



义务教育教科书(五·四学制)

物理

九年级 下册

◇ 山东科学技术出版社

义务教育教科书(五·四学制)

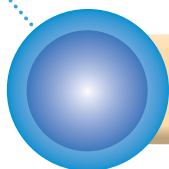
物 理

九年级 下册



◎ 山东科学技术出版社

· 济南 ·



致同学们



同学们，本书将引领你畅游物理世界，成为你探索物理的好朋友。

本书倡导自主、合作、探究式的学习，强调科学与实际、科学与社会的联系。为了方便同学们对物理课程的学习，我们设计了以下栏目：



观察与实验 展示一些物理现象及事实，构架动手、动脑、动口的平台。



想想议议 设计课堂学习活动，促进同学们的思考与讨论、交流与合作。



科学世界 有关物理知识的拓展性内容。



科学 技术 社会 介绍和探讨科学、技术与社会之间相互关联的问题。



相关链接 提供形式多样的科学信息，扩大同学们的视野，提高自主学习的能力。



动手动脑学物理 设计有助于完成学习任务的探究活动和作业，深化对知识的巩固和理解、迁移和运用。



做中学 提供动手动脑的学习机会，学习应用物理知识解决生活实际问题的方法，增强创新意识和探究能力。



学到了什么 引导同学们学会梳理、反思和整合。

设计这些栏目的目的，是希望同学们掌握打开科学殿堂大门的金钥匙，学到科学知识，体验科学方法，提高科学素养，逐步树立科学的价值观。

祝同学们快乐学习，健康成长！



目 录

第十六章 电磁现象 1

第一节 磁现象 2

第二节 电生磁 9

第三节 电磁铁 12

第四节 电动机 17

第五节 磁生电 20

第六节 发电机 23

第十七章 电磁波 29

第一节 电 话 30

第二节 电磁波的产生与传播 34

第三节 无线电通信 37

第四节 现代通信 42

第十八章 物态变化 49

第一节 温 度 50

第二节 熔化和凝固 55

第三节 汽化和液化 60

第四节 升华和凝华 65

第十九章 热和能 71

第一节 物质的分子构成 72

第二节 分子热运动 74

第三节 内能及其改变 78

第四节 比热容 81

第五节 热 机 85

第六节 能量的转化和守恒 90

第二十章 能源与可持续发展 96

第一节 能 源 97

第二节 核 能 100

第三节 太阳能 104

第四节 能源革命 108

第五节 能源与环境 109

中国，上海。一条高架轨道上，列车疾驶而来，转瞬而去，像传说中的神龙一样。坐在车厢里向外望去，工厂、楼房、田野，向后飞逝，眨眼间便退出了视野。

它，就是会“飞”的列车——有“零高度飞行器”美誉的磁浮列车。

如果说汽车的出现让人们短途出行变得舒适而快捷，火车的发明让人们长途旅行不再无奈，那么，磁浮列车的问世则彻底改变了人们对车的认识：车，也可以不用车轮跑，而是“飞”。

磁浮列车是电磁理论应用的又一辉煌成就。

在未来的社会中，电磁理论应用的成就将会更加辉煌。

第一节 磁现象 ●●●



观察与实验

观察基本的磁现象

图16-1-1的一组实验演示了基本的磁现象。做一做，并与其他同学交流。

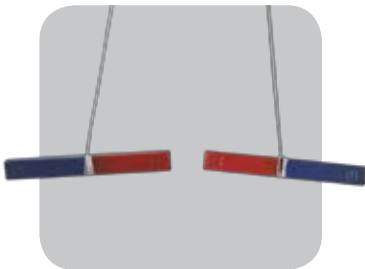
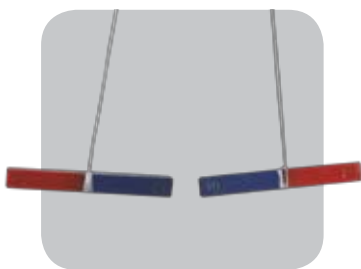
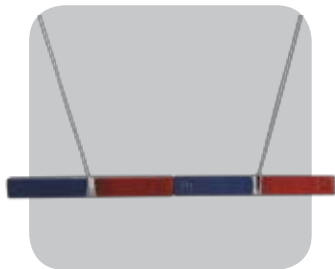


图16-1-1 基本的磁现象

磁性 磁极

在2 000多年前的春秋时期，我们的祖先就发现了天然铁矿石吸铁的现象。物体吸引铁、钴、镍等物质的性质叫做**磁性**（magnetism），具有磁性的物体叫做**磁体**（magnet）。人类最先认识的天然铁矿石属于天然磁体，后来又学会了制造人造磁体。天然磁体称为“磁石”，人造磁体称为“磁铁”，它们都能够长期保持磁性，通称永磁体。人们可以根据需要将人造磁体制成各种形状，通常我们看到的蹄形磁铁、条形磁铁、磁针等都是人造磁体。

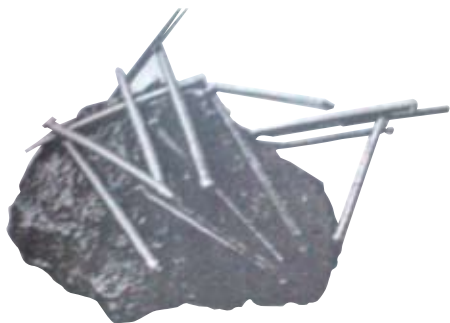


图16-1-2 磁石中含有磁铁矿石



图16-1-3 形形色色的磁体

任何一个磁体，不管形状如何，它上面总有两个部位磁性最强。磁体上磁性最强的部位叫做**磁极**（**magnetic pole**）。能够自由转动的磁体，如悬吊着的磁针，静止时总是一端指南，一端指北。指南的那个磁极叫做**南极**（**south pole**），又叫**S极**；指北的那个磁极叫做**北极**（**north pole**），又叫**N极**。**同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。**

磁 化

观察与实验

钢棒、铁棒被磁化

如图16-1-4所示，用条形磁铁的一端靠近一根原来没有磁性的铁棒，观察所发生的现象。再用钢棒、铜棒替换铁棒，观察现象。

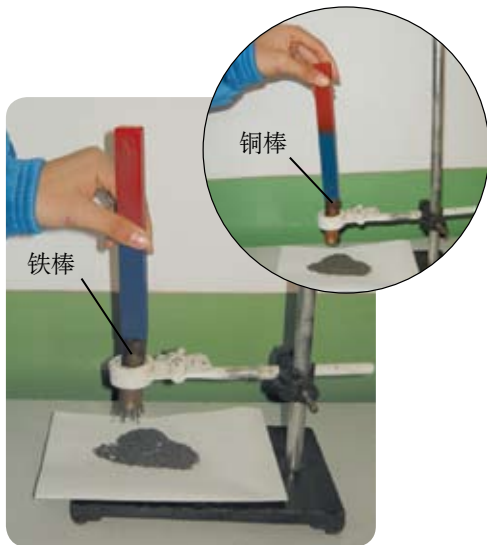


图16-1-4 磁化

我们看到，铜棒没有获得磁性，不能吸起铁屑，而铁棒、钢棒获得了磁性，能吸起下面的铁屑。这种使原来没有磁性的物体获得磁性的过程叫做**磁化**（**magnetization**）。



我国古代的磁学成就

指南针是我国古代四大发明之一，它的产生经历了很长的历史过程。

最早的指南仪叫司南。公元1世纪，东汉学者王充在《论衡》中对司南做了比较具体的描述。图16-1-5是按古代记载仿制的司南模型：用天然磁石琢磨而成的勺子放在刻有方位的铜盘上，勺子可以转动，当勺子静止时，勺柄指南。由于存在较大的摩擦阻力，司南的准确性较差。

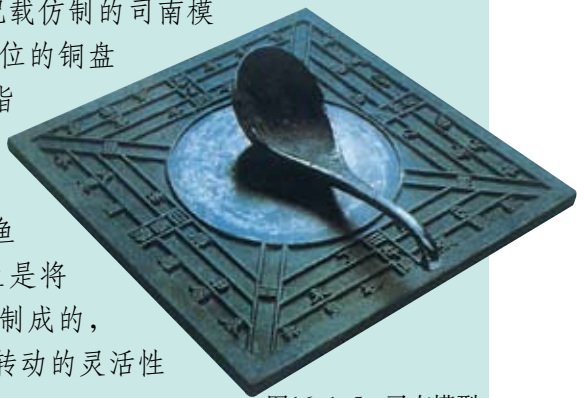


图16-1-5 司南模型

到公元4世纪的西晋时代，有了指南鱼（最早见于西晋崔豹《古今注》）。指南鱼是将剪成鱼形的薄铁片烧热后放在地磁场中磁化制成的，可以浮在平静的水面上，鱼头指南。指南鱼转动的灵活性比司南好，但磁性较弱，不易保存。

之后，人们又用磁石磨针的方法来制作指南针。11世纪末北宋学者沈括在他的著作《梦溪笔谈》中介绍了指南针的人工磁化方法、磁偏角的发现等，还总结了四种指南针的装置方法。我国发明指南针后，很快将之应用到航海上，并发明了航海罗盘。

宋代，中国的商船经常往返于东亚、东南亚和印度洋航线上，商船常搭载有阿拉伯人。中国的航海罗盘技术大约在12世纪末被阿拉伯人学会，又通过他们传给欧洲人。从此，罗盘被许多国家采用，推动了航海事业的发展，促进了世界经济和文化的交流，为人类的进步做出了巨大贡献。

磁 场



观察与实验

磁 场

如图16-1-6所示，一根条形磁体外面包着一块布放在桌面上。它的N极在哪端？用一只磁针探测一下。如果把几只小磁针放在条形磁体周围不同的地方，磁针所指的方向相同吗？



图16-1-6 小磁针的N极在哪一端

条形磁体周围的小磁针都发生了偏转，不再指南北，而是有了新的指向，这是怎么回事？原来，磁体周围存在着一种物质，能使磁针偏转。这种物质看不见、摸不着，我们把它叫做**磁场**（magnetic field）。磁体间的相互作用就是通过磁场发生的。在物理学中，对于许多看不见、摸不着的物质，可以通过它们对其他物体的作用来认识。比如，电流看不见、摸不着，我们可以根据电流产生的效应来认识它。像磁场这种物质，我们可以通过小磁针的偏转来感知它，从而知道磁场是真实存在的。

观察与实验

磁场的方向

在一块玻璃板上均匀地撒一些铁屑，把玻璃板放在条形磁体上，然后在条形磁体的周围放置一些小磁针。连续地轻轻敲击玻璃板，观察铁屑的排列情况和小磁针N极的指向。

换用蹄形磁体，重复上述实验，观察铁屑的排列情况和小磁针N极的指向。

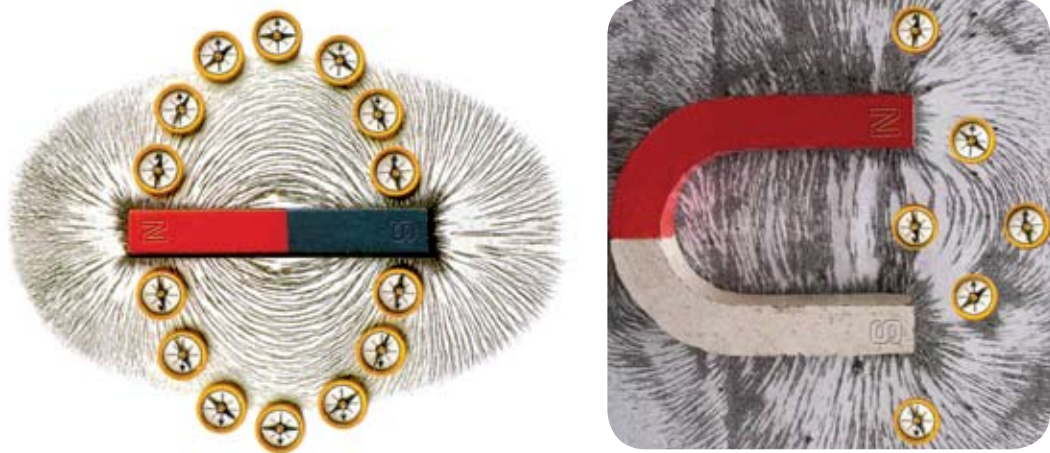
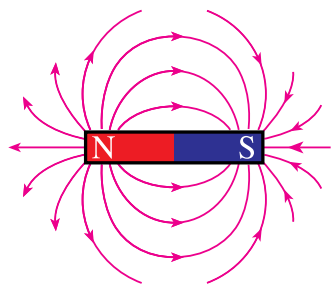


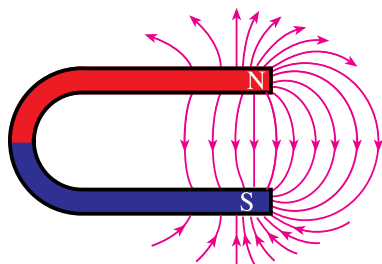
图16-1-7 条形磁体和蹄形磁体的磁场分布

在条形磁体周围的不同地方，小磁针指示着不同的方向。为了形象地描述磁场，可以用铁屑和小磁针显示磁体周围磁场的分布和方向。在物理学中，把小磁针静止时北极所指的方向定为该点磁场的方向。如果在磁体周围沿铁屑排列形状放许多小磁针，这些小磁针在磁场的作用下发生偏转，这样我们就能够知道磁体周围各点的磁场方向了。

我们把小磁针在磁场中的偏转情况用一些带箭头的曲线画出来，可以方便、形象地描述磁场，这样的曲线叫做**磁感线**（magnetic induction line）。磁感线可以方便地描述磁场的强弱和方向，但磁体周围并不存在这样的线，就像人们用光线表示光的传播方向，但实际并不存在光线，用经线、纬线定位，但地球表面并没有这样的线一样。图16-1-8是用磁感线描述的条形磁体和蹄形磁体的磁场。



甲 条形磁体



乙 蹄形磁体

图16-1-8 条形磁体和蹄形磁体的磁感线分布

由图16-1-8可以看出，在用磁感线描述磁场时，磁体外部的磁感线都是从磁体的N极出发，回到S极。

地磁场

能水平转动的磁针就能指示方向。拿来几个小磁针放在桌面上，你可以发现，静止时它们都指向同一方向，即磁针的N极总是指向北方。这是什么原因呢？原来，地球周围存在着磁场——**地磁场**（geomagnetic field）。在地球表面及空中的不同位置测量地磁场的方向，画出的地磁场的磁感线如图16-1-9所示。我们发现地磁场跟条形磁体的磁场很相似。

不过，地理的两极和地磁的两极并不重合，磁针所指的南北方向与地理的南北方向稍有偏离。世界上最早记述这一现象的人是北宋学者沈括（1031-1095），这个发现比西方早了400多年。

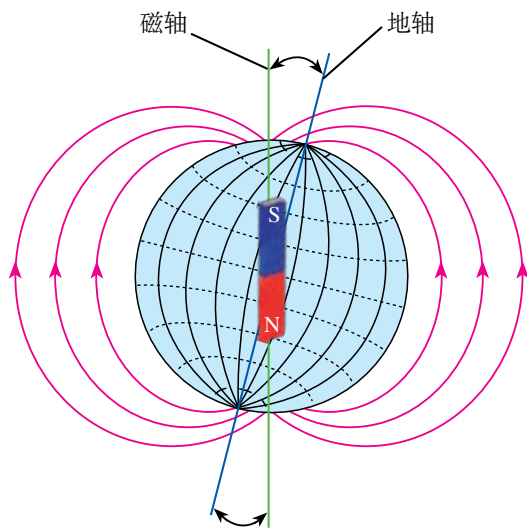


图16-1-9 地球是一个巨大的磁体（示意图）



动物罗盘

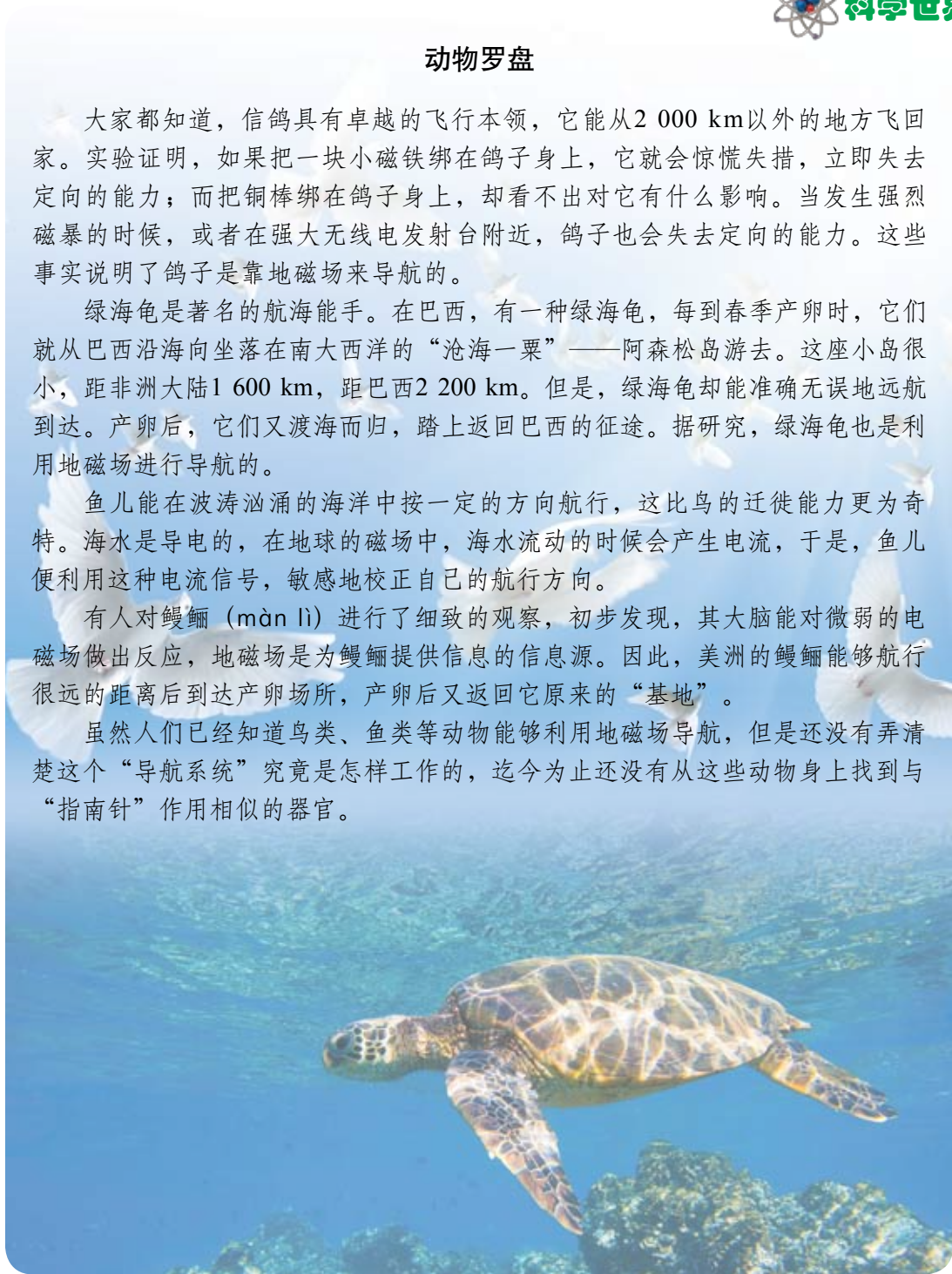
大家都知道，信鸽具有卓越的飞行本领，它能从2 000 km以外的地方飞回家。实验证明，如果把一块小磁铁绑在鸽子身上，它就会惊慌失措，立即失去定向的能力；而把铜棒绑在鸽子身上，却看不出对它有什么影响。当发生强烈磁暴的时候，或者在强大无线电发射台附近，鸽子也会失去定向的能力。这些事实说明了鸽子是靠地磁场来导航的。

绿海龟是著名的航海能手。在巴西，有一种绿海龟，每到春季产卵时，它们就从巴西沿海向坐落在南大西洋的“沧海一粟”——阿森松岛游去。这座小岛很小，距非洲大陆1 600 km，距巴西2 200 km。但是，绿海龟却能准确无误地远航到达。产卵后，它们又渡海而归，踏上返回巴西的征途。据研究，绿海龟也是利用地磁场进行导航的。

鱼儿能在波涛汹涌的海洋中按一定的方向航行，这比鸟的迁徙能力更为奇特。海水是导电的，在地球的磁场中，海水流动的时候会产生电流，于是，鱼儿便利用这种电流信号，敏感地校正自己的航行方向。

有人对鳗鲡(màn lì)进行了细致的观察，初步发现，其大脑能对微弱的电磁场做出反应，地磁场是为鳗鲡提供信息的信息源。因此，美洲的鳗鲡能够航行很远的距离后到达产卵场所，产卵后又返回它原来的“基地”。

虽然人们已经知道鸟类、鱼类等动物能够利用地磁场导航，但是还没有弄清楚这个“导航系统”究竟是怎样工作的，迄今为止还没有从这些动物身上找到与“指南针”作用相似的器官。



动手动脑学物理

1. 关于磁场和磁感线, 下列说法中正确的是 ()。

- A. 磁场看不见、摸不着, 所以是不存在的
- B. 磁感线是由铁屑组成的
- C. 磁体周围的磁感线都是从磁体的N极出发, 回到S极
- D. 小磁针在磁场中静止时, S极所指的方向就是该点的磁场方向

2. 如图 16-1-10 所示, 两块外形完全相同的长方体, 其中一块是铁块, 另一块是磁铁, 怎样将它们区分开? 和同学交流你所用的方法和依据的道理。

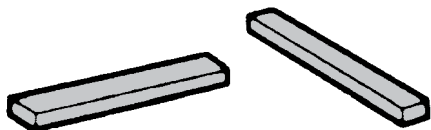


图16-1-10 哪一块是磁铁

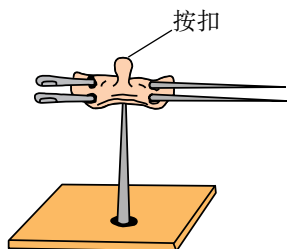


图16-1-11 小指南针

3. 请找两根缝衣针、一个按扣、一根大头针和一块橡皮, 做一个指南针。用橡皮和大头针制作指南针的底座。将两根缝衣针磁化后, 分别穿过按扣的两个孔, 放在底座的针尖上, 这就是一个小指南针, 如图 16-1-11 所示。如果图中指南针静止下来后针尖指北, 针尖是N极还是S极?

4. 图 16-1-12 中的两个图分别画出了两个磁极间的磁感线。请在图中标出磁极的名称, 并画出位于图中A点和B点的小磁针静止时N极所指的方向。

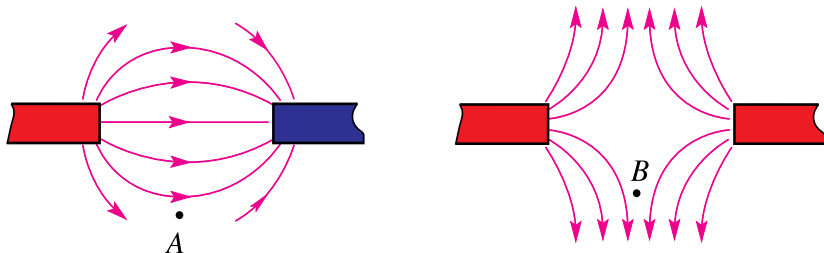


图16-1-12 标出磁极的名称和A、B两点的磁场方向

第二节 电生磁

电流的磁效应

在相当长的一段时间里，人们认为电和磁是互不相关的。到了19世纪初，一些科学家意识到各种自然现象之间存在着相互联系，并进行了长期的探索。1820年，丹麦物理学家奥斯特（Hans Christian Oersted, 1777–1851）在做实验时偶然发现：当导线中通过电流时，它旁边的磁针发生了偏转。这个意外的现象引起了奥斯特极大的兴趣。他又继续做了许多实验，终于证实电流的周围存在着磁场，他也因此成为世界上第一个发现电与磁之间联系的科学家。



图16-2-1 奥斯特实验示意图

观察与实验

电流的磁效应

如图16-2-2所示，在磁针上面放一根平行于磁针的直导线，当直导线触接电池通电时，你能看到什么现象？改变电流的方向，又能看到什么现象？

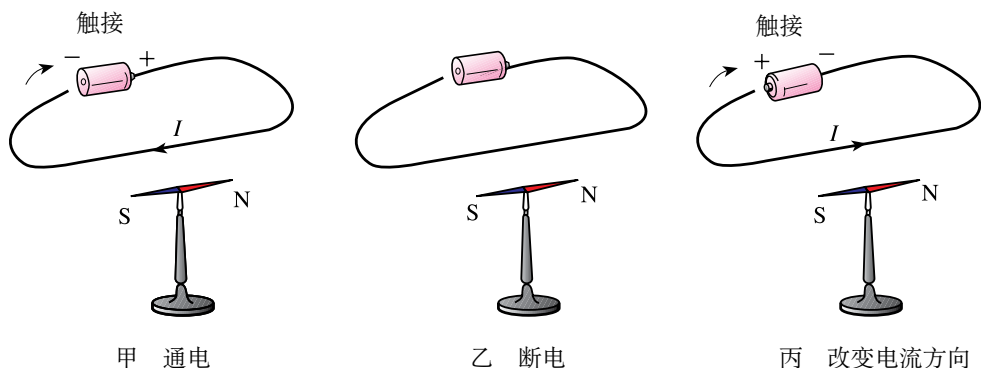


图16-2-2 导线通电时，磁针会动吗

实验表明：导线通电时，磁针发生偏转；导线中的电流方向改变时，磁针向相反的方向偏转。通电导线的周围有磁场，磁场的方向跟电流的方向有关。这种现象叫做**电流的磁效应**。

通电螺线管的磁场

把导线均匀、规则地绕在圆筒上，就做成了**螺线管** (solenoid, 图 16-2-3)。给螺线管通电时，各条导线产生的磁场叠加在一起，磁场就会强得多。

我们已经通过磁感线的分布了解了条形磁体、蹄形磁体周围的磁场，那么，通电螺线管的磁场是什么样的？



图16-2-3 一种螺线管



观察与实验

通电螺线管的磁场是什么样的

如图16-2-4所示，在螺线管的两端各放一个小磁针，并在硬纸板上均匀地撒满铁屑。通电后观察小磁针的指向，轻敲纸板，观察铁屑的排列情况。

改变电流方向，再观察一次。

跟图16-1-7对比，通电螺线管外部的磁场跟哪种磁体的磁场相似？

把通电螺线管看做一个磁体，根据你的实验结果，在下面两幅图上分别标出通电螺线管的N极和S极，并画出磁感线的方向。

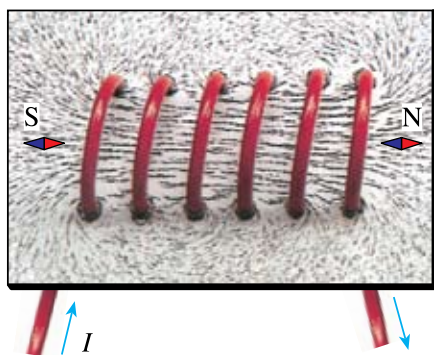
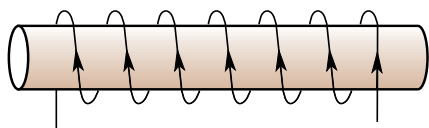
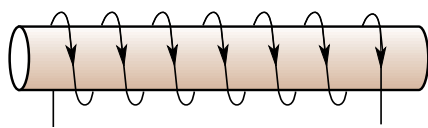


图16-2-4 通电螺线管的磁场



甲



乙

图16-2-5 通电螺线管有两种可能的电流方向

实验结果表明，通电螺线管外部的磁场和条形磁体的磁场一样。通电螺线管的两端相当于条形磁体的两个极，它们的极性可以根据实验中小磁针的指向确定。改变电流方向，通电螺线管的N极、S极正好对调，这说明，通电螺线管两端的极性跟螺线管中电流的方向有关。



想想议议



图16-2-6 螺帽的前进方向和它的旋转方向有什么关系

图16-2-6是通常见到的正旋丝螺栓，螺帽的前进方向和它的旋转方向有什么关系？这与螺线管中电流的方向与其N极方向的关系是否相同？

通电螺线管的极性跟电流方向的关系，可以用**安培定则**来判定。如图16-2-7所示，用右手握螺线管，让四指指向螺线管中电流的方向，则大拇指所指的那端就是螺线管的N极。

