
电子图书
信息技术的结晶
人类文明的载体
网络的基本资源

目　录

致少年朋友的一封信（代序）
前言

观察篇

力学

一、砝码为什么采用“1，2，2，5”的序列组合？ …… 2
二、为什么河流的下游有很多鹅卵石？ …… 3
三、汽车轮胎上为什么要有花纹？ …… 3
四、重型平板拖车为什么有那么多的轮子？ …… 4
五、为什么钢轨和枕木不直接铺设在地面上？ …… 5
六、自动开关 …… 5
七、鱼为什么能浮上来，沉下去？ …… 6
八、自行车的内胎上为什么有个气门芯？ …… 7
九、自行车上的省力杠杆 …… 7

声学

一、曾侯乙编钟 …… 8
二、天坛中的声学现象 …… 10
三、双耳效应 …… 13
四、立体声 …… 14
五、超声波 …… 16
六、次声学 …… 17
七、噪声的危害 …… 19

热学

一、布朗运动 …… 21
二、“软蛋”中的奥妙 …… 22
三、熨烫衣服中的科学 …… 22
四、电风扇与冷风扇 …… 23
五、为什么“响水不开、开水不响”？ …… 24
六、保温瓶为什么能保温？ …… 24
七、电冰箱是怎样实现制冷的？ …… 25
八、钻木取火 …… 26
九、安全使用液化气 …… 26
十、自然界里的物态变化现象 …… 27

光学

一、本影与半影 …… 29
二、反射镜 …… 30
三、角反射器 …… 31
四、万花筒 …… 32
五、光的折射 …… 33
六、游泳池的视深度 …… 34
七、闪烁星空 …… 35
八、透镜 …… 36

电学

一、观察灯丝 …… 38
二、串联与并联 …… 38
三、火线与零线 …… 39
四、输电线的学问 …… 39
五、门铃的原理 …… 42
六、雷电现象 …… 44
七、地线的作用 …… 44
八、电工器材的保护 …… 46
九、自行分析题（一） …… 46
十、自行分析题（二） …… 46
十一、自行分析题（三） …… 46
十二、自行分析题（四） …… 46
十三、自行分析题（五） …… 47

实验篇

力学

一、测量长度 …… 49
二、用自行车轮子测出路程和速度 …… 49
三、物体的重心 …… 50
四、自下而上巧取棋子 …… 51
五、不倒的钢笔帽 …… 52
六、巧辨生熟鸡蛋 …… 52
七、马德堡半球实验 …… 53
八、奶瓶“吞”蛋 …… 54
九、我们吹出的肥皂泡为什么先上升后下降？ …… 54
十、可悬浮的鸡蛋 …… 55
十一、挑不起来的报纸 …… 55

声学

一、声带实验 …… 57

二、用收音机做声学系列实验 …… 57
三、让钢锯条发声 …… 58
四、测声音在空气中的传播速度 …… 59
五、检测保温瓶质量的方法 …… 59

热学

一、关于热传导的实验 …… 61
二、金属弹簧圈为何能灭火？ …… 61
三、吹气与哈气有何不同？ …… 62
四、验证水的沸点与气压的关系 …… 62
五、水和煤油的比热是否相同？ …… 63
六、关于汽化与液化的实验 …… 64
七、关于能量转换的实验 …… 64
八、验证 4℃水的密度最大 …… 65

光学

一、小孔成像 …… 67
二、用直尺粗测太阳的直径 …… 68
三、导光的水流 …… 69
四、海市蜃景 …… 71
五、黑白颜色吸收光能的比较 …… 72
六、用比较法测亮度 …… 73
七、雪的颜色 …… 74
八、观察太阳的面目 …… 75

电学

一、判断并联与串联 …… 76
二、粗测未知电阻的电阻值 …… 77
三、纠正错误（一） …… 78
四、纠正错误（二） …… 79

制作篇

力学

一、燃线断瓶 …… 81
二、自制量杯 …… 81
三、自制浮力天平 …… 82
四、自制喷泉 …… 82
五、自制不倒翁 …… 84
六、自制高度计 …… 86

