结构，认识天体运动是有规律的，树立正确的物质观和宇宙观。

### 2. 重点和难点

本节的重点是太阳系的组成。

### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 2 课时。第一课时：月球、太阳；第二课时：行星、矮行星和太阳系的小天体。

### 4. 第一课时教学建议

- (1) 本节可充分利用指路牌中推荐的视频辅助材料，让学生通过形象的视频节目对太阳、太阳系有初步了解，激发学习兴趣。
- (2) 本节可重点介绍教科书中地球、月球和太阳的相关知识。

### 5. 第二课时教学建议

- (1) 本节课的重点是结合学习活动卡，认识行星、矮行星和太阳系的小天体。
- (2) 在介绍行星时，可结合学习活动卡 9.2a 讨论，激发学习兴趣，了解各行星的特点。从图表中获取和归纳相关信息并进行分析是一种重要的学习能力，应予以充分重视。

(3) 学习活动卡 9.2b 的目的是让学生通过模拟太阳系的活动, 对各行星的相对大小、它们与太阳太小的比较以及它们到太阳的距离获取一个感性的认识, 从而对宇宙空间的广袤有一个生动的了解。各行星至太阳的距离缩小至 30 亿分之一后估算如下:

水星	绿豆	20 米	金星	豌豆	36 米
地球	豌豆	50 米	火星	绿豆	77 米
木星	橘子	260 米	土星	橘子	467 米
天王星	李子	967 米	海王星	李子	1 500 米

该模型无法在学校操场上展示出来, 范围太小, 需要直径至少为 2 千米的区域才可以展示这个按比例缩小的太阳系模型。太阳到各行星的距离远大于行星的大小。

(4) 关于矮行星, 只需简单介绍它们所在的区域, 以及与行星的关键差别(即不能清除轨道附近的其他天体)。

(5) 有关太阳系小天体, 只需作常识性介绍, 让学生初步了解小行星和彗星的特点, 以及流星形成的原因。

### 6. “思考与练习”参考答案

1—3. 阅读本节内容, 并上网查找相关资料。

## \*9.3 银河系 宇宙

### 1. 学习目标

(1) 知道银河系的构成、形状和太阳系在其中的位置和运动。

(2) 知道河外星系, 认识宇宙空间的广袤。

### 2. 重点和难点

本节的重点是银河系。

### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 1 课时。

### 4. 教学建议

(1) 可在课前布置课外观察银河系及查找相关资料的作业。

(2) 上课时可结合视频录像, 让学生讲解、交流。教师分析解释教科书中的内容。

(3) 教科书最后一段文字, 以从宇宙深处返航的讲述方式回顾宇宙的组成和地球在宇宙中的位置, 从而与上一节开始相呼应。

## 5. “思考与练习”参考答案

1. “坐地日行八万里”: 人们住在地球上, 由于地球自转, 于不知不觉中一天可以运动八万里的路程(地球赤道全长四万千米, 合八万华里)。“巡天遥看一千河”: 人们随着地球的转动能观察到宇宙中的星系, 好像在“巡天”。“一千河”, 泛指宇宙中有很  
多的星系。
2. 略。

## 9.4 能量的转化和守恒

### 1. 学习目标

- (1) 知道能量转化和守恒规律。能分析解释一些简单实例中的能量转化和守恒。
- (2) 通过阅读理解、比较和分析, 知道不可再生能源和可再生能源的差别及能源开发的方向。
- (3) 知道节能的意义和途径。了解能源利用与环境保护的关系。

### 2. 重点和难点

本节的重点是能量的转化和守恒。

### 3. 课时安排建议

本节内容建议安排 2 课时。第一课时: 能量的转化与守恒; 第二课时: 能源, 能源开发和利用。

### 4. 第一课时教学建议

(1) 本节从能量的转化和守恒的角度对过去所学的物理知识进行总结和提高, 教学中可通过回顾、分析已学过的知识, 按以下层次逐步引入能量的转化和守恒定律:

- ① 物质不同的运动形式对应不同形式的能量;
- ② 不同形式的能量之间可以相互转化;
- ③ 不同形式能量之间的转化是通过做功过程实现的;
- ④ 一定量某种形式能量减少的同时, 总伴随着等量的其他形式能量的增加。

(2) 结合学习活动卡(P.17), 以热机为典型, 分析其工作过程中能量的转化和分配。可用能流图帮助学生理解。

某种程度上, 人体相当于一个热机。人体摄入的食物、水相当于热机所需的燃料, 它产生的内能转化为人体和各部分器官运动的动能, 另一部分则传递到人体各部

分或散发到周围环境中，提供维持新陈代谢所需的能量。

通过分析让学生了解任何发动机、机器或用电器只能转化能量，不能创造或消灭能量。

(3) 结合学习活动卡(P.18)中“地球所获得的太阳辐射能是地球上最基本、最重要的能量来源”的讨论，应用能量转化与守恒定律来解释大自然中的能量转化和守恒。

(4) 本章最后安排穿越时空概念图的目的是，让学生在教师指导下通过宏观和微观世界某种相似性的类比，从时间、空间两个方面对物理学研究的对象进行一次简单的回顾和总结。有关数量级知识，教师可作初步介绍。

### 空间阶梯

电子——类比于——行星(以地球直径为代表  $10^7$  米)

原子核( $10^{-14}$  米)——类比于——太阳(直径  $10^9$  米)

原子( $10^{-10}$  米)——类比于——太阳系

可观察到的最远星系( $10^{26}$  米)