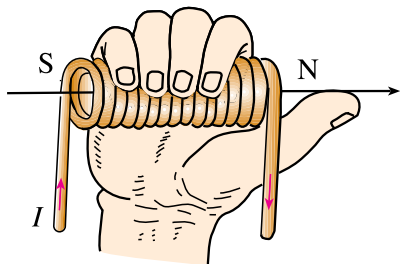


图16-2-7 安培定则



动手动脑学物理

1. 请你根据图16-2-8所示通电螺线管中的电流方向判定螺线管的极性。

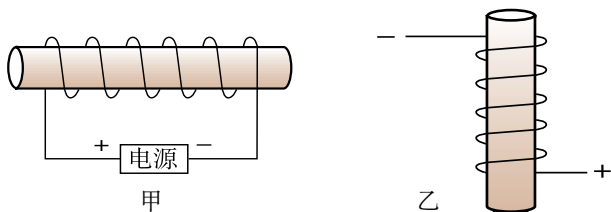


图16-2-8

2. 如图16-2-9所示，按小磁针的指向判定螺线管的极性、电流的方向和电源的“+”“-”极。

3. 如图16-2-10所示，开关闭合后，位于螺线管右侧的小磁针的状态将怎样变化？

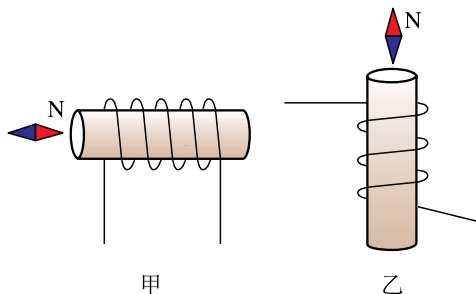


图16-2-9

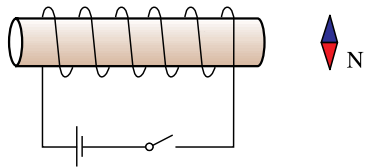


图16-2-10

4. 图16-2-11是牵牛花茎的照片。观察自然界中缠绕植物的茎和攀缘植物的卷须，它们的缠绕方向和生长方向有什么关系？这跟螺线管中电流的方向与其N极方向的关系是否相同？对于不同的植物，这种关系都一样吗？



图16-2-11 牵牛花的茎

第三节 电磁铁

在通电螺线管中插入软铁棒，就做成了**电磁铁** (electromagnet)。有电流通过时，电磁铁就有了磁性；没有电流时，电磁铁就失去磁性。电磁铁在实际中的用途很多，电磁起重机（图16-3-1）是其中的一种。把电磁铁安装在吊车上，通电后电磁铁会吸起大量废钢铁，移动到另一个位置后切断电流，就可把废钢铁放下。大型电磁起重机一次可以吊起几吨甚至几十吨废钢铁。在电动机、发电机和电磁继电器里也用到电磁铁。全自动洗衣机的进水、排水阀门，卫生间里感应式冲水器的阀门，也都是由电磁铁控制的。



图16-3-1 电磁起重机

影响通电螺线管磁性强弱的因素

我们已经知道，通电螺线管外部的磁场和条形磁体的磁场一样，那么，通电螺线管的磁性强弱跟哪些因素有关呢？

观察与实验

探究影响通电螺线管磁性强弱的因素

把电源、开关、滑动变阻器、电流表和一定匝数的线圈串联起来，组成如图16-3-2所示的电路。闭合开关，线圈会把大头针吸起来，通过观察线圈吸起的大头针的多少，我们可以判断线圈磁性的强弱。

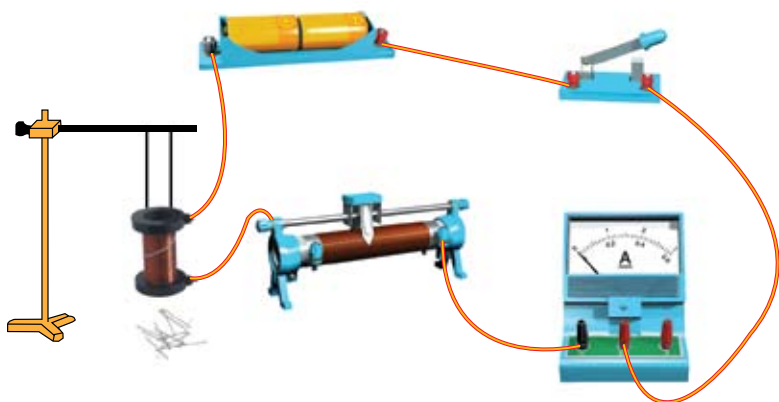


图16-3-2 探究影响通电螺线管磁性强弱因素的电路

比较线圈中有铁芯与无铁芯时磁性的强弱；

用滑动变阻器改变电路中电流的大小，比较线圈磁性的强弱；

改换不同匝数的线圈，比较线圈磁性的强弱。

将探究结果填入下表中：

保持不变的因素	变化的因素	吸起大头针的多少	磁性强弱
匝数、电流	铁芯有无		
匝数、有铁芯	电流大小		
电流、有铁芯	匝数多少		

实验表明，铁芯的有无、电流的大小、线圈的匝数都会影响通电螺线管的磁性强弱。电流越大，匝数越多，插入铁芯，通电螺线管的磁性越强；电流越小，匝数越少，抽去铁芯，通电螺线管的磁性越弱。

电磁继电器

驱动巨大机器的电流可能达到几十安、几百安。在工厂里，我们常常看到工人师傅利用按钮来控制机器。用手直接控制强大电流或操作高压电路是很危险的，工人师傅按下的只是继电器的开关，而电源的接通和断开是由继电器控制的。

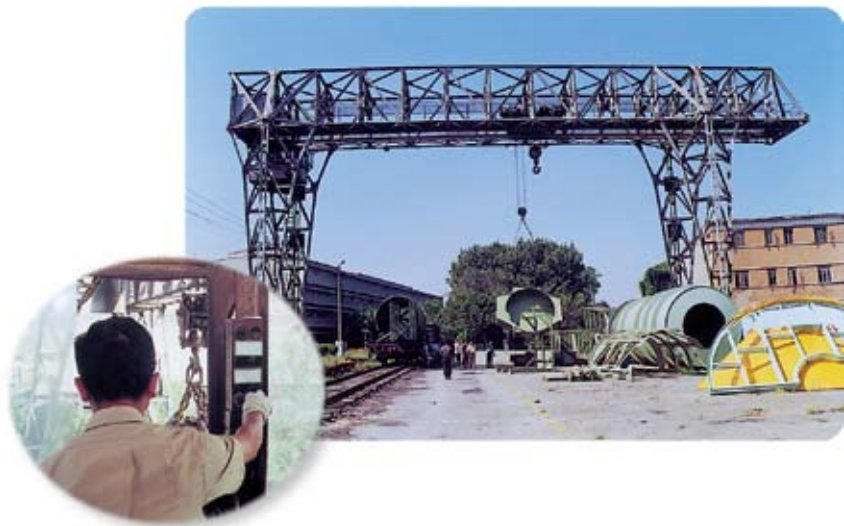


图16-3-3 工人师傅手中的按钮是继电器的开关

继电器是利用低电压、弱电流电路的通断，来间接地控制高电压、强电流电路通断的装置。电磁继电器就是利用电磁铁来控制工作电路的一种开关。

电磁继电器是由电磁铁、衔铁、弹簧等组成的，它的结构如图16-3-4所示。某种电磁继电器的外形如图16-3-5所示。

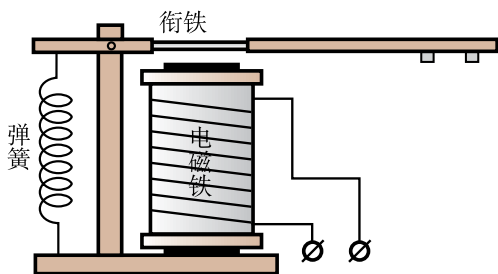


图16-3-4 电磁继电器的构造

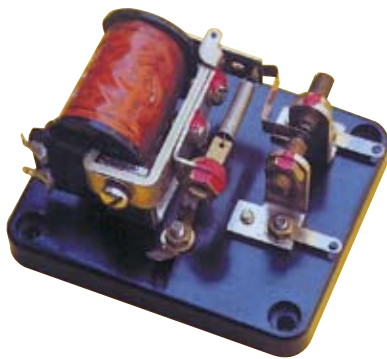


图16-3-5 一种电磁继电器

电磁继电器的电路由低压控制电路和高压工作电路构成（图 16-3-6）。闭合低压控制电路中的开关，使线圈中有了较小的电流时，电磁铁把衔铁吸下，使 *B*、*C* 两个接线柱所连的触点接通，较大的电流就可以通过 *B*、*C* 带动机器工作了。低压控制电路中的开关只控制电磁铁线圈中电流的通断，而高电压、强电流电路的通断则由 *B*、*C* 两个触点间的电路通断控制。这样，工人师傅就可以安全方便地操纵大型机械了。

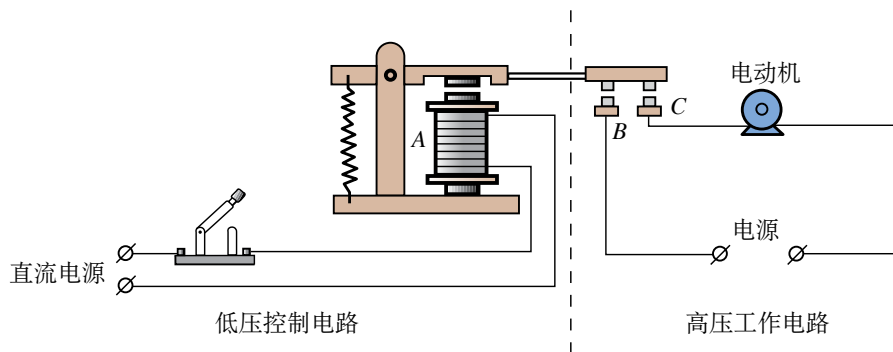


图16-3-6 电磁继电器的工作电路

如果在继电器控制电路中接入对温度或光照敏感的元件，用这些元件操纵低压控制电路的通断，还可以实现温度自动控制或光自动控制。

磁浮列车

列车运行的阻力有一大部分来自车轮与轨道之间的摩擦。如果能使列车从轨道上“浮”起来，就可以避免这种摩擦，从而大幅度提高列车速度。磁浮列车利用磁极间的相互作用规律实现了车体的悬浮（图16-3-7）。

磁浮列车消除了车体与轨道之间的摩擦，所以突破了轮轨列车的速度极限，最高速度可达500 km/h，几乎达到了短程飞机的航速。磁浮列车具有噪声低、稳定性高等优点，目前许多国家都在进行磁浮列车的研制。



图16-3-7 吸引式磁浮列车



磁记录

铁棒本来不能吸引铁，当磁体靠近它或者与它接触时，它便有了吸引铁的性质，也就是被磁化了。软铁磁化后，磁性很容易消失，称为软磁性材料。而碳钢等物质被磁化后，磁性能够保持，称为硬磁性材料。硬磁性材料可以做成永磁体，还可以用来记录信息。

录音机的磁带上就附有一层硬磁性材料制成的小颗粒。

录音时，声音先转变成强弱变化的电流，这样的电流通过录音磁头，产生了强弱变化的磁场。磁带划过磁头时，磁带上的小颗粒被强弱不同地磁化，于是记录了一连串有关磁性变化的信息（图16-3-8）。

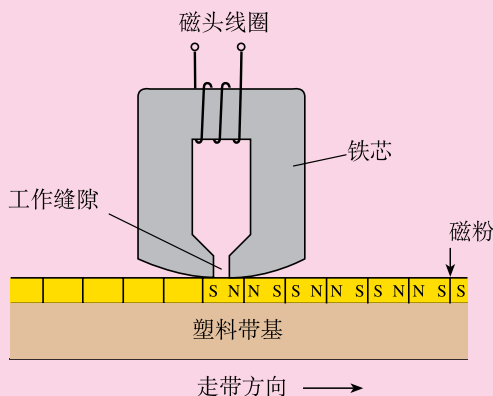


图16-3-8 录音磁头的工作原理



图16-3-9 自动取款机（ATM）

放音时，磁带贴着放音磁头运动，磁性强弱变化的磁带使放音磁头中产生变化的感应电流，电流经放大后使扬声器发声，便“读”出了磁带中记录的信息。

随着技术的不断进步，磁记录与人们的关系越来越密切。录音带、电脑中的磁盘、打电话的磁卡、银行卡以及磁卡式车票等，都是用磁来记录信息的。磁记录技术提高了工作效率，给我们的生活带来了很大的方便。



动手动脑学物理

1. 图16-3-10是一种水位自动报警器的原理图。水位没有到达金属块A时，绿灯亮；水位到达金属块A时，红灯亮。请说明它的工作原理。（注意：纯净的水是不导电的，但一般的水都能导电。）

2. 图16-3-11是一种温度自动报警器的原理图。制作水银温度计时，在玻璃管中封入一段金属丝，并有导线与水银柱相连。当温度达到金属丝下端所指的温度时，电铃就响起来，发出报警信号。请说明它的工作原理。

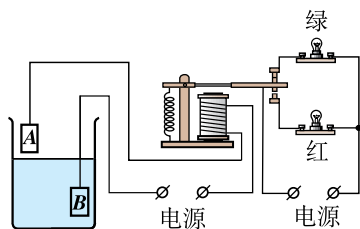


图16-3-10 水位自动报警器

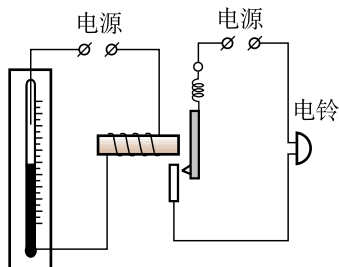


图16-3-11 温度自动报警器

3. 法国科学家阿尔贝·费尔和德国科学家彼得·格林贝格尔由于发现了巨磁电阻（GMR）效应而荣获2007年度诺贝尔物理学奖。巨磁电阻效应是指某些材料的电阻在磁场中急剧减小的现象，这一发现大大提高了磁、电之间信号转换的灵敏度，从而引发了现代硬盘生产的一场革命。

图16-3-12是说明巨磁电阻特性原理的示意图，图中GMR代表巨磁电阻。如果闭合 S_1 、 S_2 并使滑片 P 向左滑动，指示灯的亮度会有什么变化？

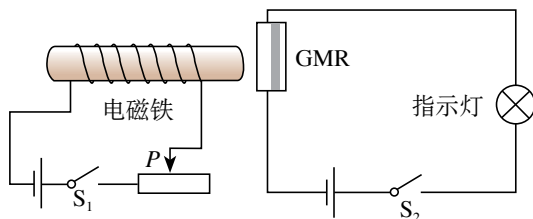


图16-3-12 巨磁电阻特性原理

第四节 电动机

我们的生活已经离不开电动机了，工厂、田野、学校、商场……电动机无处不在。同学们，你能找出身边的电动机吗？为什么给电动机通电它就能转动？

磁场对通电导线的作用

我们知道，磁体在磁场中会受到力的作用。通电的螺线管有磁性，这是不是意味着通电导线也会受到磁场的作用力？



观察与实验

通电导线在磁场中受力

如图16-4-1所示,把导线 ab 放在磁场里,瞬间接通电路,让电流通过导线 ab ,观察它的运动。

把电源的正、负极对调后接入电路,使通过导线 ab 的电流方向与原来相反,观察导线 ab 的运动方向。

保持导线 ab 中的电流方向不变,把蹄形磁体上下磁极调换一下,使磁场方向与原来相反,观察导线 ab 的运动方向。

同时改变导线 ab 中的电流方向和磁场方向,观察导线 ab 的运动方向。

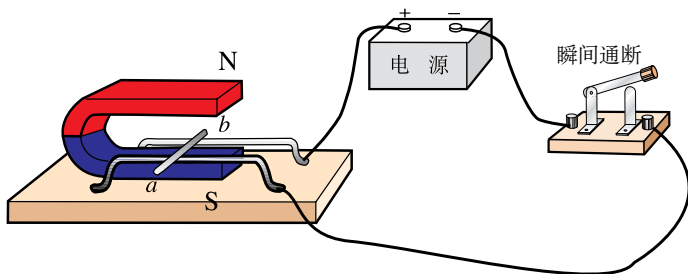


图16-4-1 通电导线在磁场中受力

实验表明,通电导线在磁场中会受到力的作用,力的方向跟电流的方向、磁场的方向都有关系。当电流的方向或者磁场的方向反向时,通电导线受力的方向也变得相反。如果电流的方向和磁场的方向都变得相反,通电导线受力的方向则不变。

换向器

如果把一个通有电流的线圈放到磁场中,它会怎样运动?



观察与实验

通电线圈在磁场中转动

如图16-4-2所示,使线圈位于磁体两极间的磁场中。

使线圈静止在图16-4-2乙所示位置上,闭合开关,观察线圈的转动情况。

使线圈静止在图16-4-2甲所示位置上,闭合开关,观察线圈的转动情况。

使线圈静止在图16-4-2丙所示位置上,闭合开关,观察线圈的转动情况。

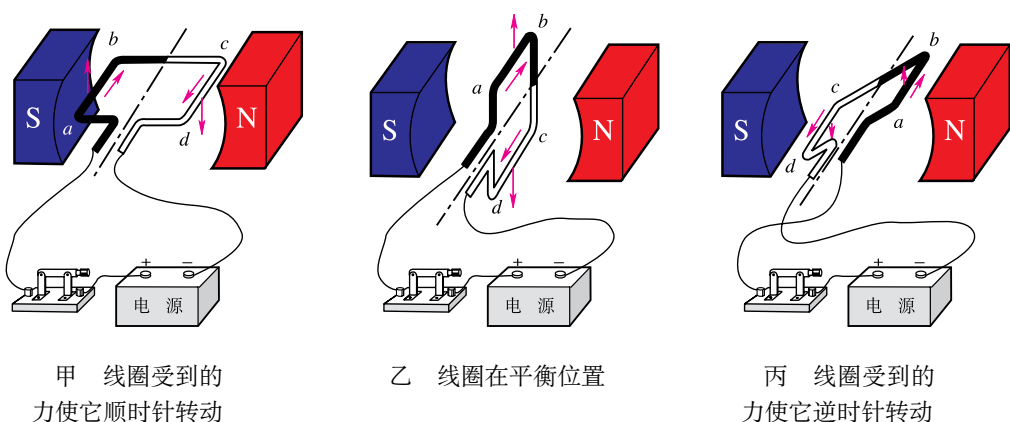


图16-4-2 通电线圈在磁场中转动

使线圈静止在图乙位置，闭合开关，会发现线圈并没有运动。这是因为线圈上下两个边受力大小一样、方向却相反。这个位置是线圈的平衡位置。

使线圈静止在图甲位置，闭合开关，线圈受力沿顺时针方向转动，能靠惯性越过平衡位置，但不能继续转下去，最后要返回平衡位置。

使线圈静止在图丙位置，这是刚才线圈冲过平衡位置以后所能到达的位置。闭合开关，线圈沿逆时针方向转动，说明线圈在这个位置所受到的力是阻碍它沿顺时针方向转动的力。

线圈不能连续转动，是因为线圈越过了平衡位置以后，受到磁场对它的力阻碍了它的转动。如果在越过了平衡位置后及时改变电流方向，线圈不就能连续转动下去了吗？那么，用什么方法改变电流方向呢？

直流电动机是通过**换向器**来实现这项功能的。

换向器的构造如图16-4-3所示，两个铜半环 E 和 F 跟线圈两端相连，它们彼此绝缘，并随线圈一起转动。 A 和 B 是电刷，它们跟半环接触，使电源和线圈组成闭合电路。这样，无论线圈的哪个边，只要处于靠近磁体 S 极的一侧，其中的电流都是从左向右流去，这时它的受力方向总是相同，线圈就可以不停地转动下去了。

直流电动机有多个线圈，每个线圈都接在一对换向片上。有的直流电动机还用电磁铁来产生强磁场。

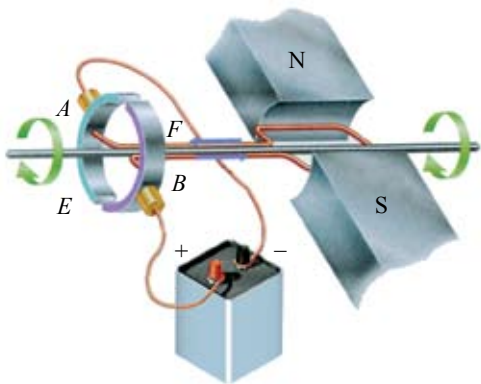


图16-4-3 换向器

生活中的电动机

观察电动机, 可以看到它由两部分组成: 能够转动的线圈和固定不动的磁体。在电动机里, 能够转动的部分叫做转子, 固定不动的部分叫做定子。电动机工作时, 转子在定子中飞快地转动, 电能转化为机械能。

电动机结构简单、控制方便、体积小、效率高、功率可大可小, 广泛应用在社会生活中。电灌站、机床都由电动机提供动力; 电车、电力机车也都以电动机为动力。电动机不像内燃机那样污染环境, 应该提倡以电为动力。目前, 由太阳能或蓄电池提供能源的电动汽车的研究已经进入实用阶段。随着科学技术的发展和社会的进步, 电动机和人类的关系将越来越密切。



图16-4-4 电动机和转子



动手动脑学物理

1. 电动机有哪些组成部分? 它的工作原理是什么?
2. 一台直流电动机的额定电压是220 V, 额定功率是5.5 kW, 它正常工作时的电流有多大? 连续工作2 h耗电多少?
3. 设计一个电路, 使电动机在人的操作下既能正转, 也能反转。电动机的符号是“ $\text{---}(\text{M})\text{---}$ ”。

第五节 磁生电 ●●●

奥斯特的实验表明, 电流的周围存在着磁场。既然电可以生磁, 那么磁能否生电呢? 英国物理学家法拉第经过10年的探索, 在1831年发现了利用磁场产生电流的条件和规律。法拉第的发现进一步揭示了电和磁之间的联系。下面, 我们就沿着法拉第的脚印来探究磁怎样生电。

什么情况下磁能生电

观察与实验

探究什么情况下磁可以生电

如图16-5-1所示，在蹄形磁体的磁场中悬挂一根导线，导线的两端跟电流表连接，组成闭合电路。

1. 保持导线在磁场中静止，观察电流表指针是否偏转；换用灵敏电流表，观察电流表指针是否偏转；换用强磁体，观察电流表指针是否偏转；换用多匝线圈，观察电流表指针是否偏转。

2. 让导线在磁场中上下运动、左右运动、斜向运动，观察电流表指针是否偏转。若偏转，偏转的方向是否相同？

3. 保持磁场方向不变，改变导线运动方向，观察电流表指针的偏转方向是否相同；保持导线运动方向不变，改变磁场方向，观察电流表指针的偏转方向是否相同；同时改变磁场方向、导线运动方向，观察电流表指针的偏转方向是否变化。

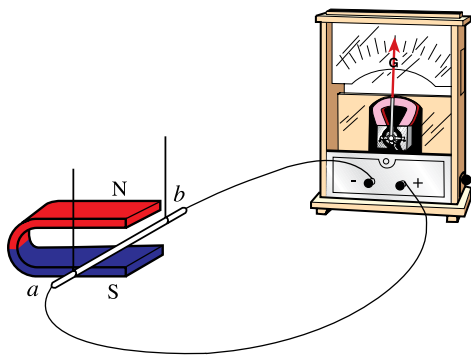


图16-5-1 什么情况下在磁场中的导体能够产生电流

上述实验表明，导线在磁场中静止、上下运动时不产生电流，左右运动或倾斜运动时产生了电流。导线中电流的方向，跟导线运动的方向、磁场的方向有关。如图16-5-2所示，如果把磁感线想象成一根根实实在在的线，把运动导线AB想象成一把刀，描述起来就方便了。因此，当闭合电路的一部分导线在磁场中做切割磁感线的运动时，导线中就会产生电流。

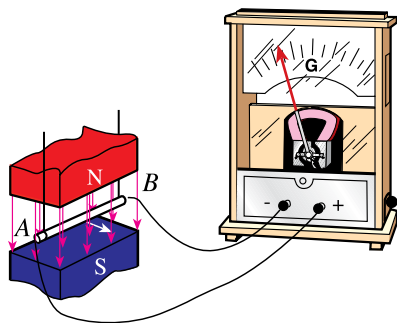


图16-5-2 导线在磁场中怎样运动才能产生感应电流

电磁感应现象

闭合电路的一部分导线在磁场中做切割磁感线运动而产生电流的现象，叫做**电磁感应** (electromagnetic induction) 现象，产生的电流叫做**感应电流** (induction current)。电磁感应现象中，机械能转化为电能。



图16-5-3 法拉第

法拉第

迈克尔·法拉第 (Michael Faraday, 1791–1867), 英国物理学家、化学家, 是自学成才的科学家。法拉第生于萨里郡纽因顿一个贫苦铁匠家庭, 仅上过小学。1831年, 他发现了电磁感应现象, 极大推动了人类文明的进程。

法拉第专心从事科学研究, 淡泊名利。许多大学欲授予他名誉学位, 他均婉言拒绝, 也谢绝封爵。



地磁场能发电吗

闭合电路的一部分导线只要在磁场中做切割磁感线的运动就会产生电流。地球是一个大磁体, 在地磁场中运动的导线会不会也能产生电流呢?

答案是肯定的。但是由于地磁场太微弱, 产生的电流很小, 人们感觉不到。有的海鱼游动时能感知海水在地磁场中流动产生的微弱电流, 依靠这种电流确定洄游的方向。

1992年7月31日, 美国“亚特兰蒂斯”号航天飞机升空成功, 并于升空后的第四天(8月4日)进行了一次卫星悬绳发电试验。宇航员从航天飞机上释放了一颗卫星, 这颗卫星像风筝一样, 被一根长长的导体系统绳拴着, 在太空中飘游。导线在切割磁感线时, 必须将这一导线构成一个闭合电路, 电路中才会出现感应电流。怎样才能构成闭合电路呢? 航天飞机上装有一个电子枪, 把电子发射到电离层, 这样就形成一个闭合电路, 导体系统绳中就不断有电流流过, 电流的大小可由电子枪发射电子的多少来控制。这是人类首次利用绳系卫星实现在太空发电的梦想。

然而, 试验的过程并不像预想的那样顺利。由于绳索缠绕, 航天员不得不终止了试验, 并于8月6日上午安全返回地面。尽管试验未能完成预定的任务, 但系绳放出250 m时, 在系绳上已产生了40 V的电压, 至少证明利用绳系卫星发电是可能的。



动手动脑学物理

1. 图16-5-4中的 a 表示垂直于纸面的一根导线，它是闭合电路的一部分。它在磁场中按箭头方向运动时，在哪种情况下会产生感应电流？

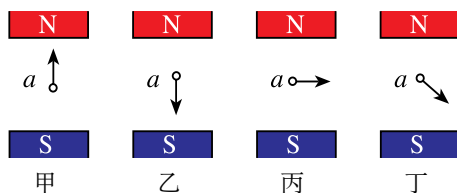


图16-5-4

2. 闭合电路中，有电源才有电流。在电磁感应现象中，你认为哪一部分电路相当于电源？

第六节 发电机

法拉第发现的电磁感应现象，进一步揭示了电现象和磁现象之间的联系。之后，人们发明了各种发电机。现在，电能已经广泛应用在社会生活的方方面面。那么，发电机是怎样发电的呢？

发电机原理

图16-5-2是一个最简单的发电装置的示意图。当导线向右运动时，电流表指针偏转，表明电路中产生了电流；当导线向左运动时，电流表指针向另一方向偏转，表明产生了另一方向的电流。如果导线左右往复运动，电流表指针来回摆动，就产生了**交变电流**（**alternating current**）。交变电流简称**交流**（**AC**）。



观察与实验

手摇发电机

图16-6-1是实验室用的手摇发电机，观察它的构造。

把手摇发电机跟灯泡连接起来，使线圈在磁场中转动，观察灯泡是否发光。

把手摇发电机跟电流表连接起来，使线圈在磁场中转动，观察电流表的指针怎样摆动。



图16-6-1 手摇发电机

实验表明,摇动发电机时,灯泡发光,表明电路中有了电流;电流表的指针随着线圈的转动而左右摆动,表明发电机发出的电流的方向是变化的。

为了把线圈中产生的感应电流输送给用电器,还要用铜环和电刷把线圈和用电器连接起来(图16-6-2)。

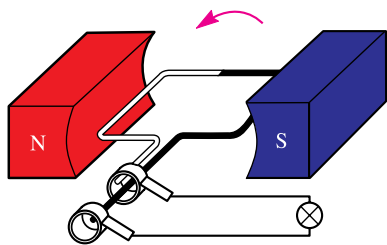


图16-6-2 交流发电机原理

交流发电机的工作过程如图16-6-3所示。

甲图中,线圈开始转动时, ab 边向左运动, cd 边向右运动,导线不切割磁感线,电路中没有电流。

乙图中,线圈转动的前半周中, ab 边向下运动, cd 边向上运动,导线切割磁感线,电路中有电流,这时外部电路中的电流由A到B。

丙图中,线圈转到 $1/2$ 周时, ab 边向右运动, cd 边向左运动,导线不切割磁感线,电路中没有电流。

丁图中,线圈转动的后半周中, ab 边向上运动, cd 边向下运动,导线切割磁感线,电路中有电流,这时外部电路中的电流由B到A。

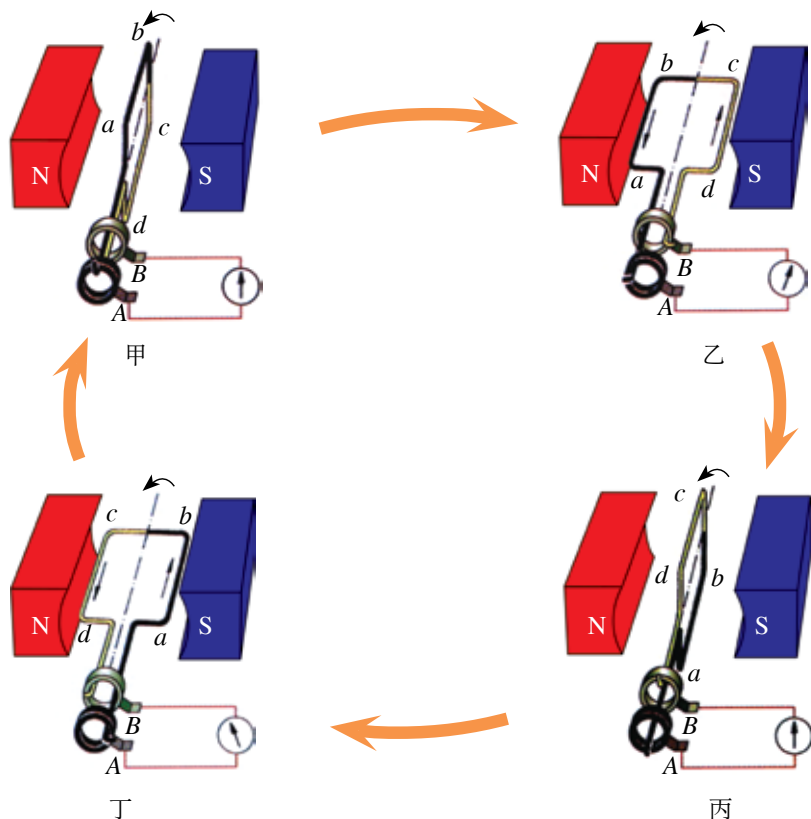


图16-6-3 交流发电机的工作过程

生活中的发电机

实际的发电机比模型式发电机复杂得多，但总体上仍是由转子（转动部分）和定子（固定部分）两部分组成。大型发电机产生的电压很高、电流很强，一般采取线圈不动、磁极旋转的方式来发电，为了得到较强的磁场，还要用电磁铁代替永磁体（图16-6-4）。

发电机发电的过程是能量转化的过程。实际的发电机靠内燃机、水轮机、汽轮机等机械带动，把其他形式的能转化为电能。



图16-6-4 发电机



柴油发电机



家用小型发电机



水力发电机组



汽轮发电机组

图16-6-5 各种发电机



第一台发电机

1831年，法拉第发现了电磁感应现象之后不久，又发明了世界上第一台发电机——法拉第圆盘发电机。这台发电机的构造跟现代的发电机不同，在磁场中转动的不是线圈，而是一个紫铜做的圆盘。圆心处固定一个摇柄，圆盘的边缘和圆心处各与一个黄铜电刷紧贴，用导线把电刷与电流表连接起来；紫铜圆盘放置在蹄形磁铁的磁场中（图16-6-6）。当法拉第转动摇柄，使紫铜圆盘旋转起来时，电流表的指针偏向一边，说明电路中产生了持续的电流。



图16-6-6 法拉第演示圆盘发电机

法拉第圆盘发电机结构简单，有人说它像一个简陋的儿童玩具，产生的电流甚至不能让一只小灯泡发光。但这是世界上第一台发电机，它揭开了机械能转化为电能的序幕。后来，人们根据法拉第圆盘发电机的基本原理——电磁感应原理，制成了功率较大的、各种各样的发电机。

当法拉第在英国皇家学会上表演他的发电机时，一位贵夫人问他：“这玩意儿有什么用呢？”法拉第回答：“夫人，您不应当问一个刚出生的婴儿会有什么出息，谁也不能预料婴儿长大成人之后会怎么样。”

近两个世纪过去了，正是当初这简陋的、不成熟的圆盘发电机把人类带入了电气时代。



动手动脑学物理

1. 发电机的工作原理是什么？
2. 发电机有哪些组成部分？发电机工作时能量怎样转化？
3. 电池产生的电流方向不变，称为直流。观察手摇发电机灯泡的发光与手电筒灯泡的发光，能看出它们有什么不同吗？



做中学

让线圈转起来!