七、自制晴雨表 …… 87
八、试做小潜水艇 …… 88
九、制作简易杆秤 …… 88

声学

一、制作“土电话” …… 90
二、制作茶杯打击乐器 …… 90
三、简易声波波长测试仪 …… 91

光学

一、光轮 …… 93
二、潜望镜 …… 94
三、简易太阳灶 …… 94
四、彩色陀螺 …… 96
五、制作照相机模型 …… 97

热学

一、制作伽利略温度计 …… 99
二、制作双金属片 …… 99
三、制作金属温度计 …… 100
四、简易分子力测试器 …… 101
五、自制湿度计测绝对湿度和相对湿度 …… 102

电学

一、自制小台灯 …… 104
二、自制房门报警器 …… 104
三、安装一个楼梯开关模型 …… 105
四、自制简易配电盘（俗称插销板） …… 106
五、自制可调温的电烙铁 …… 106

方法篇

一、物理量测量的基本思想 …… 109
二、爱迪生巧难阿普顿 …… 109
三、直觉不能代替科学分析 …… 110
四、坐在奔驰的汽车里往外看的感觉 …… 111
五、蛋壳的启示 …… 111
六、如此弹跳旅行能否实现？ …… 112
七、为什么火车、汽车在运输汽油时都采用圆筒形容器？ …… 113
八、从“大气压随高度增加而减小”而想到的 …… 114

需要全本请访问 www.ertongbook.com

九、中国古代故事中的科学启示 …… 115
十、地球同步通信卫星 …… 117

声学

一、气球破裂时为什么会发出“啪、啪”的响声？ …… 118
二、敲击自来水管，为什么会听到三次声音？ …… 118
三、为什么当你向保温瓶里灌水时，在一旁的人
只听声音就知道水快满了？ …… 119
四、为什么听驶近的火车汽笛声大而尖？ …… 119

热学

一、“热”字在物理学中的含义 …… 120
二、从扇扇子想到的 …… 120
三、反证法的运用 …… 121
四、冰棍上冒的“白气”是什么？它是怎样形成的？ …… 122
五、吸热和放热 …… 122
六、粗测炉温 …… 123

光学

一、理想模型法 …… 125
二、光路可送性原理 …… 127
三、用“像”帮助我们解决难题 …… 128
四、虚拟光源法 …… 129

电学

一、巧查电能表 …… 132
二、画电路图 …… 133
三、巧用启辉器 …… 133
四、选电阻 …… 134
五、测电阻（一） …… 135
六、测电阻（二） …… 136
七、调光电路 …… 137

致少年朋友们的一封信（代序）

少年朋友们：

当新世纪的大门就要在全世界人民的注目中打开的时候，我们作为你们的大朋友，与你们一样无比激动；当想到新世纪祖国建设的重担即将落在你们肩上的时候，我们和你们一样具有神圣的使命感。

我们衷心祝愿你们健康成长，早日成材。

学校的学习生活是美好的，因为国家为你们的成长创造了良好的学习环境；学习生活是宝贵的，因为老师们为你们成材呕尽了心血。学校开设的各门课程，要求你们掌握的各科知识，都是必不可少的基础知识，是你们成长和成材的土壤。我们希望你们珍惜在校的学习生活，切实把各门课程学好。

然而，仅仅学好课堂知识还是不够的。为了提高整个中华民族的思想道德素质和科学文化素质，义务教育必须由应试教育向素质教育转化，才能培养出有理想、有道德、有文化、有纪律的社会主义建设人才。1993年颁布的《中国教育改革和发展纲要》指出：“基础教育是提高国民素质的奠基工程”，“中小学要由‘应试教育’转向全面提高国民素质的轨道”。素质包括道德素质、文化素质、心理素质、身体素质。提高自身素质，就要将课堂知识和社会实践相结合，要提高动脑、动眼、动手的能力。为此，不少学校提出了“打好基础，发展特长”的办学口号，并组织起了学科兴趣小组，利用课余时间开展活动，起到了激发同学的学科兴趣、发展个性、培养特长、开扩视野、丰富课余生活的作用。