### 时间阶梯

某些粒子的寿命  $10^{-9}$  秒

脉动一次的时间  $10^0$  秒

一天  $10^5$  秒

一年  $10^7$  秒

人的寿命  $10^9$  秒

地球的寿命  $10^{16}$  秒

银河系的寿命  $10^{17}$  秒

## 5. 第二课时教学建议

(1) 本节可采用学习活动卡9.4b有关能源开发利用的辩论会或讨论会方式进行，目的是培养学生的自学能力和对能源问题及节能重要性的认识。

(2) 在课前，应要求学生预习课文、STS“全球和我国能源消费结构和问题”以及学习活动卡中的内容，收集相关资料，写好辩论提纲。

(3) 在讨论或辩论开始前，可先用提问的方式明确可再生能源与不可再生能源的差别，以及它们分别包括的能源种类。

(4) 在讨论或辩论后，可由教师进行简短小结，让学生进一步明确能源开发的方

向及节能的重要性。

### 6. “思考与练习”参考答案

$$\Delta W = \Delta P t = (0.8 \times 10^{-3} - 0.5 \times 10^{-3}) \text{ 千瓦} \times 30 \times 20 \text{ 时} = 0.18 \text{ 千瓦时} = 0.18 \text{ 度。}$$

## 五、本章参考资料

### 1. 太阳系新家谱

国际天文学联合会大会于 2006 年 8 月 24 日通过决议，将地位备受争议的冥王星“开除”出太阳系行星行列，太阳系行星数目也因此降为 8 颗。从此，冥王星这个游走在太阳系边缘的天体将只能与其他一些差不多大的“兄弟姐妹”一起被称为“矮行星”。

当天的大会在 4 位歌唱家美妙的歌声中开始，以激烈的争论贯穿，以“里程碑”式决议结束。

大会始终充满紧张气氛。直到表决前，一些天文学家还抓住最后机会表达质疑。他们站在观众席走道里竖立着的麦克风前，要求主席台上正襟危坐的国际天文学联合会主席罗恩·埃克斯再度修改决议草案。一位天文学家甚至要求修改其中的一个标点。

投票时，两派的对立显而易见。天文学家们挥舞着手中的选票，极具煽动性地鼓励更多人加入他们当中，其中包括埃克斯，一位将冥王星作为行星的强烈支持者。

根据当天通过的新定义，“行星”指的是围绕太阳运转、自身引力足以克服其刚体力而使天体呈圆球状、能够清除其轨道附近其他物体的天体。冥王星就不符合这一定义。大会通过的决议说：“(太阳系) 行星包括水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星。”

该决议称，冥王星是一颗“矮行星”。所谓“矮行星”是指同样具有足够质量、呈圆球状，但不能清除其轨道附近其他物体的天体。决议还确认了一类外海王星天体，并将冥王星作为该类天体的“典型”代表。

国际天文学联合会副主席、中国科学院院士方成在接受新华社记者采访时说：“冥王星的确是这次行星定义过程的焦点，许多科学家认为它不该成为行星。”

尽管科学家们关于这一问题仍未达成共识，但无论如何，行星新定义的产生是一个

“历史性”时刻。埃克斯表示，对于行星的研究和讨论，将来还会继续，但这一定义的产生是天文学研究的里程碑。

### 一、行星

成员包括水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星。

定义：围绕太阳运转，自身引力足以克服其刚体力而使天体呈圆球状，并且能够清除其轨道附近其他物体的天体。

### 二、矮行星

成员包括冥王星和谷神星等。

定义：与行星同样具有足够的质量，呈圆球状，但不能清除其轨道附近其他物体的天体。

### 三、太阳系小天体

定义：围绕太阳运转，但不符合行星和矮行星条件的物体。

## 2. 冥王星的档案

人们搜索冥王星的最初目标，是为了解释天王星轨道的异动。由于海王星只能部分解释天王星实际轨道与预测轨道的差异，19世纪末的天文学家猜测，在海王星的轨道范围之外，还应该有一个未知天体，它的引力干扰着天王星的运动。

当冥王星于1930年首次被人们观测到时，它很快就被认定为预测中的那颗未知行星，从而成为太阳系第九大行星。但70多年来，冥王星的行星地位一再受到质疑。

与其他8颗行星相比，冥王星显得过于特别。它非常小，比许多其他行星的卫星还小，比如月球。更糟糕的是，过小的体积和质量使冥王星根本无法对天王星轨道造成明显影响，因而无法满足天文学家最初的期望。

冥王星还有着与众不同的公转轨道。其他行星的轨道平面都与黄道平面（地球轨道平面）基本一致，冥王星的轨道平面却与黄道平面呈很大夹角。其他行星的轨道几乎是完美的圆形，而冥王星的轨道是一个有很大偏心率的椭圆形，其近日点和远日点与太阳的距离相差30亿千米之多。

这些因素使一些科学家认为，冥王星根本就不是行星，太阳系应该只有“八大行星”。有人猜测，也许冥王星以外还有一颗未发现的行星。许多年来，不少科学家希望重演海王星和冥王星的发现历程，在太阳系边缘发现第10颗行星。

但大自然总有新创意来冲击人类的想象力，柯伊伯带的发现完全改变了我们对太阳

系边缘的认识。美国科学家柯伊伯于 1951 年提出，太阳系外围可能有一大群小天体绕太阳运行。1992 年，人们首次在海王星轨道之外发现了一个暗淡小天体，柯伊伯带的存在从此由假说变为事实。



图 9-1 在远离太阳的轨道上有数千个柯伊伯带小行星

据猜测，直径超过 100 千米的柯伊伯带天体可能达 7 万个，至今已经发现了几百个。近几年来人们不断发现更大的柯伊伯带天体，其中一个甚至比冥王星还要大。这些发现是推动国际天文学联合会重新定义行星的重要原因。

这种局面意味着，在海王星轨道之外、离太阳约 50 个天文单位（1 天文单位相当于地球到太阳的距离，约为 1.5 亿千米）的区域，并不是由冥王星占统治地位的空旷地带，而有许多“居民”。

