

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

物理世界的探索



## 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、自住房门报警器	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受	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

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、光路可逆性原理	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、动脑、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：

1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100 克；

10, 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，石头的棱角不断被磨掉。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。

## 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,中上层钮钟、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  $22^\circ$  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 $360^\circ$ 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

飞行时发出人耳朵听不到的超声波，它的耳朵接受到这些回波，就能判别出是应该躲避的障碍物还是要捕捉的虫子。除蝙蝠外，自然界中能发出超声波的还有蟋蟀、蚂蚱、老鼠、鲸等，狗能听到 3.8 万赫兹的超声波，有些鸟类可以听到 4 万赫兹的超声波。

超声波技术应用非常广泛，在医学界尤为突出。你知道有哪些超声波的诊断和治疗的仪器及治疗方法吗？超声波为什么能治病呢？

超声波具有方向性好、穿透能力强的特点，它的传播情况还与介质的特性有着密切的关系。1942 年，一位医生首次将超声用于检测诊断颅脑，至今超声技术已成为全新的专门学科。在医学中，用超声诊断和治疗各种疾病，具有无损害、无痛苦和及时等优点。超声治疗是一种物理疗法。超声波为什么能够治病呢？因为超声波在人体组织中能引起细胞的波动，相当于一种细微的“按摩”。它能促使局部血液和淋巴循环得到改善，从而对组织营养和物质代谢都能产生良好的影响。超声波还可以刺激半透膜，增强其通透性，加强人体新陈代谢，改善人体功能状态，提高人体组织的再生能力。由于超声振动能引起体内局部温度升高，因此它还具有扩张血管的作用。超声波在医学中的应用已逐渐成为一门新学科——超声医学。许多医院开设了专门的超声诊室。超声诊断和治疗多用于脑血管意外疾病、血栓闭塞性脉管炎、慢性支气管炎、哮喘、偏瘫、冠心病及超声手术等。但是超声治疗也有一定的局限性。例如，对于出血或出血后不稳定的疾病不能用，对肝脏、生殖器官等敏感器官也不宜使用。

## 六、次声学

你知道现代声学中有一门新兴的分支学科——次声学吗？你知道次声对人有什么影响吗？次声在技术中又有哪些应用？

次声又称亚声，也是一种人耳听不到的声音。因为次声的振动频率低于 20 赫兹。文献中记载了这样一件事情：1890 年由新西兰驶向英国的“马尔波罗”号船神秘地失踪了。20 多年后，人们在火地岛岸边发现了这艘船时，船上的一切都完好如初，早已去世的船员也都各就其位，保持着工作姿态。科学家们经过多年研究证明，船员们死于强风暴产生的次声波。另外，许多人都有晕船毛病，专家们认为有些情况的晕船也是由次声波引起的。高强度的次声作用于人体，会使人在生理上、心理上受到不同程度的损害，如产生头晕、恶心、头痛、呕吐、呼吸困难及精神沮丧、烦躁、恐慌等不舒适的症状。科学家通过研究得知，8 赫兹的次声波最容易使人大脑震伤，甚至导致死亡。

次声波主要产生于台风、地震、雷电、火山爆发、海浪、极光等自然现象，以及火箭发射、核爆炸、巨型飞机起飞、超大型建筑物的振动等。次声波在大气中的传播速度与声波相同，由于大气对次声波的吸收比声波要小得多，因此，具有传播距离远的突出特点。如 1967 年前苏联在北极圈内新地岛进行 1500 万吨 TNT 当量的核爆炸，所发出的次声波绕地球 5 圈。

对自然现象产生的次声进行分析研究，可以认识极光的规律，预报台风和风暴，预测火山爆发和地震等。对次声的研究和应用，是现代

声学的新兴分支学科。

怎样利用地震时产生的次声波来测报地震呢？

发生地震时，沿地球表面传播的地震波会向大气辐射次声。地震产生的三种次声波是：地震波（纵向波）、横向波和表面波。它们激发的次声强度是不同的。次声探测器最先接收到的是纵向波激发的次声波，随后收到横向波激发的次声波，最后收到的是最强的表面波辐射的次声波。从接收到的三种不同次声的先后时间差异和强度等，可以推算出地震的垂直幅度、方向和通过时的水平速度，进而还能知道有关地震的其他参数用以测报地震。此外，利用现代的次声探测器监测核爆炸，可较准确地定出爆炸位置和爆炸当量。

次声的应用还不如超声广泛，但是它在生产、科研及国防上的应用前景将是非常广阔的。

## 七、噪声的危害

在你的周围哪些声音是你爱听的？哪些声音是你不爱听的？如果把声音分为两大类，应该怎样去分类？它们的主要区别和利弊有哪些？

当你走进北京音乐厅，那丰富多采的演奏，使人感到轻松愉快、精神振奋。听优美动听的音乐是一种艺术享受。从物理角度看，音乐是乐音，它是声源有规则振动发出的悦耳动听的乐音。悦耳动听的音乐有改善神经系统、内分泌系统和消化系统的功能，能提高思维能力，有助于儿童的生长发育。与此相反，噪声对人的影响就截然不同了。1987年在英国举行的一次现代派音乐会上，有300名听众失去知觉、昏迷不醒。诊断结果是因为声音极度刺耳，致使听众休克。50年代在西班牙曾经有80人自愿作为喷气发动机噪声作用的试验对象，试验结果非常悲惨，其中28人当场死亡，其余的人都得了严重的麻痹症。

从物理学分析：噪声是声源无规则振动发出的嘈杂刺耳的声音。噪声的危害是多方面的，最直接受到损害的是听觉系统：一是急性伤，受害者感觉耳鸣、眩晕，直至鼓膜破裂耳聋；二是慢性损伤，使听觉疲劳、神经衰弱，导致听力下降。噪声还能影响胃肠道的正常分泌，引起新陈代谢紊乱，导致消化不良、高血压，以及心血管的多种疾病，严重的还会引起神智不清、脑震荡，甚至休克和死亡。此外，噪声对人的视力、妊娠、胎儿发育等都会有不良影响。所以，噪声被公认为仅次于大气污染和水污染的第三大公害。

噪声是能够减少和控制的，发达国家为此制定了环境噪声标准（见附表）。

在你的周围中有哪些噪声来源？你是否能想些办法减弱或消除这些噪声，创造一个理想的生活空间？

附表：我国区域环境噪声标准

适用区域	昼间分贝	夜间分贝
宾馆、休养地	45	35
文教、居民区	50	40
工商业、居民混合区	55	45
商业中心、繁华地区	60	50
工业集中区	65	55
交通干线两侧	70	55

## 热 学

### 一、布朗运动

物质是由分子组成的，而一切热现象则是大量分子的无规则运动在宏观上的表现。那么，你知道在历史上是什么现象的发现，为“物质由分子组成、分子不停地做无规则运动”提供了第一个直接的证据？答案是：布朗运动的发现，在历史上给物质是由分子组成的结论，提供了第一个直接的证据。

做布朗运动的微粒的运动路线是无规则的

图热—1

1827年6月布朗用显微镜观察花粉时，无意中发现悬浮在水面上的花粉杂乱无章地不断运动。开始他怀疑这是因为花粉有生命造成的。为证实这一想法，他将花粉泡在酒精中“杀干”，再把干燥后的花粉悬浮在水中，但是花粉仍像以前一样不停地运动。接着他把玻璃、煤块、石块、金属等多种物质磨成粉末放入水中观察，发现它们与花粉一样在不停地做无规则的运动。1843年罗韦尔第一次在坐标纸上绘出花粉的布朗运动图像。1908年皮兰用实验的方法验证了布朗运动，图热—1就是在实验中每隔30秒钟所记录下来的三个花粉微粒位移的轨迹。同一花粉微粒在相等时间内运动的无规则性，说明液体的大量分子在作无规则的运动，不断地撞击悬浮的花粉，由于在任何时刻分子从各方面对花粉的冲击作用不平衡，因而花粉做杂乱无章的运动。

在观察、研究布朗运动的过程中，我们把原来看不见的分子运动（微观运动）和可以看得见的微粒运动（宏观运动）联系起来，并从大量的分子对微粒的作用，得到这些分子群体行为所表现的作用。这是研究物理现象的一个很重要的方法。

### 二、“软蛋”中的奥妙

把经过醋处理的“软蛋”放在清水中，仔细观察：软蛋会一点一点地长胖。这其中的奥妙，你能解释吗？

把鸡蛋放在醋里浸泡半天，让蛋壳溶在醋中，只剩下一层薄膜时，把醋倒掉，用清水把软蛋冲洗干净后，再把它放入清水中。这时软蛋会逐渐变大。这是因为软蛋内液体的浓度比清水大，水分子透过软蛋壳向蛋里扩散，所以软蛋会一点一点地“长胖”。这种单方向的扩散现象也叫渗透。又如游泳时，当你在水里睁开眼睛时，会觉得眼睛有些疼痛，好像要胀开一样。这是因为眼球内溶液浓度比水的浓度大，水分子向眼球内扩散，眼球就觉得不舒服了。若用生理盐水就不会有这种感觉。人们常用浓盐水消毒杀菌，因为当细菌落入浓盐水中时，水从细菌体内向盐水中渗透，使细菌因失去水分而干瘪，从而死亡。