工具与材料

漆包线 1.5 m, 小刀 1 把, 硬金属丝约 1 m, 木板 1 块, 干电池 2 节, 电池盒 1 个, 导线 2 条, 条形磁铁 1 块。

制作方法

1. 把一段漆包线绕成 $3\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 的矩形线圈, 漆包线在线圈的两端各伸出约 3 cm (图 16-1 甲)。然后, 用小刀刮两端引线的漆皮, 一端全部刮掉 (图 16-1 乙), 另一端只刮上半周或下半周 (图 16-1 丙)。

2. 用硬金属丝做两个支架, 固定在木板上。两个支架分别与电池的两极相连 (图 16-2)。

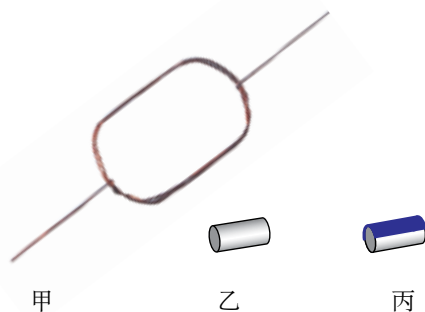


图16-1 小小电动机的线圈

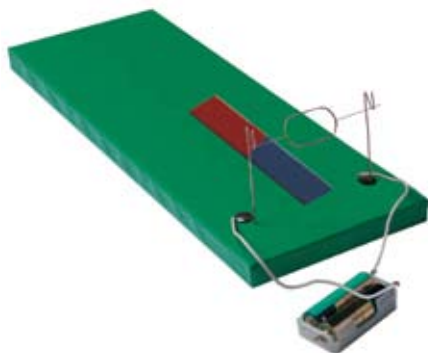


图16-2 小小电动机

3. 把线圈放在支架上, 磁铁放在线圈下。用手轻推一下线圈, 线圈就会不停地转下去。

交流与思考

为什么漆包线的一端只刮掉半圈呢?



学到了什么

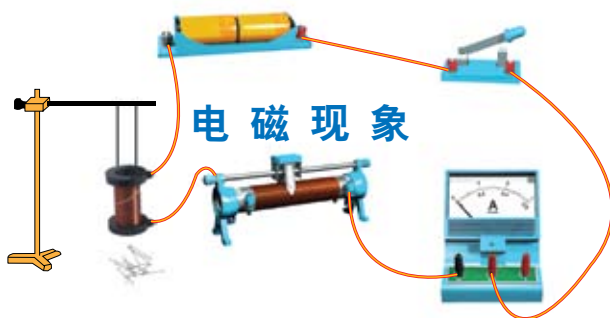
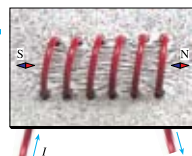


磁现象



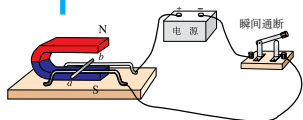
奥斯特

电生磁



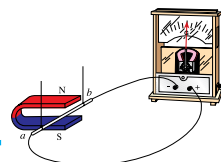
电磁现象

磁场对通电导线的作用



法拉第

磁生电



第十七章

电磁波 ●

从古至今，人类的活动离不开信息的收集、传递与使用。从烽火狼烟到驿站快马，从鸿雁传书到电报电话，从收音机到电视机，这些是信息传播手段、方式、内容的一次次革命。而这一切，离不开物理学研究的重大突破，也离不开科学技术的飞速发展。



第一节 电话 ●●●



想想议议

古代人、近代人、现代人各用什么方法传递信息？



图17-1-1 信息传递方式的演变

在我国古代，曾经流传着“顺风耳”的神话传说，反映了人们想要冲破空间的阻隔互通信息的美好向往。1876年，贝尔发明了电话（图17-1-2），人们的这一愿望得以实现。100多年来，电话技术有了很大的发展。现在，我们的生活已经离不开“现代顺风耳”——电话了。



图17-1-2 1892年，贝尔在纽约至芝加哥的电话线路开通仪式上



甲 话筒把声音信号变成变化的电流



乙 听筒把变化的电流变成声音

图17-1-3 电话

电流把信息传到远方

最简单的电话由话筒和听筒组成。人对着话筒说话，话筒把声音的振动转化成变化的电流；电流经过对方听筒，听筒又把它转化成振动，使人听到声音。振动→变化的电流→振动，这就是电话的基本原理。

老式电话机话筒（图17-1-4）中有一个装着碳粒的小盒子。当你对着话筒讲话时，由于声音的振动，膜片时紧时松地压迫碳粒，它们的电阻随之发生改变，流过碳粒的电流就会相应改变，于是形成了随声音变化的电流信号。

电话机听筒内有一个电磁铁，铁芯上绕着线圈，电磁铁可以吸引一块薄铁膜片。由于线圈中电流不断变化，电磁铁对膜片的作用也随之变化，使膜片振动，在空气中形成声波，这样就可以听到对方的讲话了。

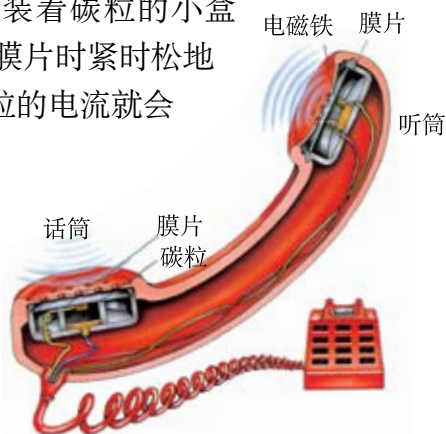


图17-1-4 老式电话机话筒和听筒



动圈式话筒与扬声器

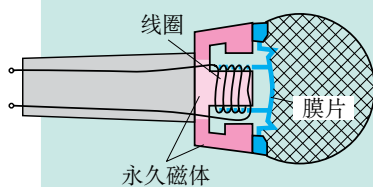


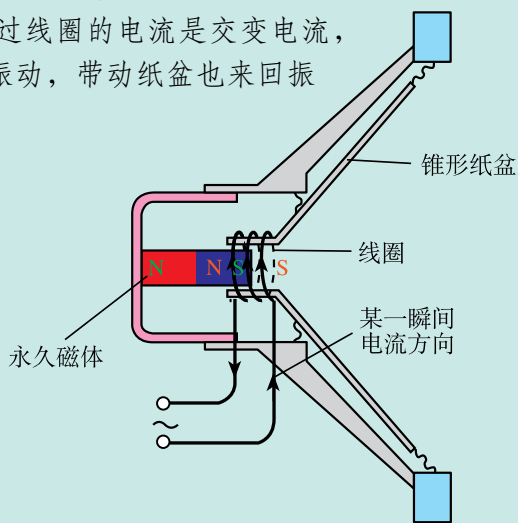
图17-1-5 动圈式话筒

现在，除了碳粒话筒外，还有其他许多种类的话筒，它们都能把声信号变成电信号，如动圈式话筒（图17-1-5），对着话筒说话时，声音使膜片振动，与膜片相连的线圈也一起振动，线圈在磁场中的运动能产生随着声音变化而变化的电流。

扬声器（图17-1-6甲）是把电信号转换成声信号的一种装置。图17-1-6乙是扬声器构造示意图，它主要由固定的永久磁体、线圈和锥形纸盆构成。由于通过线圈的电流是交变电流，它的方向不断变化，线圈就不断地来回振动，带动纸盆也来回振动，于是扬声器就发出了声音。



甲 外形结构



乙 构造示意图

图17-1-6 扬声器

电话交换机

电话刚问世的时候，一部电话机是通过一对电话线与另一部电话机相连的。一部电话机要与多少部电话机通话，就要有多少对电话线与外部相连。这样太浪费材料了。为了提高线路的利用率，人们发明了电话交换机。现在，除有特殊需要的极少数电话还要通过专线连接外，一般电话之间都是通过电话交换机来转接的。一个地区的电话都接到同一台交换机上，每部电话都编上号码。使用时，交换机把需要通话的两部电话接通，通话完毕再将线路断开。

如果在一台交换机与另一台交换机之间连接上若干对电话线，这样，两个不同交换机的用户也能互相通话了（图 17-1-7）。



图17-1-7 程控电话交换机和操作台



科学世界

模拟通信和数字通信

信号分模拟信号和数字信号两种。在话筒将声音转换成信号电流时，这种信号电流的频率、振幅变化的情况跟声音的频率、振幅变化的情况完全一样，“模仿”着声信号的“一举一动”。这种电流传递的信号叫做模拟信号，使用模拟信号的通信方式叫做模拟通信。

传递信息除了可以用模拟信号外，还可以用另外的方式。例如，用点“·”和横“—”的组合代表各种数字，一定的数字组合代表一个汉字；于是，一系列“·”和“—”组成的信号就可以代表一个完整的句子了。“电报”信号就是这样组成的（图17-1-8和图17-1-9）。像这样用不同符号的不同组合表示的信号，叫做数字信号，这种通信方式叫做数字通信。

1 · ----	A · -
2 · · ----	B - · · ·
3 · · · ---	C --- · ·
4 · · · · -	D - · ·
5 · · · · ·	
6 - · · · ·	
7 -- · · ·	
8 --- · ·	
9 ---- ·	
0 -----	

图17-1-8 莫尔斯电码

哈0761	骸7546	孩1326	海3189	氦8640
亥0075	害1364	骇7480	酣6799	憨2003
邯6725	韩7281	含0698	涵3211	寒1383
函0428	喊0815	罕4988	翰5060	撼2338
捍2194	旱2487	憾2013	悍1880	焊3549
汗3063	汉3352	夯1137	杭2635	航5300
				

图17-1-9 汉字电报码

实际上,不仅可以用“·”和“-”,还可以用长短不同的声音、长短不同的亮光,甚至可以用电压(或电流)的有无、磁体的两极或“0”“1”两个不同的数字等组成各种数字信号,用来传递丰富多彩的声音、图像等信息。

模拟信号在长距离传输和多次加工、放大的过程中,信号电流的波形会改变,表现为声音、图像的失真,严重时会使通信中断。

通常的数字信号只包含两种不同的状态,形式简单,抗干扰能力特别强。由于电子计算机是以数字形式工作的,数字信号可以很方便地用电子计算机加工处理,发挥电子计算机的优势。数字信号还可以通过不同的编码进行加密。



动手动脑学物理

1. 图17-1-10是老式电话机的原理图。碳粒话筒相当于一个变阻器,膜片振动把碳粒压紧和放松时,相当于图中膜片带动滑片左右移动,使滑动变阻器的电阻随之发生变化,引起电路中的电流发生相应的变化。听筒中有一个电磁铁,当线圈中的电流变化时,它对旁边铁质膜片的引力也随着改变,使膜片来回运动。因此,听筒中膜片往返运动的频率跟话筒膜片振动的频率相同,这样,从听筒中就听到了对方说话的声音。请具体分析:话筒膜片由静止到向左、向右运动时,听筒中原来静止的膜片会怎样运动?



图17-1-10 老式电话机的原理图

2. 现在常用的动圈式耳机,其构造跟图17-1-6中的扬声器相同,不过耳机的体积小很多。图17-1-5是动圈式话筒,其构造和动圈式耳机类似。因此,用两只动圈式耳机就可以制作一部最简单的电话:一只当话筒,另一只当听筒,两耳机之间用一对导线连起来。这样,对着一只耳机说话,在另一只耳机里就能听到说话声。这部电话是没有电池的,从能量转化的角度看,一只耳机处是磁生电,另一只耳机处是电生磁。请问:磁生电和电生磁的两只耳机中,哪只是话筒,哪只是听筒?

第二节 电磁波的产生与传播 ●●●



想想议议

打开收音机就能听到声音；手机与外界没有导线相连，却可以打电话；电脑可以实现无线上网。

这些信息是靠什么来传递的呢？

电磁波的产生



观察与实验

验证电磁波的存在

打开收音机的开关，旋至没有电台的位置，将音量开大。取一节干电池和一根导线，拿到收音机附近。先将导线的一端与电池的负极相连，再将导线的另一端与正极时断时续地接触（图17-2-1）。从收音机里能听到什么？



图17-2-1 时断时续的电流能够产生电磁波

木棍在水面上振动会产生水波，说话时声带的振动会在空气中形成声波。与水波、声波的产生相似，导线中电流的迅速变化会在空间产生电磁波。广播电台、电视台以及移动电话，靠复杂的电子线路来产生迅速变化的电流，从而产生电磁波。虽然电磁波看不见、摸不到，但它确实可以为我们传递各种信息。

电磁波的传播

在水波的传播中，凸起的最高处叫做波峰，凹下的最低处叫做波谷。邻近的两个波峰（或波谷）的距离，叫做**波长**（**wave length**）。在1 s内有多少次波峰或波谷通过，波的**频率**（**frequency**）就是多少（图17-2-2）。

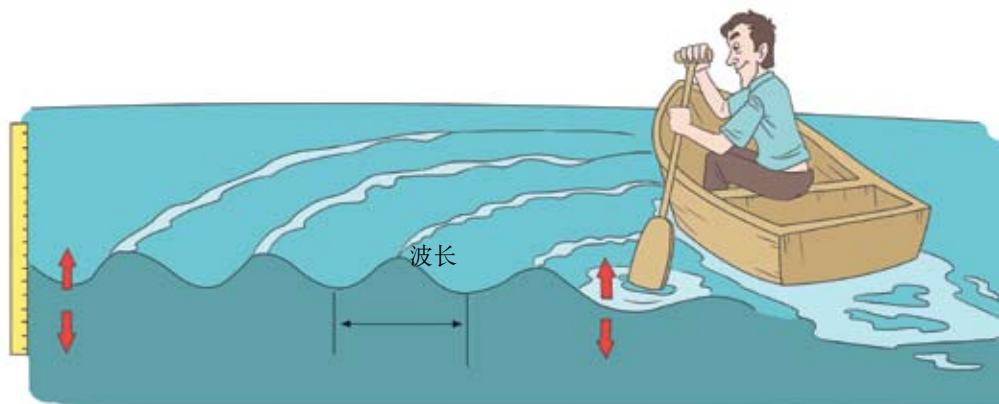


图17-2-2 单位时间里有多少次波峰或波谷通过，波的频率就是多少

水波不停地向远处传播。用来描述波传播快慢的物理量叫做**波速** (wave velocity)。跟水波类似，电磁波也有自己的频率、波长和波速。

声音的传播要靠固体、液体、气体等介质，电磁波的传播需要介质吗？



观察与实验

真空罩中的手机能收到信号吗

把手机放在真空罩中，并给这个手机打电话。手机能够收到信号吗？



图17-2-3 真空罩中的手机

由实验可以发现，放在真空罩中的手机可以接收到罩外传给它的电磁波，说明电磁波在真空中也可以传播。

月球上没有空气，声音无法传播。但是电磁波可以在真空中传播，所以宇航员在月球上可以用电磁波来通信。真空中电磁波的波速为 c 。 c 是物理学中一个十分重要的常量，目前公认的数值是 $c = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，在要求不是十分精确的计算中，可取 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

电磁波频率的单位也是赫兹。因为通常电磁波的频率都很高，所以常用的单位是**千赫** (kHz) 和**兆赫** (MHz)。

电磁波的应用

电磁波无处不在。根据电磁波的波谱，可将电磁波分为无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线等。

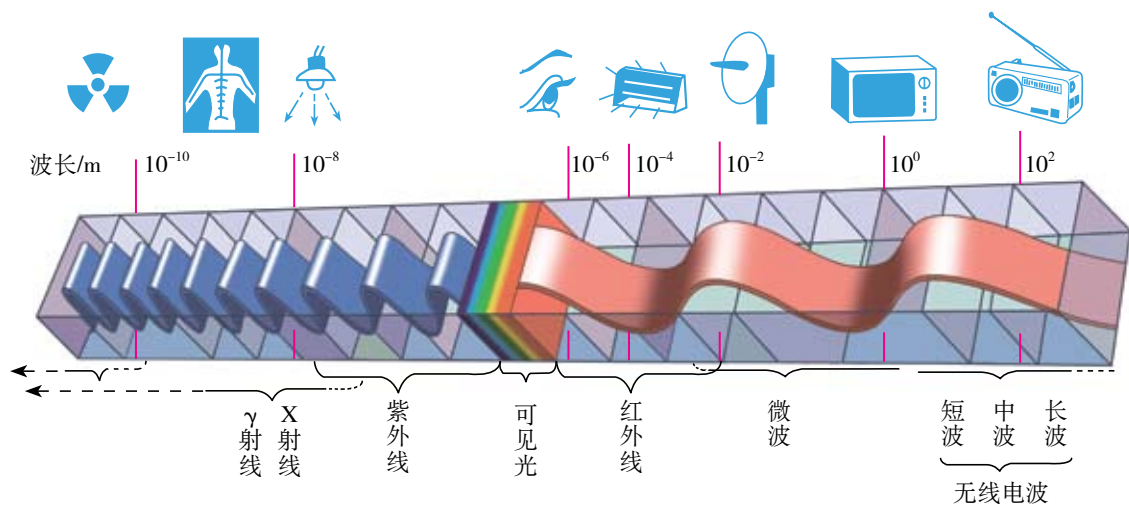


图17-2-4 电磁波家族



科学世界

微波炉

电磁波除了用于通信外，还有很多其他的应用。比如，我们生活中常常见到的微波炉，就是用电磁波来加热食品的。微波炉内有很强的电磁波，因为这种波的波长很短，所以叫做微波。食物的分子在微波的作用下剧烈振动，使得食物温度升高。微波可以深入食物内部，所以用微波炉做饭时食物的内部和外部几乎同时变熟，省时、省电。

食物中的水分子比其他分子更容易吸收微波的能量，所以含水量高的食物在微波炉中温度上升得更快。微波炉中不能使用金属容器，因为微波在金属中能产生强大的电流，会损坏微波炉。

微波同其他频率的电磁波一样，过量照射对人体有害。微波炉的外壳是金属壳，炉门的玻璃上有金属网，这样就能保证电磁波的泄漏不会超过允许值。

由于微波炉的电磁辐射较强，在微波炉工作时最好不要与其靠得太近，停止工作后过一两分钟再打开炉门。

你家里有微波炉吗？如果有，看一看它的说明书，向同学介绍它的容积、耗电量等数据。微波炉的加热温度和加热时间是由人工控制的还是程序控制的？

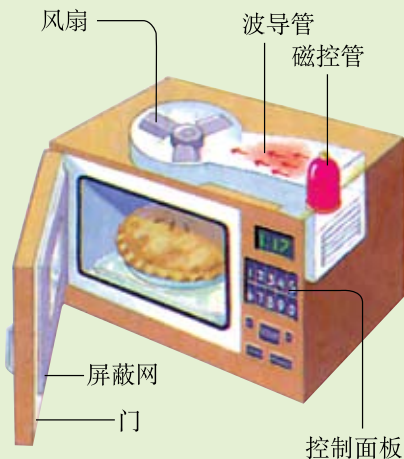


图17-2-5 微波炉



动手动脑学物理

1. 现在家中使用的电器很多,如电冰箱、洗衣机、微波炉、空调,还有收音机、电视机、手机等,你知道哪些会发出电磁波?有什么事实支持你的说法?

2. 收音机上的刻度板标明了它能接收电磁波的频率范围。广播电台靠迅速变化的电流来发射电磁波。请你读出图17-2-6所示收音机面板显示的该收音机能接收的最高频率,并说出线路中对应的电流方向每秒钟变化多少次。

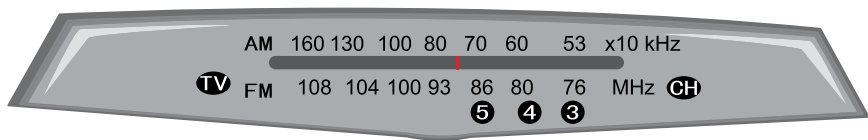


图17-2-6 收音机面板

第三节 无线电通信



想想议议

我们经常会听广播、看电视、打电话。这些声音和图像是怎样传过来的?

无线电广播信号的发射和接收

无线电广播信号的发射由广播电台完成。话筒把播音员的声音信号转换成电信号,然后用调制器把音频电信号加载到高频电磁波(载波)上,再通过天线发射到空中。

信号的接收由收音机完成。收音机都有天线。老式收音机的天线很长,而且要架在室外很高的地方,以获得更强的电信号;现代收音机有很好的信号放大能力,天线可以隐藏在机壳内。

收音机的天线能接收到各种各样的电磁波。转动收音机调谐器的旋钮,可以从中选出特定频率的信号。收音机内的电子电路把音频信号从特定频率的载波信号中取出来,进行放大,送到扬声器里。扬声器把音频电信号转换成声音,我们就能听到广播电台的节目了。

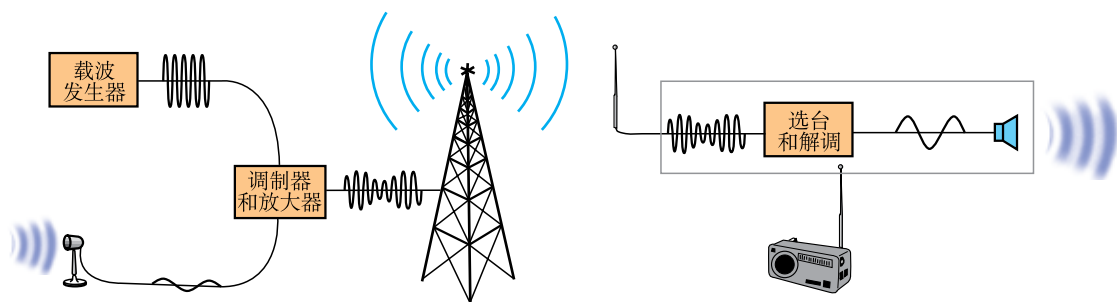


图17-3-1 无线电广播的工作过程

电视信号的发射和接收

电视用电磁波传递声音信号和图像信号。声音信号的产生、传播和接收跟无线电广播的工作过程相似。图像信号的工作过程是：摄像机把图像变成电信号，发射机把电信号加载到高频电磁波（载波）上，通过发射天线发射到空中。电视机的接收天线把这样的高频信号接收下来，通过电视机把图像信号取出并放大，由显像管把它还原成图像。



图17-3-2 录制节目



图17-3-3 电视节目制作台



图17-3-4 电视塔

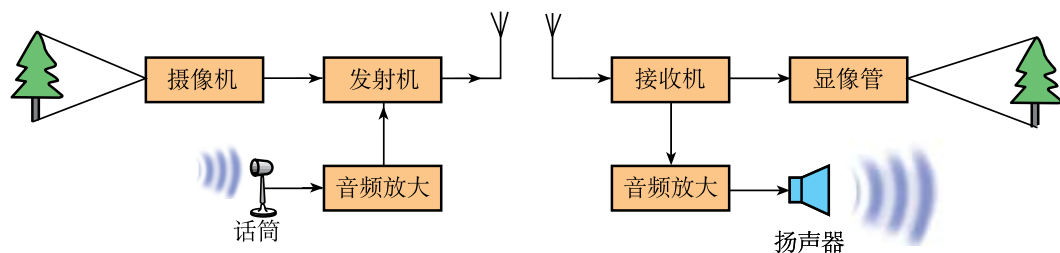


图17-3-5 电视的工作过程

移动电话

现在很多人都在使用移动电话（手机）。移动电话不需要电话线，比固定电话更方便。移动电话与固定电话的工作原理基本一样，只不过声音信息不是由导线中的电流来传递，而是由空间的电磁波来传递。移动电话机既是电信号发射台，又是电信号接收台：在你讲话的时候，它用电磁波把信息发射到空中；同时它又能在空中捕获电磁波，得到对方讲话的信息。移动电话可以使你很方便地跟他人通话，无论他就在附近，还是远在别的国家。

移动电话的体积很小，发射功率不大；它的天线也很简单，灵敏度不高。因此，它跟其他用户的通话要靠较大的固定无线电台转接。这种固定的无线电台叫做基地台，城市中高大建筑物上常常可以看到移动通信基地台的天线。

还有一种可以移动的电话，叫做无绳电话。无绳电话很像普通的电话机，只是主机和副机之间没有电话线相连。无绳电话的主机和副机上各有一个天线，它们通过无线电波来沟通。主机接在市话网上，相当于一个小型基地台；副机不能离主机太远，工作距离最大为几百米。



图17-3-6 移动电话的工作方式



图17-3-7 基地台的天线



图17-3-8 无绳电话



音频、视频、射频和频道

由声音变成的电信号，它的频率跟声音的频率相同，在几十赫到几千赫之间，叫做**音频**信号；由图像变成的电信号，它的频率在几赫到几兆赫之间，叫做**视频**信号。音频电流和视频电流在空间传播的能力都很差，需要把它们加载到具有更好的传播能力的电磁波上，才能在空中传播得更远。这种电流的频率更高，叫做**射频**电流。