在这个寒冷而拥挤的“社区”里，冥王星的地位还比不上谷神星在小行星带的地位。谷神星是小行星中的绝对老大，冥王星却有着比它更大的同伴，在这个意义上它毫不特别。要说有什么特别之处，那就是它反射阳光的能力特别强，所以发现得比较早。

经过几天格外激烈的争论，本届国际天文学联合会大会终于投票决定，将冥王星与 8 颗地位毫无争议的行星区分开。从此以后，以冥王星为代表，这种大到一定程度但未能将周围“竞争对手”扫荡干净的天体，将被称为“矮行星”。与以往的小行星概念一样，矮行星并不是行星，而是与行星不同的另一类天体。

对于在“九大行星”的常识中长大的公众来说，“八大行星”也许有点难以接受，但这也只是个习惯问题。其实，冥王星是不是行星，与它在科学上的重要性如何并无关联，美

国宇航局的“新地平线”探测器仍然在朝它飞去。冥王星和柯伊伯带其他天体可能有着与“八大行星”完全不同的起源，这将为研究太阳系早期演化过程提供重要线索。

### 3. 小行星

小行星是一些围绕太阳运转，但因为太小而称不上行星的天体。小行星有大至如直径约 1 000 千米的 Ceres 小行星，小的与鹅卵石一般。有 16 颗小行星的直径超过 240 千米。它们位于地球轨道以内到土星的轨道以外的空间中，而大多数小行星集中在火星与木星轨道之间的小行星带里。有些小行星的轨道与地球轨道相交，有些小行星还曾与地球相撞过。

小行星是太阳系形成后的剩余物质。一种推测认为它们是一颗在很久以前一次巨大碰撞中被毁的行星的遗留物。然而这些小行星更像是些从未组成过单一行星的物质。事实上，如果将所有的小行星加在一起组成一个单独的天体，它的直径还不到 1 500 千米——比月球的半径还小。

由于小行星是早期太阳系的物质，科学家们对它们的成分非常感兴趣。宇宙探测器经过小行星带时发现，小行星带其实非常空旷，小行星与小行星之间分隔得非常遥远。在 1991 年以前所获的小行星数据仅有基于地面的观测资料。1991 年 10 月，伽利略号木星探测器访问了 951 Gaspra 小行星，从而获得了第一张高分辨率的小行星照片。1993 年 8 月，伽利略号又飞经了 243 Ida 小行星，使其成为第二颗被宇宙飞船访问过的小行星。Gaspra 和 Ida 小行星都富含金属，属于 S 型小行星。

我们对小行星的所知很多是通过分析坠落到地球表面的太空碎石。那些与地球相撞的小行星称为流星体。当流星体高速闯进我们的大气层，其表面因与空气的摩擦产生高温而汽化，并且发出强光，这便是流星。如果流星体没有完全烧毁而落到地面，便称为陨星。

经过对所有陨星的分析，其中 92.8% 的成分是二氧化硅（岩石），5.7% 是铁和镍，剩余部分是这三种物质的混合物。含石量大的陨星称为陨石，含铁量大的陨星称为陨铁。因为陨石与地球岩石非常相似，所以较难辨别。

1997 年 6 月 27 日，NEAR 探测器与 253Mathilde 小行星擦肩而过。这次机遇使得科学家们第一次能近距离观察这颗富含碳的 C 型小行星。此次访问由于 NEAR 探测器不是专门用来对其进行考察而成为唯一的一次访问。NEAR 是用于在 1999 年 1 月对 Eros 小行星进行考察的。

天文学家们已经对不少小行星作了地面观察。一些知名的小行星有 Toutatis、Castalia、Vesta 和 Geographos 等。对于小行星 Toutatis、Castalia 和 Geographos，天文学家是在它们接近太阳时，在地面通过射电望远镜观察研究它们的。Vesta 小行星是由哈勃空间望远镜发现的。

小行星的发现同提丢斯 - 波得定则的提出有密切联系，根据该定则，在距太阳距离为 2.8 天文单位处应有一颗行星，1801 年元旦皮亚奇果真在该处发现了第一颗小行星——谷神星。在随后的几年中同谷神星轨道相近的智神星、婚神星、灶神星相继被发现。天文照相术的引进和闪视比较仪的使用，使得小行星的年发现率大增，到 1940 年具有永久性编号的小行星已经有 1 564 颗。其中，德国天文学家恩克和汉森因长于轨道计算，沃尔夫和赖因穆特在观测上有许多发现而贡献尤大。

小行星的命名权属于发现者。早期喜欢用女神的名字，后来改用人名、地名、花名乃至机构名的首字母缩写词来命名。有些小行星群和小行星特别著名，如脱罗央群、阿波罗群、伊卡鲁斯、爱神星、希达尔戈等。按轨道根数作统计分析，轨道倾角在约 5 度和偏心率约 0.17 处的小行星数目最多。柯克伍德缝是按小行星平均日心距离统计得到的最著名的分布特征。小行星数  $N$  与平均冲日星等  $m$  之间有统计关系  $\log N = 0.39m - 3.3$ ，小行星直径  $d$  同绝对星等  $g$  之间满足统计公式  $\log d$  (千米) =  $3.7 - 0.2g$ 。小行星数随直径的分布在直径约 30 千米附近出现间断。

#### 4. 核电安全吗？

核电站是利用核燃料的裂变反应产生的能量来发电的动力设施。反应堆则是核电站的心脏，目前世界上应用比较广泛的是压水堆，我国秦山和大亚湾核电站都是压水堆型的。这种核电站主要有 3 个系统：一回路系统、二回路系统和冷却系统。那么，核电站会不会像原子弹那样发生爆炸呢？核电站对环境的污染严重吗？这是人们普遍关注的问题。