虽然，你们在校学习各门课程时，老师在传授知识的同时，都重视了能力的培养，因此在你们学好学科知识的同时，学科能力也肯定会有所提高。但是你们要知道，仅仅依赖于课堂学习提高能力终究是狭窄的、低层次的，例如动手的能力、创造的能力等就难以在课堂很好地实现。为此，一些少年朋友辟出了新路，他们利用课余时间纷纷走向社会的“大课堂”，踏寻历史遗迹，走访各方专家，漫游祖国的名山大川，考察自然、人文景观，参观各种博物馆，欣赏音乐，发展体育，动手制作，泼墨挥毫，撰写文章……在广阔天地里，学到了知识，提高了能力，增长了才干。

走向“大课堂”需要时间，现在国家把学习天数由周六改为周五，时间得到了保证。只要你们合理地安排好自己的生活，五天内遵照国家的要求在学校认真学好各门功课，五天外根据自己的志趣在“大课堂”努力汲取营养塑造自己，我们坚信，你们的素质一定能尽快提高，你们成材的愿望一定能够实现。

为了使你们五天之外活动有所参考，我们特请有关方面的富有经验的老师和专家，编写了这套丛书。如果你们在这套书的启示下，能按照自己的意愿丰富五天之外的生活，拓宽知识，强化能力，发展特长，从而达到自身素质的提高，那我们将备感欣慰。

祝你们成功。

祁乃成　孟广恒

1997年5月于北京

前　言

实行每周 40 小时工作制后，同学们有了更多的课余时间。如何有效地利用课余时间，丰富自己的课外知识，发挥自己的特长，是每位同学都十分关心的问题。《物理世界的探索》一书，给了你一把在课余时间拓展物理知识、掌握学习物理方法的金钥匙，使你会更加热爱物理，热爱科学。

《物理世界的探索》分为《观察篇》、《实验篇》、《制作篇》和《方法篇》几个部分。

《观察篇》通过各种生活中的实例，诸如：汽车的轮胎为什么有不同的花纹？鱼儿为什么能浮上来，沉下去？……使你懂得什么是观察，怎样观察，从而提高你的观察能力。伟大的物理学家法拉第曾说过：“ 没有观察，就没有科学，科学发现诞生于仔细的观察之中。 ”观察是物理学重要的研究方法。只有通过观察，才能使你对所学的知识有生动、形象的感性认识；只有通过仔细、认真的观察，才能使你所学的物理知识不断深化。通过观察，你会认识到大千世界是丰富多采的，万物变化是有一定规律的。

《实验篇》列举了许多生动有趣、简易可行的小实验，诸如如何利用自行车的轮子测定路程和速度，如何利用小孔成像等，都教给你做实验的方法，培养你动手能力和尊重事实、实事求是的良好品质，而这些是你学好物理所必需的。《制作篇》给同学们介绍了一些小制作、小发明、小创作。例如，制作小潜水艇，制作小台灯，自制温度计等。通过亲自动手制作，将进一步增强你应用物理知识去解决实际问题的能力，使你体会到通过自己劳动制作出小产品的欢悦。

《方法篇》通过一些实际问题，告诉你学习初中物理的一些基本方法。我们的任务是“ 过河 ”，没有“ 船 ”和“ 桥 ”是过不了河的，方法就是“ 船 ”和“ 桥 ”。掌握学习物理的方法，搞懂研究物理问题的方法，是学好物理的关键。

中学物理教学大纲中指出，组织学生开展课外活动，对于加深和扩大学生的知识面，发展他们的特长，使他们学得更好、更活，提高他们的活动能力和思想品德，都是十分有益的。《物理世界的探索》是一本对指导同学们开展课外活动非常有意义的书。

张景林

1997.5.

观察篇

观察是学习物理知识的主要方法之一。通过观察对物理现象形成深刻的认识，从而建立概念和掌握规律。培养观察能力，首先要养成处处留心观察的好习惯。无论是居家，还是旅游，无论是在学校，还是在工厂、农村，都要注意观察周围的事物，并尽力用自己所学到的物理知识加以解释，弄不懂的问题要和同学们一起研究或向老师请教。虚心求教对学习物理大有好处。

观察的目的是要了解现象的特征及其发生、发展的条件。细致的观察，可以从表面上看来是无关的东西中，发现它们的相似之处或者逻辑关系（如因果关系、条件关系等），还可以从熟知的普遍的现象中发现新奇之处，引起更深层次的思考和研究。