### 三、熨烫衣服中的科学

你看过或者亲自熨烫过衣服吗？实践经验告诉我们，熨烫衣服时，要在衣服上喷点水或盖块湿布再熨烫，这样做有什么好处？请你用物理学观点来分析。

熨烫衣服时，先要在衣服上喷点水或者在衣服上盖一块湿布，这样，衣服容易被烫得平整挺括，还可以防止某些质料的衣服被烫焦损坏。因为在衣服上喷水或垫湿布后，少量的水能渗透到衣服的纤维里面去，用热熨斗一烫，纤维里的水立即汽化。水汽化时，水的体积可迅速增大 1000 多倍。由于熨斗紧压在上面，水蒸气体积只能朝横向扩张，这样就把衣服的纤维拉直了，衣服变得平整挺括。水在汽化时吸收大量的热量，熨斗的温度有所降低，所以垫上湿布熨烫尼龙等衣料不易被烫坏。

### 四、电风扇与冷风扇

人们常说：“扇子有风凉”，可是有时开着电风扇并不感到凉快。而用“冷风扇”就不同了。它送出“冷风”，给人以清凉舒适之感。你知道其中的因果吗？

人体热感觉取决于周围空气的温度、湿度、流动性等综合作用。普通电风扇只是产生气流，不会降低周围空气的温度。人们常说电扇“吹热风”就是这个意思。但是因为人体皮肤湿润，有汗液，电风扇使气流速度增大，促进汗液蒸发，使人会产生清凉的感觉。在闷热的夏天湿度很大，人体汗液难以蒸发，因此开电扇也感觉不到凉快。冷风扇与普通电扇就不同了。它利用水蒸发过程中吸收热量、使空气温度下降的道理，增加了一个由引水机产生的“水帘”，在气流通过水帘时，加快了水的蒸发速度，较多地吸收了空气中的热量，使气流的温度下降，送出“冷风”，给人以清凉舒适之感。

### 五、为什么“响水不开、开水不响”？

开水沸腾是日常生活中常见的现象，但是你知道人们常说的“开水不响、响水不开”的道理是什么吗？

对水加热，水温逐渐升高。由于水中溶有空气，容器的底和壁上出现许多小气泡。气泡里含有空气和饱和水汽。继续加热，气泡受热膨胀，在浮力的作用下，便脱离容器底和壁而上升，同时在它的下方又形成新的气泡。由于容器内上下层的水温不同，当气泡上升到较冷的水的上层时，一部分水汽凝结成水，气泡体积缩小（甚至消失），只剩下很少的空气与水泡涌出液面。水沸腾前，由于气泡的体积由大到小交替地变化，从而发出了“呼呼”的响声，这就是人们常说的“响水不开”的道理。继续加热，水温达到沸点，这时，气泡在上升过程中，不会发生水汽凝结成水和体积缩小的现象，相反气泡周围的水不断向气泡内剧烈汽化，使其气泡体积不断增大，直至升到液面时裂开并放出大量水蒸气。这时容器里的水开始上下翻腾，形成沸腾现象。此时已没有气泡体积膨胀和缩小的交替变化，也就没有“呼呼”的响声了。这就是“开水不响”的

原因。

## 六、保温瓶为什么能保温？

观察保温瓶在结构上有何特点。思考：瓶口盖上软木塞后，它为什么就能起到保温的作用？

保温瓶的瓶胆在结构上有三大特点：其一，瓶胆的瓶口做得较小，瓶口加盖软木塞子，这样可减少蒸发，防止液面上气体的流动，以减少热量的散失。其二，瓶胆由双层玻璃构成，玻璃和软木塞都是热的不良导体，层间距离仅有 8 毫米，夹层里被抽成真空，可有效地防止热传导的发生。其三，瓶胆的双层玻璃表面上都均匀地镀了一层银，镀银的光亮表面，能将到达表面的热辐射回去，这样就防止了因为热辐射而损失的热量。可见保温瓶能够保温，是因为瓶胆在结构上的三大特点，基本防止了热散失的三种方式：对流、传导和辐射。同理，我们将冷的东西放入保温瓶中，同样也能起到保冷作用，成为保冷瓶。

## 七、电冰箱是怎样实现制冷的？

电冰箱是一种人工制冷装置，目前已进入千家万户。常见的电冰箱多为电动压缩式电冰箱。它是利用制冷剂（多为氟里昂，分子式  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ）在制冷系统中进行连续不断的周期性循环来达到制冷降温的目的。循环的物态变化如下图：



图热—2 压缩式制冷系统

全封闭蒸气压缩式制冷系统的基本结构如图热—2 所示。压缩机是制冷系统内保持循环的动力装置，其作用是“一吸一压”，即吸入来自蒸发器的低压气态制冷剂，经压缩变成高压气态制冷剂送入冷凝器；冷凝器放热后高压液态的制冷剂通过毛细管的节流作用，变成低压液态制冷剂进入蒸发器，随后在安装于冷冻室内的蒸发器里蒸发，吸收箱内的热量成为低压气态。如此周而复始，达到制冷的目的。电冰箱的内外壳之间及门体内填满优质隔热材料，门内四周镶有磁性密封条，因而箱体有良好的隔热保温作用，确保箱内的低温环境，成为比较理想的冷藏设备。

## 八、钻木取火

在我国古代神话传说中，是谁发明了“钻木取火”？如何从物理学的观点理解钻木取火？它使人们对热的本质认识有何突破？

古代传说是燧人氏发明了“钻木取火”。把一根削尖的木棒插在一段树干的孔中，不停地转动和摩擦，就使木头燃烧起来。此外，战国时期庄子的《外物篇》中也有记载：“木与木到摩则燃。”摩擦生热的现象在我们的日常生活与生产中也经常见到：冬天用双手互相摩擦可以取

暖，打火机砂轮与电石摩擦发出火星，用砂轮磨车刀飞溅出火星……现象多不胜数。摩擦生热的事实有力地说明了热是一种运动，驳斥了“热本质”的各种错误观点。

## 九、安全使用液化气

《安全使用液化气须知》中明确规定：不能暴晒或用蒸气热水加温，禁止烧烤气瓶……用你学到的有关知识分析一下，煤气公司做此规定的原因。

气瓶内的液化石油气是丙烷、丙烯、丁烷等重碳氢化合物，它是经过加压使之液化装入瓶中的。当环境温度升高时，气瓶内压强增大；环境温度降低时，瓶内气压减小。气瓶是按丙烷气设计的，设计工作压强是  $1.57 \times 10^6$  帕斯卡。瓶内丙烷在 0℃ 时，气瓶内的气压为  $3.92 \times 10^5$  帕斯卡；当 50℃ 时，瓶内的气压为  $1.57 \times 10^6$  帕斯卡。北京地区最高气温近 40℃，在正常情况下使用是安全的。若用火烤或用热水等给气瓶加热，瓶内高压液化石油气吸收了更多的热量，分子无规则运动加剧，瓶内气压将超过气瓶的设计工作压强，这时就不安全了。所以，煤气公司做出了此项规定。切记要严格遵守安全使用规则！

## 十、自然界里的物态变化现象

露、霜、雾、云、雨、雹和雪的都是自然界里的物态变化现象。那么，它们的区别是什么？它们又都是怎样形成的呢？

我们知道，空气中有大量的水蒸气，夜晚气温下降，水汽由白天的不饱和状态逐渐变成饱和状态，空气里的水汽液化，凝结在草木石块等物体上，形成小水滴，这就是露，也就是人们常说的“清晨的露水”。空气中所含的水汽达到饱和状态而结露时的温度叫做露点。霜多出现在晚秋，对晚秋农作物及花草等特别有害，所以要采取措施预防霜冻。

露和霜不是从天而降的，而是水汽直接凝结在地面物体上的。如果水汽凝结在悬浮于接近地面空气中的尘埃上，就形成了雾，这也是水蒸气的液化现象。如果水汽在高空中凝结便形成为云。较大云层中的小水滴，在气流不稳定等状况下容易聚结成为大水滴，下落便成为雨。如果雨滴在落下时骤然遇到 0℃ 以下的冷空气，便凝结成冰块。冰块如遇自地面向上的风暴，把冰块吹向热的空气层中，热空气中的水汽便凝结在冰块的四周。冰块下落时如又遇有 0℃ 以下的冷空气上升时，冰块之外又结成一层冰。冰块如此上下运动，直到很大时落下，这就是我们所说的冰雹，所以冰雹常为层状的。如果高空中露点低于 0℃，则水汽便直接凝成雪。露、霜、雾、云都是可以看得见的，它们都不是水蒸气，而是水蒸气在自然界中的物态变化现象。



# 光 学

## 一、本影与半影

我们在台灯下写字的时候，稍一留意就可以看到握笔的手在纸面上留下的影子。仔细观察纸面上笔或手的影子，我们还会发现影的边缘部分比影的中心部分相对地亮一些，好像影子的周围还有一圈虚的边界似的。其实，不光是台灯造成的影子有这种特点，如果我们再去认真观察被太阳光、月光，以及汽车灯光等照射的物体的影子时，也会觉察到这种情况。物理学上把影的中部最黑暗的区域叫本影，把本影边缘亮度稍大的区域叫半影。那么，为什么会产生本影和半影呢？

原来，任何实际的光源都不是真正的“点”光源，它们都具有一定大小的发光面积。我们知道，由点光源发出的光照射不透明物体时，在物体背光的方向上可以形成一个边缘清晰的黑暗区域，即物体的影。但由实际光源照射物体时，它的发光面却可以被看做是由若干个点光源组成的。由这些点光源照射同一物体时，又会形成若干个物体的影。所有这些“影”的重叠部分，也就是“发光面”上所有点发出的光线都照射不到的区域（显然最黑暗），就是本影；发光面上发出的一部分光线可以照射到，而另一部分光线却无法照射到的区域（显然亮度比本影会大一些），则是半影。