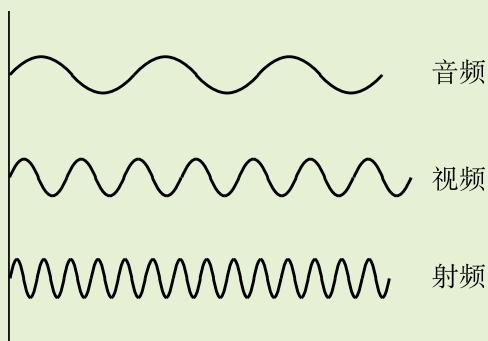


图17-3-9 音频、视频和射频的比较（示意）

观看DVD时不需要把信号发射到空中，可以直接把音频信号和视频信号输入电视机，这时就要分别把DVD机的音频、视频插孔与电视机上相应的插口用连接线连接起来。



图17-3-10 DVD后面的插孔有什么用途

我们常听说某电视台利用某频道进行广播，这里说的频道是什么意思？原来，不同的电视台使用不同的射频范围进行广播，以免互相干扰。这一个个不同的频率范围就叫做**频道**。

我国电视频道的划分

频道号	1	2	...	6	...	68
频率范围/MHz	48.5~56.5	56.5~64.5	...	167~175	...	950~958



数字卫星电视

数字卫星电视是利用地球同步卫星将数字编码压缩的电视信号传输到用户端的一种广播电视形式。数字卫星电视主要有两种方式：一种是将数字电视信号传送到有线电视台，再由有线电视台转换成模拟信号或数字信号传送到用户家中，这种形式已经普及应用多年。另一种方式是将数字电视信号直接传送到用户家中，即通常所说的数字卫星电视。数字卫星电视利用直播卫星传送信号，与各地面站的通信联系不受距离的限制，其技术性能和操作费用也不受距离远近的影响；在它的覆盖区内，可按实际需要提供线路，直接和各个地面站发生联系，传送信息。

我国正在运行的“中星”9号就是一颗直播卫星，它可以使信号直接到户，而不必再经过电视台的转送。它的运行可以有效解决广大偏远地区无法收看有线电视的问题。



动手动脑学物理

1. 小晶用收音机收听中央人民广播电台1 008 kHz频道播放的钢琴节目，某时刻，他听到演员弹奏频率为440 Hz的“6”音。

(1) 在该时刻，射频电流的频率是多少？音频电流的频率是多少？

(2) 此时收音机接收到空中的电磁波的频率是多少？

2. 张伟和刘浩都在山东工作，用的都是山东的手机号码。他们同时出差到上海，在上海他们用手机通话时，为什么通话费就高了很多？请从移动电话的工作方式方面进行回答。

第四节 现代通信 ●●●

作为载体的无线电波，频率越高，相同时间内传输的信息就越多。因此，几十年来，无线电通信、电视广播等所用的频率越来越高了，我们可以形象地说，“信息之路越来越宽了”。

微波通信

微波（**microwave**）的波长在 $1\text{ mm} \sim 1\text{ m}$ 之间，频率在 $(3 \times 10^5) \sim 300\text{ MHz}$ 之间。一条微波线路可以同时开通几千、几万路电话。微波的性质更接近光波，大致沿直线传播，不能沿地球表面绕射。因此，必须每隔 50 km 左右建设一个微波中继站，把上一站传来的信号处理后，再发射到下一站去。所以，信号传递的距离越远，需要的中继站越多。



图17-4-1 微波中继通信示意图

卫星通信

现在，人类可以用通信卫星做微波通信的中继站。通信卫星（图17-4-2）大多是相对地球“静止”的同步卫星，从地球上看来，它们好像悬挂在空中静止不动。它们就像太空微波中继站，将从一个地面站接收的电信号加以处理后，再发送到另一个或另几个地面站。地面站用碟形天线接收来自通信卫星的信号（图17-4-3）。现在，通过卫星电视，一个地方若出现突发事件，全世界的人们几乎可以立刻看到现场的画面。

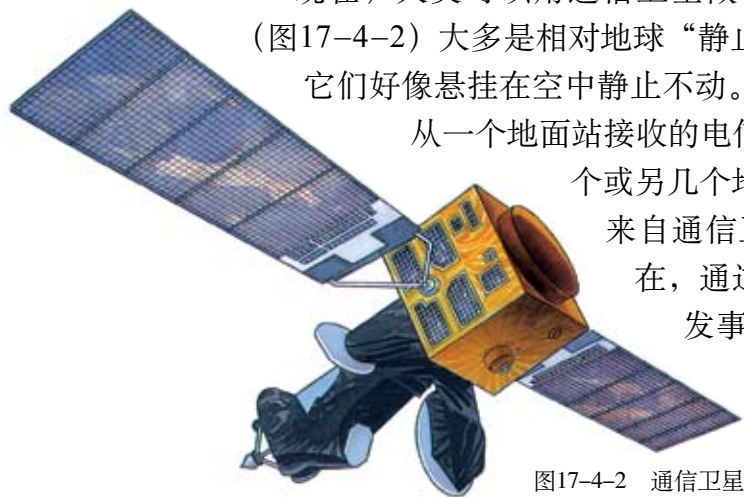


图17-4-2 通信卫星。板状的两翼是太阳能电池板，它把太阳能转化成电能，供卫星使用



图17-4-3 碟形天线用来接收来自卫星的信号



“北斗”卫星导航系统

“北斗”卫星导航系统（BDS）是中国自行研制开发的区域性有源三维卫星定位与通信系统，与美国的全球定位系统（GPS）、俄罗斯的“格洛纳斯”系统（GLONASS）、欧洲的“伽利略”系统（GALILEO）并称为世界四大卫星导航系统。可在全球范围内全天候、全天时地为各类用户提供高精度、高可靠性的定位、导航、授时服务，并兼具短报文通信能力。“北斗”卫星导航系统将在2020年形成全球覆盖能力。

光纤通信

我们已经知道，电磁波的传播速度等于光速。实际上，光也是一种电磁波，与微波相比，光的频率更高。如果用光来通信，这条“高速公路”要比短波、微波的“公路”宽出百万倍、千万倍。不过，普通的光源夹杂了许多不同波长（频率）的光，难以用普通光源携带信息。1960年，美国科学家梅曼制成了世界上第一台红宝石激光器，它能产生频率单一、方向高度集中的光——**激光（laser）**。1966年，华裔物理学家高锟提出用光纤通信的构想，这使得用光进行通信的梦想得以实现。

通信用的激光一般在特殊的管道——**光导纤维（optical fiber）**里传播。



观察与实验

光能沿着水流传播吗

把大塑料瓶用不透光的纸包上，瓶的侧壁开个小孔。塑料瓶内盛满水，水中放一个光源。当水从小孔流出时，你会看到光随着弯弯的水流照到地面，在地面形成一个光斑（图17-4-4）。

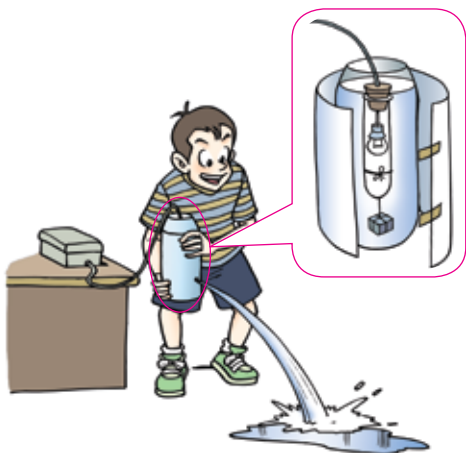
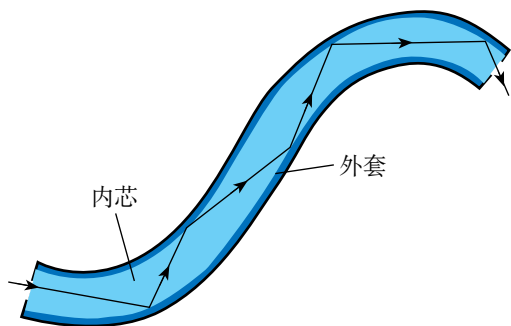


图17-4-4 光沿着水流传播

如图17-4-5乙所示，光从光导纤维的一端射入，在内壁上多次反射，从另一端射出，这样就把它携带的信息传到了远方。光导纤维是很细很细的玻璃丝，通常将数条光纤一起敷上保护层，制成光缆，用来传递电视、电话信号等多种信息。由于光的频率很高，可以传输大量信息。



甲 光导纤维



乙 光在光导纤维中的传播

图17-4-5 光导纤维

我国光缆通信的发展十分迅速，目前光缆可以通达所有地区（市、州），而且还与其他国家合作修建了跨越太平洋的海底光缆。光纤通信已经成为我国长途通信的骨干力量。

网络通信

计算机可以高速处理大量信息，把计算机联在一起，可以进行网络通信。目前使用最频繁的网络通信形式是电子邮件（e-mail）。

电子邮件像电话一样快，又像信件一样方便，在网络畅通的情况下，收件人可以随时打开电子邮箱，查看邮件。除了文字之外，我们也可以把照片、语音及其他信息变成数字文件，用电子邮件传送。

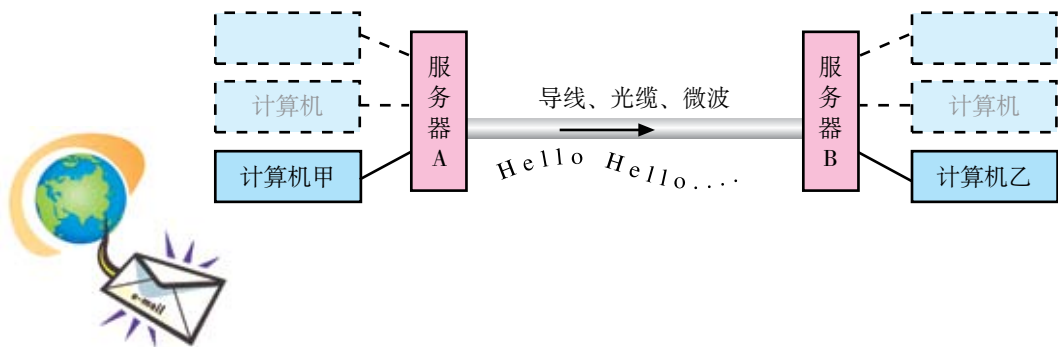


图17-4-6 电子邮件的传送方式

世界上凡是计算机集中的地方，如企业、机关、某些居民小区等，大都已经把自己的计算机联结构成局域网络。这些网络又互相连接，成为世界上最大的计算机网络，叫做因特网（Internet），这样就能做到信息资源的共享。除了收发电子邮件外，我们还可以从网上看新闻、查资料、看电影、聊天、购物等。

计算机之间的连接，除了使用金属导线外，还可以使用光缆、通信卫星等。随着通信技术的发展，各种通信手段传输信息的能力越来越强。

.....动手动脑学物理.....

1. 现在许多长途电话都是以地球同步卫星为中继站的。打这种长途电话时，会感到对方的反应有些延迟。造成这种延迟的原因之一是无线电波在射向卫星和从卫星返回地面时需要一定的时间。假设某同步卫星与地球的距离是36 000 km，请你估算延迟的时间。为什么打市内电话时没有这种延迟？

2. 现代人们的生活已经离不开信息的传递。我们在不知不觉中已把各种通信方式融入生活和工作之中。请想一想：自己生活中的哪些地方用到了微波通信、卫星通信、光纤通信和网络通信？



做中学

制作简单的收音机

器材

序号	器件名称	器件参数
1	高阻抗耳机	阻抗要高于 $800\ \Omega$ （也可用舌簧喇叭）
2	检波二极管	型号：2AP9或1N60
3	可变电容	小型聚乙烯塑料介质，容量 $20\sim 365\ \text{pF}$ ，也可以使用其他规格的 $365\ \text{pF}$ 单联或双联（用其中的一联）
4	滤波电容	$1\ 000\sim 2\ 200\ \text{pF}$ 均可
5	线圈	线圈在直径 $11\ \text{cm}$ 的PVC硬塑管上用直径为 $1.0\ \text{mm}$ 的漆包线平绕，本实验中选用现成线圈， L_1 绕13圈， L_2 绕70圈
6	天线	
7	地线	

各种器件外形如图17-1所示。



图17-1 器件外形

制作方法

电路如图17-2所示。

1. 找一块长 $20\ \text{cm}$ 、宽 $10\ \text{cm}$ 的小胶木板或硬纸板。按照图17-3所示打孔。

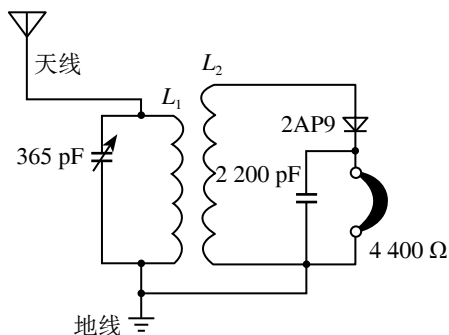


图17-2 电路图

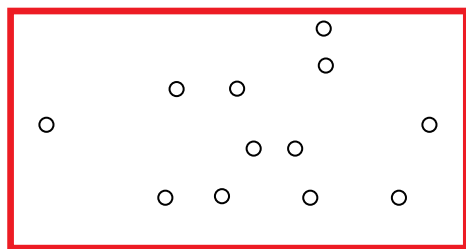


图17-3 面板打孔示意图

2. 将各器材按图17-4连接起来，接到电路板上。

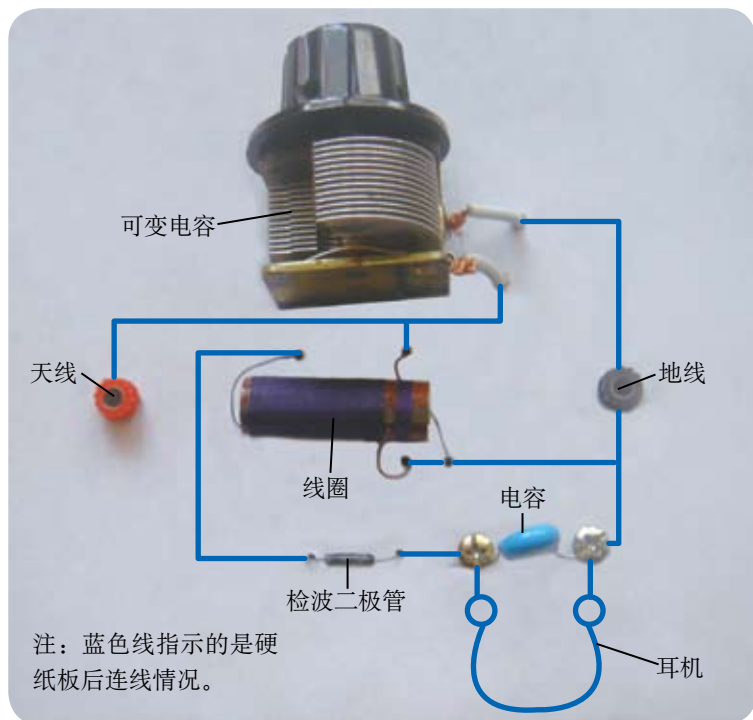


图17-4 实物连接示意图

3. 线圈的制作：天线尺寸和高度都不一样，天线等效电容也就各不相同，所以 L_1 绕多少圈、在多少圈处抽头，最好也要由实验决定。大体来讲，耳机的阻抗越高， L_2 的圈数就要越多，耳机的阻抗越低， L_2 的圈数就要越少，具体圈数可以由实验决定。

4. 天线：室外T形天线，水平部分高度5 m，长度10 m，从水平段的中部引入室内，等效电容170 pF。两端要绝缘，不能拴在正在供电的电线附近，可固定在瓷瓶（绝缘子）、塑料棒上，再用导线连接到接收机上。注意，不要接触墙面，以免信号接地影响接收。

5. 地线：在室内，可将地线插孔引出的导线连在铁质暖气管或自来水管上；在室外，可以先在地里插一段金属棒，再把地线插孔引出的导线连在上面。

接上天线、地线后，就可以在耳机中听到广播节目了，只不过各个广播信号甚至噪声混合在一起，听不太清楚。如果想区分开各个广播信号，同学们可上网或通过其他方式查找相关电路，进一步实验。

交流评估

你的收音机收到了哪些频道？你制作的过程中遇到了哪些困难？你是如何解决的？



学到了什么



产生与传播



特点



电磁波

有线通信



无线通信



The background of the entire page is a photograph of a winter scene. In the upper left, a bright sun with rays is shining in a clear blue sky. Below the sun, the landscape is covered in a thick layer of white snow. On the right side, there are several trees whose branches are heavily laden with white snow, creating a delicate, frosty appearance. The overall color palette is dominated by blues and whites, giving it a cold, serene feel.

第十八章

物态变化 ●

寒冷的冬天，地上的积雪、河面的冰层、树上的雾凇，在阳光下耀人眼目，带人们走进一个冰清玉洁的银色世界。

你可知道，雪、冰、雾凇还有天上的白云都是水的不同状态，它们之间还可以相互转化吗？

自然界中这样奇特的现象不胜枚举，让我们一起来探究吧！

第一节 温 度 ●●●

温度和我们的生活息息相关。物理学中用**温度**（**temperature**）表示物体的冷热程度，热的物体温度高，冷的物体温度低。



想想议议

人们有时凭感觉判断物体的冷热，这种感觉真的可靠吗？

如图18-1-1所示，先把左右手的各一根手指分别放入热水和冷水中，然后把这两根手指同时放入温水中。两根手指对“温水”的感觉相同吗？



图18-1-1 只凭感觉判断冷热可靠吗

温度的测量

要准确地判断温度的高低，就要用测量温度的工具——**温度计**（**thermometer**）进行测量。



观察与实验

自制温度计

在小瓶里装满带颜色的水，用橡皮塞塞住瓶口，穿过橡皮塞向瓶内插入一根细玻璃管，管内有一定量带颜色的水，如图18-1-2所示。

在细玻璃管中的水面处做出标记，将小瓶分别放入热水、冷水中，观察管中水柱的位置。

想一想，温度计是根据什么原理来判断温度高低的？为什么要用细管？怎样用自制温度计测量温度？



图18-1-2 自制温度计

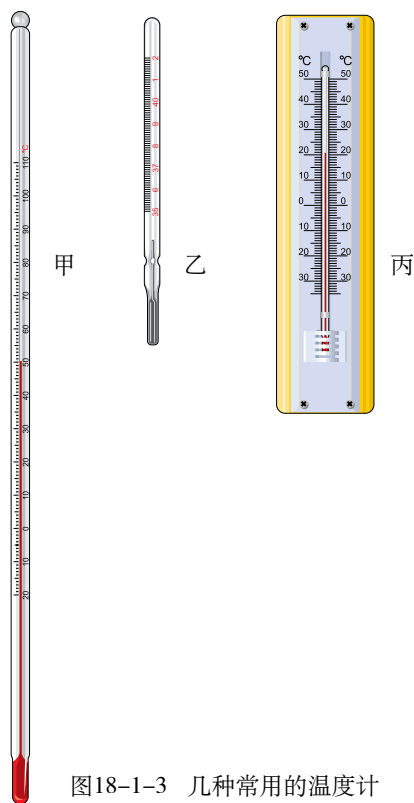


图18-1-3 几种常用的温度计

温度计上的符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示摄氏温度。在标准大气压下，冰水混合物的温度是0摄氏度，沸水的温度是100摄氏度，分别用 0°C 和 100°C 表示。 0°C 和 100°C 之间有100个等份，每个等份代表1摄氏度。例如，人的正常体温是 37°C 左右（口腔温度），读做“37摄氏度”；北京1月份的平均气温约是 -4.7°C ，读做“负4.7摄氏度”或“零下4.7摄氏度”。

家庭和实验室里常用的温度计，是根据液体热胀冷缩的规律制成的。温度计里面的液体有的是酒精，有的是水银，有的是煤油。图18-1-3是几种常用的温度计，其中甲为实验室用温度计，乙为体温计，丙为寒暑表。



图18-1-4 各种温度（在标准大气压下）



想想议议

1. 观察寒暑表、体温计和实验室用温度计，它们的量程和分度值各是多少？
2. 如果所测的温度过高或过低，超出了温度计所能测量的最高温度、最低温度，会出现什么后果？
3. 测量液体温度时，图18-1-5中哪些做法是正确的？错误的做法错在哪里？

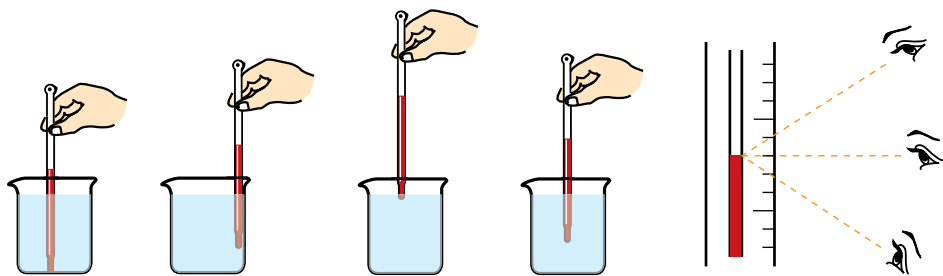


图18-1-5 使用温度计时常见的几种做法

4. 议一议：使用温度计需要注意哪些问题？

使用温度计时，首先要看清它的量程，然后要看清它的分度值。

使用温度计测量液体温度的正确方法如下：

1. 温度计的玻璃泡全部浸入被测的液体中，不要碰到容器底或容器壁。
2. 温度计玻璃泡浸入被测液体后要停留一会儿，待温度计的示数稳定后再读数。
3. 读数时温度计的玻璃泡要继续留在液体中，视线要与温度计中液柱的液面相平。

体温计

体温计用于测量人体温度。根据人体温度的变化情况，体温计的量程通常为 $35^{\circ}\text{C} \sim 42^{\circ}\text{C}$ 。

用体温计测量体温，读数时要把它从腋下或口腔中拿出来，这时它下面玻璃泡的温度会改变。为了使读数不变，仍能代表体温，体温计的玻璃泡和直玻璃管之间的管做得很细（图18-1-6）。测量体温时，玻璃泡内的水银随着温度升高发生膨胀，通过细管挤到直管；当

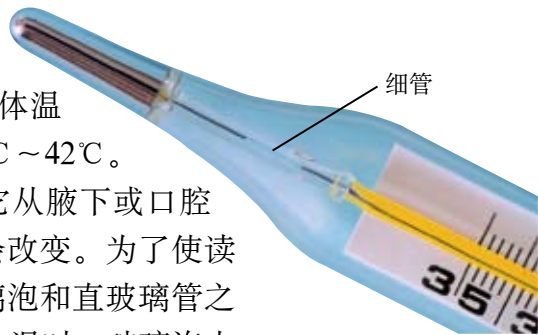


图18-1-6 体温计中的细管，水银柱在这里断开

体温计离开人体时，水银变冷收缩，细管内的水银断开，直管内的水银不能退回玻璃泡内，所以它指示的仍然是人体的温度。每次使用前，要拿着体温计把水银甩回玻璃泡内。



从体温计说起

我们看病的时候常常要检查体温。实际上，人体各部分的温度并不一样。医生检查病人的体温时，常选3个地方的温度：直肠温度正常时为 $36.9^{\circ}\text{C} \sim 37.9^{\circ}\text{C}$ ；口腔舌下温度正常时为 $36.7^{\circ}\text{C} \sim 37.7^{\circ}\text{C}$ ；腋窝的温度正常时为 $36.0^{\circ}\text{C} \sim 37.4^{\circ}\text{C}$ 。直肠温度最稳定，但腋窝温度测量起来最方便。

1858年，德国医生冯德利希首先通过体温诊断疾病：让病人用嘴含着水银温度计，他不时低头去看上面的温度。他不敢让病人把温度计拿出来，因为如果温度计离开口腔，一遇到冷空气，指示的温度就降下来了。后来，英国医生阿尔伯特想出了一个好办法：在温度计的水银管里造一处狭道。这样，体温计放在嘴里时，水银柱可以上升到实际体温的刻度，从嘴里取出体温计以后水银柱并不下落，而是在狭道那里断开，使狭道以上的部分始终保持体温读数。这样便诞生了专用的体温计。

随着电子技术的发展，20世纪70年代出现了电子体温计（图18-1-7），现在的电子体温计通过显示屏直接显示体温，有的可以精确到 0.01°C 。



图18-1-7 电子体温计

温度的测量看起来简单，实际上在很多场合需要一些技巧。体温计只是一例。炼铁时的温度高达 $1\,000^{\circ}\text{C}$ ，这时不能使用通常的温度计，因为玻璃会熔化。应该使用什么样的温度计呢？

1821年，人们发现：两根不同的金属线组成的闭合环路中，如果有一个接头被加热，环路中就会产生电流；两个接头的温度差越大，电流越大。此后，有人根据这个原理制造了热电偶温度计，能将它直接放入较高温度的炉里测温（图18-1-8）。



图18-1-8 热电偶温度计

辐射温度计能测量上千摄氏度甚至上万摄氏度的高温。它通过光学方法测定物体的辐射,进而得知那个物体的温度。

非接触红外线温度计又叫“测温枪”(图 18-1-9),只要把“枪口”对准待测物体,“枪尾”的显示屏里就会有数字直接显示那个物体的温度。这种奇妙的“手枪”可以测量零下几十摄氏度到上千甚至上万摄氏度范围内的温度!

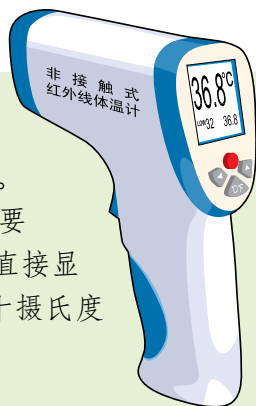


图18-1-9 一种测温枪



科学 技术 社会

地球的温室效应

太阳通过热辐射把能量输送到地面,温暖了地球,养育了万物。

地表受热后,会产生热辐射,向外传递热量。地球表面有一层大气层,大气中的二氧化碳等气体会阻挡这种向外的热辐射,因此地表的温度会维持在一个相对稳定的水平,这就是温室效应。适度的温室效应是维持地球上生命生存环境的必要保证。

工业革命以前,大气层中的大部分二氧化碳是自然产生的。然而,现代工业大量燃烧煤炭和石油,产生了更多的二氧化碳,再加上人类大量砍伐森林,削弱了植物因光合作用对二氧化碳的消耗,这些都加剧了地球的温室效应,这是近年来全球气候变暖的重要原因。

如果地球表面的温度过高,将会导致两极的冰雪融化,使得海平面上升,淹没城市,大片良田盐碱化。温度的升高还会影响全球气候,使得一些地区暴雨成灾,而另外一些地区干旱少雨,加速土地荒漠化。



图18-1-10 温室效应示意图

动手动脑学物理

1. 图18-1-11中温度计的读数各是多少?

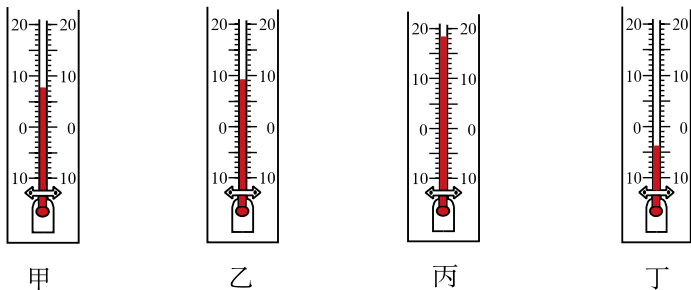


图18-1-11

2. 向烧杯中倒入适量热水, 用温度计测量水的温度, 每隔 2 min 记录一次, 将数据记录在表格中。以横轴为时间、纵轴为温度, 根据测得的数据, 分别在图 18-1-12 中描点, 并画出温度-时间图象。

时间/min	0	2	4	6	8	10	...
温度/°C							

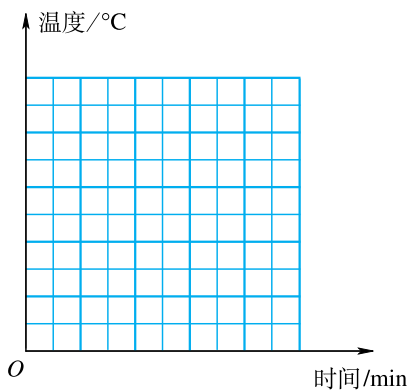


图18-1-12

第二节 熔化和凝固

观察与实验

观察蜡的状态变化

将蜡烛点燃, 观察烛焰周围蜡的状态发生了什么变化; 将蜡油滴在白纸上, 观察白纸上蜡油的状态发生了什么变化。

蜡的状态为什么会发生改变呢?