核电站和原子弹所用核燃料铀元素的浓度截然不同，两者的工作原理、结构也大相径庭。原子弹中裂变链式反应是在爆炸的一瞬间完成的，而核电站中反应堆的能量释放是受到严格控制的，由吸收中子能力很强的材料制成许多根控制棒，直接插到堆芯中，用由电脑控制做上下移动的方法来实现反应堆的启动、功率转换或停止。即使这样，核电站设计者还同时设计制造了几种自动控制系统，万一出现异常情况时，反应堆可自动停止运转。所以，担心核电站会像原子弹那样爆炸是没有必要的。

核电站潜在的不安全问题主要是放射性泄漏，这也是美国的三哩岛、苏联切尔诺贝利核电站事故令人心有余悸的原因。核电站对此设有多重保护措施。首先，为了防止核泄漏，设置有3道屏障：第一道是核燃料金属包壳，第二道是压力壳，第三道是最外面的安全壳，安全壳的内层是钢内衬，外层为钢筋混凝土层。其次，核电站设置多重和连锁的监测保护系统，随时识别各种事故讯号，并设有完备的工程安全设施。此外，核电站的设计、选址、施工、安装、调试和运行都严格遵循国际和国家有关核安全的法规，建立了一套完整有效的质量保证体系。

中国核工业总公司曾组织近600名科技工作者，对我国42个核设施，在60万平方千米的覆盖面积内进行了长期研究，在用8年时间完成的一份研究报告——《中国核工业30年核辐射环境质量评价》中得出结论：我国核环境安全始终良好。研究指出，所有核设施周围居民每年接受的最大辐射剂量均低于规定剂量，绝大部分不到天然辐射对居民产生的年平均剂量的十分之一。与自然存在和人为活动产生的其他危害相比，核工业产生的危害微小到可以忽略不计。这表明核能确实是一种具有很高经济价值的、安全的、洁净的新能源。

### 5. 能源小史

人类的祖先靠晒太阳取暖，后来懂得了用柴薪作为燃料，用风推动帆船，用水带动磨盘……这些都是人类对大自然恩赐的能量的初步利用。

在大约200年前，有些国家开始了工业化的进程，那时的能源主要是煤，可是采煤是既费力又危险的工作，尽管如此，煤的采掘量还是越来越多。在1859年，美国人钻出了第一口油井，但是当时石油的主要用途是利用它的制成品煤油来点灯。19世纪70年代，爱迪生发明了电灯，预示着石油用来点灯这一用途将要消失。20世纪的最初几十年内，内燃机推动的汽车和飞机出现了，燃料是石油的两种制成品汽油和柴油。第一次世界大战期间，石油成为各种军车、舰船和飞机的主要动力来源。这就是人类文明史上的第一次能源革命。通过钻井采掘，地底下的压力使石油自动喷出井口，石油又能通过管道或车船作远距离输送。这样，内燃机的数量急剧增加，石油也代替煤成了千家万户取暖用的燃料，到第二次世界大战结束时，工业能源就主要是石油了。

新的油田不断被发现，以补充人类急剧增长的石油消耗。但是，石油的地理分布太不均匀了，几乎五分之三的已探明石油埋藏在中东地区，在地小人少的小国科威特地下，就贮藏了全世界近五分之一的石油。现在，大多数西欧国家都依赖大量进口石油维

持生存和发展。据 2013 年估计，地球上的石油将在 30~50 年内消耗殆尽，而煤大概还能够用约 70 年，虽然人们采用各种节煤的技术和方法，但是一旦煤也被采掘完了，那该怎么办呢？

1945 年，巨大的核能以原子弹爆炸的形式释放，世界出现了一种新能源。1942 年底，第一座核反应堆在美国释放受控核能。1954 年，苏联建立了一座小型核电站。1956 年，英国第一座大规模民用核电站正式投产，1958 年美国建造了第一座核电站……这就是 20 世纪的第二次能源革命，裂变铀的地位就像 20 世纪初石油的地位那样。增殖反应堆的出现，解决了自然界中核裂变燃料铀 235 的稀少问题，据称它可提供人类几千年所需要的能量。

但是，能源的使用给环境带来了日益可怕的热污染、烟灰污染、化学污染和放射性污染。对于核废料的贮存和处理，人们至今尚未找到理想的方法。看来，核裂变能源只能作为一种过渡，它最终将被第三次能源革命的产物所替代。

一种可能是核聚变能量，它比核裂变威力大得多，正是核聚变使太阳和其他恒星拥有如此巨大而永恒的能量。核聚变所用的重氢（氘）燃料，在海水中几乎是取之不尽的，它可满足人类数十亿年的需要。与此同时，对一些其他形式能源的应用研究也在展开，包括太阳能、潮汐能（从地球的旋转中取得能量）和地热能（从地球内部取得能量）等。

人类现在正处在能源危机的紧要关头，只有第三次能源革命才能促进生产力的发展。但是，曙光已经出现，应该说能源利用的前景是广阔的。

## 6. 太阳能

太阳是一刻不停地在内部进行着热核反应的一颗恒星，内部温度高达几千万摄氏度，表面温度约 6 000℃。太阳时时刻刻都在向宇宙空间辐射巨大的能量，其中仅有 22 亿分之一到达地球表面，但这足以使地球表面每平方米面积每秒钟得到约 1 000 焦的能量，换句话说，每秒钟内，太阳所提供的能量总和比地球上其他所有能源提供的能量总和还多 5 000 倍。在几十亿年的时间内，不用担心太阳的亮度会有什么明显的减弱。

但是，太阳光对地球表面各处的照射很不均匀，还时时受到厚厚的云层的阻挡。另外，至今硅光电池的效率还不高，所以许多专家对将太阳能作为工业性电力资源的种种方案相当冷淡。目前，硅光电池被用以研制太阳能小汽车、太阳能飞机以及航天器上作为动力的来源，它们的功率不超过几十千瓦。