图光—1画出了灯泡上A、B两点所发出的光线照射物体M时，在屏S上形成物体本影和半影的情形。由此不难看出，半影分布在本影的边缘。

图光—1 本影与半影

如果你有兴趣，不妨依据图光—1在灯泡上任意找出两个发光点，看它们发出的光线是怎样照射物体M并在屏S上形成影的。

## 二、反射镜

光线射到桌面、镜面或其他物体表面上时，都会或多或少地发生反射。自然界中的许多物体本身并不发光，但在白天能被我们看到，那是因为它们将一部分日光反射到我们眼中的结果。利用反射率高的反射面，可以制成平面镜、凸面镜和凹面镜。射到不同面镜上的光线，都遵从光的反射定律发生反射。但由于反射面形状以及入射光线、光束性质的不同，其反射光线的方向及光束的性质都各有特点。利用它们对物体成像，其像也有很大差异。

平面镜是我们接触最多的。控制镜面和入射光线的角度，可以把入射光线偏转 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 之间的任何一个角度。平面镜所成的像和物体大小相等，像的位置与物体的位置对称分布在镜面前后两侧。利用平面镜的这些特点，我们可以做很多有趣的实验。科学家利用这些特点制成了激光测距用的角反射器，并把它放到月球上进行了月地间距离最准确的测量。在道路转弯处设置的交通镜，以及汽车上的后视镜都是凸面镜。凸

面镜可对远处的物体成缩小的像，因此它有较大的视场。同样大小的镜面上，从凸面镜中观察到的范围大于在平面镜中观察的范围。如通过交通镜，我们可以看到转弯处另一方向的交通情况；通过汽车后视镜，我们可以看到车后侧较大范围内的情况。

手电筒灯泡后面的“灯碗”，汽车灯、探照灯后方的“灯碗”，以及太阳灶的反射面等都是凹面镜。凹面镜有把发散光线会聚的作用。手电筒、汽车灯、探照灯后方的凹面镜可以把光源的发散光线会聚成平行光线射向远方。太阳灶的凹面镜可以把太阳光会聚于“焦点”，因此焦点处温度很高，可以加热物品。口腔科医生头戴的聚光镜也是凹面镜，它把灯光经反射会聚于患者口腔内，以便于观察。

反射式天文望远镜有光学的和射电的（无线电的）两种类型，它们都有一个口径很大的凹面镜（天线），用以会聚光线或电磁波。由于凹面镜通光口径大，反射式望远镜较透镜式望远镜有更大的分辨力，所以更利于对亮度微弱的星体观测。

### 三、角反射器

自行车的尾部一般都装有用红色塑料制成的尾灯。当你把这个尾灯的红色塑料片拆下来观察时会发现，它外表面是平面，背面都是整齐排列着的凸起的立方体角，其实这每一个立方体角就是一个直角锥棱镜，即角反射器。角反射器的特点是：无论光线从哪一个方向射向它，它都能将入射光线逆原方向反射回去。夜间，汽车灯光照射到自行车尾灯上，司机就会看到由角反射器反射回来的光线，犹如自行车亮着红色的尾灯一样。

角反射器反射光线的道理，不同于一般的发生在媒质界面上的漫反射。这是因为角反射器的立方体角，实际相当于三块相互垂直的平面镜（见图光—2a）。在图光—2b中画出了纸面内的入射光线AB，经相互垂直的 $M_1$ 与 $M_2$ 两块平面镜反射后，沿CD方向即沿AB的反方向射出的情形。懂得了这个道理，我们就可以想到空间沿任意方向射向角反射器的光线均可经两次或最多三次反射最终反向射出的情形了，本文不再赘述。

1969年7月阿波罗11号宇宙飞船首次登月时，在月球上放置了一个角反射器，它是由100块熔融石英直角锥棱镜排列成的边长为18英寸的方阵。地面上发出的激光，只要射中它，反射光总能返回原处。用它测出月地之间的距离为353,911,215米，精度差小于10米。

图光—2 角反射器

### 四、万花筒

我们找来两块平面镜，改变它们之间的夹角，这时你会看到，两平面镜之间的物体可以成很多个像。这是因为，物体在平面镜 $M_1$ 中所成的像又可以在平面镜 $M_2$ 中再成像，而平面镜 $M_2$ 中的像也可以在平面镜 $M_1$ 中再成像； $M_1$ 与 $M_2$ 又都可以把对方镜中像的像再成像……如果有可能，你站

在两大块相对的平面镜之间，往一面镜中看去，会看到无数个你的像，且由近及远地排列在镜中，而且越往远处，像的亮度也越小，直到辨不清楚为止。上述现象就是利用两块平面镜多次反射成像的原理。

万花筒就是根据在两个平面镜间多次反射成像原理而制成的玩具。常见的万花筒是用三块长条形的平面镜围成的三棱柱体，各镜面间的角为 $60^\circ$ 。根据理论计算，这样的结构，两个镜面间的物体可以成5个像。而三个镜面间的物体至少可以成12个以上的像。在万花筒中，通常放有形状与色彩各不相同的碎片。这些碎片的多次反射像构成了美丽的对称图案。转动万花筒时碎片的位置一改动，反射像形成的图案立即随之变动。因此，在万花筒中，我们可以看到千差万别、令人惊讶和美不胜收的图案。

## 五、光的折射

从前面的几个观察中使我们相信：光在空气中间沿直线传播，而在空气与其他物质的交界面处要发生反射。其实，光在各种不同媒质（光在其中传播的物质）的界面处不仅会发生反射，同时还发生另一种重要的光学折射现象。光从一种媒质进入另一种媒质时，传播方向发生改变的现象叫光的折射。

实验：在一块不透光的纸板上剪个小圆孔，将它放在在暗室里的聚光白炽灯下，让灯光斜射圆孔。这时，我们会发现，有一束光线通过小圆孔射到桌面上，并有一个亮点，用铅笔记下这个亮点的位置。不要改变灯泡和纸板的位置，取来一个透明的平底玻璃杯并装满水，使通过圆孔的光线照到水面上，适当调整水杯的位置，使光线能通过水照射到桌面上（见图光—3）。这时我们会发现通过水的光线与在空气中传播的光线路径不同，桌面上的亮点的位置发生了变化。仔细观察还会发现，光在水中也是沿直线传播的，只是光在水与空气的交界面处不再沿直线行进，而是偏转了一个角度。我们可以通过这个实验来理解折射的定律。

### 图光—3 光的折射

人们花费了一百多年时间才总结出了光的折射定律，它是几何光学基本实验定律之一。它和光的反射定律一样，都可以根据波动理论导出于无线电波和声波等的折射与反射现象。

## 六、游泳池的视深度

在游泳前，我们都会下意识地想一个问题：池中的水到底有多深？人们总是首先通过眼睛观察到经水面折射了的光线来推断水深的，这与水的实际深度相符吗？

图光—4中画出的由水池底部A点发出的光线，经水和空气界面发生折射，其中到达观察者两眼的射线分别为ABC和A'B'C'。BC与B'C'反向延长线的交点A''，即是A点的像。A''到水面的距离即为游泳池的视深度。由此图不难看出三点：一是视深度小于实际深度；二是观察

者的视线越倾斜，看到的视深度越小；三是若观察者两眼处于等高时，则 A 在 A 点正上方。

#### 图光—4 水底 A 点的像

平时，你把一根直筷子斜插入盛满水的碗中，就会看到筷子像折了一样，水中的部分看上去靠近了水面。有了这种认识和经验，渔夫叉鱼时就会调整鱼叉与水中鱼（像）的位置关系，以有效地叉到鱼。我们也不要错把游泳池的视深度当作它的实际深度。

### 七、闪烁星空

夜晚闪烁的星空常给我们以遐想：是群星之间在窃窃私语？还是在向我们轻摇着它们的面纱？实际上这是一种大气抖动所引起的折射效应。

我们知道，地球表面有几十公里厚的大气层，天空中的星光都是经过大气折射后才进入我们的眼睛的（见图光—5）。但由于地球引力的作用，大气的密度由高到低逐渐增大。大气密度的变化，使进入大气的光线逐渐改变了传播方向，成了一条曲线。这就是我们观察到的天体位置一般都比它们的实际位置高的缘故。

#### 图光—5 大气层中的光线

地球周围大气层密度随时间和空间的变化不断起伏变化着，这就是所谓大气的抖动。当星光通过大气时，大气的抖动会使光线的传播途径发生变化。大气的微小抖动会使我们看到的天体视位置发生变化；而大气较强的抖动会使天体光线偏离人眼，产生星体消失的感觉。这种星体视位置和亮度无规则的变化，就给人以星空闪烁的感觉。

### 八、透镜

透镜是用透明材料制成的专门用于控制折射光路的重要光学元件。透镜一般分为两大类：中央部分比边缘部分厚的叫凸透镜；中央部分比边缘部分薄的叫凹透镜。从对光束的影响看，凸透镜对光有会聚作用，凹透镜对光有发散作用。从成像的角度看，凸透镜可以成放大或缩小的像，而凹透镜只能成缩小的像。从较常见的使用情况看，凸透镜可作为放大镜（成放大正立虚像）、电影放映机与幻灯机镜头（成放大倒立实像）、照相机镜头（成缩小倒立实像）、远视眼镜片、汽车前灯与探照灯的聚光镜等；凹透镜则可作为近视眼镜片或与其他不同形式的透镜一起组成专门用途的透镜组。