观察是一种科学方法，必须严格训练，逐步做到观察得准确、全面、细致、敏锐。

“处处留心皆学问”，望同学们爱观察、善观察，做学科学、爱科学的有心人。

力　学

一、砝码为什么采用“1，2，2，5”的序列组合？

每架天平都配有一套砝码作为标准质量。请同学们观察一下砝码盒里的砝码，砝码的质量通常是：

①1，2，2，5，10，20，20，50，100 克；

②10，20，20，50，100，200，200，500 毫克。

从砝码的组合很容易看出，这是一个有规律的“1，2，2，5”序列。为什么砝码要采用这样的序列组合呢？

物体的质量可以用天平测出。我们知道，被测物体的质量，可以通过与天平砝码（质量已知的标准物）相比较来确定。因此，在测量所能达到的精确范围内，被测物的质量可认为是一些正整数的组合。在用天平称量物体质量时，可采用“等量累积代替法”使用砝码，使所需要的砝码个数最少。例如，25 克就可以由 20 克和 5 克累积代替。不难发现，1～10 以内的任何整数都可以由“1、2、2、5”四个数经过适当搭配累积（相加）而成。如 3=2+1，4=2+2，7=5+2，8=5+2+1，9=5+2+2，因此，只要准备质量数分别是 1 克、2 克、2 克、5 克四只砝码，就可以满足 1～10 克整数称量的需要。同理，要称 100～900 毫克范围内 100 毫克整数倍的质量，只需要准备 100 毫克、200 毫克、200 毫克、500 毫克四只砝码。所以，砝码盒内砝码的质量都采用“1、2、2、5”序列。如果这盒砝码的最小砝码是 100 毫克，最大砝码是 100 克，那么这台天平用砝码称量的精确度为 100 毫克，称量范围为 100 毫克～211 克。这就是说，在这个精确度和称量范围内的任何数值的质量，都可由砝码盒中的砝码累积代替。如 167.5 克可由 100 克、50 克、10 克、5 克、2 克、500 毫克的砝码累积而成。这就保障了在测量范围内，任何一个质量数值都能由这些砝码中的某几个组合出来，使所需的砝码数最少。

从天平砝码的“1、2、2、5”序列的组合，可以联想到我们使用的人民币，也是按“1、2、2、5”序列组合的，是由 1 分、2 分、5 分……10 元、50 元、100 元等面值的硬币或钞票组成的。

二、为什么河流的下游有很多鹅卵石？

河流一般是从山地发源的。那里地势陡峭，水流得非常快。在急流的冲击下，山上的很多大石头纷纷滚落下来。这些石头都是有棱有角的。在从山上向下滚落的过程中，它们不断地互相碰撞，大块的石头碎裂成小块。河流的中游，地势虽然没有上游那么陡，可是很多河流汇集到一起，水量很大，水流仍然比较急，很多石头继续被水冲向下游。这些石头在随着水的流动，不但互相之间经常碰撞，而且与河床不断摩擦。在漫长的旅途中，石头的棱角不断被摩掉。到了下游，地势平坦，水流缓慢，这些石头沉积下来，就成了我们看到的光滑的鹅卵石了。

三、汽车轮胎上为什么要有花纹？

汽车轮胎上的花纹可不是为了好看，而是为了保证车辆安全行驶。

如果汽车只在干燥的路上行驶，轮胎上也可以不要花纹，赛车的轮胎就是这样的。可是一遇到雨天，没有花纹的轮胎很容易打滑，车子开起来摇摇晃晃的，想停的时候也不能及时停下来。这是因为在路面和轮胎之间形成了一层薄薄的水膜，使轮胎与路面的摩擦力减小的缘故。

如果轮胎上有花纹，就不会发生这种情况了，因为水会从花纹的沟里排出去，轮胎和地面之间不会形成水膜，可与地面紧紧地贴在一起，因此不容易打滑。

轮胎上的花纹除了保证车辆在雨天也能安全行驶外,还有一些其他的功能。在城市里行驶的车辆，轮胎的花纹一般都是直线锯齿型的。这种花纹不但能使汽车在柏油路上安全行驶，还能帮助消除汽车开动时的噪声，因此人们把它叫做无声花纹。在野外行驶的车辆，轮胎的花纹又深又宽，能紧紧地“咬”住路面，即便是在雨地上行驶，也不容易打滑。