也有阳光永远普照的地方，那便是地球的外层空间，在那里，没有昼夜的交替，也没

## 物理教学参考资料

有雾和大气，那里是获得太阳能的好地方。科学家设想在离地面大约 36 000 千米高的地球同步轨道上建造一个空间站，它在 99% 以上的时间内都受到太阳光的照射，如果空间站有两个  $6 \times 5$  千米<sup>2</sup> 的太阳能电池翼片（在宇宙空间这是容易办到的），那么假定光电池每平方米得到太阳能的功率约为 1.5 千瓦，其中约 10% 转变为电能，则空间站的发电功率可达约 1 000 万千瓦，这与长江三峡水电站平均每天的发电功率相当。

那么，如何将这些电能输送到地球上呢？科学家倾向于用微波辐射的方法，电能通过微波这种方式，长驱数万千米直达地面接收天线，无论是宇宙空间的严寒或是地球表面的大气层，都不能成为它的障碍。相信随着许多技术性问题的解决，向宇宙空间索取太阳能的梦想定能实现。

# 《物理练习部分》参考答案或说明

## 第八章 电能与磁

### 8.1 电功率

1. 电；其他形式；电能；电能转化为内能；电能转化为机械能；电能转化为光能。
2. (1)  $W=UIt=6 \text{ 伏} \times 1 \text{ 安} \times 10 \text{ 秒} = 60 \text{ 焦}$ 。

$$(2) I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{6 \text{ 伏}}{10 \text{ 欧}} = 0.6 \text{ 安}, I_2 = I - I_1 = 1 \text{ 安} - 0.6 \text{ 安} = 0.4 \text{ 安};$$

$$P_2 = U_2 I_2 = 6 \text{ 伏} \times 0.4 \text{ 安} = 2.4 \text{ 瓦}。$$

\* 3. 0.1 (提示:  $I = \frac{Q}{t} = \frac{3000 \text{ 毫安时}}{5 \times 24 \text{ 时}} = 25 \text{ 毫安} = 0.025 \text{ 安}, P = UI = 3.8 \text{ 伏} \times 0.025 \text{ 安} \approx 0.1 \text{ 瓦}$ )。

\* 4. B (提示: 乙电阻丝短而粗, 阻值比甲电阻丝的阻值小。在电压相同的情况下, 通过乙电阻丝的电流较大, 因而乙电阻丝消耗的电功率比甲电阻丝消耗的电功率大, 加热比甲电阻丝快)。

\* 5. (1) 4.84; (2) 增大; 减小; (3) 24.2。

6.  $P=UI$ ; 电压; 电流。

7. 电路图略; ②④⑤⑥⑦⑧⑨。

\* 8. (1) 0.5; (2) 小灯泡的(实际)功率越大, 小灯泡越亮; (3) 错误。

\*\* 9. (1) 如图 8-1 所示;

(2) 小李同学的做法不正确, 因为测电功率的原理是  $P=UI$ , 必须测量出小灯泡正常发光时的电压和电流, 利用  $P=UI$  计算出电功率。

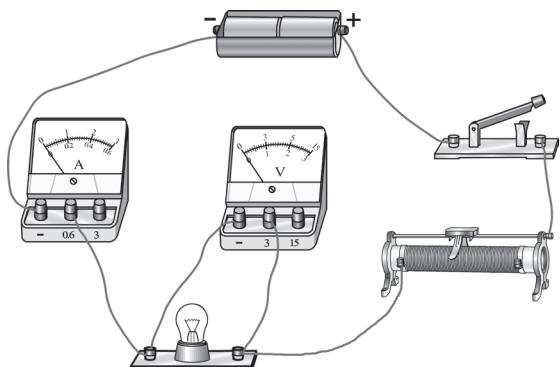


图 8-1

\*10. 电压、电流；改变通过待测电阻的电流和它两端的电压，便于多次测量求平均值，减小误差；改变灯泡两端的电压，分别测出灯泡在不同电压下的电功率。

11. 电能；52.03；14.19；66.22。

12. D。

13. 900。

\*14. 照明 5 000 小时，白炽灯需购买 5 只，共 15 元，电费：183 元，共 198 元；节能灯购买 1 只，30 元，电费：33.55 元，共 63.55 元，所以使用节能灯在经济上有优势。

\*15. 本题为长期实践题，建议在第 1 课时布置，在课堂上交流，鼓励学生对家庭、公共场所的节电提出合理的倡议或可行的建议。

\*16. ③④。

\*17. A。

\*18. 290.4。

\*19. D。

\*20.  $Q=I^2Rt=(10 \text{ 安})^2 \times 2 \text{ 欧} \times 60 \text{ 秒}=1.2 \times 10^4 \text{ 焦。}$