取一个透明的圆柱形玻璃水杯，并装上多半杯水，用手握住杯的外侧，从杯的另一侧约 25 厘米左右处透过玻璃杯看手指，你会发觉手指变得又长又粗，手指间的缝隙则又宽又长。这时水杯实际上构成了凸透镜，而手则位于该凸透镜的焦点以内，人眼看到的正是手指被放大的虚像。如果把水倒掉一些，再把手放到杯底，从杯口透过水看杯底的手指，

则发现手指变得又细又短。这时水杯的底实际上构成了凹透镜，因为杯底的玻璃向上凸，水与杯底构成了一个边缘厚、中央薄的凹透镜。我们看到的是手指由这个凹透镜所成的缩小虚像。

对于边缘与中央厚度没有分别的“平行透明板”来说（例如普通平板玻璃），既不会使入射光束会聚，也不会使入射光束发散，因此不会成放大或缩小的像。于是有人设想把图光—6a 中画斜线的部分去掉，这样做实际上去掉的是凸透镜中“平行透明板”的部分，余下部分仍保持凸透镜的功能。事实证明，这种设想是对的，可以节省大量材料。为了便于制作，于是把各锯齿部分（见图光—6b）平移到同一个平面上，这就是目前广泛应用于电影照明灯、舞台照明灯、投影幻灯机与汽车前灯等处的螺纹镜（见图光—6c）。

图光—6 螺纹镜

## 电 学

### 一、观察灯丝

观察：家庭用的白炽灯和日光灯、广场上用来照明的高压水银灯和高压钠灯、用来装饰做广告的彩色霓虹灯，哪种灯是没有灯丝的？哪种灯是靠灯丝发光的？

答案：除了霓虹灯没有灯丝外，其他灯都有灯丝；只有白炽灯是靠灯丝直接发光的。

### 二、串联与并联

节日之夜 装饰在高大建筑物上的一串串彩色白炽灯把建筑物的轮廓勾画出来。请你走近这些建筑物仔细看一看，这些彩色的白炽灯是串联的，还是并联的？

如果你仔细观察高大建筑物上的串灯便会发现 这些灯泡的大小和家用的“PZ—220XXW”的灯泡一样。如果要几十盏灯正常发光，将它们串联在一起，接到几千伏的电压上，这不仅是不可可能的，而且也是不安全的。另外，若其中某盏灯的灯丝坏了，则整串彩灯都会熄灭，因此这样做也是很科学的。通过观察你还会发现，即使建筑物上的彩灯有个别的坏了，不发光了，但其他彩灯仍然发光，可见高大建筑物上的彩灯是并联的。

注意：市场上出售的家用节日彩灯，由于采用的是“12伏”的灯泡，所以得将约20个灯泡串联在一起接入220伏家庭电路中使用，它们才能正常发光。由此可见，家用节日彩灯是串联的。

### 三、火线与零线

如图电—1所示，电线杆上是三相四线制供电，你能判断出哪根是火线，哪根是零线吗？

图电—1

答案：A是零线，B、C、D是火线。因为一般家庭用电的电压是220伏，在三相四线制输电中，相电压是220伏，所以家庭电路都应该一根接火线，一根接零线。从两座房子都接了A，我们可以断定A是零线。

### 四、输电线的学问

当你从马路上走过，当你坐车行驶在原野上，当你旅游爬山时，都可以看到电线杆或铁塔上面的电线，你能说出图电—2中这些电线的差别吗？

我们知道，工厂和家庭用的大多是交流电，都要从发电厂通过输电线

传送。

远距离输电都采用高压输电方式，一般用 11 万伏、22 万伏的高电压传送。

## 图电—2

这样高的电压的输电线通常架在钢塔或又粗又高的混凝土杆塔上，而且这些导线都是裸线，也就是说，导线的外面都没有包上绝缘外皮，因此它们之间需要绝缘。那么，用什么做绝缘材料呢？在一般情况下，空气是最好的绝缘材料，所以把输电线吊在空中。但不能把导线直接挂在塔杆上，一般用瓷制的绝缘子把电线和塔杆隔开。每一个绝缘子能承受一定的电压，如输电电压是 11 万伏，一般要用 7~8 个绝缘子组成串。

如果电压更高，绝缘子串就要用更多的绝缘子。因此我们可以从绝缘子串的绝缘子数来判断电压的高低。图 A、B 就属于高压输电线。

那么，图 B 中为什么有三根输电线呢？原来，现代都是用所谓三相交流电，三根都叫火线。图 A 中的 6 根输电线是两路三相电线装在同一钢塔上。

你注意到钢塔顶上还有两根没有绝缘子串的线吗？这两根是金属线，但不是输电线。它们的作用是防止输电线受雷击，叫避雷线。

图 C 是一般的三相输电线杆图。图中的输电线只用一个绝缘子就足够了，可见电压比图 A、B 低多了。

图 D 是所谓三相四线制线路。除了三根火线外，还有一根导线叫零线。我们家里用的是 220 伏的交流电，就需要一根火线，一根零线。

图 H 电线杆上的两根电线是进入家中的。

图 E 也是两根的，其中一根是火线，一根是零线。

图 J 是三相四线制输电线联合线，一般边缘的那条是零线，路灯的另一条线是中间的那条。其余三根便是输电的三相线的火线。

图 G 看起来是一根线，实际上，它的内部由许多根互相绝缘的电线组成，外部包着厚厚的一层铅皮，这种电线叫电缆。把它用许多铁夹子架在钢丝绳上。它的功能是传输电话的电信号，因此叫电话线。

既然图 A、图 J 可以把不同的输电线装在同一杆塔上，那么，为什么电话线图 G 总是那么不合群，自己孤独地站立在街道的另一侧呢？原来输电线传输强大的交流电，交流电本身随时间发生周期变化，输电线电流也随用交流电情况的变化而变化。我们知道，电流周围有磁场，变化的电流周围有变化的磁场。若电话线离输电线很近，这些变化的磁场在电话线中会感应出变化的电流，产生杂音，干扰打电话。要避免干扰，除了给电话电缆包上一层防干扰的金属外皮外，还尽可能将电话线离输电线远些。所以电话线杆总是与输电线杆分开，并分立于马路的两侧。

## 五、门铃的原理

在城市里，许多居民在户门的门框上安装有门铃的按钮。来客只要随手一按按钮，屋内的电铃便发出“丁冬”的声音，告诉主人有人来了。你观察过门铃的构造吗？观察过它的发声过程吗？

电铃的原理并不复杂，它的结构如图电—3 所示。其主要部件是个电磁铁，此外还有一块叫作衔铁的铁片，它和弹簧片相连接；衔铁的一头有一个小锤，锤和铃盖之间有一个小空隙。当按下按钮后，电路接通，电流通过电磁铁的线圈使电磁铁产生磁性，衔铁被吸引向下，小锤便敲一下铃。当衔铁被吸引向下时，弹簧片与接触螺钉离开，电流中断，电磁铁的磁性消失，衔铁也因为失去吸引力被弹回原处。弹簧片与接触螺钉重新接触，电路再次接通，小锤又敲一下铃。在按下电钮期间，这种动作是反复不停的，因此铃声连续不断。

图电—3

电磁铁是电铃的核心。你知道吗？电磁铁是 17 世纪的科学家受到一次偶然现象的启发而发明的。有一天，雷电击中了一家皮鞋作坊。暴雨停止后，店主人回到作坊里，发现鞋钉和缝针都粘在铁锤和砧子上了，就像磁石把钉子和针吸起来一样。在场的人都十分惊讶。科学家们仔细研究了这一奇怪的现象，发现这是“由电产生了磁”。后来人们就有意把电线绕在铁块上，当电线中有电流通过的时候，铁块便产生了磁力，断电后，磁力也随着消失了。这就是我们今天所说的电磁铁。

电磁铁发明后，很快被应用到生产上。工厂里的电磁起重机真可谓是个“大力士”，它可以搬运铁块、钢制的零件和机器。在电话、电报以及自动化的控制装置里，电磁铁都充当了主要角色。你若有兴趣，在不损坏电话的情况下，可以拆开听筒看看它的构造。

## 六、雷电现象

我们都观察过大自然中的雷电现象，请你留心观察一下发生在家里的“雷电现象”，想一想这是怎么回事？

大自然中的雷电现象是天空中带有异种电荷的云层之间，或者云层和地面上的物体之间，发生的一种大规模的放电现象。放电所激起的空气强烈震动，就是震耳欲聋的雷声；所发出的耀眼的亮光，就是划破长空的闪电。

当你从身上脱下毛衣，毛衣擦过干净的头发时，当你在干燥的天气里用塑料梳子梳头发时，都会听到劈劈啪啪的声响，要是在没有灯光的夜里，还能看到许多小火花，这就是发生在家里的雷电现象。可能你要问，为什么我们没有触电？

发生雷电时，电压可高达几十万伏以上。发生在人身上的雷电电压有多高呢？科学家研究证明，要使两个相隔 1 厘米的带电体发生火花放电，它们之间的电压必须达到 3 万伏。涤纶套衫和的确良衬衣、梳子和头发之间的距离，不超过几毫米，因此，没有上万伏的电压，它们是发生不了火花放电的。经过测定知道，纯涤纶物放电的时候，电压高达 5 万多伏。但是这种发生在家里的摩擦起电的电量太小，形不成比较强的持续电流，所以人不会由于这种火花放电而触电。不过在有易燃易爆物体的场所，人身上产生的“闪电”有可能引起火灾或者爆炸，这是需要高度警惕的。