图18-2-1 观察蜡的状态变化

物态变化

夏天，从冰柜中拿出的冰，一会儿就变成了水，再过一段时间，又会变成看不见的水蒸气，消失得无影无踪。随着温度的变化，物质会在固、液、气三种状态之间变化。通常是固态的铝、铜、铁等金属，在温度很高时也会变成液态、气态；通常是气态的氧气、氮气、氢气等，在温度很低时也会变成液态甚至固态。**物质各种状态间的变化叫做物态变化。**

熔化 凝固

物质从固态变成液态的过程叫做**熔化**（melting），从液态变成固态的过程叫做**凝固**（solidification）。

结合生活中冰、蜡烛等物体熔化的过程，想一想：熔化需要什么条件？不同物质熔化时温度将会如何变化？



观察与实验

固体熔化时温度的变化规律

不同物质在从固态变为液态的过程中，温度的变化规律相同吗？

研究蜡和海波的熔化过程。参照图18-2-2组装器材。

将温度计插入试管后，待温度升至40℃左右时开始，每隔1 min记录一次温度；在海波或蜡完全熔化后再记录4~5次。

时间/min	0	1	2	3	4	5	...
海波的温度/℃							
蜡的温度/℃							

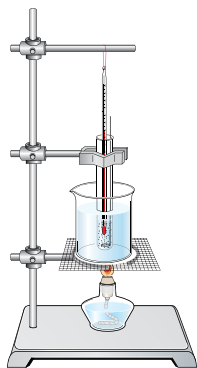


图18-2-2 观察熔化现象的实验装置

图18-2-3和图18-2-4所示方格纸上的纵轴表示温度，温度的数值已经标出；横轴表示时间，请你自已写上数值。根据表中各个时刻的温度值在方格纸上描点，然后将这些点用平滑曲线连接，便得到熔化时温度随时间变化的图象。

根据你对实验数据的整理和分析，总结海波和蜡在熔化前、熔化中和熔化后三个阶段温度变化的特点。

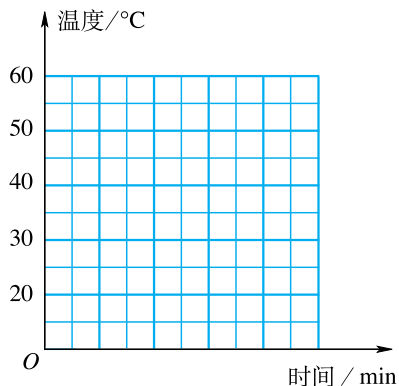


图18-2-3 记录海波熔化时温度变化的方格纸

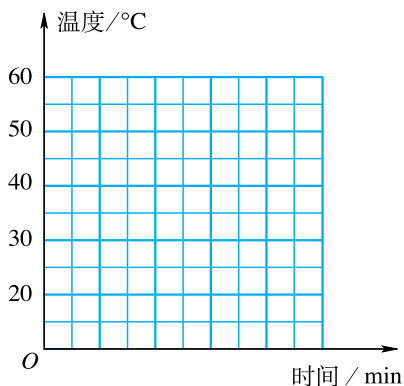


图18-2-4 记录蜡熔化时温度变化的方格纸

熔点和凝固点

有些固体在熔化过程中尽管不断吸热，温度却保持不变，如海波、冰、食盐、金刚石、水晶石、各种金属等，这类有确定熔化温度的固体叫做**晶体 (crystal)**。有些固体在熔化过程中，只要不断地吸热，温度就不断地上升，没有固定的熔化温度，如蜡、松香、玻璃、沥青等，这类固体叫做**非晶体 (noncrystal)**。晶体熔化时的温度叫做**熔点 (melting point)**。非晶体没有确定的熔点。

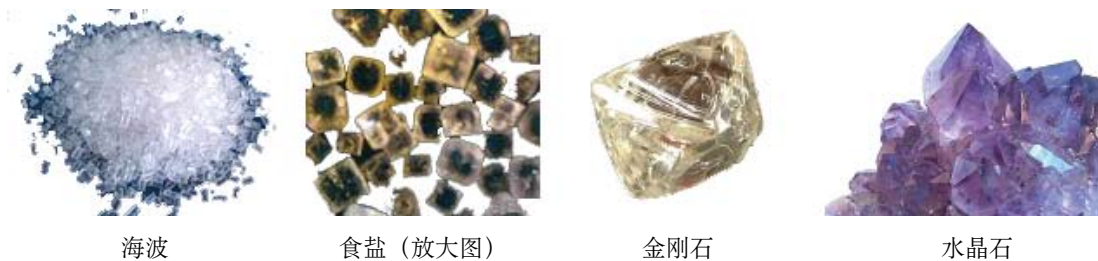


图18-2-5 几种晶体

晶体和非晶体熔化时温度随时间变化的曲线，分别如图 18-2-6 甲、乙所示。

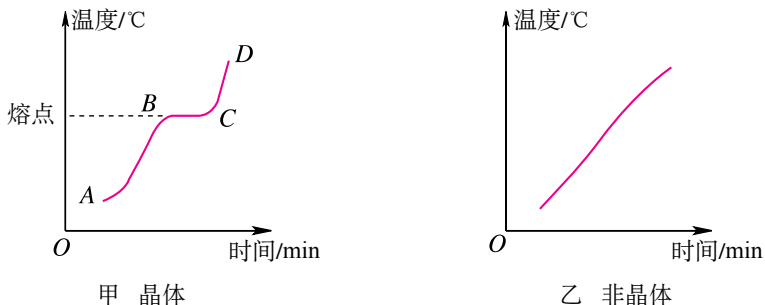


图18-2-6 物质熔化时温度随时间变化的曲线

晶体凝固时也有确定的温度(图 18-2-7 甲),这个温度叫做**凝固点**(**solidifying point**)。同一种物质的凝固点和它的熔点相同。非晶体没有确定的凝固点(图 18-2-7 乙)。

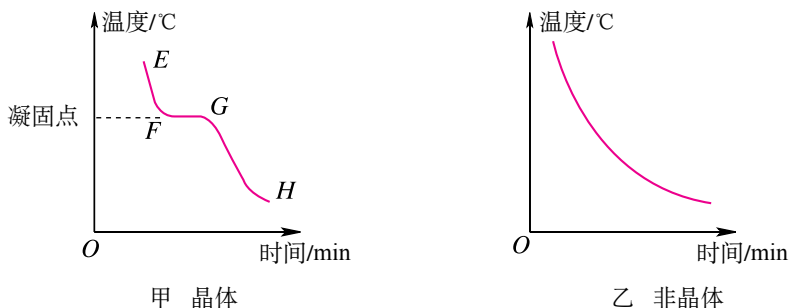


图18-2-7 物质凝固时温度随时间变化的曲线

小资料

部分物质的熔点/ $^{\circ}\text{C}$ (在标准大气压下)

钨	3 410	铝	660	固态水银	-39
铁	1 535	铅	328	固态甲苯	-95
钢	1 515	锡	232	固态酒精	-117
灰铸铁	1 177	萘	80.5	固态氮	-210
铜	1 083	海波	48	固态氧	-218
金	1 064	冰	0	固态氢	-259

想想议议

1. 在图18-2-7甲中, EF 、 FG 、 GH 各段分别表示温度怎样变化? 物质处于什么状态?
2. 黑龙江省最低气温曾经达到 $-52.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 这时还能使用水银温度计吗? 应该使用什么液体温度计?

熔化吸热 凝固放热

固体在熔化为液体的过程中,要吸热。熔化吸热时,晶体的温度保持不变,而非晶体的温度不断上升。反之,液体在凝固成固体的过程中,要放热。凝固放热时,晶体的温度保持不变,而非晶体的温度不断下降。

北方的冬天,为了防止蔬菜被冻坏,人们通常会在菜窖里放几桶水,这样可以利用水结冰时放出的热使窖内温度不会太低。



科学 技术 社会

影响熔点的因素

晶体的熔点并不是固定不变的,掺杂其他物质或改变外界的压强都会影响晶体的熔点。

在烧杯中的冰块上放些盐并搅拌,冰的熔点就会低于 0°C 。海水冬天结冰时的温度比河水低,就是因为海水中溶有盐。合金可以看成混有杂质的金属,所以合金的熔点比组成合金的每一种金属的熔点都低。例如,锡的熔点是 232°C ,铅的熔点是 327°C ,按一定比例组成的铅锡合金的熔点则只有 170°C ,而由铋(bi)、锡、铅、镉组成的合金的熔点可降低到 70°C ,常用来制作保险丝、焊丝等。

将两块冰用力挤压在一起,可以见到接触处的冰熔化成水,说明增大压强可以使冰的熔点降低。滑冰时,人体的重量集中在冰刀上,冰刀的刀刃面积很小,冰刀的刃对冰的压强就很大,冰的熔点随之降低,不到 0°C 就会熔化。因此,冰刀下的冰易熔化成水,这些水会对冰刀的运动起润滑作用,可以减小冰刀运动时的阻力。



图18-2-8 压强增大,冰的熔点降低



动手动脑学物理

1. 日常生活中有哪些利用熔化吸热、凝固放热的例子? 什么情况下熔化吸热、凝固放热会给我们带来不利影响? 应怎样避免?

2. 图18-2-9是某种物质熔化时温度随时间变化的图象。根据图象的什么特征可以判断这种物质是一种晶体? 它的熔点是多少? 从晶体开始熔化到所有晶体完全熔化,大约持续了多长时间?

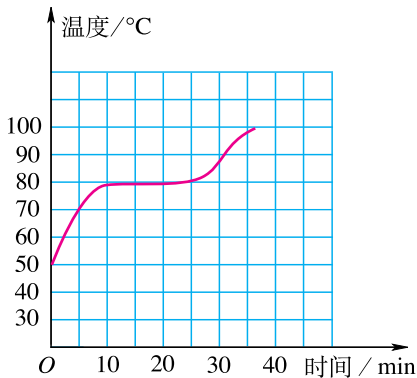


图18-2-9

第三节 汽化和液化 ●●●



观察与实验

观察水的汽化和液化

如图18-3-1所示，在大试管里装少量水，用酒精灯加热，观察水的变化。用一块玻璃板斜放在管口上方，观察玻璃板上有何现象发生。

议一议：在实验过程中，水的状态发生了怎样的变化？这种变化需要怎样的条件呢？

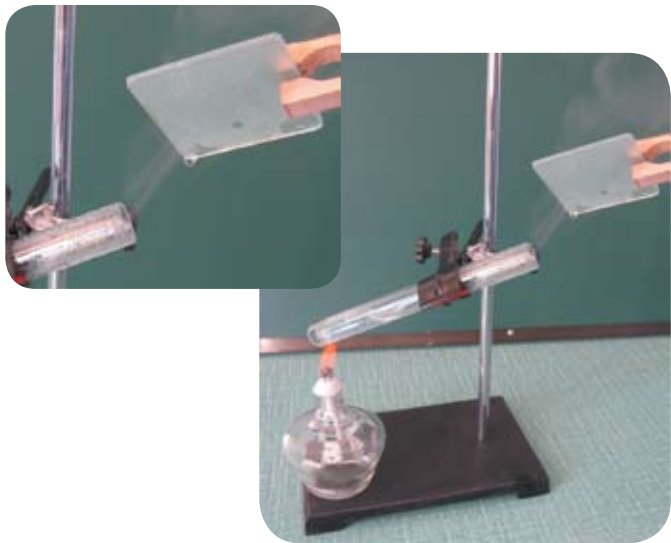


图18-3-1 汽化和液化实验

物质从液态变为气态的过程叫做**汽化**（**vaporization**），从气态变为液态的过程叫做**液化**（**liquefaction**）。

蒸发

晒在太阳下的湿衣服过一段时间就干了，衣服上的水哪儿去了呢？

物理学上，把**只在液体表面发生的汽化现象叫做蒸发**（**evaporation**）。



观察与实验

观察酒精的蒸发

1. 把酒精擦在手背上，观察酒精的变化。手背有什么感觉？
2. 把酒精反复涂在温度计的玻璃泡上，用扇子扇，温度计读数有什么变化？如果温度计上不涂酒精，用扇子扇，温度计读数会变化吗？

蒸发在任何温度下都能发生。液体在蒸发时需要吸热。



想想议议

如图18-3-2所示,人游泳后刚从水中出来时,会感觉特别冷;天热时,狗常把舌头伸出来。这是为什么呢?

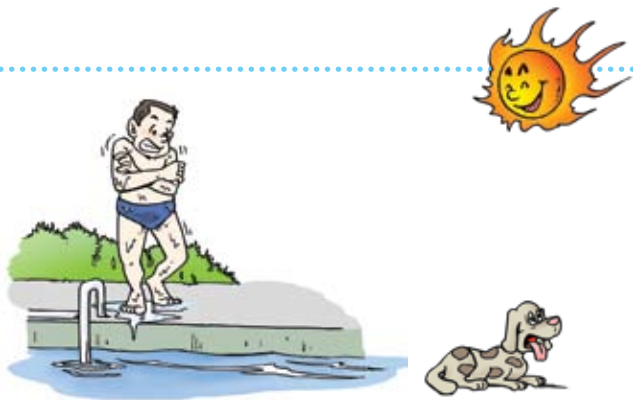


图18-3-2 你能解释这些现象吗



观察与实验

影响蒸发快慢的因素

用滴管在两块玻璃片上各滴一滴酒精,分别观察下列情况下酒精蒸发的快慢。

1. 将其中一块玻璃片放到酒精灯上加热,另一块玻璃片不加热。
2. 将其中一块玻璃片上的酒精摊开,另一块玻璃片上的酒精保持原状。
3. 向其中一块玻璃片上的酒精扇风,另一块玻璃片放在不通风处。

实验表明:液体温度越高、表面积越大、表面空气流动越快,液体蒸发就越快。将湿衣服展开,放在太阳底下的通风处晾晒,衣服干得更快些,就是这个道理。

沸腾

沸腾 (boiling) 是液体内部和表面同时发生的剧烈汽化现象。

你观察过沸腾的水吗? 水在沸腾时有什么特征?

水沸腾后如果继续加热,温度会如何变化?



观察与实验

探究水沸腾时温度变化的特点

按照图18-3-3组装实验器材,进行实验。

1. 用酒精灯给烧杯加热,观察水发生的变化(水的温度、水发出的声音、水中的气泡……)。
2. 当水温升到 $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,每隔 1 min 记录 1 次温度,同时注意观察水中发生的变化,直到水沸腾 3 min 后停止读数。

3. 停止加热，观察水是否继续沸腾。

按上述计划进行，将所得数据记录在表格中。

时间/min	0	1	2	3	4	5	...
温度/℃							

仿照晶体的熔化曲线，在图18-3-4上画出水沸腾时温度和时间的关系曲线。

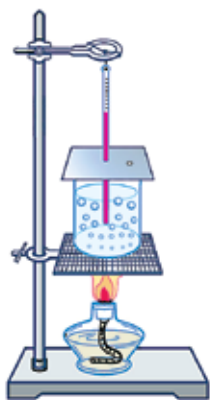


图18-3-3 观察水沸腾实验装置

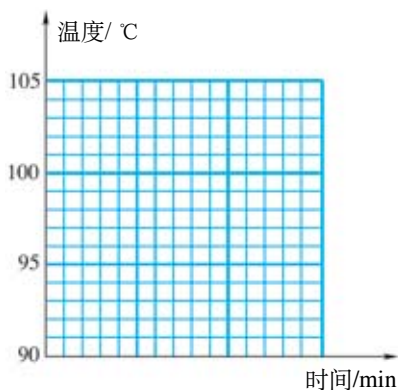


图18-3-4 记录水沸腾时温度随时间变化的方格纸

依照前面对熔化过程的探究，同学之间相互交流，思考可从这个实验中得出什么结论。

水的沸腾是一种剧烈的汽化现象。水沸腾时，大量气泡上升、变大，到水面破裂，里面的水蒸气散发到空气中。在沸腾的过程中，虽然水继续吸热，不断地变成水蒸气，但温度保持不变。

各种液体沸腾时都有确定的温度，这个温度叫做**沸点**（boiling point）。不同液体的沸点不同。



小资料



部分液体的沸点/℃（在标准大气压下）

液态铁	2 750	甲苯	111	液态氧	-183
液态铅	1 740	水	100	液态氮	-196
水银	357	酒精	78	液态氢	-253
亚麻仁油	287	液态氨	-33.4	液态氦	-268.9



高压锅

世界上第一只高压锅是由法国物理学家、数学家帕平在1681年发明的。这只高压锅做得十分坚固，锅盖是铁制的，分量很重，紧紧地盖在锅上。锅的外围罩了一层金属网，以防意外爆炸。锅本身有两层，中央摆有内锅，要煮的食物就放在内锅里。加热以后，水蒸气跑不出来，锅内气压升高，水的沸点也相应升高，食物就熟得快了。帕平在访问英国的时候，曾用他的高压锅进行了一场表演。据在场的人记载，在帕平的高压锅里，就是坚硬的骨头也变得像乳酪一样松软。图18-3-5给出了一种高压锅的结构。

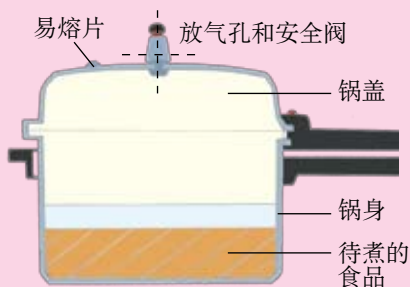


图18-3-5 高压锅的结构

液化

北方的冬天，在户外运动的人不断呼出“白气”，这是呼出的水蒸气遇到冷空气凝结成的小水滴；戴眼镜的人从寒冷的室外进入温暖的室内，镜片会蒙上一层小水珠，这是室内空气中的水蒸气遇到冷镜片凝结成的。

不仅水蒸气能液化成水，其他气体也能液化。



图18-3-6 浴室的镜子变模糊了



图18-3-7 压缩乙醚使其液化

实验表明，所有气体在温度降到足够低时都可以液化。在一定温度下，压缩体积也可以使气体液化。液化石油气就是在常温下采用压缩体积的办法液化后储存在钢罐里的。

液体汽化时要吸热。与此相反，气体液化时要放热。烧水、做饭的时候，水蒸气造成的烫伤往往比开水造成的烫伤更严重，就是因为水蒸气液化时要放出大量的热。



电冰箱与臭氧层

早期电冰箱利用一种叫氟利昂的物质作为热的“搬运工”，把冰箱里的“热”“搬运”到冰箱的外面。氟利昂是一种既容易汽化又容易液化的物质，汽化时它吸热，液化时它放热。图 18-3-8 表示的是电冰箱的构造和原理。液态的氟利昂经过很细的毛细管进入冰箱内冷冻室的管子中，在这里汽化、吸热，使冰箱内温度降低。之后，生成的蒸气又被电动压缩机压入冷凝器，在这里液化并把从冰箱内带来的热通过冰箱壁上的管子放出。氟利昂这样循环流动，冰箱冷冻室里就可以保持相当低的温度。

太阳辐射的过量紫外线对于地球上的生命是有害的。在距地面 20~50 km 的高层大气中有一种叫臭氧的物质，它具有吸收紫外线的功能，这是地球上的生物得以生存和进化的重要条件。传统的冰箱制冷剂多使用氯氟烃类的氟利昂，如 R12 等，当电冰箱损坏后，这种氟利昂扩散到大气中，会破坏臭氧层，对地球的生态环境构成威胁。

为了保护人类生存的环境，1987 年在世界范围内签署了限制生产和使用这类物质的《蒙特利尔议定书》。我国在 1991 年签署了《蒙特利尔议定书》，目前，我国主要使用对臭氧层破坏较小的 R134a、R600a 等新型物质作为冰箱的制冷剂。

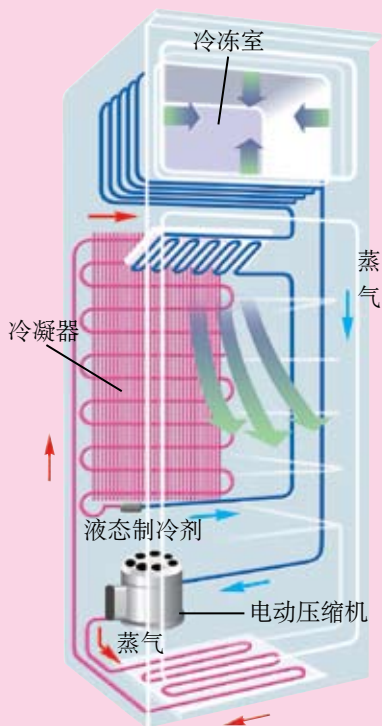


图 18-3-8 电冰箱的构造示意



动手动脑学物理

1. 根据蒸发吸热的原理，设计一个保存食物的方法或装置。
2. 一块金属在冰箱中被冷冻后，取出放一会儿，有时会发现金属表面变湿了。如果马上用干毛巾擦，能擦干吗？为什么？

3. 比较蒸发和沸腾的异同点：

比较内容		蒸发	沸腾
相同点			
不同点	发生部位		
	剧烈程度		
	温度条件		

4. 吐鲁番是全国有名的“火炉”，常年高温少雨，水贵如油。当地多使用坎儿井进行灌溉，大大减少了输水过程中水的蒸发和渗漏。坎儿井由明渠、暗渠和竖井组成（图 18-3-9）。暗渠即地下水道，是坎儿井的主体，宽约 1.2 m。竖井的深度因地势和地下水位高低不同而有深有浅，一般是越靠近源头竖井就越深，最深的竖井可达 90 m，井内的水在夏季比外界低 5℃～10℃。请你分析一下坎儿井是如何减少水分的蒸发的。

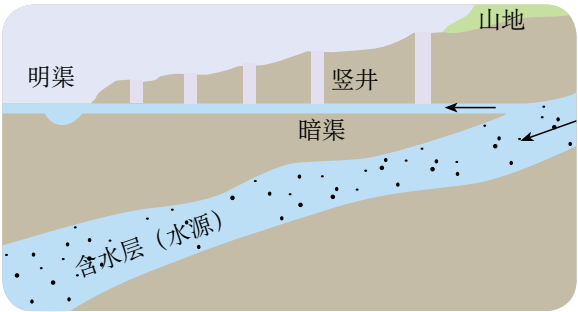


图18-3-9 坎儿井结构示意图

第四节 升华和凝华

想想议议

在剧场里，随着音乐响起，舞台上出现了云雾缭绕的景象（图18-4-1），将观众带入了一个亦真亦幻的境界……

你知道这些雾是怎么产生的吗？



图18-4-1 舞台云雾

冰块吸热后融化成水，再继续吸热就变成水蒸气，这是生活中常见的现象。物质吸热后能不能从固态直接变为气态呢？反过来，气态能不能直接变为固态呢？



观察与实验

观察碘的升华

如图18-4-2所示，在大烧杯中放少量碘，烧杯口放一只装有冷水的烧瓶，用酒精灯给烧杯加热。仔细观察，碘的状态发生了怎样的变化？整个过程中有没有出现液态的碘？



图18-4-2 碘的升华

物质从固态直接变成气态叫做**升华**（**sublimation**）；从气态直接变成固态叫做**凝华**（**deposition**）。

生活中可以见到许多升华和凝华的例子（图18-4-3）。



冬天冰冻的衣服也能干



冬天窗玻璃上美丽的冰花



冬天草叶上的霜



烧坏的日光灯管变黑

图18-4-3 生活中的升华和凝华现象

像熔化和汽化一样，升华需要吸热；像凝固和液化一样，凝华也会放热。人们常将升华过程需要吸热的特点应用于生产、生活中。例如，人们常用干冰（固态二氧化碳）作为制冷剂，冷藏保鲜食物；在舞台上撒干冰，由于干冰升华吸热，使空气的温度降低，空气中的水蒸气遇冷液化，便形成了雾。



水循环

水是人类环境的重要组成部分。通过水的三态变化，地球上的水在不停地循环。

海洋、湖泊、河流、土壤和植物中的水蒸发后，在高空遇到冷空气，液化成小水滴或凝华为小冰晶。大量的小水滴或小冰晶集中悬浮在高层空气中，就形成了云；云中的小水滴聚集后就会凝结成大水滴，降落下来就成为雨；如果高空中有冷空气团存在，小水滴会凝固成小冰珠，最后有可能形成冰雹降落到地面；在夜间，如果空气中含有的水蒸气较多，气温足够低时，空气中的水蒸气会液化，在空中形成很多小水滴，这就是雾；初秋季节，空气比较湿润，夜间温度下降，地面附近空气中的水蒸气在植物枝叶表面液化成小水滴，这就是露；到深秋和初冬季节，晚上气温可降到 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，这时空气中的水蒸气在地面或植物的茎叶上放热凝华成小冰晶，这就是霜；冬天，水蒸气在寒冷的高空急剧降温，凝华成微小的冰晶，这些小冰晶聚集起来就变成雪花飘落大地。

一部分雨、雪、冰雹、露、雾和霜吸热后发生汽化或升华，成为水蒸气，另一部分以液态形式汇入河流、湖泊、海洋，或者被土壤和植物吸收，然后经过蒸发重新散发到空气中。这样，水在自然界中就完成了一个循环过程。

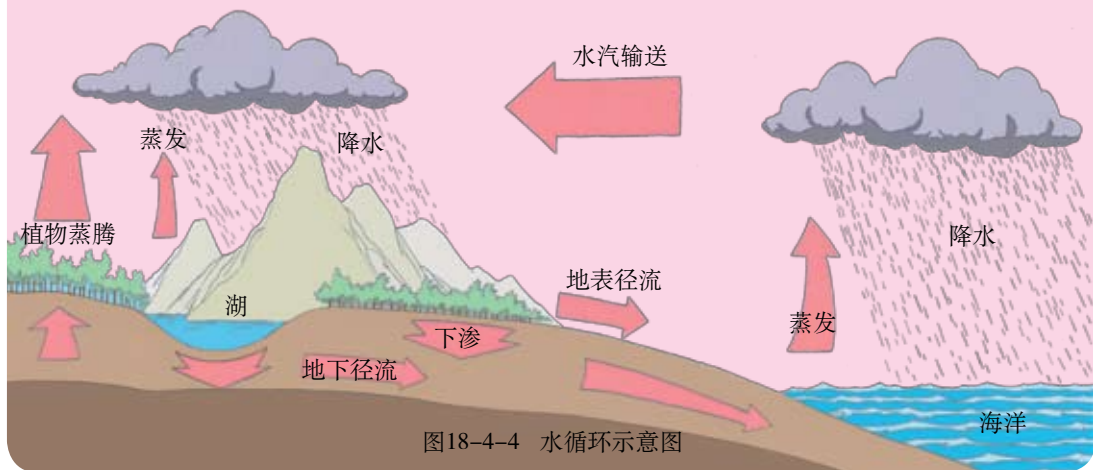


图18-4-4 水循环示意图

地球表面的 70% 以上是海洋，虽然地球大部分被水覆盖，但淡水在地球总水量中所占比例不足 3%，其中存在于河流、湖泊和沼泽中易为人类利用的淡水仅占总水量的 0.3%。随着世界人口的迅猛增加、人类的过度开采和严重浪费、工业污染等，淡水资源越来越短缺。由于缺水，一些国家江河干涸，农作物枯萎，牲畜断水，出现了严重的水危机。我国是严重缺水的国家，水资源人均占有量只有世界平均值的 25%，是世界上人均水资源最贫乏的国家之一。全国有一半城市存在不同程度的缺水状况，有些城市由于过度开采地下水，造成地下水位下降，甚至地面沉降。

为了提高公众对开发和保护水资源的认识，1993 年 1 月 18 日，第 47 届联合国大会通过了 193 号决议，决定自 1993 年起，将每年的 3 月 22 日定为世界水日。

面对严峻的缺水、水污染问题，我们应该积极行动起来，从珍惜每一滴水做起，采取防治水污染、植树造林等多项措施，合理利用和保护水资源。



动手动脑学物理

1. 农谚说：“霜前冷，雪后寒。”你认为这一说法有道理吗？为什么？
2. 冻肉出冷库后比进冷库时重，这是为什么？
3. 同学们相互交流，总结云、雨、露、雾、雪、霜、冰雹的成因。