四、重型平板拖车为什么有那么多的轮子？

同学们都知道，普通载重汽车一般都只有 4、6 或 10 个轮子，它们的载重量也只有几吨或十几吨。假若要把一个 100 多吨重的设备运到所需要的地方去，而这些设备又不能拆开运输，我们只能选用重型平板拖车来运输。

同学们是否见过重型平板拖车？重型平板拖车下面安装了很多又宽又大的轮子。这些轮子既分担了车上的载重量，又减少了车轮对地面的压强，使载重的重型平板拖车走过时不至于压坏路面。

我国制造出载重为 150 吨的重型平板拖车,使 100 多吨重的设备可以直接放在它上面运输。这种平板拖车下面共装了 56 只轮子，分成 7 排，每排 8 只，这样轮子多了，相当于增大了与地面的接触面积，使每只轮子对地面的压强不太大，避免压坏路面。

五、为什么钢轨和枕木不直接铺设在地面上？

同学们都注意过，火车在钢轨上行驶，钢轨钉在枕木上，枕木铺设在道砟上。为什么钢轨不直接铺设在地面上呢？

因为火车的自重量和它的载重量非常大,如果把钢轨直接铺在路基面上，钢轨和路基面的接触面积小，单位面积承担的重量就大，路基面承受不了这么大的重量，就要发生高低不平的沉陷。把钢轨钉在枕木上，扩大了些接触面。不过如果直接把枕木铺在路基面上，不仅方向不易固定，而且仍然要发生沉陷，使钢轨左右歪斜，高低不平。把枕木铺设在道砟上，火车的重量通过钢轨传到枕木，再由枕木通过道砟传到更大的路基面上，使接触面积增大，单位面积上的压力降低，路基面也就能够承载得起很大的火车重量了。

虽然钢轨钉在枕木上，枕木又铺设在道砟上似乎很麻烦，却能使钢轨平直，保证车辆安全、平稳、高速地行驶。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

六、自动开关

同学们注意过没有，楼房中厨房里的脏水，卫生间里的粪便，都是通过下水管道流到地沟或化粪池中的，尽管下水管道与地沟、化粪池相通，但我们却闻不到地沟、化粪池的臭味。你知道这是什么原因吗？

图力—1

同学们仔细观察一下厨房和卫生间里的下水管道，便可以发现下水管道中有一段 U 型管（如图力—1 所示）。这段 U 型管既能使水顺利流过，又能阻挡来自地沟、化粪池的臭气通过，起到“ 自动开关 ”的作用，以保证室内不受臭气的侵扰。

U 型管为什么能起到自动开关的作用呢？

因为 U 型管是一个连通器，当脏水、粪便往下冲时，由于左管液面高，液体产生的压强增大，使右管中的水被压出；当停止冲水时，U 型管里保留住一定高度的水，能阻挡来自地沟、化粪池中的臭气通过。因此，这段 U 形管可以被看成是一个自动开关，既能排水，又能阻挡臭气。

七、鱼为什么能够浮上来、沉下去？

鱼儿在水中一会儿游到水面，一会儿潜到水中，它为什么能够浮上来、沉下去呢？

鱼在水中上下游动时，它的肌肉时而收缩，时而扩张，与此同时，鱼体内的鱼鳔也一起收缩或膨胀，用以改变所受浮力的大小，达到上下游动的目的。

当鱼鳔收缩的时候，鳔里的气体被挤出来，鱼的体积会略微缩小，鱼受到的浮力也随之减小。此时鱼受到的浮力略小于自身的重量，鱼就沉入水的深处。当鱼鳔膨胀的时候，鳔里面充满气体，鱼的体积略微增大，它受到的浮力也随之增加。此时鱼受到的浮力略大于自身的重量，鱼就浮上水面。

潜水艇就是从鱼儿潜水中得到启示而制造出来的。潜水艇也有“ 鳔 ”，它的“ 鳔 ”是一些用钢铁做成的柜子。这种柜子既不能收缩，也不能膨胀，但可以通过人工的方法排水、吸水，来改变潜水艇的自身重量，以达到上浮和下沉的目的。