## 七、地线的作用

观察洗衣机，可以发现有的洗衣机上有一条用电线做成的“尾巴”，你知道它的作用是什么吗？

洗衣机的这根“尾巴”叫作地线，它和洗衣机的外壳连接。安装洗衣机时，要把地线接地。所谓接地就是把这根电线的金属部分和自来水管子连接起来。自来水管的电阻率很小，又埋在深深的地下，确实是理想的自然接地体。接上地线，好比给洗衣机系上一根“安全带”，起到保护作用。有了地线，一旦洗衣机漏电，电流会马上通过接地线直接流到地里去，这时就是接触洗衣机也不会有什么危险。

有的洗衣机没有“尾巴”，但是它的插销头和插座都是三孔的（如图电—4所示）。

图电—4

三孔插销的A金属片是通过电线和洗衣机的外壳相接。插座上方的A孔是接保护地线的。保护地线在建筑楼房时已经和深深埋在地面下的金属板相连接。当插销插入插座后，若洗衣机外壳带电，则电流可通过保护地线直接流入大地，人触摸洗衣机时，不会触电。家用电器除了洗衣机外，电冰箱、电扇、电熨斗等都有接地线，使用时要保证接地良好，以防止电器外壳带电时引起人体触电。

## 八、电工器材的保护

观察一下你家里的电工器材，如螺丝刀、尖嘴钳、电工刀、导线、插头、插座和开关等，看看它们上面哪些部分是用绝缘材料制成的？使用时应注意什么？

这些工具在使用时，与人体接触部分都包有绝缘材料制成的外皮。平时要注意保护这些绝缘外皮，不使其破损。

## 九、自行分析题（一）

观察金属壳手电筒、钢笔手电筒或玩具手电筒的电路，找出构成手电筒电路的各个部件，画出手电筒的电路图。

## 十、自行分析题（二）

找一个废旧的螺丝口白炽灯泡，观察灯丝两端引线各连在尾部的什么地方。找一个螺丝口灯座，观察它的构造，看看它是怎样把灯泡接入电路的。

## 十一、自行分析题（三）

到交电商店看看各种不同规格的灯泡的形状、大小、灯丝形状。例如，摄影、幻灯器材商店出售的各种放大泡、放映泡，交电商店出售的普通白炽灯（额定电压是 220 伏），汽车灯泡（额定电压为 12 伏、24 伏），仪表指示灯及手电筒用灯泡（额定电压从 2.2 伏到 6.3 伏）。

## 十二、自行分析题（四）

到交电商店看看不同规格的保险丝、保险盒和不同的闸 0046 刀开关。想一想，安装闸刀开关时，为什么务必使电源线连在静触头上？

## 十三、自行分析题（五）

打开你家（或院里、楼里）照明电路保险盒盖，看看里面保险丝的形状、粗细。想想看，如果保险丝熔断了，能不能随便找一根铜丝或铁丝来代替它，为什么？

## 实验篇

物理学是一门以实验为基础的科学，要学好物理学就必须重视做实验，除了要认真观察老师做的演示实验外，还要多做一些课本上提供的小实验和课外小组提供的课外实验。要自己动手，因陋就简，利用手边的瓶瓶罐罐自制一些器材进行实验。通过自己亲身实践，去领略物理世界的神奇奥妙。

做物理实验要尊重事实，不能凭主观愿望随便更改所观察到的现象和测得的数据，物理实验是一项艰苦细致的工作，要经得起困难和挫折的考验，要有坚韧不拔的毅力。做实验，不但要弄清实验原理，还要提高实验技巧，改进实验方法，减小实验误差，才能成功。

做以下实验，若手边没有合适的器材，可采用中国物理教学研究会推荐的初中物理实验教具进行实验。

## 力 学

### 一、测量长度

用一根金属丝和一把刻度尺，测出以下所示图形的周长(见图力—2、图力—3)。

图力—2                  图力—3

### 二、用自行车轮子测出路程和速度

自行车的车型按其轮胎直径可分为 28 型车(轮胎直径 710 毫米)、26 型车(轮胎直径 660 毫米)等多种。

以 28 型车为例，一辆 28 型车，链轮齿数为 49，飞轮齿数为 20，它们的齿数比是  $\frac{49}{20} = 2.45$ 。即脚踏转一周，车轮转 2.45 周。轮胎直径为 710 毫米，即  $d = 0.71$  米，那么它的周长  $l = \pi d = 3.14 \times 0.71$  米 = 2.23 米。假如从学校到电影院脚踏转 158 转，那么学校到电影院的距离  $S = 158 \times 2.45 \times 2.23$  米 = 863.23 米。

请你骑自行车测量一下从家到学校的距离，同时记录从家到学校所用时间  $t$ ，并计算你骑自行车从家到学校的平均速度  $v = \frac{S}{t}$  为多少。

### 三、物体的重心

重力在物体上的作用点叫作重心。任何物体都有自己的重心。物体的重心在哪里？从日常生活和实践的经验中我们知道，质地均匀、外形规则的物体的重心，在它的几何中心上。那么质地不均匀、形状不规则的物体的重心又在哪里呢？下面介绍几种求物体重心的方法。

#### 1. 求质地均匀、外形规则物体的重心——几何法

下面以正方形木板为例，说明用几何法求重心的方法。

画出正方形木板的两条对角线，这两条对角线的交点处，就是正方形木板的重心。(如图力—4 所示)。

图力—4                  图力—5

#### 2. 求形状不规则物体的重心——悬挂法

现在有一个任意形状的薄板，用绳穿过薄板上任意选定点 A，把薄板悬挂起来，当薄板静止时，薄板的重心一定在通过 A 点的竖直线 AB 上(如图力—5 甲所示)。再用细线拴在薄板的另一点 C 上，把薄板悬挂起来，当薄板静止时，薄板的重心也一定在通过 C 点的竖直线 CD 上(如图力—5 乙所示)。重心既在直线 AB 上，又在直线 CD 上，所以二直线的交点 O 就是薄板重心的位置。

#### 四、自下而上巧取棋子

在较光滑的桌面上，叠放 6 枚象棋子（如图力—6 所示）。用长尺（或细棍）迅速地横向抽打最下面的棋子，这个棋子横向飞出，其余棋子竖直下落。再继续抽打最下面的棋子，直到剩下最后一个棋子为止。为什么在抽打最下面的棋子时，其他棋子不随着飞出去呢？

因为叠放的棋子原来是静止的，只有最下面的一枚棋子受到撞击而飞出去，其他棋子由于惯性在水平方向仍然保持静止状态；但在竖直方向上，由于受到重力作用，棋子会落到桌面上。

图力—6

#### 五、不倒的钢笔帽

在水平的桌面边缘，用钢笔帽压住纸条的一端，用手夹着纸条的另一端，迅速抽出纸条（如图力—7 所示），钢笔帽却依然直立不动。你能解释这一现象吗？

图力—7

当纸条突然被抽出时，由于惯性，钢笔帽要保持原来的静止状态，所以仍然留在原处直立不动。

#### 六、巧辨生熟鸡蛋

生熟鸡蛋混在一起，可用一种最简便方法将生鸡蛋和熟鸡蛋分开，这就是旋转方法。

用手将放在桌面上的生熟鸡蛋旋转起来，凡转得慢并只转一两圈就停下来的是生鸡蛋，转得快并能连续转好几圈的就是熟鸡蛋。

为什么生、熟鸡蛋的旋转情况不同呢？

因为生鸡蛋内部的蛋白和蛋黄都为液体，在转动蛋壳时，由于惯性作用，其内部液体的蛋白、蛋黄不能立即旋转起来；又由于液体蛋白、蛋黄对蛋壳的转动起阻碍作用，所以生鸡蛋转得慢。熟鸡蛋里的蛋白和蛋黄已经凝固，与蛋壳形成一个实心整体，转动蛋壳时，蛋白、蛋黄和蛋壳一起旋转，所以熟鸡蛋转得快。

#### 七、马德堡半球实验

1654 年 5 月 8 日，德国马德堡市的市长奥托·格里克为向人们证实大气压强的存在，做了一个令人惊奇的实验：他把两个做得很精密、直径约 37 厘米的铜制空心半球紧贴在一起，用抽气机从装在一个半球上的阀门将球里的空气抽出来，使球内变成真空后，关好阀门。然后用两队马朝相反的方向拉两个半球，结果用了 16 匹马都没能把它们拉开。这就

是著名的马德堡半球实验。

格里克换了一个实验方法：把铜半球的阀门打开，让外面的空气进入球里。这时只要用两只手就能很容易地把两个半球拉开，毫不费力。

这就是说，当铜球内成为真空的时候，每个半球上受到的大气压力相当于 8 匹马的拉力那么大。马德堡半球实验证实了大气压强的存在，也显示了大气压强的强大。

同学们可以模仿马德堡半球实验做一个实验，证实大气压强的存在。取两个吸盘式挂钩，将两个小皮碗儿紧贴在一起，用力挤压排出其中的空气。然后用力拉两个挂钩，就能体会到大气压强的存在。

用上面的实验还可以解释为什么人没有被大气压力压扁的问题。当球内成为真空的时候，巨大的大气压力才表现出来；而当把阀门打开，球内充满空气时，里面气体的压强和外边的大气压强相同，它们就相互抵消了。人体内部同样是充满空气的，人体内部的压强与外部的大气压强相等，互相平衡，所以人不觉得受到巨大的大气压力。

## 八、奶瓶“吞”蛋

把一个生鸡蛋煮熟去皮，在蛋表面上涂一点食油。取一个开口的空奶瓶（或瓶口略小于鸡蛋的瓶子），将一细纸条点燃后迅速放入瓶中，当纸条将要燃烬时，再将去了皮的鸡蛋的小头朝下立在瓶口上（如图力—8 所示）。随着瓶中火的熄灭，瓶子将把鸡蛋“吞”进“肚子”里去。