## 8.2 电流的磁场

1. 如图 8-2 所示。

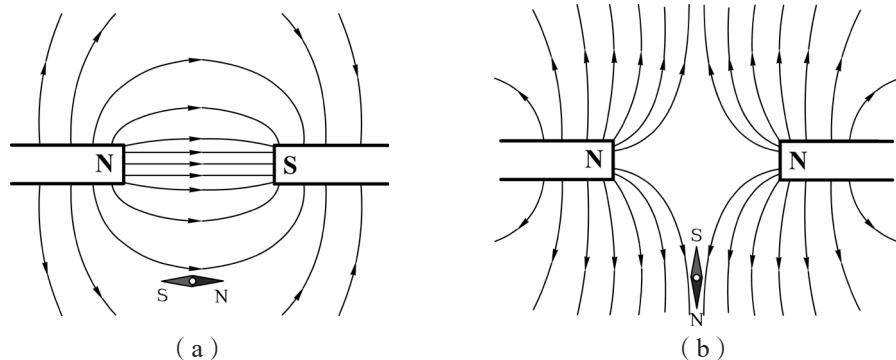


图 8-2

2. A。

3. 排斥。

4. 地磁场；司南。

\*5. C。

\* 6. D。

7. 电流周围存在磁场；奥斯特；电流方向。

\* 8. C。

9. C。

\* 10. 磁极间的相互。

11. 如图 8-3 所示。

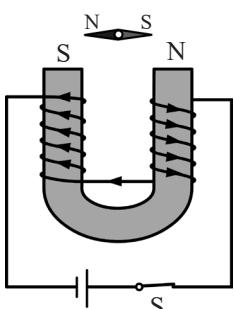
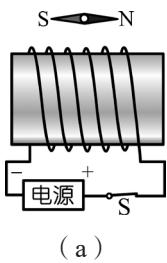
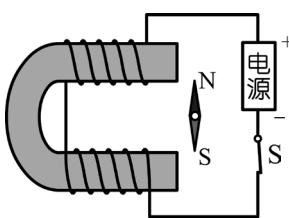


图 8-3

12. 如图 8-4 所示。



(a)



(b)

图 8-4

\*13. 强；触点 2。

\* \* 14. (1) 当按动按钮时，电路接通，电流通过带有铁芯的电磁铁产生磁场，使按钮上的软铁被磁化，所以被电磁铁吸引。因为磁场产生的吸引力比按钮的重力大，所以即使放手后，电路仍处于接通状态。

(2) 当电源突然停电时，电磁铁失去磁性，在重力作用下按钮向下运动，电路自动断开，不按动开关电路不会接通，这样就可避免在电源突然恢复供电时，对用电器造成破坏；而普通开关必须手动断开电路。

\* \* 15. (1) 上海的磁浮列车是利用异名磁极互相吸引的原理“浮”起来的，如图

8-5 所示。

(2) 磁浮列车是利用电流的磁场工作的。

(3) 略。

### 8.3 电能的获得和输送

1. 化学; 电; 光; 电; 核; 电。

2. A。

3. 如图 8-6 所示。

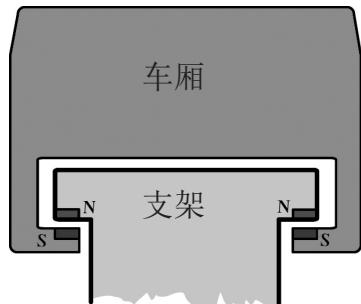


图 8-5

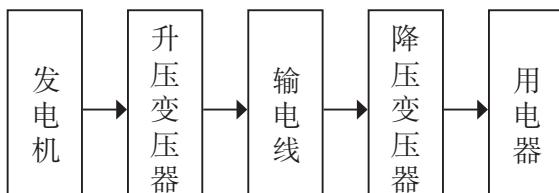


图 8-6

4. 要求学生能够根据实验步骤进行简单操作，并根据小灯的亮暗变化简单分析原因。

\* 5. (1) 输电线上的电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{70 \times 10^7 \text{ 瓦}}{22 \times 10^4 \text{ 伏}} \approx 3.18 \times 10^3 \text{ 安。}$$

(2) 输电线的总电阻为 20 欧，输电线上损耗的电功率为

$$P_{\text{损}} = U_{\text{损}} I_{\text{损}} = I_{\text{损}} R I_{\text{损}} = I_{\text{损}}^2 R = I^2 R = (3.18 \times 10^3 \text{ 安})^2 \times 20 \text{ 欧} \approx 2.02 \times 10^8 \text{ 瓦。}$$

(3) 将电压升高至 50 万伏后，输电线上的电流为

$$I' = \frac{P}{U} = \frac{70 \times 10^7 \text{ 瓦}}{50 \times 10^4 \text{ 伏}} = 1.4 \times 10^3 \text{ 安。}$$

输电线上损耗的电功率

$$P'_{\text{损}} = I'^2 R = (1.4 \times 10^3 \text{ 安})^2 \times 20 \text{ 欧} = 3.92 \times 10^7 \text{ 瓦。}$$

所以升高电压后输电线上损耗的电功率将减小。

\* 6. 本题评价实物作品，注重发电机的功能性、美观程度等方面，由学生自评和互评给予成绩。

## 8.4 无线电波和无线电通信

1.  $3 \times 10^8$  米 / 秒；不需要。
2. 长波；中波；短波；微波；中波和短波。
- \* 3. 600；无线电波；减弱；无线电。
4. 货物装箱；装机；起飞；飞行；降落；卸箱；开箱取物。
- \* 5. 这种无线电波是长波。一般电磁波频率越高，单位时间内承载的信息量就越大。
- \* 6. (1) C；(2)  $3 \times 10^8$ ；具有；(3) 炉门的内侧装有金属网用来防止微波泄漏。

# 第九章 从原子到星系

## 9.1 原子

1. 无限可分；电子。
2. 原子核；电子；质子；中子。
3. A。
4. ②①③。
5. (1) 原子；(2) A。
6. 裂变；聚变。
- \* 7. 本题成果可以小论文或 PPT 形式交流汇报，评价重在学生的参与过程。

## 9.2 地球 太阳系

1. 蔚蓝；月球。
2. 6 000；光；热。
3. C。
4. (1) 太阳；电；(2) 密度小；耐高温，耐低温；(3) B。
- \* 5. (1) 日食是月球运行到太阳与地球的中间，一部分射向地球的太阳光被月球挡住，在地球上看不到完整的太阳，如图9-1(a)所示。(2) 月食是地球运行到太阳和月球之间，一部分射向月球的太阳光被地球遮挡，在地球上看不到完整的月相，如图9-1(b)所示。