请同学们吃鱼时，注意观察一下鱼鳔。

八、自行车的内胎上为什么有个气门芯？

气门芯是与打气筒配套的。它是个中间有孔的金属件，外面套上一段细橡胶管，起单向橡皮阀门作用，只让气体进入内胎，不让内胎里的气体往外跑。

九、自行车上的省力杠杆

1.车闸

控制刹车闸的杠杆是省力杠杆。它主要是车把上的闸把，阻力臂很短，动力臂较长，用很小的动力就能使车闸以较大的压力压到车轮的钢圈上，起到阻碍自行车前进的目的。

2.车把

控制前轮转向的杠杆是省力杠杆。它主要是用车把控制前进的方向。如果没有车把，前叉只有一根直立的铁棒，要控制前轮转向就十分困难。

声　学

一、曾侯乙编钟

图声—1 是邮电部在 1987 年 12 月发行的邮票《编钟》（小型张）的细部。你能够说出这套编钟的全称和有关历史吗？仔细地看一看，你能发现这套编钟从外观到结构有什么特点吗？这套编钟规模之宏大、铸造之精美、音域之宽广、乐韵之准确，不仅是中国古代文化、科学和考古的重大发现，也是世界音乐史上的奇迹。这套编钟称为曾侯乙编钟。它于 1978 年在湖北省随县出土，是战国初期的大型青铜乐器，距今有 2400 多年。全套编钟共 64 件，分上、中、下三层。上层为钮钟 3 组 19 件，中为甬钟 3 组 33 件，下层甬钟 2 组 12 件。其中最大的一件高 153.4 厘米，

图声—1

重量是 203.6 千克；最小的一件高 20.2 厘米，重量是 2.9 千克。总重量在 2500 千克以上。钟架通长 11.83 米，高达 2.73 米。出土时，钟架旁还有演奏的工具：6 个丁字形木槌和两根彩绘木棒。在所有编钟上都铸有关于音乐的错金篆体铭文，如标出不同音高的宫、羽、宫曾等 22 个名称，还出现了十二律的 18 个异名。每一口钟可以发出两个乐音。经研究表明：这套编钟校音准确，音色优美，声音洪亮，12 个半音齐备，总音域跨 5 个八度以上。曾侯乙编钟音阶结构和现代国际通用的 C 大调七声音阶属同一音列。它能旋宫转调，演奏相当复杂的乐曲。

《编钟》邮票的著名设计家邵柏林说：当我第一次见到编钟时，便沉浸在自豪和崇敬之中。特别是听到编钟演奏的乐曲，真恍如天上仙乐，顿有“余音绕梁，三日不绝”之感，我们的祖先真是太了不起了。美国纽约市音乐博士研究院麦克·克莱恩教授说：“曾侯乙编钟是我精神上的圣山，是世界上第八大奇迹。”

你聆听过这套编钟演奏的乐曲吗？利用双休日去大钟寺北京古钟博物馆实地考察一次，向专家们请教音乐家们是怎样用编钟演奏中外乐曲的；有机会的话，再听一听用编钟演奏音乐的录音。

曾侯乙编钟在北京中国历史博物馆展出时，由六位青年音乐家手持丁字木槌或彩绘木棒同时打击编钟，演奏古今乐曲，如根据古代曲调改编的《朝乐》、《楚商》，唐代的《竹枝词》，现代乐曲《草原上》及日本《樱花》等。演奏时，中上层纽钟、甬钟振动发出的声音悠扬嘹亮，下层甬钟则深沉洪大，此起彼伏的钟声构成优美的乐曲。置身于钟声齐鸣的宏大气势之中，金声玉振的乐音在人耳边环绕，有一种“仙乐从天而降”的感觉，使人陶醉在仙乐世界，流连忘返。北京古钟博物馆集资 53 万元仿制曾侯乙编钟等古乐器，于 1990 年 8 月运抵位于大钟寺的古钟博物馆。该馆增设“曾侯乙编钟礼乐大观陈列”，对外展出。在亚运会期间专场演奏，为艺术节增辉。