为什么瓶子能将鸡蛋“吞”进“肚子”里去？

### 图力—8

这是因为纸条在燃烧时，使瓶内的气体变热膨胀，一部分跑到瓶外。当把鸡蛋盖在瓶口上（不要漏气）后，瓶中热空气冷却后压强变小，鸡蛋在瓶内外压强差的作用下，就被“吞”进“肚子”里去了。

## 九、我们吹出的肥皂泡为什么先上升后下降？

用细管子的一头蘸一下肥皂水，再在另一头小心地吹一下，又大又漂亮的肥皂泡就会从管子里飞出去。细心观察肥皂泡的运动，它们是先上升，后下降，这是为什么呢？

从管子里吹出的肥皂泡里面充满了气体，这些气体是我们吹进去的。从我们嘴里吹出去的气比空气热，肥皂泡受到的浮力大于自身重力就会上升。不过肥皂泡是很薄的，里面的热空气很快变冷，肥皂泡的体积也会相应缩小，这时肥皂泡因所受的浮力小于自身重力而下降。

## 十、可悬浮的鸡蛋

将一个煮熟的鸡蛋放入一杯水里，鸡蛋会沉入杯底。如果慢慢地向水里放入一些食盐，并轻轻地用筷子搅拌，使食盐溶化（为了加快食盐的溶解速度，可使用温水），同时观察鸡蛋的浮沉情况。当水里加入一定

量的食盐时，鸡蛋刚好脱离杯底，此时停止加食盐，用一根筷子上下移动鸡蛋，它在水中不同位置悬浮，并且静止在该位置上。试解释这一现象。

物体在液体里受到的浮力与液体的密度有关。清水的密度小于鸡蛋的密度，鸡蛋所受的浮力小于鸡蛋的重量，所以鸡蛋沉入水底。当向杯中加食盐时，实际上是改变了液体的密度，使鸡蛋受到的浮力增大，当所受浮力等于鸡蛋的自身重量时，它会处于悬浮状态；继续向水中加食盐，液体的密度将继续增加，鸡蛋所受浮力继续增大，并且大于鸡蛋自身重量，这时鸡蛋就会浮到水面上来。

## 十一、挑不起来的报纸

虽然我们生活在大气层中，可是对大气压力之大却体验得不多。下面的一个简单实验，将使你体验到大气巨大压力。

把一张完好无损的报纸打开，平铺在平整的桌面上，把一薄木条插在报纸和桌面之间并露出一小段（如图力—9所示）。把报纸压平，然后用木棍迅速敲击露出的薄木条那端，报纸会被挑起来吗？木条会断吗？

实验结果是，无论你用多大的力，甚至把木条击成两段，也无法将报纸挑起来。这是为什么呢？哪里来的这么大的力呢？它来自大气压力。现在可以估算一下整张报纸所受的大气压力：假若报纸长 0.8 米，宽 0.54 米，其面积为 0.43 平方米，如果大气压强为  $1.0 \times 10^5$  帕，根据  $F=pS$  可知，大气压加在报纸上向下的压力约为 43,000 牛顿，这个力远大于你击打木条时，木条向上挑动报纸的力。

图力—9

# 声 学

## 一、声带实验

请你用手指轻轻按住自己的喉头，张嘴说话，手指有什么感觉？再呼（吸）气，手指有什么感觉？反复试验数次并分析其原因。

在喉头部位的气管里有两条富有弹性的肌膜叫作声带。当我们发声说话或唱歌时，特殊的肌肉使声带并拢，中间只有一条狭窄的细缝，气管内的空气由细缝中迸发出来，引起声带振动，于是发出声音。这时手指按在喉头会感觉到振动。声音越大，手感到喉头的振动越强烈；发声停止，振动也停止。而我们在呼气或吸气时，声带是展开的，形成一个宽敞的三角形的孔，空气通过时，不致引起声带振动，所以呼吸时没有声音，手也感觉不到振动的情况。

## 二、用收音机做声学系列实验

### 1. 器材

袖珍半导体收音机 1 台、小改锥 1 把、纸盒 1 个、茶杯 1 个、小纸团若干个。

### 2. 步骤与要求

将袖珍半导体收音机的喇叭小心地从机壳里取出来，将纸盒放在其上方，将揉成的小纸团放在纸盒上，打开收音机，观察发生的现象，并分析其原因。

同步骤 1，调节音量的大小，观察音量增大时和音量减小时发生的现象，为什么？

同步骤 1，将手放在收音机的喇叭上方，开大音量，此时手有什么感觉？这又说明什么？

将袖珍收音机置于茶杯口上，打开收音机，此时的声音与以前相比较，有何不同？

### 3. 实验结果

打开收音机时，会观察到小纸团在纸盒上跳动的现象，当声音消失时，小纸团也就不跳了。这说明声音是由发声物体（称为声源）振动产生的。

音量增大，纸团跳动幅度也增大；音量减少，纸团跳动幅度也减小。声音的大小、强弱，在声学中用“响度”表示，“响度”是人耳对声音的主观感受。振幅大的声音强，响度相应大；振幅小的声音弱，响度相应也小。

将手放在喇叭口上方，开大音量，手会感到空气的振动。这告诉我们声音的传播方式。声源振动会推动它附近的空气也发生相应的振动，这部分振动的空气又推动离声源稍远的空气发生相应的振动。这样，振动逐渐向外传播出去，形成运动的疏密相间的波动——声波。医生用听诊器听到心、肺的声音，也是这个道理。同理，固体和液体也像气体一样能传播声音。



将收音机置于茶杯口上，就可听到很响的共鸣声，颇有音箱的效果。

### 三、让钢锯条发声

将钢锯条的一端放在桌上，用手按住；另一端露在桌外，用手去拨动露在桌外的那一端，让它发声。不断改变钢锯条露在桌外的长度，比较钢锯条发声的情况有什么区别。

按紧的钢锯条露在桌外的部分越长，拨动时振幅越大，声音越大，即响度较大，但是锯条振动较慢，也就是每秒钟振动的次数少，声音比较低沉，即频率越低，音调越低；相反，露在桌外的锯条越短，频率越高，音调越高，振幅越小，响度越小。如果你选用不同粗细的锯条重复上述实验，还能得出音调与锯条粗细及其质量的关系。

### 四、测声音在空气中的传播速度

(一) 器材：秒表 2 只、发令枪 1 只（可向体育老师借用）、米尺 1 把等。

(二) 测试方法：选一平直的公路由三人同时进行实验。一人手持发令枪发送信号，另一人在其旁边看烟启动秒表，第三个人在尽可能远一些的地方（如百米以外），身体背着发令者听声音信号启动秒表。当两位持表人到一起时，同时停表。用米尺量出 1 步的距离，用数步法测出原来两位持表人之间的距离，试计算声速。

因为同时停表，所以两只秒表的读数之差，就是枪声在两计时者之间传播的时间  $t$ ；数步法得出两计时者之间的步数，再用米尺测出步长，就得到他们之间的距离  $s$ 。由公式  $v = s/t$  就可以算出声音在空气中传播速度。在实验中，由于各人动作、反应等原因可能形成误差，所以可用交换测量的方法和多次测量求平均值的方法来减小误差。

### 五、检测保温瓶质量的方法

你知道用什么办法检测保温瓶瓶胆的质量吗？

我们知道，声波在固体中传播很快，而真空不能传声，声波遇到障碍物会发生反射。当声波进入瓶胆以后，遇到胆壁会发生频繁地反射。因为声波不能透过真空的夹层，所以它在瓶胆内形成强弱交杂的回响声。瓶胆的光洁度越高，夹层真空度越高，瓶内“嗡嗡”声响也越大，说明瓶胆的质量越好，保温效果越好；反之，声响小，说明瓶胆质量差，甚至不能保温。所以说，只要听一听瓶胆内声响的大小，就能知道瓶胆质量及保温情况。

## 热 学

### 一、关于热传导的实验

找一根薄铁条，在上面依次打等距的小孔，在小孔中插入火柴（如图热—5所示），然后给铁条的一端加热。请你观察所发生的现象，并说明其原因。

图热—5

根据上述实验，会看到离加热端最近的火柴先冒烟并燃烧，其后看到顺次冒烟燃烧的现象，证明热从物体的高温部分向低温部分传递的事实。若再找一根相同的铜条做同样的实验，可清楚地看到铜与铁都是热的良导体，但是铜比铁更善于导热。

注：此实验也可以不打孔，改用凡士林油将火柴头粘在金属条上即可。

### 二、金属弹簧圈为何能灭火？

这是因为，罩在蜡烛火焰上的铜质弹簧圈是热的良导体，它能从燃烧的火焰中吸收大量的热，火焰因放热而温度降低，使焰心温度降低至燃点以下，蜡烛就熄灭了。如果将金属线圈加热一段时间后，再罩至烛焰上，烛焰就不再熄灭了。用较粗的铜丝或铝丝线制成圆台形状的弹簧圈，罩于正在燃烧的蜡烛的火焰上（如图热—6），烛焰将熄灭。试解释金属弹簧圈灭火的原因。

### 三、吹气与哈气有何不同？

伸出你的手，体会一下，用嘴对着自己的手背吹气，有何种感觉？然后再对着自己的手背哈气，又有何种感觉？试比较这两次感觉的不同。你能从中体会到“蒸发时吸热”和“液化时放热”的道理吗？