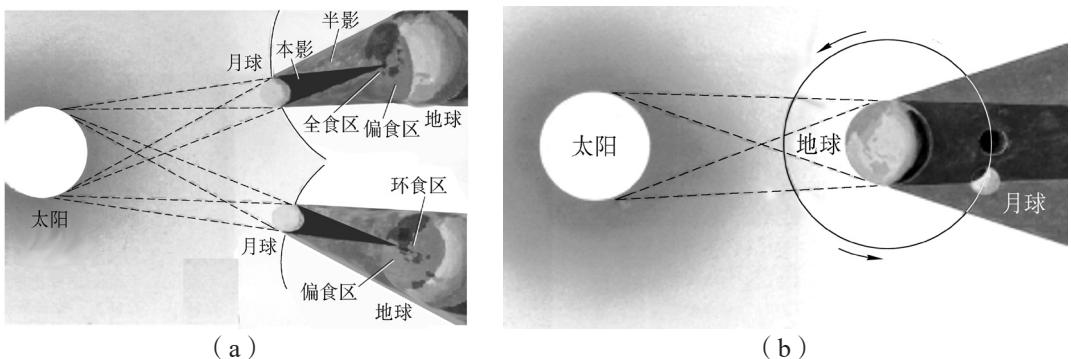


图9-1

6. B。

7. 八；木星；土星；地球；远日行星；巨行星。

8. (1) 水；木；(2) 远(近)；长(短)；低(高)；(3) 年短日长。

9. (1) 太阳；(2) 木星、海王星。

\*10. (1) 恒星；(2) “蓝月亮”上的大气密度较大；“蓝月亮”中心引力较小；(3) 二氧化碳气体浓度较高，有利于植物光合作用（或光照良好有利于光合作用；或引力较小，水和营养物质容易到达更高处）。

\*11. 本题主要是考查学生的信息收集能力。

### \*9.3 银河系 宇宙

1. 星系。 2. 棒旋星系；恒星。 3. 银河系。 4. A。

5. 建议学生利用网络、图书馆等渠道获取该射电望远镜的各种资料。

### 9.4 能量的转化和守恒

1. 化学；内；机械；做功。 2. 太阳；电；化学；电。 3. C。

4. 太阳→西红柿：太阳能转化为化学能；西红柿→人：化学能转化为人体能量；人→车轮：人体能量转化为车轮的机械能；车轮→发电机：机械能转化为电能；发电机→电热水壶：电能转化为内能；气体发声：内能转化为声能。

5. 不可再生；利用效率。

6. C。

\*7. 建议学生利用网络、图书馆等渠道获取能源的开发和利用的信息。成果可以采用班级交流的形式，评价重在学生的参与过程。

# 教学设计案例

## 电 功

执教老师：上海市尚文中学 李建南

### [ 教学目标 ]

1. 理解电功。会用公式  $W=UIt$  进行计算。
2. 通过探究电流所做的功与电流、电压之间的关系，经历设计实验方案进行实验操作、收集数据、归纳结论的科学探究过程。
3. 在探究影响电功与各因素的关系实验中体验合作交流的作用，领略探究过程的快乐。

### [ 教学重点 ]

决定电功大小的因素。

### [ 教学难点 ]

电功概念的形成。

### [ 教学设计思路 ]

本设计要突出的难点是电功概念的形成。方法：先由教师做两个演示实验引入课题：(1)用手提起重物；(2)用电动机提起重物，达到同样的高度。让学生在观察中，通过异中求同的比较，得出实验(2)是电流做功使重物机械能增加。然后引导学生分析几个实例：如电热器——电能转化成内能；电灯——电能转化成光能和内能；电风扇——电能转化成机械能(伴有内能)；蓄电池充电——电能转化成化学能等。从中归纳得出电流做功的过程就是电能转化为其他形式的能的过程，从而形成电功的概念。

本节要突出的重点是决定电功大小的因素，方法是让学生用控制变量的方法进行实验研究：(1)保持通电时间、电流不变，改变电压，观察电流做功的多少；(2)保持通电时间、电压不变，改变电流，观察电流做功的多少；(3)保持电压、电流不变，