二、天坛中的声学现象

1．回音壁

北京天坛是我国著名的古代建筑之一。作为宝贵的历史文化遗产，它不仅有宏伟、庄严的外观，而且还有许多奇妙的声学现象，其中要数“回音壁”最驰名中外了。你参观过“回音壁”吗？请你仔细观察图声—2，它在结构上有什么特殊的地方？人们为何把它称作“回音壁”？利用所学的声学知识，你能够揭开“回音壁”的奥秘吗？

图声—2

在天坛丹陛桥的南端，苍松翠柏环衬着皇穹宇的圆形围墙，墙高 6 米，半径 32.5 米。围墙磨砖对缝，墙面整齐光滑。在围墙内，如果有一人挨着墙面说话，其他人不论在墙面的任何位置，只要把耳朵贴墙就都可以十分清晰地听到他的声音，如同“打电话”一样有趣。无论说话声音多么小，都能听得清清楚楚，而且回音悠长，娓娓动听，因而人称“回音壁”。

这是古代建筑工匠将声学原理应用到建筑艺术中,其奥秘在于圆形围墙的弧度十分准确，整齐光滑的墙面是一个良好的声波反射体。精确的实验测得：发声的传播方向与墙面切线方向构成的角度小于 22°时，即使声音很轻，声波也能沿着围墙内壁多次连续地反射，传到围墙内的各个位置（如图声—3 所示），因此沿着围墙各个位置上的人都能听清楚。然而人离开了墙，就没有这“打电话”的现象了。

图声—3

2．三音石

到过“回音壁”的人，都要找一找著名的“三音石”，还得站在它上面亲自试一试。你知道皇穹宇前面角路上哪一块石板是人称的“三音石”吗？为什么把它叫做“三音石”？为什么站在它上面就有奇特的声学效果？

图声—4

“三音石”是皇穹宇的台阶下面、沿白石板角路向南数的第三块石板，它正好位于圆形围墙的圆心上。人站在这第三块石板上拍一下手，就能听到“拍、拍、拍”三个响声，因此人们把它叫作“三音石”。这是一种声学现象。“三音石”在院落的中心，从这里发出的掌声向周围传播（如图声—4 所示），经过相同的距离碰到围墙，被反射回来集中到中心时，听到一声“拍”；回到中心的掌声，仍沿着圆的直径向前传播，碰到对面的围墙，又反射回来集中到中心，又听到一声“拍”；掌声继续往返在围墙内，如此多次往返可听到不止三次掌声，只不过三次以后的声音越来越弱而不明显了。如果你使劲地鼓一下掌，也能听到五、六个响声。中外人士对这种奇妙的声学建筑艺术无不钦佩赞许。如果站在

第二块、第一块或者第四、第五块石板上击掌，就听不到这“ 拍、拍、拍 ”的声学效果。你说这又是为什么？

3．圜丘坛

我们知道天坛里的‘ 圜丘坛 ”是明清两朝皇帝祭天的地方（图声—5），当你去参观的时候，请你注意观察古代建筑师们在坛的结构、设计和施工上有什么特殊的地方。你一定要亲自站在坛上，试一试它那奇妙的音响效果，用你观察到的事实，联系所学到的有关知识分析其中的奥妙。

图声—5

天坛南部的“ 圜丘坛 ”是用汉白玉砌成的三层圆形坛台，周围都有石栏杆环绕。每层坛面都铺着九环扇面形石板。这些石板的形状、大小都完全一样，安装得严丝合缝，毫厘不差。最高层坛面半径 11.4 米，中部略高，形成稍有倾斜度的平滑台面。坛面中心是一块圆形的大理石，称作“ 太极石 ”，又名“ 天心石 ”。明清两朝皇帝就是在这块石上面跪拜祭天的。当你站在这块太极石上说话、唱歌或者轻轻地呼唤时，立即会感到声音从四面八方传来，从地面下边传来；若做跪姿说话，声学效果更为明显，好似众人齐鸣，一呼而应，非常洪亮。因此“ 太极石 ”又被称为“ 亿兆景从石 ”。但是，站在“ 太极石 ”以外说话，或站在“ 太极石 ”以外的人听起来，却没有这种奇妙的感受。这是从“ 太极石 ”即坛的圆心发出的声波传到四周的石栏以后，声波又同时从四周反射回来的结果（如图声—6）。精确的实验告诉我们：如果从发声到声波反射回来的时间不超过 0.1 秒钟，说话的人就无法分辨出原来的声音和回音。而“ 圜丘坛 ”的半径较短，根据测定，从“ 太极石 ”处发声到声波反射回到圆心的时间，总共只有 0.07 秒钟，所以说话人分辨不出原声和回声，只觉得声音加强了。因此在“ 太极石 ”上听到的声音就格外响亮，甚至震耳。