向手吹气时，手表面的气流速度增大，手上的水分迅速蒸发。蒸发时从手中所吸收的热量比手从吹出的热气中吸收的热量还多，使手的温度低于正常体温，因此手会感到冷。向手哈气时，从嘴里哈出的气体速度低，蒸发不显著，哈出的气体中含有很多水蒸气，当温度较高的哈气与手相遇时，手吸热。水蒸气在手表面被液化，放出的热量也被手吸收，因此手感到暖和。由此看来，同样是向手吹气，却因为气流的速度不同而产生相反的感觉。

### 四、验证水的沸点与气压的关系

如图热—7所示，往试管中倒入三分之一左右的热热水，将带导管的皮塞塞在试管口上，用酒精灯（或蜡烛）加热试管。水沸腾后，将试管移

出火焰。沸腾停止时，用嘴由导管吸气，这时你观察到什么现象？请你思考这种现象产生的原因。

这时试管中的气压降低了，沸腾现象又重新出现。说明这个实验证实：当外部压强减小时，液体的沸点就会降低。

将试管放回火焰上加热，使水沸腾，由导管向试管内吹气，以增大试管内的气体压强。这时沸腾现象消失。联系前面的实验证明液体沸点与外部压强有关：压强增大时，沸点升高；压强减小时，沸点降低。

## 五、水和煤油的比热是否相同？

### 图热—7

在两个相同的塑料瓶内分别放入质量相等初温都是室温的水和煤油，在瓶口扎上气球。将它们同时浸在热水中（如图热—8所示）。观察气球的胀鼓情况，分析比较煤油和水的比热有什么不同？

### 图热—8

实验表明，煤油瓶口的气球膨胀得大，水瓶口的气球膨胀得较小。将相同质量的煤油和水同时浸入热水中，在相等的时间内，瓶中煤油和水所吸收的热量可以认为是相等的。然而从煤油瓶口的气球比水瓶口的气球膨胀得大些，说明煤油吸收热量升高的温度比水吸收热量升高的温度要高一些。要使两气球膨胀的情况相同，即升高的温度都一样，则应对水加热的时间长些，也就是说，瓶中水需要吸收更多的热量，才能跟煤油升高的温度一样。所以说，水的比热容比煤油的比热容要大。

## 六、关于汽化与液化的实验

将少量酒精（1勺左右）倒入瘪的气球内，并用细线将气球嘴扎紧。然后将这个瘪气球浸入热水（约80℃左右）中，气球就会逐渐鼓胀。你知道这是为什么吗？

酒精的沸点是78℃，当把气球浸入热水中后，球内液态酒精吸热汽化，酒精分子之间的距离增大。酒精由液态变成气态，分子间的距离将增大10倍，体积会增大1000倍，于是气球就被“吹”鼓了。把这“吹”鼓的气球从热水中取出暴露在空气中，其体积会明显缩小。如果对着气球扇扇子或不停地挥动气球，就能缩短收缩的时间，使鼓气球成为瘪气球。这就是气态酒精放热液化的结果。

## 七、关于能量转换的实验

找相同质量的钢和铅各一块，用同一铁锤以相同的速度敲打钢块和铅块，经过相同时间的敲打后，用手摸一摸，哪块金属更热些？为什么？

用锤子敲打金属块时，金属块发生形变。锤对金属块做功，锤的机械

能便转化为金属块的内能。经过相同时间的敲打后，用手去摸敲打后的钢块和铅块时，会觉得铅块比钢块要热一些。这是因为锤子打击铅块时，锤头没有弹起，锤的机械能几乎全部转化为铅块的内能；而锤子打击在钢块时，锤头弹了起来。弹起的锤头具有机械能，锤的机械能只有一部分转化为钢块的内能。所以铅块内能增加较多，铅块升温较大。

#### 八、验证 4 水的密度最大

取一支破底的大试管，将插有温度计的皮塞紧塞于试管口。在试管内装入冰块和水的混合物。以适当的火焰对试管底部的冰水混合物加热(如图热—9 所示)。仔细观察：冰块逐渐溶化直至上部的水沸腾时，温度计的示数是怎样变化的，试分析其原因。

图热—9

当试管内装有冰水混合物时，温度计的示数为  $0^{\circ}\text{C}$ 。当以适当的火焰对试管底部加热时，冰块逐渐溶化，只要水里还有冰块存在，温度计的示数总保持在  $0^{\circ}\text{C}$ 。继续加热，当冰全部溶化后，温度计的示数由  $0^{\circ}\text{C}$  逐渐升高到  $4^{\circ}\text{C}$ 。继续加热，直至上部的水沸腾，而温度计的示数仍然保持在  $4^{\circ}\text{C}$ 。对该现象的分析如下：液体主要是通过其自身的循环流动(即对流)来传递热量的。当冰全部溶化后，水温是  $0^{\circ}\text{C}$ 。继续对  $0^{\circ}\text{C}$  的水加热，使刚刚升温的水往下沉，底部的冷水往上升，吸热后又往下沉，底部的冷水又往上升，形成对流，导致底部的水温逐渐升至  $4^{\circ}\text{C}$ 。这时，底部的水才不再上升。我们设想在某一时刻试管里的水均达到  $4^{\circ}\text{C}$  时，再继续加热，上部的水温度升高，直到沸腾后，底部的水仍保持在  $4^{\circ}\text{C}$ 。这说明，水在  $0^{\circ}\text{C}$  至  $4^{\circ}\text{C}$  之间是热缩冷胀的。这就是我们常说的“水在  $0^{\circ}\text{C}$  至  $4^{\circ}\text{C}$  之间反常膨胀”。水在  $4^{\circ}\text{C}$  时，其密度最大。

# 光 学

## 一、小孔成像

### 1. 材料准备

不透光薄纸板 1 张（尺寸 15 厘米 × 15 厘米），白纸 1 张，缝衣针 1 枚，白炽灯台灯 1 只。

### 2. 实验步骤

用缝衣针在薄纸板中央扎一个直径约 1 平方毫米的小孔，然后打开台灯，并在桌上铺一张白纸（如果白天做这个实验，还要拉上厚窗帘）。

将扎有小孔的纸板放在台灯灯泡与白纸之间，使灯泡发出的光能通过小孔射到白纸上。调整纸板与白纸间的距离，直到白纸上出现清晰的灯丝的像为止。

在纸板上再扎 2~3 个小孔，使它们的位置分布在三角形或长方形的顶点上，孔与孔之间的距离为 1~2 厘米。

仍将纸板放在灯泡与白纸之间，观察灯丝的像。继续转动纸板观察灯丝的像有无变化。

### 3. 思考

小孔成像现象的原理是什么？

每个小孔的面积不宜太大或太小，这是为什么？

纸板上的小孔个数与像的个数有什么关系？纸板转动，灯泡的像是否也转动？像与灯丝的倒正一样吗？为什么？

## 二、用直尺粗测太阳的直径

### 1. 材料准备

厚纸板 1 张（大小以能遮挡住照在窗子上的太阳光为宜），缝衣针 1 枚，白纸 1 张，直尺（毫米刻度）1 把，一段 1 米长的细棉线。

### 2. 实验步骤

用缝衣针在厚纸板中央扎一个直径约 1 毫米的小孔，然后把厚纸板放在玻璃窗上，让它能遮挡住照射到窗上的太阳光。

在厚纸板的后面，用白纸屏接收从小孔射过来的太阳光，注意尽量使白纸屏与太阳光线垂直。

调整白纸屏的位置，使太阳的像比较清晰。用笔在白纸屏上标出太阳像直径的边界。用细线标记厚纸板到白纸屏的距离。

用直尺测出白纸屏上太阳像的直径  $d$ ，并测出从细线标记的厚纸板到白纸屏的距离的长度  $L$ 。

用太阳到地球的平均距离公认值： $S=1.49 \times 10^8$  米，并把测量值  $d$ 、 $L$  代入公式

$$D = \frac{S}{L} d$$

计算出太阳的直径值。

### 3. 思考

实验是依据什么原理在白纸屏上得到太阳的像的？

公式 $D = \frac{S}{L}d$ 是依据什么知识得到的？实验中为什么要保持白纸屏与太阳光线垂直（实验装置见图光—7）？

### 图光—7 利用小孔成像粗测太阳直径

## 三、导光的水流

### 1. 材料准备

容积 250 毫升左右的无色广口玻璃瓶（要有带螺纹的薄铁盖）1 个，手电筒 1 支，黑纸或黑布若干，脸盆 1 个，自来水源。

### 2. 实验步骤

在广口瓶的铁盖上钻两个等大的小洞，洞的面积为 0.25 平方厘米左右。在其中一个洞上接一段胶管，以备接通自来水。

把广口瓶灌满水，用带胶管的铁盖盖好广口瓶。把手电筒置于广口瓶底部，并用黑纸将手电和广口瓶封起来。

把广口瓶上的胶管接到自来水龙头上。平放广口瓶，打开水龙头，使水能从广口瓶的铁盖上的小孔流出，并流入脸盆里（装置见图光—8）。打开手电筒。

观察水流到盆里的地方是否有光斑。如果光斑不明显，适当调整手电筒的位置和聚光情况，使光斑明显。

### 3. 思考

脸盆中的光斑是怎样形成的？

光是沿着弯曲的水流传播的吗？

水流导光与光在同一种媒质里沿直线传播的规律是否矛盾？（提示：光在水中传播，遇到水和空气的界面时要发生反射，这就使一部分光经多次反射后能始终被“禁闭”在水里。水流导光与光导纤维导光在本质上有相似之处，但光导纤维的导光机制更复杂。所有这些都与光在同一种媒质里沿直线传播的规律毫无矛盾。更详细的道理请学习《光的全反射》）

### 图光—8 导光水流

## 四、海市蜃景

### 1. 材料准备

矩形玻璃容器 1 个（长度 30 厘米左右，高度 25 厘米左右），酸性定影液，清水。

### 2. 实验步骤

把酸性定影液倒入玻璃容器内，使其深度达 15 厘米左右。

沿容器壁轻轻向容器内注入清水，使容器内液面达 20 厘米左右。

过一段时间，待两种液体界面模糊后（如图光—9 所示），在离玻璃容器右侧 10 厘米左右的位置上放一高度约 5 厘米的发光物体。

从容器左侧透过两种液体的扩散区域向右上方观看,可以看到实际发光体上方倒立的虚幻的“蜃景”(见图光—9)。

### 图光—9 海市蜃景

#### 3. 思考

发光体射入容器液体中的光线是直线传播的吗?(提示:容器内液体的密度不均匀,上小下大,类似于在重力作用下地球表面大气的密度分布。对光线的传播路线可参考《观察篇·闪烁星光》一文所作出的分析和判断)

你能解释海市蜃景的成因吗?