做中学

当地水资源调查

分组调查学校或家庭周围水资源的分布、污染或利用状况，并对水污染的防治、水资源的合理利用或节约用水提出自己的见解。

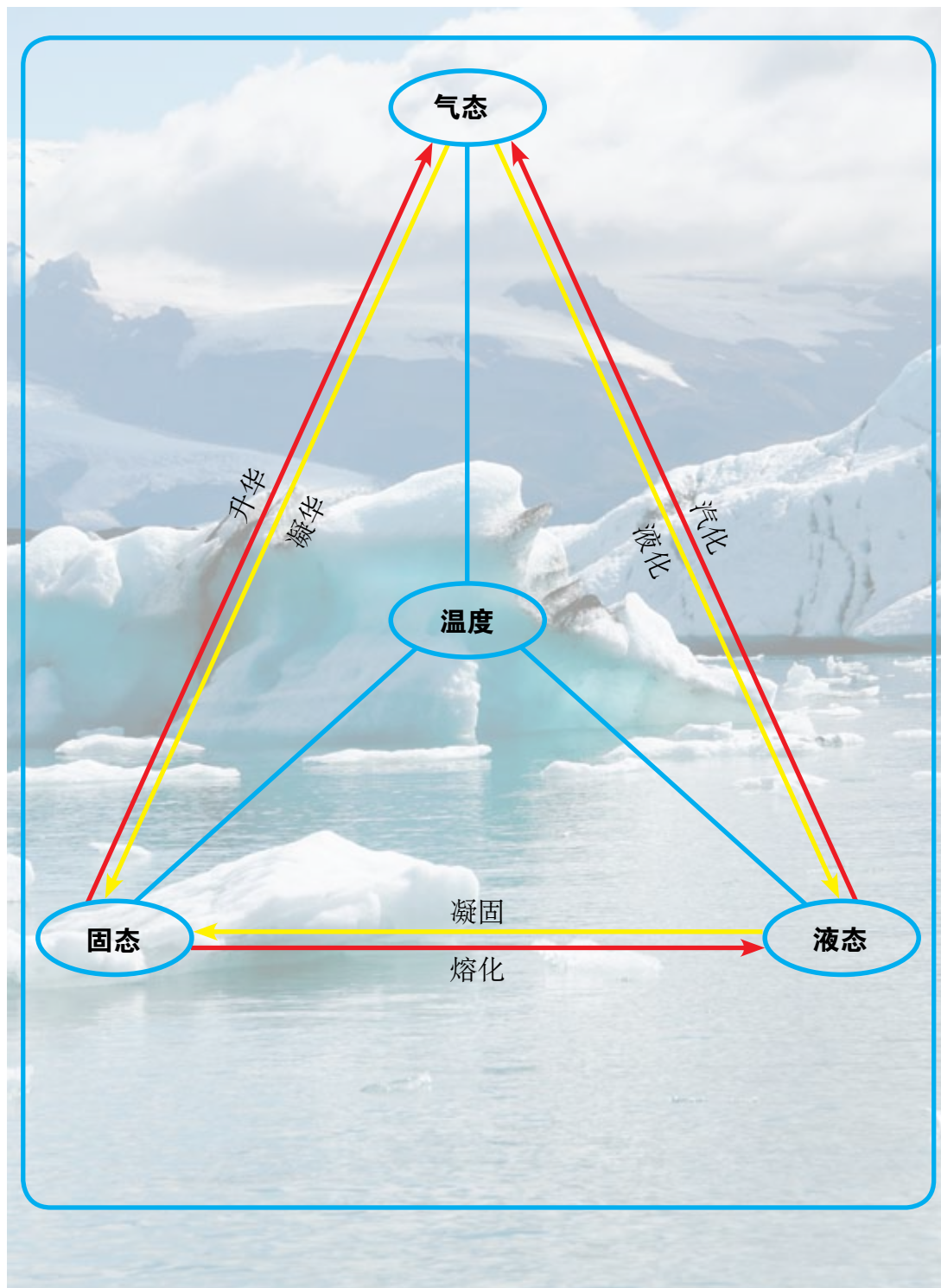
本地水资源调查表

小组名称	××水库（家庭用水、农田灌溉方式……）调查小组
组 长	
组 员	
调查地点	
调查时间	
调查项目	××水库水质情况（一家人一天的用水量、本地农田灌溉的主要方式……）
调查方法	实地考察、查资料、实验等
调查结果	一、实地调查情况 我们发现：××水库的水（是/否）清澈，（有/无）异味，（有/无）漂浮物…… 二、资料分析情况 通过查资料（或访问），我们知道：××水库现有容量××万立方米，每年平均用于农业的水量约××万立方米，城市供水量约××万立方米；（有/无）排入水库中的污染源…… 三、调查结论 通过调查，我们得出结论：××水库的水质基本是良好的，为了更好地保护和利用××水库，我们还应该……

温馨提示：调查本地水资源的分布等情况时，一定要注意安全，应在家长或老师的指导下进行。



学到了什么

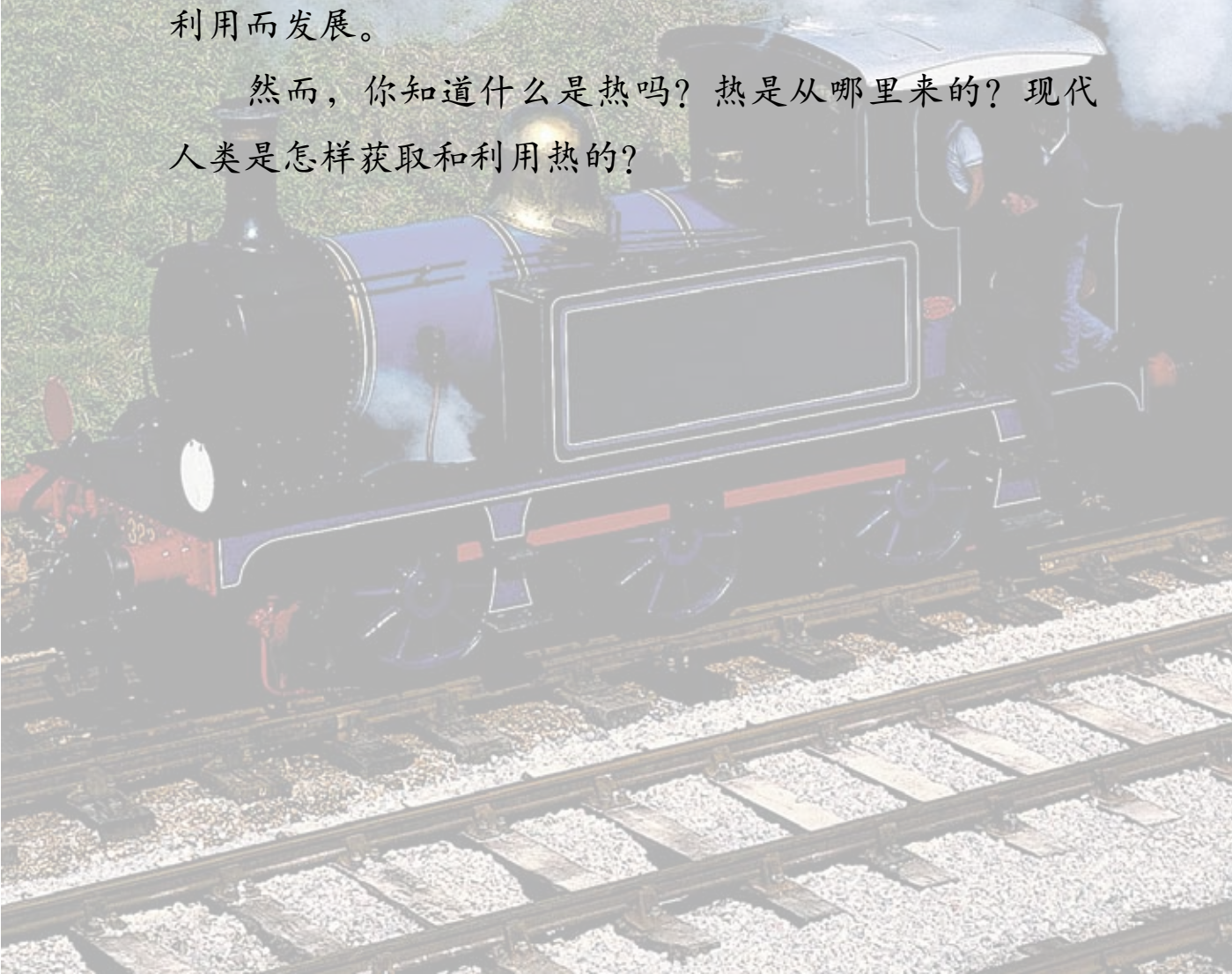


第十九章

热和能

从远古时代开始，热的获取和利用就成了人类社会生活的重要内容。钻木取火，是人类利用自然力的开始；古老的蒸汽机车的第一声长鸣，标志着人类获得了巨大的动力，迈进了工业化的时代；现代火箭的发明和使用，实现了人类遨游太空的梦想，揭开了人类探索未知的新篇章……可以说，人类的文明随着对热的获取、利用而发展。

然而，你知道什么是热吗？热是从哪里来的？现代人类是怎样获取和利用热的？



第一节 物质的分子构成 ●●●

大宇宙 小粒子

自古以来，人们就对宇宙充满了遐想。历史上，存在着“地心说”和“日心说”之争。随着科学技术的进步，人们对宇宙的认识也在不断改变和加深。现在我们知道，我们的宇宙中拥有上千亿个星系，银河系只是这上千亿个星系中的一个。银河系异常巨大，一束光线穿越银河系需要10万年的时间。太阳只不过是银河系中几千亿颗恒星中的一员。太阳周围有水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星等行星绕它运行。地球在距离太阳比较近的第三条轨道上。此外，还有若干其他天体绕太阳转动。

目前，人类观测到的最远的天体距离我们约130亿光年。也就是说，如果有一束光以 3×10^8 m/s的速度从这个天体发出，那么要经过约130亿年才能到达地球。

早在19世纪，科学家已经确认：宇宙是由物质组成的，原子是构成物质的基本微粒，分子是由原子构成的。有的分子由多个原子构成（图19-1-2），有的分子只由一个原子构成。

20世纪初，科学家发现，原子的结构与太阳系有些相似。原子的中心是原子核，在原子核周围，有一定数目的电子在核外运动。原子非常小，人类用肉眼可以看见的最小的灰尘中也包含了约 10^{15} 个原子！

后来，科学家进一步研究发现，原子核是由更小的粒子——质子和中子构成的，而质子和中子也还有更精细的结构。人们对微观世界的认识，正随着科技的发展而不断深入。



图19-1-1 广阔的宇宙有数十亿个星系

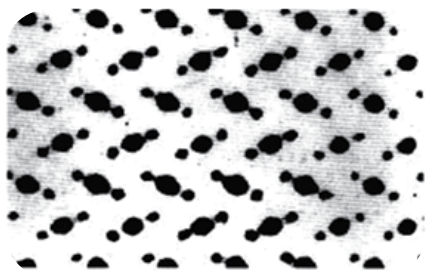
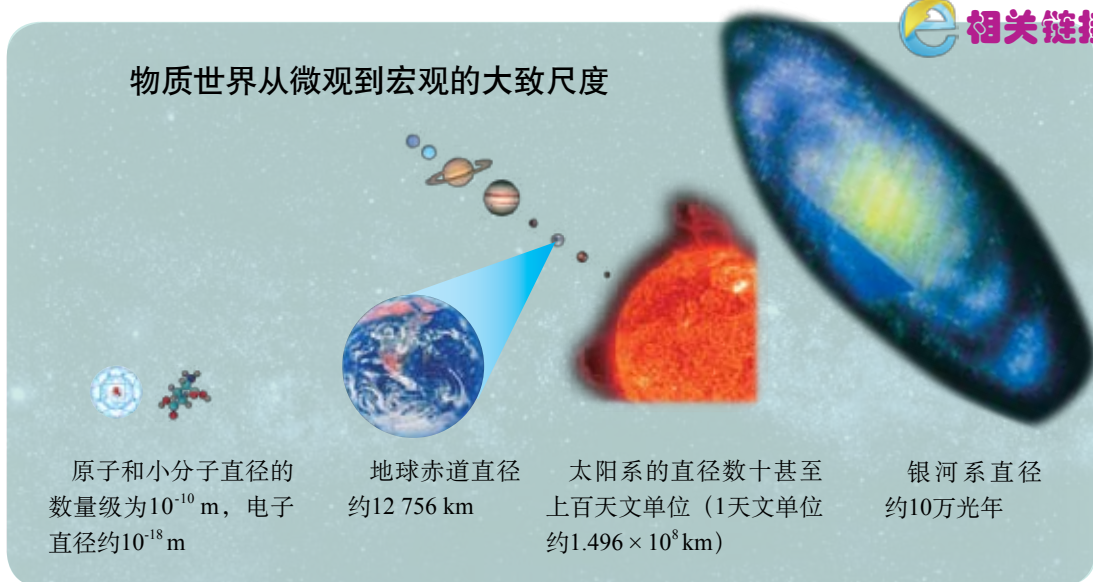


图19-1-2 电子显微镜下的多原子分子



物质世界从微观到宏观的大致尺度



固态、液态、气态的微观模型

世界上形形色色的物质有多种形态。我们常见的物质一般以固态、液态或气态的形式存在。物质处于不同状态时具有不同的物理性质。



想想议议

物质从液态变为固态时体积是变大还是变小？你能说出一些现象支持你的说法吗？



图19-1-3 液态的蜡在凝固时体积缩小，中间凹陷下去

物质从液态变为固态时体积变小（水例外，水结冰时体积变大），从液态变为气态时体积会显著增大。物质的形态变化时体积也发生变化，主要是由于构成物质的分子在排列方式上发生了变化。

固态物质中，分子的排列十分紧密，粒子间有强大的作用力。因此，固体具有一定的体积和形状。

液态物质中，分子没有固定的位置，运动比较自由，粒子间的作用力比固体的小。因此，液体没有确定的形状，具有流动性。

气态物质中，分子极度散乱，间距很大，并以高速向四面八方运动，粒子间的作用力极小，容易被压缩，具有流动性。



固态物质的分子排列紧密且规则，就像整齐排列的学生
 液态物质的分子分布较密集，受约束较小，就像课间活动的学生
 气态物质的分子几乎不受力的约束，就像操场上自由奔跑的学生

图19-1-4 三态物质分子排布示意

动手动脑学物理

下表归纳了固、液、气三态物质的宏观特性和微观特性，请完成这个表格。

物质	微观特性			宏观特性	
	分子间距离	分子间作用力	分子运动特点	有无一定形状	有无一定体积
固态		很大	分子在平衡位置附近做无规则运动		
液态	较大	稍大	没有固定位置，运动比较自由		
气态	很大		除碰撞外，做匀速直线运动		

第二节 分子热运动

春天，我们徜徉在花的海洋，浓浓的花香沁人心脾！

生活中，我们能闻到各种各样的气味，这是为什么呢？



图19-2-1 花香四溢

扩散现象

观察与实验

观察扩散现象

装着红棕色二氧化氮气体的瓶子盖有一块玻璃板，在上面倒扣一个空瓶子，使两个瓶口相对（图19-2-2）。抽掉玻璃板后，会发生什么变化？

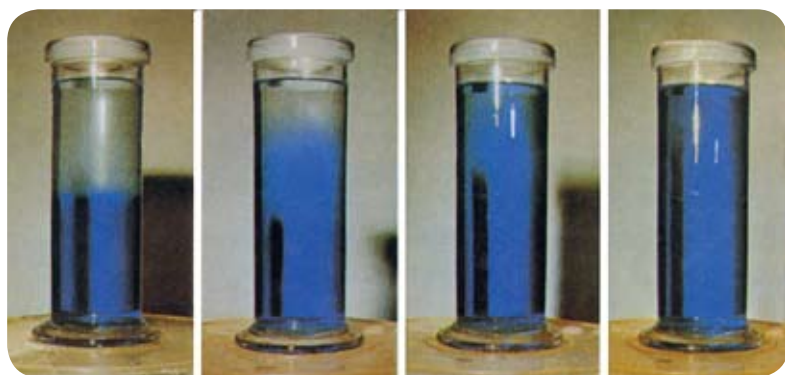
二氧化氮的密度比空气大，它能进到上面的瓶子里去吗？



图19-2-2 二氧化氮能进到上面的瓶子里吗

这个实验演示的是一种**扩散**（diffusion）现象。实验表明，气体之间可以发生扩散现象。

扩散现象也可以发生在液体之间。在量筒里装一半清水，水下面注入硫酸铜溶液。硫酸铜溶液的密度比水的大，沉在量筒的下部，可以看到无色的清水与蓝色硫酸铜溶液之间明显的界面。静置几天后，界面逐渐模糊不清了（图19-2-3）。



开始时

10日后

20日后

30日后

图19-2-3 液体扩散的实验

固体之间也能发生扩散现象。把磨得很光滑的铅片和金片紧压在一起，在室温下放置5年后再将它们切开，可以看到它们互相渗入约1 mm深。

煤矸石（图19-2-4）是一种沉积岩，是在煤层形成的时候同期形成的，大多数是石灰岩，由于长期受煤层浸润扩散，也有比较低的含碳量，颜色呈灰黑色，只是其燃烧发热量极低。



图19-2-4 煤矸石长期受煤层浸润扩散，呈灰黑色



观察与实验

扩散与温度

在一个烧杯中装半杯热水，另一个同样的烧杯中装等量的冷水。同时用滴管分别在两个烧杯中滴入一滴红墨水，比较两个烧杯中红墨水的扩散现象。



图19-2-5 冷水、热水中的扩散现象



想想议议

分析实验现象，讨论以下问题。

1. 前面的几个实验是否说明分子在不停地运动着？
2. 分子的运动快慢跟温度有关系吗？
3. 你还能对分子的运动做出哪些推测？

物质的分子都在不停地做无规则的运动。分子的运动跟温度有关，所以这种无规则运动叫做分子的热运动（thermal motion）。温度越高，热运动越剧烈。

分子间的作用力

扩散现象表明，分子在不停地运动。既然分子在运动，那么固体和液体中的分子为什么不会分散开，而总是聚合在一起，保持一定的体积呢？

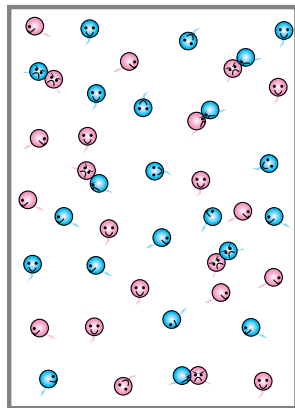


图19-2-6 扩散现象示意图



观察与实验

分子之间是否有引力

将两个铅柱的底面削平，然后紧紧地压在一起，两块铅就会结合起来，甚至在下面吊一个重物都不能把它们拉开。

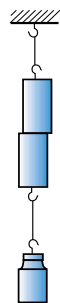


图19-2-7 分子之间有引力

分子之间存在引力。分子间的引力使得固体和液体能保持一定的体积，使其内部的分子不致散开。

既然分子之间有间隙，为什么压缩固体和液体很困难呢？这是因为分子之间也存在斥力。由于斥力的存在，相距已经很近的固体和液体分子很难进一步被压缩。

如果分子相距很远，作用力就变得十分微弱。气体分子之间的距离很远，彼此之间几乎没有作用力，因此气体具有流动性，容易被压缩。



科学世界

冷冻原子

我们已经知道，组成物质的分子、原子做着永不停息的、杂乱无章的热运动。当我们加热或冷却物体时，实际上就是使物体中的分子、原子运动加快或减慢。要准确地研究原子的性质，最理想的做法就是将原子“冻结”起来，使它处于静止状态。

1995年，美国国家标准与技术研究所的康奈尔教授，利用激光冷却和磁场囚禁原子的方法，将原子气体冷却到大约 10^{-9} K，这是目前人类所能达到的最低温度。在这个温度下，原子的运动速度只有几毫米每秒（在常温下为 $500 \sim 1\,000$ m/s）。为此，康奈尔教授获得了2001年度诺贝尔物理学奖。

处于这种状态的原子，运动得非常慢。人们已能够将冷却原子提取出来做光刀刻制集成电路芯片，使计算机运算速度更快，体积变得更微小。利用这种冷却原子制成的原子钟可以将时间精确度控制到 10^{-16} s（目前为 10^{-14} s），这种原子钟可以使导航定位系统的定位精度从10 m提高到小于1 m。



动手动脑学物理

1. 分别在冷水杯和热水杯中放入糖块，经过相同的一小段时间后，品尝杯中的水。哪一杯更甜？为什么？

2. 扩散现象跟人们的生活密切相关，它有时对人们有用，例如腌制鸭蛋就是使盐扩散进入鸭蛋中；它有时又对人们有害，如人造木板黏结剂中的甲醛扩散到空气中会造成环境污染。请你分别列举一个扩散现象有用和有害的实例。

3. 把干净的玻璃板吊在弹簧测力计的下面（用吸盘吸住玻璃板或用细线绑住玻璃板），读出测力计的示数。使玻璃板水平接触水面，然后稍稍用力向上拉玻璃板（图19-2-8），弹簧测力计的示数有什么变化？解释产生这个现象的原因。

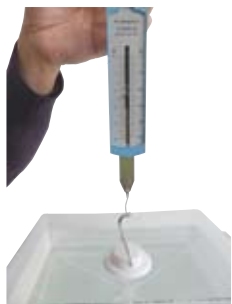


图19-2-8 测力计的示数有变化吗

第三节 内能及其改变 ●●●



想想议议

装着开水的暖水瓶瓶盖有时会弹起来（图19-3-1），推动瓶盖的能量来自哪里？



图19-3-1 暖水瓶的瓶盖被弹起来

内能

物体是由大量的分子构成的。一切物体的分子都在不停地做无规则的热运动。同一切运动的物体一样，运动的分子也具有动能（图19-3-2）。

由于分子间存在着相互作用的引力和斥力，即具有仿佛拉长或压缩的弹簧一样的相互作用，所以分子间还具有势能（图19-3-3）。



图19-3-2 运动的足球具有动能，运动的分子也具有动能



图19-3-3 弹簧形变时具有势能，相互吸引或相互排斥的分子也具有势能

物体内部所有分子热运动的动能与分子势能的总和，叫做物体的**内能**（**internal energy**）。内能的单位是**焦耳**（**J**），各种形式能量的单位都是焦耳。

一切物体，不论温度高低，都具有内能。铁水具有内能，冰块也具有内能（图19-3-4）。相同温度、相同质量的冰、水、水蒸气，具有的内能不同。同一个物体，温度越高，分子热运动越剧烈，内能越大；温度越低，内能越小。



图19-3-4 铁水和冰块的温度虽然不同，但它们都具有内能



思考议议

怎样改变物体的内能？找来一根粗铁丝，想办法使它的温度升高从而使其内能增加。看看谁的办法多。

物体内能的改变



图19-3-5 我们感到温暖的同时，热水袋内水的内能如何变化呢



图19-3-6 在古代，人们就掌握了钻木取火的方法。你能解释其中的道理吗

物体内能的改变有两种方式：做功和热传递。

热传递是内能的转移，转移内能的多少叫做**热量**（**heat**）。当只发生热传递时，**物体吸收热量，内能增加；放出热量，内能减少。**



观察与实验

演示物体内能的改变

如图19-3-7所示，在一个配有活塞的厚玻璃筒里放一小粒硝化棉，把活塞迅速压下去，观察发生的现象。

如图19-3-8所示,大口玻璃瓶内有一些水,水的上方有水蒸气。向瓶内打气,当瓶塞跳起时,观察瓶内的变化。

在瓶塞跳起的过程中,是什么改变了玻璃瓶内空气的内能?



图19-3-7 空气被压缩时,内能增大



图19-3-8 空气推动瓶塞时,内能减少

在做图19-3-7所示的实验时,我们发现,玻璃筒内的硝化棉燃烧起来了,这是因为活塞压缩空气做功,空气的内能增加,温度升高,使硝化棉达到燃点而燃烧起来。

在做图19-3-8所示的实验时,我们发现,瓶内的水蒸气原来是无色透明的,看不见。当瓶塞跳起来时,可以看到瓶中出现了白雾。这是因为瓶内的空气推动瓶塞做功时,内能减少,温度降低,使水蒸气液化成小水滴。

做功改变内能是内能与其他形式能的转化,当只有做功过程时,**对物体做功,物体的内能增加;物体对外做功,自身的内能减少。**



动手动脑学物理

1. 请分析以下实例中的雨滴、火箭和子弹,在这些过程中,它们的内能是增加还是减少?机械能在增加还是减少?

- (1) 云中形成的冰粒在下落中,温度渐渐升高,变成了水滴。
- (2) 火箭从地面向上发射的过程中,火箭外壳和大气摩擦,温度越来越高。
- (3) 飞行的子弹,击中一块木板后嵌入木板中,温度逐渐降低。

2. 你能利用学过的知识解释图19-3-9中这两位同学的取暖方式有何不同吗?

3. 生活中有时通过加强热传递直接利用内能,有时又通过阻碍热传递防止内能转移。请你各举两个实例。

4. 把图钉按在铅笔的一端,手握铅笔使图钉在粗糙的硬纸板上来回摩擦,然后用手感觉图钉温度的变化,并解释这种变化的原因。



图19-3-9 两种暖手方法

第四节 比热容

炎炎夏日，烈日下海滩的
沙子热得烫脚，而海水却
很清凉；傍晚落日后，
沙子凉了，海水却
依然暖暖的。你
知道这是为
什么吗？



图19-4-1 夏日的海滩

物体吸收或放出热量使物体温度变化的过程，实质上是内能转移的过程。那么，物体吸收或放出热量的多少跟哪些因素有关呢？

观察与实验

探究物质的吸热能力

以水和食用油为研究对象，参考如图19-4-2所示的实验装置，用天平称取相同质量的水和食用油，分别装入两个相同的容器内。用相同的电加热器给它们加热，用温度计测量液体吸收热量后升高的温度值，并用钟表记录加热时间。在质量一定时，比较两种物质的吸热能力。如果加热时间相同，即液体吸收热量相同情况下，温度变化小的吸热能力强；如果温度变化相同，则加热时间长的吸收热量多，吸热能力强。

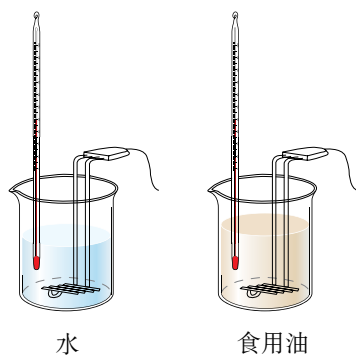


图19-4-2

分若干小组，一些小组以食用油为研究对象，一些小组以水为研究对象，也可以两种液体同时进行实验。各小组选取的食用油或水的质量应该不同，且成比例关系，如200 g、400 g等。具体步骤如下：

1. 称取一定质量的水或食用油装入容器内，按图示组装器材。注意：电加热器要全部浸入液体中，不要碰到容器底或容器壁。

2. 记录液体的初温 t_1 。

3. 通电一段时间后，停止加热，用搅拌器搅拌，并记录温度 t_2 。

液体名称	液体质量 m/g	液体初温 $t_1/^\circ\text{C}$	液体末温 $t_2/^\circ\text{C}$	升高的温度 (t_2-t_1) / $^\circ\text{C}$	加热时间/min

综合比较各小组的实验数据，分析水和食用油吸热能力的差异。

通过实验我们得到结论：相同质量的不同物质，升高相同的温度，吸收的热量是不同的。

比热容

怎样表示各种物质在吸热能力上的差别呢？物理学中引入了比热容这个物理量。某种物质吸收（或放出）的热量与其质量及温度变化量乘积之比，叫做这种物质的**比热容**（**specific heat capacity**）。比热容用符号 c 表示，单位是**焦每千克摄氏度**，符号是 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；温度变化量用符号 Δt 表示，单位是摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）。用公式表示就是：

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

符号的意义及单位：

c —— 比热容 —— 焦每千克摄氏度 [$\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]

Q —— 热量 —— 焦 (J)

m —— 质量 —— 千克 (kg)

Δt —— 升高（或降低）的温度 —— 摄氏度（ $^\circ\text{C}$ ）

比热容是物质的一种特性，每种物质都有自己的比热容。



小资料



一些物质的比热容 $c/[\text{J} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}]$

水	4.2×10^3	铝	0.88×10^3
酒精	2.4×10^3	干泥土	0.84×10^3
煤油	2.1×10^3	铁、钢	0.46×10^3
冰	2.1×10^3	铜	0.39×10^3
蓖麻油	1.8×10^3	水银	0.14×10^3
沙石	0.92×10^3	铅	0.13×10^3



想想议议



图19-4-3 寒冷的冬天用热水取暖



图19-4-4 工作的发动机用水冷却

我国北方楼房中大多装有“暖气”，一般采用热水循环的方式将燃料燃烧时产生的热量带到房屋中取暖；汽车发动机工作时产生大量的热量，则需要用水来冷却。用水取暖和散热有什么好处？生活中、各种产业中，还有用水来加热或散热的情况吗？

热量的计算

如果已经知道一种物质的比热容，那么只要知道这种物质的质量和温度升高（或降低）的多少，就能计算它吸收（或放出）的热量。将比热容的定义

式 $c = \frac{Q}{m \Delta t}$ 变形可得 $Q = cm\Delta t$ 。如果用 t_0 表示物体原来的温度，用 t 表示物体后来的温度，那么物体吸收、放出热量的公式就可以表示为：

$$Q_{\text{吸}} = cm(t - t_0)$$

$$Q_{\text{放}} = cm(t_0 - t)$$

例题

要把2 kg温度为20℃的水加热到100℃，至少需供给多少热量？

$$\begin{aligned} \text{解：} Q_{\text{吸}} &= cm(t - t_0) \\ &= 4.2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times 2 \text{ kg} \times (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \\ &= 6.72 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$



海陆风的成因

在海边住上一段时间，就会有这样的体验：晴朗的白天，常有风从海上吹来；而到了夜晚，风又从陆地吹向海洋。这种循环出现的风就是气象学上所说的海陆风。

白天，地表受太阳辐射而增温，陆地表面砂石的比热容比海水的比热容小得多，陆地升温比海洋快得多，因此陆地上的气温明显高于附近海洋上的气温。陆地上空空气迅速增温而向上抬升，海水上空的气温相对较低，冷空气下沉并在近地面流向附近较热的陆地，补充陆地附近因热空气上升而造成的空缺，形成海风。夜间，陆地冷却快，海上较为温暖，近地面气流从陆地吹向海面，称为陆风。

海陆风因仅受一天的温度差异影响，能量微弱，风力不大，范围也小，一般仅深入陆地20~50 km。海陆的温差，白天大于夜晚，所以海风比陆风强。海风对抑制中午暑热、调节气候有很好的作用。