图声—6

三、双耳效应

当你听到某个声音的时候，很自然地就将头转向那个方向，你知道这是什么原因吗？这里有什么物理学上的原理？如果，当我们要仔细辨别声音来自何方时，又往往是侧耳倾听，你知道这又是怎么回事吗？

每个人都有一副专门感受声音的器官——耳朵，它能够准确地感受空气中因声波的传递而带来微小压力的变化。当有人叫你时，你感受到传来的声波，就把头转向那个方向。正常人的耳朵都能辨别声源的方向，其准确程度一般不差 4 度。如果仅用一只耳朵听去辨别声源的方向，那就困难了。这就是所谓的“ 双耳效应 ”。

那么，用两只耳朵听，就一定能准确地辨别声源的方向吗？可以试验一下：你把双眼蒙起来，静坐在房间的中央，不要转动头部。请另一人拿两枚硬币站在你的正前方或正后方，敲响硬币后，你再判断敲响硬币的方向，你指出的会是完全相反的方向。如果不是在正前方或正后方，

就能准确地判定了。

对同一声源能准确地辨别方向，其原理是：离声源比较近的耳朵先听到声音，听到声音的强度也比较大；这种到达双耳的时间差异、强度的差别，经过大脑加工形成辨别方向的感觉，这时转动头部，直到两耳听到同样的响度为止，于是声源便在正前方。此外，双耳感受到声波振动步调的差别，也引起辨别声源方向的感觉。所以，人们在长期实践中，是凭着双耳感受到声音时间的先后、强度的不同和不同的振动步调，形成不同的感觉，来判断声源方向的。因此，要判断出正前方或正后方的声音，必须把头侧过来。

四、立体声

从“立体声”这个名称就可以使人所皆知，你在购买或选用录音、录像等音像设备时，都要涉及有关立体声的问题。那么，“立体声”到底是怎么回事呢？你知道其工作原理吗？请你观察有关设备如何放置时才能产生身临其境的立体的空间感觉。

平常人们所说的“侧耳倾听”就包含了这样的物理原理。

图声—7

人们利用“双耳效应”发明了立体声技术，配合电声设备较好地将各种声响（如乐队演出的直接声、墙壁的反射声、厅堂混响声的空间分布等）呈现出来，有一种身临其境的“立体”空间感觉。通常的“双通道立体声”的作法（如图声—7 所示）即是用代表人双耳的左、右两个话筒同时接收来自两个方向的声音，经过两套放大器的放大后，从左、右拉开一定距离的两个扬声器中播放出来。使人双耳听到不同方位的不同声音，产生“立体”的方位感觉。双通道立体声给人的感觉还只限于听者前方张开的角度为几十度的狭小范围。为了将声音的立体方位感觉扩展到环绕听者四周的 360° 的平面内，就用四个话筒集中在一起，并使它们的方向分别向前、向后、向左、向右四个方向（如图声—8 所示），经放大后，由分布于室内四个角的四个扬声器中播放出来。这就得到“四通道立体声”，也称为全景声。同理，改变话筒、扬声器的位置和方向等，还能得到三维空间环绕声、厅堂立体声等。

图声—8

五、超声波

在漆黑的深夜，你睁开双眼是一片漆黑。你一定听说过蝙蝠能在黑夜自由飞行捕捉小虫的事。你能说出其中的道理吗？是蝙蝠的视觉器官特殊，还是它依靠别的手段去定位的？

人耳朵能听到的声音频率约在 20 赫兹至 2 万赫兹之间，振动频率在 2 万赫兹以上的声波，被称为超声波，是人耳听不到的。蝙蝠能在漆黑的夜里自由飞行捕捉蚊虫为食，不是用视觉而是用听觉来定位的。蝙蝠在

需要全本请访问 www.ertongbook.com