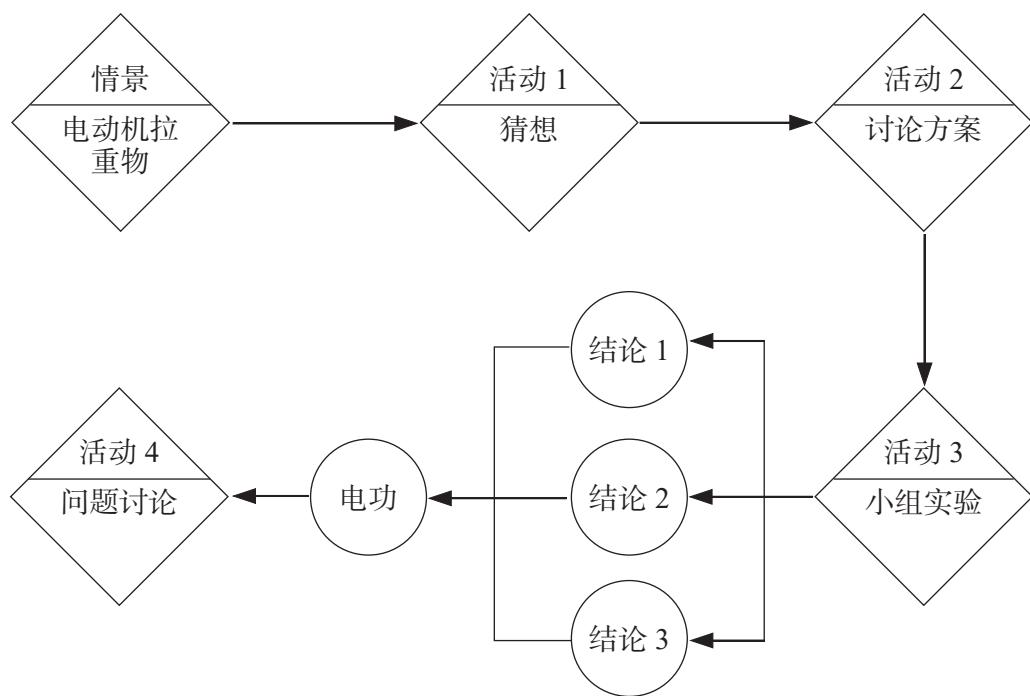
改变通电时间，观察电流做功的多少。

学生通过切身感受和实验去观察现象、提出问题、探索规律、归纳结论，充分感受科学方法的应用，逐步学会物理学研究的方法。

### [ 教学资源 ]

电池组、开关、铁架台、小电动机、定滑轮、重物（钩码）、细线、小灯泡（“2.2V 0.25A”“2.2V 0.3A”各一只）、若干导线、电能表及挂图、示教电表两个、有关投影片。

### [ 教学流程 ]



### [ 教学过程 ]

#### 一、新课导入

情景：用小电动机提升重物。

问题：观察到什么现象？在重物上升的过程中，机械能的大小如何变化？重物增加的机械能从何而来？电流通过其他用电器时，电能是否都转化为机械能？

结论：电流通过各种用电器，使之转动、发热、发光、发声等现象，都是电流做功的表现。电流做功的过程实质上是把电能转化为其他形式的能的过程，电流做了多少功，就有多少电能转化为其他形式的能。

## 二、实验探究

### 1. 猜测

电功大小可能与电流的大小、电压的高低、通电时间有关。

### 2. 讨论实验方案

(1) 通过观察在相同时间内两个小灯泡的亮暗程度，判断电流做功的多少，亮度较大的做功较多。

(2) 探究电功是否与电流的大小有关；探究电功是否与电压的大小有关。

(3) 实验中应观察比较什么？

### 3. 学生实验以及数据的采集

实验(1)：学生将两小灯泡连接成并联电路（两小灯泡的额定电压相同），闭合开关，分别用两个量程相同的电流表测量通过  $L_1$ 、 $L_2$  两小灯泡的电流。学生观察现象并记录在学习活动卡上。

实验(2)：将上述两小灯泡改为串联连接，闭合开关，分别用两个量程相同的电压表测量  $L_1$ 、 $L_2$  两小灯泡两端的电压。学生观察现象并记录在学习活动卡上。

### 4. 讨论与交流

结论(1)：电压、通电时间相同时，电流越大，电流做的功就越多。

结论(2)：电流、通电时间相同时，电压越大，电流做的功就越多。

结论(3)：(引导学生根据家庭用电的经验，得出电功与通电时间的关系)电压、电流相同时，通电时间越长，电流做的功就越多。

### 5. 小结

在得到电功与电压、电流、通电时间三个量的定性关系后，再进一步做更精确的实验就会得到它们之间的定量关系。指导学生阅读教科书中的结论：电流在某段电路上所做的功，等于这段电路两端的电压、通过电路的电流和通电时间的乘积。

公式： $W=UIT$ 。

电功的单位：焦(J)。

### 6. 电功概念的运用

(1) 一些常见用电器在1秒钟内做的电功。

(2) 教科书中的例题1。

(3) 将电阻为110欧的电炉丝接在电压为220伏的电路中，求电流在1分钟内

## 物理教学参考资料

通过它消耗的电能。(提示: 电流做了多少功, 就消耗了多少电能)

### [问题]

教室里的 10 盏日光灯每天工作 1 小时, 估算它们一个月(按 30 天计)消耗的电能。这些电能可以使体重 500 牛的人上升几米?

### 7. 学习收获

通过本节课的学习, 你学到了哪些知识? 掌握了哪些解决物理问题的方法?

### 三、布置作业

完成教科书和“练习部分”中相关的练习题。

## 说 明

本册教材根据上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会制定的课程方案和《上海市中学物理课程标准(试行稿)》编写,供九年义务教育九年级第二学期试用。

本教材由华东师范大学、浦东新区社会发展局主持编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予试用。

本册教材的编写人员有:

主编:张越 徐在新

分册主编:曹磊

特约撰稿人(按姓氏笔画为序):汤清修 张溶菁 陈颂基 曹磊 蔡吟吟

修订主编:贾慧青

修订人员(按姓氏笔画排列):王春浩 朱建波 刘展鸥 沈文萍

张俊雄 张溶菁 胡静雯 戴金平

欢迎广大师生来电来函指出教材中的差错和不足,提出宝贵意见。出版社电话:021-64319241。

本册教材图片提供信息:

插图绘制:陈颂基。

**声明** 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作  
权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

图书在版编目 (CIP) 数据

九年义务教育物理教学参考资料. 九年级. 第二学期: 试用本 /  
上海市中小学 (幼儿园) 课程改革委员会编. — 上海: 上海教  
育出版社, 2019.12 (2024.12重印)  
ISBN 978-7-5444-9666-7

I . ①九… II . ①上… III . ①中学物理课 - 初中 - 教学参考资  
料 IV . ①G633.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第279422号



经上海市中小学教材审查委员会审查  
准予试用 准用号 II-CJ-2019029

责任编辑 李 祥

九年义务教育  
**物理教学参考资料**

九年级第二学期

(试用本)

上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会

上海世纪出版股份有限公司  
上海教育出版社出版

(上海市闵行区号景路159弄C座 邮政编码:201101)

上海新华书店发行 上海中华印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 2.75

2019年12月第1版 2024年12月第6次印刷

ISBN 978-7-5444-9666-7/G·7973

定价:8.70元

此书如有印、装质量问题,请向本社调换 上海教育出版社电话: 021-64373213



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5444-9666-7



9 787544 496667 >