海风



陆风

图19-4-5 海陆风示意图



动手动脑学物理

1. 相同质量的铝和铜，吸收了相同的热量，下列说法正确的是（ ）
 - A. 铝上升的温度较高
 - B. 铜上升的温度较高
 - C. 铝和铜上升的温度相同
 - D. 以上说法均正确
2. 关于比热容，下列说法中正确的是（ ）
 - A. 物体的比热容跟物体吸收或放出的热量有关
 - B. 物体的比热容跟物体的温度有关
 - C. 物体的质量越大，它的比热容越大
 - D. 物体的比热容是物体本身的一种特性，与温度、质量都没有关系
3. 有一根烧红的铁钉，温度是 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，质量是 1.5 g 。它的温度降低到 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，要放出多少热量？

第五节 热 机

观察与实验

水沸腾后会出现什么现象

如图19-5-1所示，在试管内装些水，用橡皮塞塞住试管口（注意：橡皮塞不要塞得太紧，以免试管炸裂伤人），加热使水沸腾，会看到什么现象？

讨论这个过程中能量转化的情况。

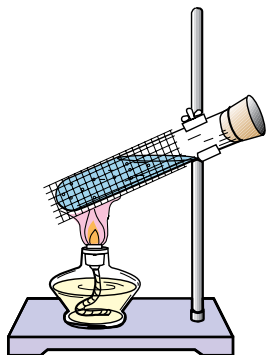


图19-5-1 水沸腾后会出现什么现象

这个实验展示了人类利用内能的过程。

燃料的化学能通过燃烧转化为内能，又通过做功，把内能转化为机械能。热机就是通过这个过程来工作的。热机的种类很多，如蒸汽机、内燃机、汽轮机、喷气发动机等。尽管它们的构造各不相同，但都是把内能转化为机械能的机器。热机的广泛使用，使人类迈入了工业社会。

内燃机

汽车是我们生活中不可缺少的交通工具，为汽车提供动力的机械就是内燃机。在现代社会中，内燃机是最常见的热机。

内燃机通常在汽缸内燃烧汽油或柴油。大多数汽车上的内燃机是燃烧汽油的，也叫汽油机。汽油在汽缸里面燃烧时生成高温高压的燃气，用来推动活塞做功。图19-5-2是一种内燃机的剖面图。

活塞在汽缸内往复运动时，从汽缸的一端运动到另一端的过程，叫做一个冲程。多数汽油机是由吸气、压缩、做功、排气四个冲程的不断循环来保证连续工作的。图19-5-3是四冲程汽油机的工作示意图。

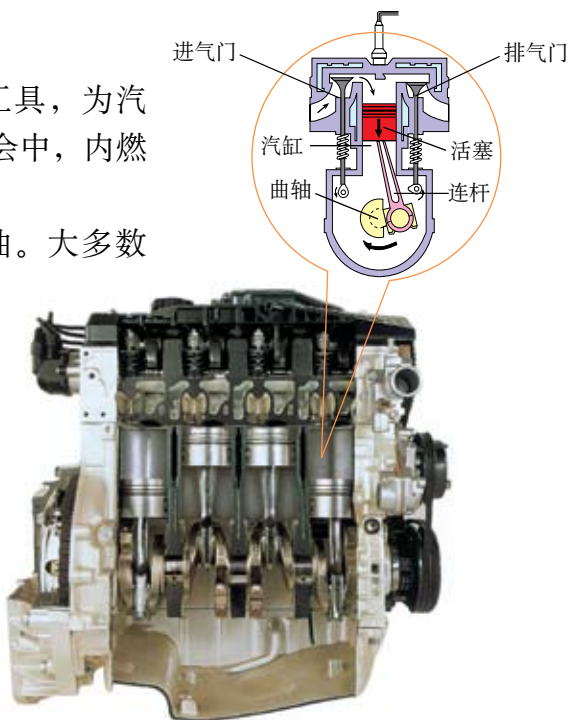


图19-5-2 一种内燃机剖面图

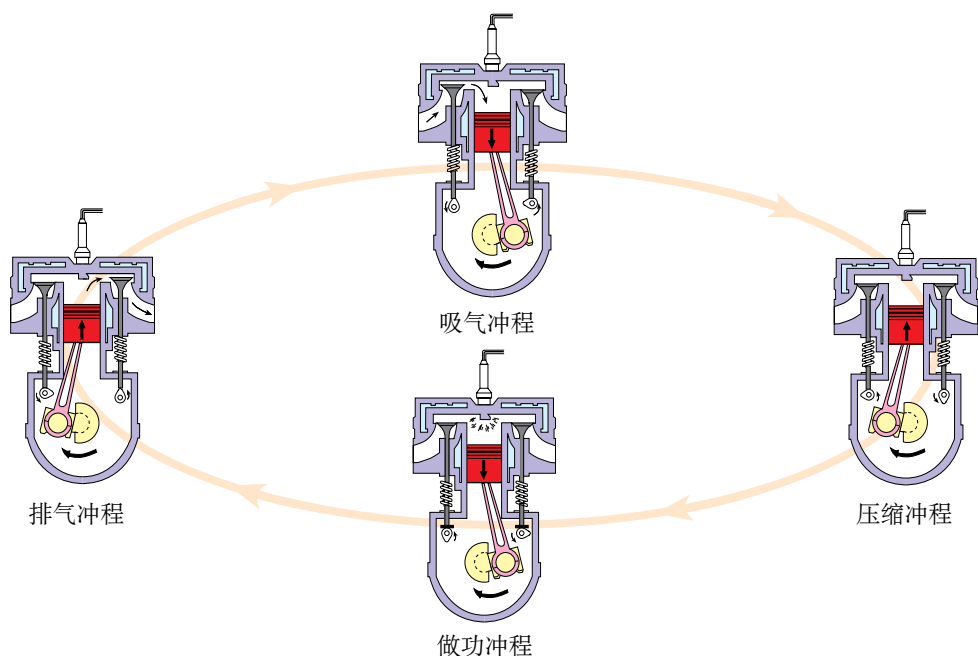


图19-5-3 四冲程汽油机工作示意图

吸气冲程中，进气门打开，排气门关闭，活塞向下运动，汽油和空气的混合物进入汽缸。

压缩冲程中，进气门和排气门都关闭，活塞向上运动，燃料混合物被压缩，内能增大。

在压缩冲程结束时，火花塞产生电火花，使燃料猛烈燃烧，产生高温高压的气体。高温高压的气体推动活塞向下运动，带动曲轴转动，对外做功。这个冲程是做功冲程。

排气冲程中，进气门关闭，排气门打开，活塞向上运动，把废气排出汽缸。

燃料的热值

人类在原始社会仅知道通过燃烧柴薪来取暖、烧熟食物。燃料的燃烧是一种化学反应，燃烧过程中，储藏在燃料中的化学能被释放，转化为周围物体的内能。现代社会中，人类所用的绝大部分能量依然是从燃料的燃烧中获得的。



想想议议

燃料的种类很多，固体燃料有木柴、煤等，液体燃料有汽油、柴油等，气体燃料有煤气、天然气等。根据你的经验，相同质量的不同燃料燃烧时放出的热量是不是相同？请找出事实来支持你的论点，并进行分析。

燃烧相同质量的不同燃料，放出的热量是不同的。例如，燃烧1 kg煤放出的热量，是燃烧1 kg木柴放出热量的2倍多。

某种燃料完全燃烧放出的热量与其质量之比，叫做这种燃料的**热值***。热值的单位是**焦每千克**，符号是**J/kg**。用公式表示就是

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

符号的意义及单位：

q —— 热值 —— 焦每千克 (J/kg)

Q —— 热量 —— 焦耳 (J)

m —— 质量 —— 千克 (kg)



图19-5-4 形形色色的燃料

小资料

一些燃料的热值

干木柴	约 1.2×10^7 J/kg	柴油	4.3×10^7 J/kg
烟煤	约 2.9×10^7 J/kg	煤油	4.6×10^7 J/kg
无烟煤	约 3.4×10^7 J/kg	汽油	4.6×10^7 J/kg
焦炭	3.0×10^7 J/kg	氢 (液态)	1.4×10^8 J/kg
木炭	3.4×10^7 J/kg	煤气	约 3.9×10^7 J/m ³
酒精	3.0×10^7 J/kg	沼气	约 1.9×10^7 J/m ³

*对于气体燃料，热值指的是燃料在标准状态下完全燃烧放出的热量与其体积之比，单位是焦每立方米，符号是J/m³。

热机的效率

燃料很难完全燃烧，实际放出的热量往往比按热值算出的要少，而且有效利用的热量又比放出的热量要少。例如，用煤烧水，有效利用的热量只是被水吸收的热量，其余的热量都散失了。

通常的锅炉，燃料利用率比较低，在节约能源上潜力很大。例如，取暖用的小型锅炉，如果把煤磨成煤粉，用空气吹进炉膛，就会比煤块燃烧得更完全。如果把煤粉黏结成煤粒，加大送风量，把煤粒在炉膛里吹起来燃烧，可以燃烧得更充分。用各种办法加大受热面积，可以减少烟气带走的热量。

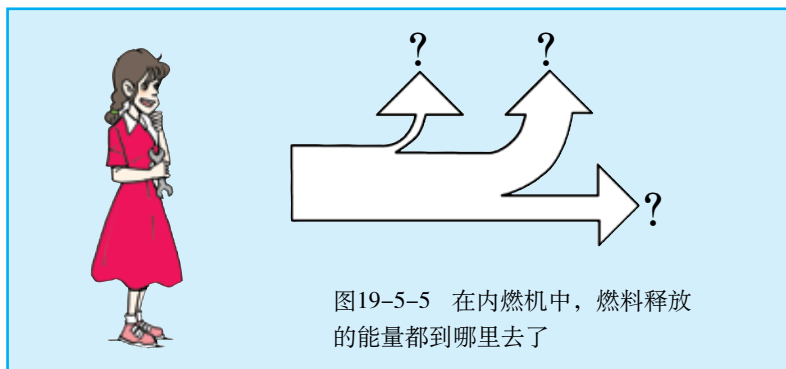


图19-5-5 在内燃机中，燃料释放的能量都到哪里去了

如果燃料释放的能量用来开动热机，这些能量也不会全部用来做有用功。用来做有用功的那部分能量，与燃料完全燃烧放出的能量之比，叫做热机的**效率**（**efficiency**）。蒸汽机的效率很低，只有6%~15%。内燃机中，燃料是在机器内部燃烧的，而且燃料与空气混合充分，燃烧得比较完全，所以内燃机的效率比蒸汽机的高。汽油机的效率为20%~30%，柴油机的效率为30%~45%。

在热机的各种能量损失中，废气带走的能量最多。设法利用废气的能量，是提高燃料利用率的重要措施。例如，热电站利用蒸汽轮机来发电，同时又收集发电过程中产生的废气来供热。这种既供电又供热的热电站，比起一般的火电站来，燃料的利用率大大提高。



科学 技术 社会

从火车到火箭

生产的发展需要更为强大的动力。17世纪，人类发明了热机。

最早的热机是蒸汽机，基本原理是在锅炉里把水烧成水蒸气，水蒸气在汽缸里推动活塞做功。原始的蒸汽机不便于使用，后来许多人对其不断改进，其中贡献最大的是英国人瓦特，他在1782年发明了往复式蒸汽机，使蒸汽机成为可以广

泛使用的动力机。这种蒸汽机在之后的100多年里对工业的发展起了极其重要的作用（图19-5-6）。

交通运输的发展迫切需要比较轻便的热机。于是，内燃机应运而生。内燃机的出现和不断改进，对交通运输事业的现代化起到了决定性的作用（图19-5-7）。

电力工业的发展需要功率巨大的热机来带动大型发电机。1884年出现的蒸汽轮机满足了这个需要。大型锅炉产生的高温高压水蒸气直接喷射到汽轮机的叶片上，使蒸汽轮机转动（图19-5-8）。

早期的飞机是由内燃机提供动力的。飞机上从20世纪40年代开始使用喷气发动机，它靠向后高速喷出气体而前进。喷气发动机有两种：需要用空气中的氧气来助燃的，叫空气喷气发动机，在飞机上使用；自带燃料和氧化剂的叫火箭喷气发动机（图19-5-9），它工作时不需要空气，可以在大气层外工作，能够用来发射人造卫星和宇宙飞船。

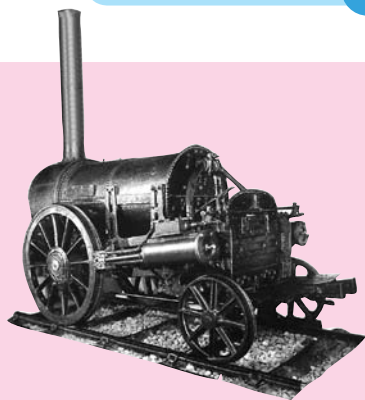


图19-5-6 史蒂芬孙的“火箭”号蒸汽机车，它诞生于1829年



图19-5-7 多数小轿车使用汽油机，挖掘机使用柴油机，轮船使用大型柴油机

热机使人类摆脱了繁重的体力劳动，促进了生产的发展，带来了工业上的革命。现代社会在交通、航天、电力工业等很多方面都离不开热机。对热机的研制和改进将会进一步推动社会生产力的发展。

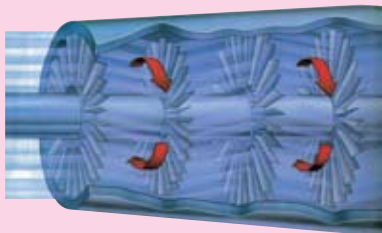


图19-5-8 高温高压水蒸气直接推动蒸汽轮机的叶片



图19-5-9 自带燃料和氧化剂的火箭

动手动脑学物理

1. 在内燃机的四个冲程中，哪些冲程发生了能量的转化？哪个冲程使汽车获得动力？其余三个冲程靠什么完成？
2. 发射人造地球卫星和宇宙飞船的运载火箭，需要自带燃料为飞行提供能源。运载火箭携带的燃料应该具有什么特点？阐述你的理由。
3. 如果燃烧干木柴跟燃烧煤油放出的热量相等，干木柴的质量应该是煤油质量的几倍？请列出相应的计算式说明理由。
4. 全球汽车保有量在迅速增长，截至2011年，全球处于使用状态的汽车数量已突破10亿辆。假设平均每辆汽车每年耗油1.8 t，汽车内燃机的效率平均值取30%。如果把内燃机的效率提高3%，每年可以节约多少油料？

第六节 能量的转化和守恒 ●●●

能的转化

自然界中的各种现象都是互相联系的。可以从能量的角度反映这种联系吗？



观察与实验

能量的转化

完成下面一组小实验：

1. 来回迅速摩擦双手（图19-6-1）。
 2. 黑塑料袋内盛水，插入温度计后系好，放在阳光下。
 3. 将连在小电扇上的太阳能电池对着阳光（图19-6-2）。
 4. 用钢笔杆在头发或毛衣上摩擦后再靠近细小的纸片。
-

观察实验所发生的现象，讨论发生了哪些能量的转化。



图19-6-1 搓手



图19-6-2 太阳能风扇

在一定条件下，各种形式的能都可以相互转化：摩擦生热，机械能转化为内能；水电站里水轮机带动发电机发电，机械能转化为电能；电动机带动水泵把水送到高处，电能转化为机械能；植物吸收太阳光进行光合作用，光能转化为化学能；燃料燃烧时发热，化学能转化为内能……

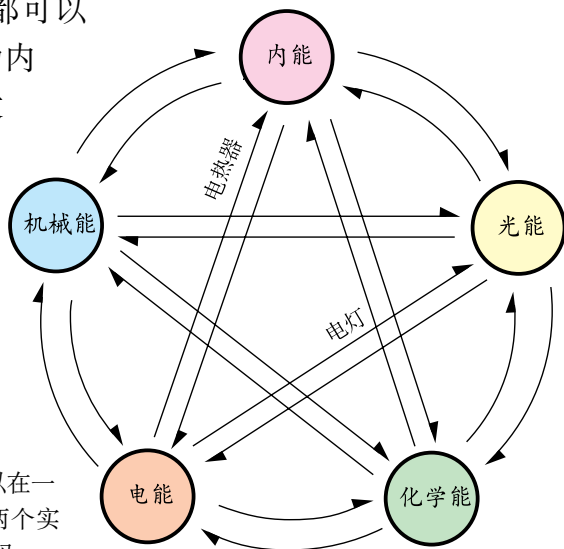


图 19-6-3 各种形式的能量都可以在一定条件下相互转化，图中给出了两个实例，你能补充其他转化过程的实例吗

观察与实验

秋千和弹性小球的能量哪里去了

停止用力，秋千会越摆越低（图19-6-4）；掉在地上的弹性小球会跳起，但是越跳越低（图19-6-5）。

讨论秋千和小球在运动中的能量转化。

为什么它们的高度会逐渐降低？是否丢失了能量？

你认为减少的机械能到哪里去了？



图19-6-4 荡秋千



图19-6-5 小球在地面弹跳的频闪照片

能量守恒定律

科学工作者经过长时间的探索，发现自然界的各种现象不是孤立的，而是互相联系的。用能量的观点可以反映这种联系。

大量事实证明,任何一种形式的能在转化为其他形式的能的过程中,能的总量是保持不变的。也就是说,能量既不会凭空消失,也不会凭空产生,它只会从一种形式转化为其他形式,或者从一个物体转移到其他物体,而在转化或转移的过程中,能量的总量保持不变。这就是能量守恒定律(law of conservation of energy)。

能量守恒定律是自然界最普遍、最重要的基本定律之一。大到天体,小到原子核,无论是物理学的问题还是化学、生物学、地学、天文学的问题,所有能量转化的过程,都服从能量守恒定律。能量守恒定律是人类认识自然、利用自然、保护自然的有力武器。

**相关链接**

永动机

历史上有不少人希望设计一种机器,这种机器不消耗任何能量,却可以源源不断地对外做功。理想中的这种机器被称为永动机。人们曾提出了很多种永动机的制作方案(图19-6-6),并经过多种尝试,做了多种努力,如人们制作了磁能永动机、毛细管永动机等,但永动机的制作无一例外地都归于失败。

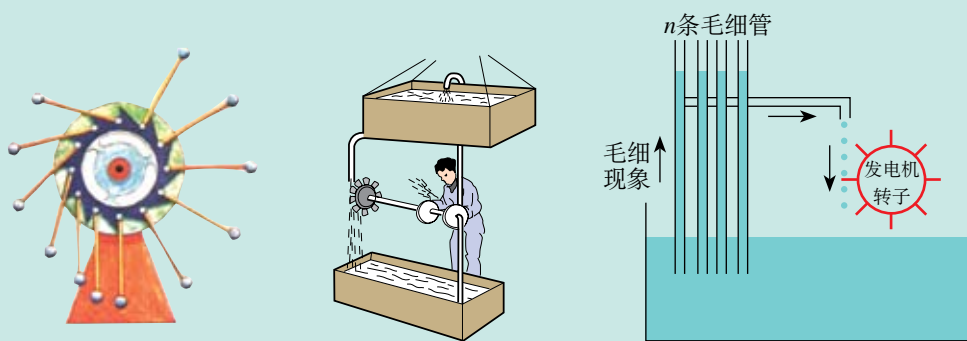


图19-6-6 形形色色的永动机

**动手动脑学物理**

1. 释放化学能的过程不断地发生在你的体内。食物也是一种“燃料”,营养成分在人体细胞里与氧结合,提供细胞组织所需能量。这种过程没有火焰,但化学能同样可以转变为内能,因此人的体温保持在 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。从能量守恒的角度说说,食物提供的化学能还转变为哪些能量?

人体摄入的能量（营养师常称之为热量）过多或过少，都有损于健康。对于正在长身体的初中学生，每天应该摄入多少能量？应该如何调整饮食？查阅资料，进行调查，写一篇科学报告，并与同学交流。

2. 请从能量转化的角度具体说明以下效率的意义。

(1) 某太阳能电池的工作效率是16%。

(2) 某电动机的工作效率是83%。

(3) 某锂电池充电时的效率是99%。

(4) 某柴油机的工作效率是35%。

(5) 某电热水器的工作效率是87%。

3. 小华家使用天然气热水器，该热水器的铭牌标明了它的热效率，表示该热水器工作时，天然气完全燃烧所消耗的化学能有多大比例转化为水的内能。小华尝试估测该热水器的热效率，以核对铭牌上的数值是否准确。她把家里自动洗衣机的“水量”设置为40 L，用热水器输出的热水注入洗衣机，当注入水的体积达到40 L时，洗衣机便会自动停止注水。已知当时自来水的温度是15℃，热水器输出的热水的温度是40℃，注水前天然气表的示数是2 365.89 m³，注水后变为2 366.05 m³，天然气的热值为 $3.2 \times 10^7 \text{ J/m}^3$ ，请你估测该热水器的热效率。



图19-6-7 哪种食物向人体供给的能量多



做中学

制作小小蒸汽轮机

工具与材料

剪刀，电烙铁，木板，泡沫塑料，铁罐，细金属管，易拉罐，粗铁丝，薄铁皮，软木塞，酒精灯，火柴，水等。

制作方法

1. 将铁罐两端焊死，在罐体上开一个小孔，焊上一个细管，做成蒸汽喷气

口。在罐体上开口并焊接一个加水管，配置一个合适的软木塞，保证可以塞紧加水口。这样，一个简单的蒸汽锅就做成了。用薄铁皮做成支架，将蒸汽锅固定在木板上。

2. 从易拉罐上剪下一块薄铝板，制成一个直径约为5 cm的圆盘，用剪刀剪出许多叶扇。向同一个方向扭曲叶片，如图19-1所示，把小轮子中间钻孔固定在粗铁丝架上，使它能绕轴转动，小叶轮就做成了。调节支架角度，使叶轮对准蒸汽锅的蒸汽喷气口。

3. 在铁罐内灌些水，用易拉罐的底部做成简易酒精炉，固定在蒸汽锅下面。小小蒸汽轮机就制作成功了。

操作及现象

点燃酒精炉，在铁罐底部加热。当水沸腾时，大量水蒸气从蒸汽喷气口喷出，推动叶轮急速旋转起来。

交流与评估

蒸汽轮机是一种简单的热机，工作过程中实现了怎样的能量转化？你觉得还有哪些地方可以改进？具体操作过程中有哪些需要注意的问题？



图19-1 小小蒸汽机

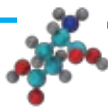
温馨提示：剪开的易拉罐边缘非常锋利，注意不要割破手。焊接时要注意安全，最好请老师或实验室管理员辅助指导。



学到了什么



大宇宙 小粒子



分子热运动

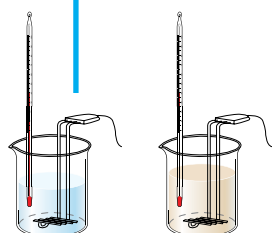


内能及其改变

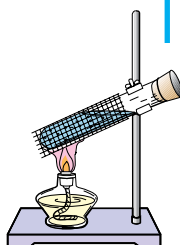


热 和 能

比热容



热机



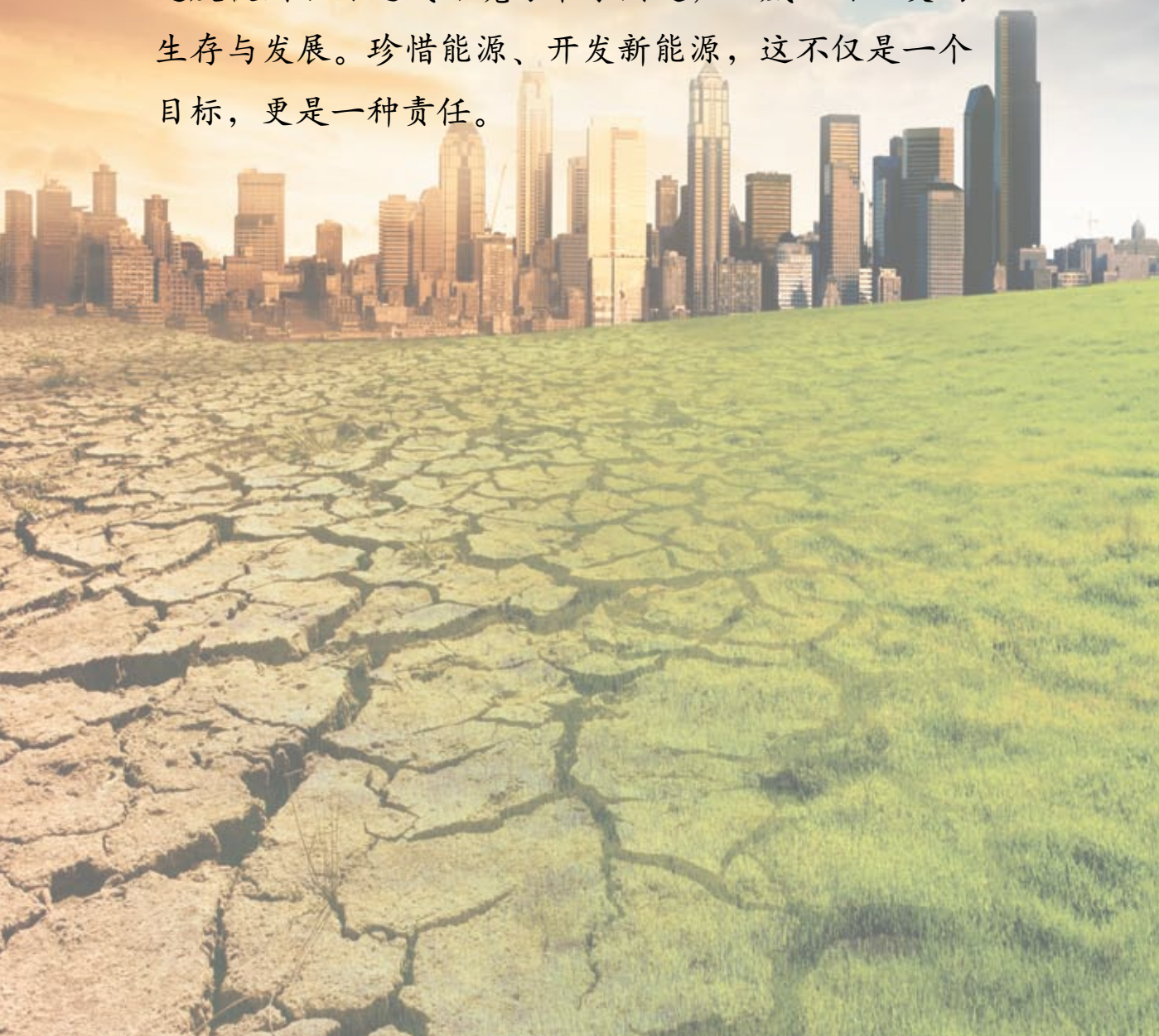
能量转化与守恒



第二十章

能源与可持续发展 ●

人类社会的发展离不开能源的开发与利用。随着人类文明的不断进步，社会对能量的需求不断增加，地球上的能源消耗正以惊人的速度增长，能源短缺、过度使用能源造成环境污染等问题，正威胁着人类的生存与发展。珍惜能源、开发新能源，这不仅是一个目标，更是一种责任。



第一节 能源

我们已经认识了各种形式的能。运转的发电机产生电能，发光的灯泡具有光能，运动的火车具有动能……这些能来自哪里？或者说，我们利用了哪些种类的能源？



想想议议

小组讨论，结合生活和生产中能源的使用情况，看看能源大致分为哪几类。



都市夜景



风力发电



开采石油



生物质能



开采煤炭



水力发电

图20-1-1 各种能源

能源分类

我们今天使用的煤、石油、天然气，是千百百万年前埋在地下的动植物经过漫长的地质年代形成的，统称为化石能源。

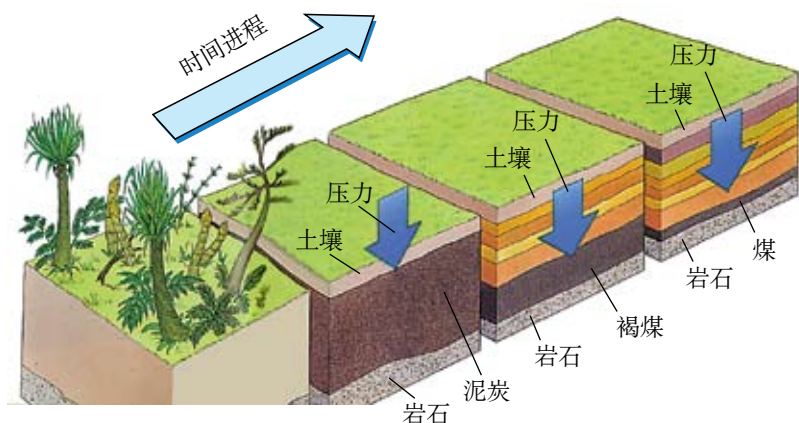


图20-1-2 煤的形成

像化石能源这种可以直接从自然界获得的能源，称为一次能源，风能、水能、太阳能、地热能以及核能均属一次能源。我们无法从自然界直接获取、必须经过一次能源的消耗才能得到的能源称为二次能源，如电能、煤气、汽油、柴油等。

人类生活中，还广泛利用食物等生命物质中存储的化学能。这类由生命物质提供的能量称为生物质能。

在一次能源中，化石能源、核能会越用越少，不可能在短期内从自然界得到补充，所以它们属于**不可再生能源**。而水能、风能、太阳能、生物质能，可以从自然界里源源不断地得到，所以它们属于**可再生能源**。



图20-1-3 食物提供了生物质能

我国能源现状

我国的能源蕴藏量位居世界前列，是能源生产与消费大国，但人均能源消费量只有发达国家的5%~10%。我国能源以煤炭为主，可再生资源开发利用程度很低。我国石油资源相对短缺，随着社会经济的发展，我国的石油需求量将会越来越大。2011年我国自产原油2.01亿吨，进口2.54亿吨，原油对外依存度达56%。原油进口和对外依存度逐年提高，给我国的能源安全带来了很大的隐患。

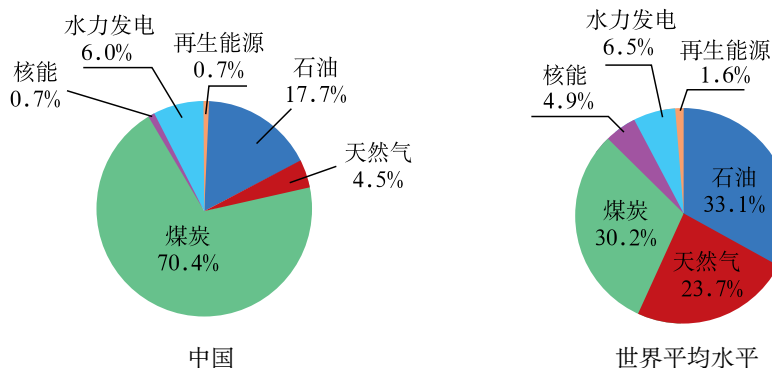


图20-1-4 2011年我国和世界平均一次能源消费结构



科学 技术 社会

常规能源和新能源

常规能源是指已被人类大规模生产并广泛利用，在人类生活和生产中起着重要作用的能源，包括煤炭、石油、天然气、水力等。而新近才被人类开发利用、有待于进一步研究发展的能源称为新能源。相对于常规能源而言，在不同的历史时期和科学技术水平状况下，新能源有不同的内容。当今社会，新能源通常指核能、太阳能、风能、地热能、海洋能等。

2009年9月，中国地质部门在青藏高原发现了一种名为“可燃冰”（又称天然气水合物）的环保新能源，预计10年左右能投入使用。这是中国首次在陆域上发现可燃冰，使中国成为继加拿大、美国之后，在陆域上通过国家计划钻探发现可燃冰的第三个国家。可燃冰是水和天然气在高压、低温条件下混合而成的一种固态物质，具有使用方便、热值高、清洁无污染等特点，是公认的地球上尚未开发的新型能源。



动手动脑学物理

以下列出了各种形式的能源：柴薪、煤、石油、天然气、风能、水能、电能、太阳能、地热能、核能、生物质能。在这些能源中，哪些是一次能源，哪些是二次能源？哪些是化石能源，哪些是可再生能源？请填写在表格中。

一次能源	
二次能源	
化石能源	
可再生能源	

第二节 核 能 ●●●

我们知道，分子是由原子构成的，原子的中心是原子核，原子核周围有一定数目的电子绕核运动（图 20-2-1）。

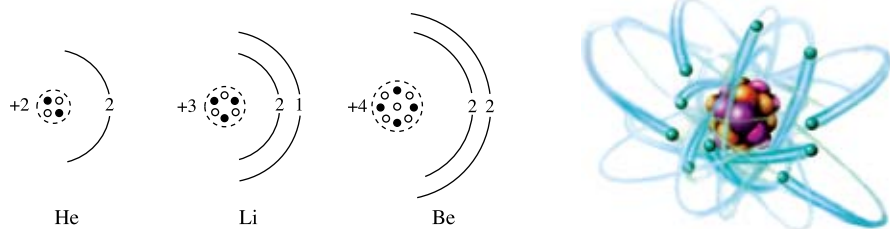


图20-2-1 原子的中心是原子核，周围有电子

进一步的研究表明，原子核还有更精细的内部结构：原子核由质子和中子组成，质子带正电荷，其电荷量跟电子电荷量相等，中子不带电；质子的质量大约是电子的1 836倍，质子和中子的质量几乎相同。质子和中子构成非常小的原子核，就像几颗豆粒挤在原子这个大广场的中央。

原子核内质子、中子依靠强大的核力紧密地结合在一起，因此原子核十分牢固，要使它们分裂或重新组合是极其困难的。但是，一旦质量较大的原子核发生分裂或者质量较小的原子核相互结合，就有可能释放出惊人的能量，这就是**核能**（**nuclear energy**）。

核裂变

1934 ~ 1938 年，科学家曾先后用中子轰击质量比较大的铀-235 原子核，使其发生**裂变**（**fission**），变成两个质量中等大小的原子核，同时释放出巨大的能量。1 kg 铀全部发生裂变，释放的能量会超过 2 000 t 煤完全燃烧时释放的能量。

用中子轰击铀-235原子核，铀核分裂时释放出核能，同时还会产生几个新的中子，这些中子又会轰击其他铀核……于是导致一系列铀核持续裂变，并释放出大量核能。这就是**链式反应**（**chain reaction**）。



观察与实验

模拟链式反应

仿照链式反应示意图（图 20-2-2），将火柴搭成如图 20-2-3 所示的结构，点燃左侧第一根火柴后，观察所发生的现象。

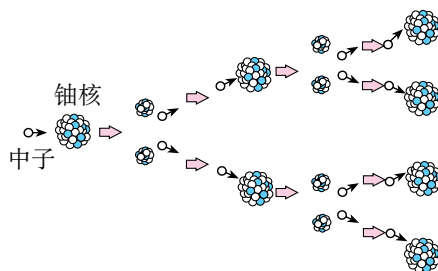


图20-2-2 链式反应示意图

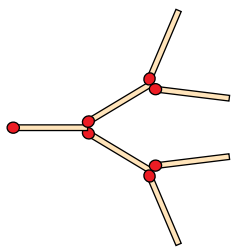


图20-2-3 用火柴模拟链式反应

核电站利用核能发电，它的核心设备是核反应堆。

核电站利用反应堆产生的内能，通过蒸汽轮机做功，带动发电机发电。1942年，人类利用核反应堆第一次实现了可控的铀核裂变。当时的核反应堆功率非常小，大约需要260座这样的反应堆才能点亮一只40 W的灯泡。然而，这是人类利用核能的关键一步。如今，全世界已经建成了几百座核电站，核电发电量接近全球发电量的1/5。



图20-2-4 核能发电

核反应堆中发生的链式反应是可以控制的。链式反应如果不加控制，大量原子核就会在一瞬间发生裂变，释放出极大的能量。原子弹爆炸时发生的链式反应就是不加控制的。



相关链接

原子弹

美国于1945年7月赶制出3颗原子弹，分别命名为“瘦子”“小男孩”和“胖子”。世界上第一颗原子弹“瘦子”，于1945年7月16日在美国新墨西哥州阿拉莫戈多附近的沙漠地区试爆。美国物理学家奥本海默组织了世界上第一颗原子弹的制造，被世人称为“原子弹之父”。

1964年10月16日下午3时，我国在新疆罗布泊地区成功试爆了第一颗原子弹，成为继美国、前苏联、英国、法国之后，世界上第五个拥有核武器的国家。



图20-2-5 利用不可控核裂变制造出的毁灭性武器——原子弹的爆炸场景

核聚变

如果将某些质量很小的原子核，如氘核（由一个质子和一个中子构成）、氚核（由一个质子和两个中子构成），在超高温下结合成新的原子核——氦核，也会释放出巨大的核能，这就是**聚变（fusion）**。聚变也称为热核反应。

氘核、氚核都属于氢核的一种。大量氢核的聚变，可以在瞬间释放出惊人的能量。氢弹利用的就是核聚变在瞬间释放的能量。

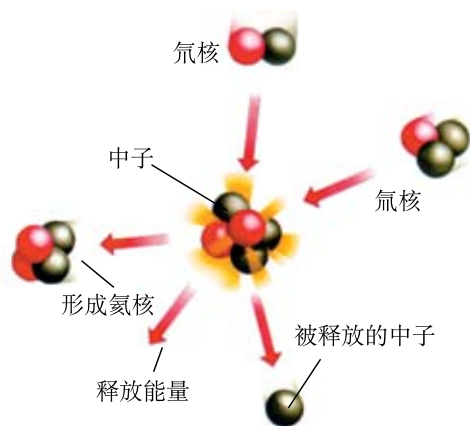


图20-2-6 氘核、氚核在超高温下聚合成氦核，释放出核能



图20-2-7 氢弹爆炸

如何实现可控核聚变，如何利用可控核聚变释放的核能，科学家正在积极地探索着。海水中蕴藏着丰富的、可以实现聚变的氘核。科学家预言，通过可控聚变来利用核能，有望彻底解决人类能源问题。

核能源进展

从第一个成功的核裂变装置制成到现在，人们逐渐认识到核能的强大，同时也清楚地看到它惊人的破坏力，因此它的发展备受人们的关注和争议。核能的应用主要有核电站、核武器以及核动力装置三种形式。20世纪七八十年代，核电站得到迅猛发展，但由于1979年的三里岛核泄漏事故和1986年的切尔诺贝利核事故，许多国家停止建造新核电站。2011年，日本地震引起的核泄漏事故，又让很多国家在发展核电站上的态度变得十分谨慎。

和平利用核能，提高清洁能源比重，是我国能源发展战略的重要内容。



核电站

核反应堆是通过可控裂变反应释放核能的设备。反应堆内的铀核发生裂变时，会释放能量，也会产生放射线。如果放射线泄漏到反应堆外面，会对人和其他生物造成伤害，所以核反应堆都封闭在一个厚厚的钢筋混凝土壳中。

世界上第一座核电站于1954年在苏联建成。中国自1991年自行设计建造浙江秦山核电站并网发电以来，又有广东大亚湾、秦山二期、广东岭澳、秦山三期、江苏田湾等5座核电站先后投入运行。截至2011年，在中国运行的6座核电站共13台机组，装机容量达1 080.8万千瓦。

世界上曾经发生过几次核电站核泄漏事故。此后，核电站的安全性受到高度重视，科学家们制定了严格的安全措施和安全标准。

核电站使用过的核燃料称为核废料。由于核废料还具有放射性，一般经过严格处理后深埋在人烟稀少的地方。

核电站能给那些水利资源、化石能源缺乏的地区提供一种较好的选择，也给人类解决能源危机带来了希望。在不可再生化石能源日趋珍贵之时，适度发展核电是人类解决能源问题的一种选择。



动手动脑学物理

1. 核反应堆和原子弹都是释放核能的装置，它们释放核能的过程有什么不同？有什么相同？
2. 什么是原子核的聚变？人类关于核聚变的应用已经取得的成就有哪些？还有什么问题需要解决？
3. 以下是核电站工作情况的流程图，请在空白的方框内填写装置的种类，并在下面的括号内填写这种装置完成了怎样的能量转化。

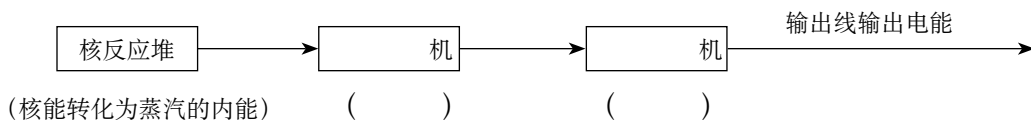


图20-2-8 核电站工作情况流程图

第三节 太阳能 ●●●

太阳——巨大的“核能火炉”

太阳距地球约1.5亿千米，直径约是地球的110倍，体积约是地球的130万倍，质量约是地球的33万倍，核心的温度高达1 500万摄氏度。在太阳内部，氢原子核在超高温下发生聚变，释放出巨大的核能。可以说，太阳核心每时每刻都在发生氢弹爆炸。

太阳核心释放的能量向外扩散，使太阳表面温度高达6 000 ℃。大部分太阳能以热和光的形式向四周辐射。太阳这个巨大的“核能火炉”已经稳定地“燃烧”了50亿年。目前，它正处于壮年，要再过50亿年才会燃尽自己的核燃料。那时，它可能膨胀成为一个巨大的红色星体……

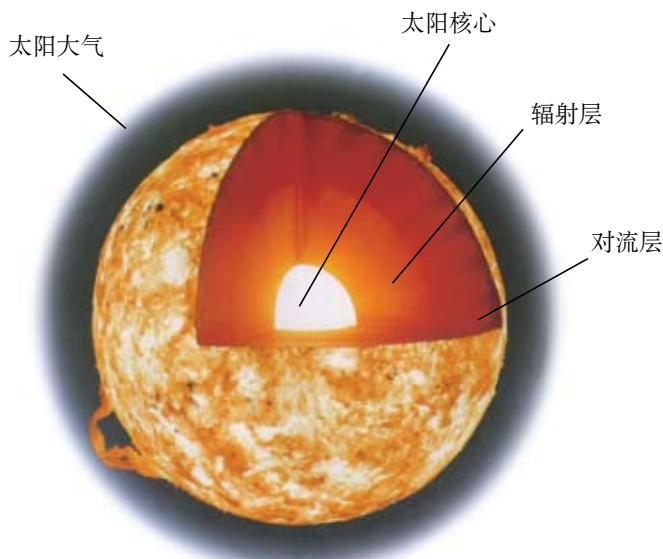


图20-3-1 太阳的结构

太阳能是人类能源的宝库

太阳向外辐射的能量中，大约只有二十亿分之一传递到地球。地球积累的太阳能是我们今天所用大部分能量的源泉。

以化石能源为例，煤、石油、天然气是地球给人类提供的最主要的一次能源。远古时期，陆地和海洋中的植物通过光合作用，将太阳能转化为生物体的化学能。这些生物死后，躯体被埋在地下和海底，在特定地质条件下，经过几百万年的沉积、化学变化、地层运动，在高压下逐渐变成了煤和石油，在石油形成过程中还放出天然气（图20-3-2）。今天，我们开采化石燃料来获取能源，实际上是在获取远古时期地球所接收的太阳能。

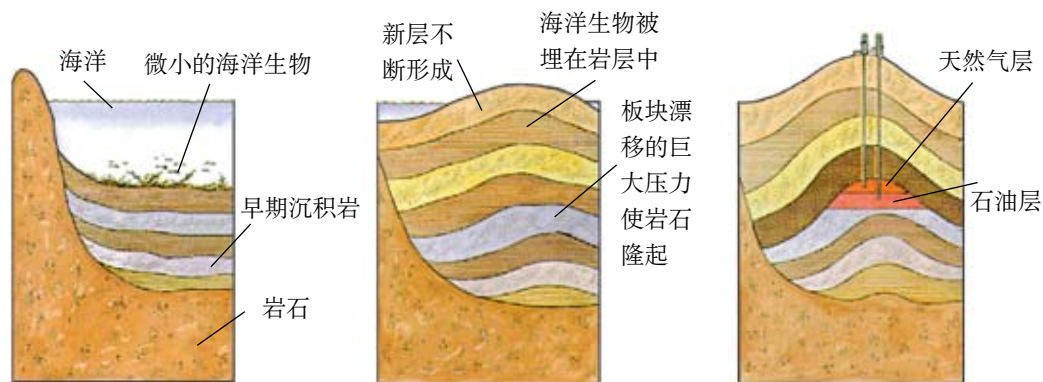


图20-3-2 石油、天然气的形成

太阳能的利用



想想议议

据图20-3-3，说明太阳辐射到地球的能量利用、转化和守恒的情况。

图20-3-3 地球上的能量是怎样转化和守恒的



人类除了间接利用储存在化石燃料中的太阳能外，还设法直接利用太阳能。目前直接利用太阳能的方式有用集热器把水等物质加热、用太阳能电池把太阳能转化成电能等。



图20-3-4 楼房上的太阳能热水器



图20-3-5 太阳能路灯

平板式集热器的箱面是玻璃，内表面涂黑。箱体吸收太阳能，将集热器管道内的水流加热。

太阳能电池可以将太阳能转化成电能，供我们使用。太阳能电池具有使用寿命较长、没有污染等优点，但太阳能电池的成本较高，而且每个太阳能电池产生的电压较低。太阳能电池目前主要应用在航空、航天、通信等领域中，在日常生活中也用在照明灯、计算器、手表等耗电少且工作电压低的用电器中。



图20-3-6 试验中的太阳能汽车



图20-3-7 太阳能电池阵列，能把太阳能转化为电能

科学 技术 社会

人造太阳

“国际热核聚变实验堆（ITER）计划”是一个能产生大规模核聚变反应的工程计划，其主要实验装置俗称“人造太阳”。

核聚变研究是当今世界科技界为解决人类未来能源问题而开展的重大国际合作内容。与不可再生能源和常规清洁能源不同，聚变能具有资源无限、不污染环境、不产生高放射性核废料等优点，是人类未来能源的主导形式之一。开发利用聚变能，是目前人类认知到的可以最终解决人类社会能源问题和环境问题、推动人类社会可持续发展的重要途径之一。ITER计划集成了当今国际受控磁约束热核聚变研究的主要科学和技术成果，拥有可靠的科学依据并具备坚实的技术基础。

中国新一代“人造太阳”实验装置EAST（图20-3-8）是由中国科学家独立设计、自主建造的。2006年9月28日，EAST首次成功完成放电实验，获得大小为200 kA、持续时间接近3 s的电流，成为世界上第一个建成并真正运行的全超导非圆截面核聚变实验装置。



图20-3-8 我国的EAST装置

动手动脑学物理

1. 人类直接利用太阳能的方式有几种?

2. 炎炎夏日, 我们常见到儿童带着太阳能风扇凉帽, 为他们带来清凉。你能说说它的能量转化过程是怎样的吗?

3. 许多城市都在推广太阳能, 一些城市交通指示灯及路灯照明系统已经大量使用太阳能。白天, 太阳能转化为电能, 供交通指示灯工作, 多余的电能储存在蓄电池内, 夜晚供交通指示灯工作及路灯照明使用。请完成下面的太阳能交通指示灯及路灯照明系统能量转化框架图, 反映这个过程中能量转化的情况。



图20-3-9

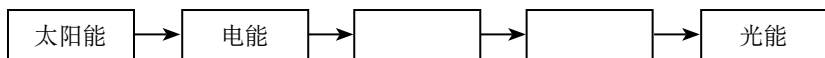


图20-3-10

4. 人类利用太阳能的实质, 是将太阳能转化为其他形式的能量。太阳能转化为其他形式能量的方式有三种: 一是光热转换, 如用太阳能集热器把水加热; 二是光化转换, 把太阳能转化为化学能; 三是光电转换, 把太阳能转化为电能。图20-3-11画出了这3种转化的方框图。其中椭圆形表示转化的装置或物体, 菱形表示由太阳能所转化的另一种形式的能量。请在图中的3个空白处填入相关的能量形式及转化装置。

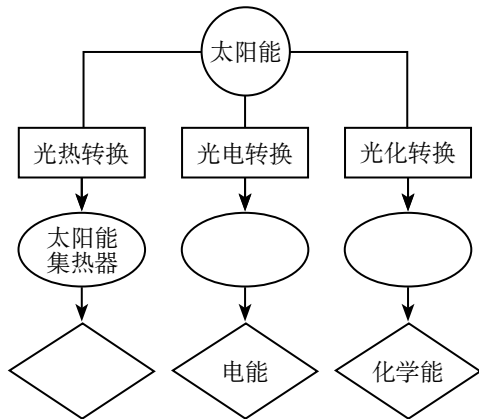


图20-3-11

第四节 能源革命

能源的三次革命

能源是人类生存和发展的基础，人类社会的每一次重大进步都伴随着能源的改进和更替，能源正影响着经济和社会的发展。

钻木取火是人类在能量转化方面最早的一次技术革命，是人类的第一次能源革命。从利用自然火到利用人工火的转变，促使了以柴薪作为主要能源时代的到来。人类以柴薪为主要能源的时代，持续了近1万年。

蒸汽机的发明标志着人类进入工业社会，是人类第二次能源革命的开始，人类的主要能源由柴薪向煤、石油、天然气等化石能源转化。从18世纪中叶开始的这次能源革命使人类文明在短短200多年中飞速发展。利用化石燃料的各种新型热机的问世和使用，使人类对化石能源的依赖日益加深。



图20-4-1 原始人类利用火烧烤食物



图20-4-2 蒸汽机车

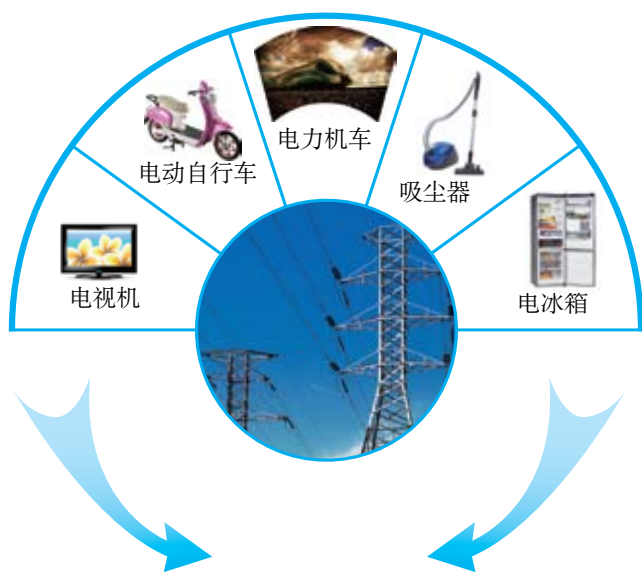


图20-4-3 电能的利用是人类进入现代文明社会的标志

电能是由其他形式的能源转化而来的二次能源，它最终还要转化为光能、内能、动能等其他形式的能，才能为人类所用。现代社会离不开的各种各样的电器，它们是将电能转化为其他各种形式能量的转化器。

20世纪40年代,物理学家发明了可以控制核能释放的装置——反应堆,拉开了以核能为代表的第三次能源革命的序幕。几十年来,核电已经成为一种日益成熟的技术。由于核电比火电更清洁、安全、经济,核能在一些经济发达国家已经成为常规能源。

能量转移和能量转化的方向性

既然能量是守恒的,为什么我们还常说要节约能源呢?

我们知道,在热传递过程中,通常情况下,热量只能自发地从高温物体转移到低温物体,不能相反,如果要使热量从低温物体流向高温物体,就需要消耗其他形式的能量,例如电冰箱就需要消耗电能。

同样,汽车制动时,由于摩擦,动能转化成了轮胎、地面和空气的内能,这些消耗的能量不能再自动地用来驱动汽车。

可见,涉及热现象的能量转化过程是有方向性的,是不可逆的,耗散掉的内能不能被收集起来再利用。实际上,能量的转化和转移都是有方向性的,人们是在能量的转化或转移过程中利用能量的。有些能量可以利用,有些则不能。能源的利用是有条件的,我们所能利用的能源是有限的,并且很多能源是不可再生的,所以需要节约能源。



图20-4-4 汽车散失的热不能收集起来再利用

..... 动手动脑学物理

1. 蒸汽机的发明对人类利用能源有什么意义? 电能的广泛使用对人类利用能源有什么意义?
2. 能量的转化与转移都是有方向性的,你还能举出哪些例子来说明这个观点?

第五节 能源与环境 ●●●

21世纪的能源趋势

世界人口急剧增加和经济不断发展,能源的消耗持续增长。特别是近几十年来,能源消耗增长明显加快。如果把全世界的能源消耗量折合成热值为

$2.93 \times 10^7 \text{ J/kg}$ 的标准煤来计算, 1950年为26亿吨, 1987年为110亿吨, 2003年接近140亿吨, 2007年达到160亿吨。

已探测的数据表明, 目前作为人类主要能源的化石能源储量并不丰富, 而且化石能源开发利用后不能再生, 如果长期大规模开采, 不久的将来会消耗殆尽, 所以开发新能源、更好地利用已知能源, 是全球范围内的重要课题。

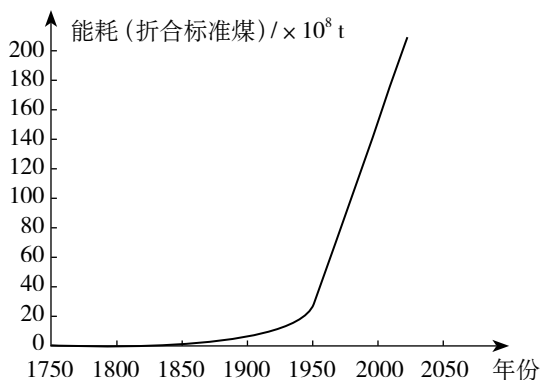


图20-5-1 两个多世纪以来, 人类能源消耗急剧增长

能源消耗对环境的影响



图20-5-2 能源对环境的影响

人类在耗用各种能源时，不可避免地会对环境造成影响。目前，石油、煤炭占了所消耗能源的绝大部分，而且年消耗量在不断增长。大量化石能源的使用势必造成空气污染和温室效应的加剧。森林、草原等植被的破坏加剧了水土流失和沙漠化。总之，人类不应当无限制地向大自然索取，我们必须在提升物质文明的同时，保持与自然、环境的和谐与平衡。

未来的理想能源

未来的理想能源要能够大规模替代石油、煤炭和天然气等常规能源，必须满足以下几个条件：第一，必须足够丰富，可以保证长期使用；第二，必须足够便宜，可以保证多数人用得起；第三，相关的技术必须成熟，可以保证大规模使用；第四，必须足够安全、清洁，可以保证不会严重影响环境。



动手动脑学物理

1. 你认为风能、太阳能、核能以及你所能想到的其他能源，哪些有可能成为今后的理想能源？
2. 在你生活的地区有哪些可再生能源被人们所使用？
3. 我们经常听说“节能减排”，什么是“减排”？为什么要“减排”？“减排”为什么是和“节能”连在一起的？



做中学

辩论会：科学技术的利与弊

科学技术正以前所未有的速度改变着世界的面貌，影响着人们的生活。我们普遍感受到了科技发展给我们带来的好处，同时也感受到了由于没有正确、恰当地运用科学技术而产生的一些负面影响。如何看待科学技术对社会发展的影响？科学技术的发展和利用到底是利大还是弊大？请同学们收集相关材料，结合自己的观察和体会，发表见解，举办一场辩论会。



学到了什么



化石能



太阳能



核能

能源革命

各种各样的能源

能源与环境

水能



生物质能



风能



后 记

本套教科书第一版于2005年经全国中小学教材审查委员会初审通过,改编自人民教育出版社出版的义务教育教科书《物理》。2012年,我们在广泛征询实验区意见和建议的基础上,组织相关人员对教科书进行了修订。新教科书力求全面贯彻《义务教育课程标准》(2011年版)的精神,以素质教育为出发点,适当体现物理科学的新进展,强调知识、技能在实际生活中的应用;同时着重关注五四制学校的特点和学生的学习情况,贴近学生生活,满足多样化的学习要求。

本套《物理》教科书共四册,供八、九年级学生使用。本书是九年级下册。参加人民教育出版社教材编写的有:彭前程、付荣兴、孙新、谷雅慧、张颖、苗元秀、金新喜、秦晓文、黄恕伯、彭征。参加本册教材编写的有:彭前程、孙忠武、王成、王媛、许善良、徐明、李刚、王坤、孙大林。全书由王成、孙忠武、许善良、王坤统稿,由彭前程审稿。

教科书的改编得到了山东省教育厅、山东出版集团、人民教育出版社、山东省教学研究室、烟台市教育科学研究院、威海市教育教学研究中心、淄博市教学研究室、莱芜市教学研究室、济宁市教学研究室、泰安市教育局基础教育教学研究室和青岛莱西市教体局教研室等单位领导和各学科专家的帮助与支持,在此我们表示衷心的感谢!

本套教材中的个别图片引自相关图书和资料,因各种原因未能及时联系到相关作者及出版单位,在此谨表示感谢与歉意。

欢迎广大师生在使用过程中提出修改意见和建议,以利于教科书不断改进和完善。

义务教育教科书（五·四学制）

物理 九年级下册

YIWU JIAOYU JIAOKESHU (WU · SI XUEZHI)

WULI JIUNIANJI XIACE

责任编辑：郑淑娟 魏海增 曲丕丞

装帧设计：魏 然

主管单位：山东出版传媒股份有限公司

出 版 者：山东科学技术出版社

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：（0531）82098088

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：sdkj@sdcbcm.com

发 行 者：山东新华书店集团有限公司

地址：济南市市中区英雄山路 189 号

邮编：250002 电话：（0531）82797666

印 刷 者：山东新华印务有限公司

地址：济南市高新区世纪大道 2366 号

邮编：250104 电话：（0538）6119360

规格：16 开（184 mm × 260 mm）

印张：7.5

版次：2013 年 12 月第 2 版 2021 年 11 月第 16 次印刷

定价：7.19 元

著作权所有·请勿擅自用本书制作各类出版物·违者必究



义务教育教科书（五·四学制） 物理（九年级下册）
价格批准文号：鲁发改价格〔2022〕011002 举报电话：12345



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5331-6818-6



9 787533 168186 >

定价：7.19 元