夏日的海面上和夏日的沙漠中都可能出现海市蜃景,你能分析它们的成因和区别吗?(提示:海边发生的是上现蜃景,沙漠发生的是下现蜃景)

## 五、黑白颜色吸收光能的比较

#### 1. 材料准备

同样大小的玻璃口杯 2 只,黑纸 1 张,白纸 1 张,温度计 1 只,水,橡皮筋。

#### 2. 实验步骤

把黑纸和白纸剪成与玻璃口杯侧壁面积相等的大小,并用橡皮筋把它们分别箍牢在两个口杯的侧壁上。

在两个口杯内注满同样温度的冷水,把冷水的温度记录在表格中。

把两个口杯置于夏日阳光照射下,每隔半小时测量一次杯中水的温度,并记录在表格中。

把记录的数据画成图线,并就此归纳初步结论。

表:黑白颜色吸收光能的比较

光照时间(分)	0	30	60	90
温度( )				
颜色				
黑 色				
白 色				

#### 3. 思考

本实验的测量结果是否受口杯周围空气条件的影响?

能否寻找一些办法减小此类影响?

## 六、用比较法测亮度

#### 1. 材料准备

相同的蜡烛 10 支,铅笔 1 支,白纸 1 张。

#### 2. 实验步骤

在暗室中，将白纸立在桌子一端，在纸的前方 5 厘米左右处竖立一支铅笔。

点燃两支蜡烛，一支放在与白纸相对一端的桌子上，另一支放在桌子上的中间位置，使白纸上有两支蜡烛分别照射所产生的两个影。这两个影的黑度是不同的。

在放置蜡烛的一端的桌子上再点燃一支蜡烛，使它尽量与原蜡烛靠在一起，看这两个影的黑度是否相同。如果不相同，如上法放置，就再点燃一支蜡烛，看影的黑度是否相同……直至白纸上两个影的黑度一样为止。记下你在桌边放置的蜡烛总数目。

把桌子中间的蜡烛放到距白纸为三分之一桌长的地方，仍照上法操作，看你在桌边放置的蜡烛总数目为多少时，两个影的黑度相同。

依据上述结果，总结光源的亮度与距离的关系。

### 3. 思考

本实验是利用比较铅笔在白纸上影的黑度来间接判断光源照射白纸的亮度的，即影越黑表明光源的照射亮度越大。你还能提出比较亮度的其他方法吗？

### 4. 说明

本实验结论的表述应当是：对于确定的光源，其照射亮度与到光源的距离平方成反比。

## 七、雪的颜色

### 1. 材料准备

雪 1 大杯，冰块 2~3 小块，放大镜 1 个。

### 2. 实验步骤

把雪铺在 0 以下的玻璃板上薄层即可，用放大镜细心观察它的结构和颜色。由冰晶组成的雪花各式各样，但每个雪花都是白色的。

把透明的冰块放在杯子里研碎，研出来的冰屑呈现白色。

在放大镜下观察冰屑的结构，会发现它们都是有各种棱角的小冰块。

往盛雪的杯中倒入少量清水，融化的雪也变成无色透明的水。

往大叶植物的叶子上洒些水，观察叶子上水珠的颜色。我们会发现这些水珠在日光下呈晶亮的白色。

### 3. 思考

为什么无色的冰块研成冰屑后就变成雪一样的白色？白色是冰屑本来的颜色，还是冰屑对日光的反射与折射的结果？

雪遇水融化后就变成无色，白色是雪的本色，还是冰对日光反射与折射的结果？

水是无色透明的，为什么水珠在日光下也呈晶亮的白色？

(提示：日光射入某透明体经折射与反射后，大部分光线还能返回空气中，我们会觉得这种物体晶莹剔透，呈晶亮的白色。钻石、水珠、冰晶及雪花的白色都是这样来的)

## 八、观察太阳的面目



### 1. 材料准备

望远镜 1 只，平面镜 1 个，凸透镜 1 个。

### 2. 实验步骤

将望远镜的物镜对准太阳(注意千万不能用眼睛从目镜中直接观看太阳)。

在逆着望远镜的目镜处放置一块平面镜,并使平面镜能将望远镜中的太阳光反射到附近的墙避上。

拉上窗帘,使室内较黑暗,调整望远镜的位置和焦距,使平面镜反射到墙壁上的太阳光比较亮。固定好望远镜和平面镜的位置。

在平面镜与墙壁之间移动凸透镜,使在墙壁上能看到清晰的太阳的像为止,固定凸透镜的位置。

记下你观看到的情况。

### 3. 思考:

利用这个实验方法去观察太阳不会伤害眼睛,为什么?实验中平面镜、凸透镜、望远镜分别起了什么作用?

## 电 学

### 一、判断并联与串联

示教板上有两个小灯座，每个灯座的两端均接在两个接线柱上，安装上两个额定电压为 2.2 伏的小灯泡，闭合开关后两盏灯泡都能正常发光。

#### 1. 问题

不许用其他任何仪器和器材，怎样判断这两个灯泡是串联，还是并联？

如果只给你一块学生用的电压表和若干导线，怎样判断这两个灯泡是串联，还是并联？

如果只给你一块学生用的电流表和若干导线，怎样判断这两个灯泡是串联，还是并联？

#### 2. 答案

拧下其中一个灯泡，注意另一个灯泡是否发光，若发光说明两盏灯泡是并联；若熄灭说明两盏灯泡是串联。

用电压表分别测量电源电压和其中任一灯泡两端的电压，若两次示数相等则两灯是并联，若前次示数为后次示数的 2 倍左右则两灯串联。

用电流表分别串入电源的电路和任一灯的电路中，若这两次示数相等则两灯串联，若前次示数是后次示数的 2 倍左右则两灯并联。

### 二、粗测未知电阻的电阻值

#### 1. 器材

1 号电池 2 节装在电池盒内，电阻箱（9999 欧），电流表 1 块（量程为 0.6 安、3 安），导线若干。

将电流表改换为电压表（量程为 3 伏、15 伏），其他器材不变。

#### 2. 要求

画出电路图，说明测量方法，并实际测量（可用四种方法测量）。

如图电—5 所示，电阻箱与未知电阻串联，从电流表可以读出电路中的电流，从电阻箱可以读出电阻箱的电阻值，用欧姆定律可以求出电阻箱两端的电压  $U=IR$ 。因为题意要求粗测，可以认为电源为 3 伏恒定电压。根据串联电路的电压分配与电阻成正比的关系可以求出未知电阻值。改变电阻箱的电阻值，可得出另一组数据，测量三次，求出平均值即可。

图电—5

图电—6

如图电—6 所示的电路测量方法，先用电压表分别测出未知电阻和电阻箱两端的电压，然后根据串联电路中电压与电阻成正比的关系求出未知电阻的电阻值。

如图电—7 所示的电路，可通过用电流表分别测出并联电路中两支路的电流，然后根据并联电路中各支路电流跟各支路电阻成反比的关系

求出未知电阻的电阻值。

如图电—8 所示的电路，可先测出干路中的电流，再测出电阻箱支路的电流，根据并联电路中干路中的电流等于各支路电流之和的关系求出未知电阻支路的电流，再根据分流公式求出未知电阻的电阻值。

图电—7

图电—8

### 三、纠正错误（一）

某同学在做两个小灯泡并联的实验时，连接了如图电—9 所示的电路，但是电路连接好后，这位同学发现开关不起作用，请你指出电路错误，并画出正确电路图。

答案：正确电路如图电—10 所示。

图电—9

图电—10

### 四、纠正错误（二）

某同学在实验室中用电流表、电压表、开关各 1 个，电池盒（内装 1 号干电池两节）1 个，滑动变阻器 1 个，导线若干，2.2 伏小灯泡及灯座 1 个，测量小灯泡正常发光时的电阻。当接好电路后，闭合开关，灯泡不发光。此时电流表示数为零，电压表示数约为 3 伏。这位同学在检查电路时发现电流表和电压表是完好的，每根导线与接线柱的连接也是完好的，他怎么也想不出故障出在哪里。此时下课铃声已经响了，这位同学很沮丧。你能根据上述电路故障的情况帮助这位同学找出电路故障，并将正确的电路画出来吗？

图电—11

答案：这位同学的电路连接没有错误，故障出在他所用的灯泡灯丝断了。他所用的电路图如图电—11 所示，但灯丝是断的。开关闭合时，由于电压表电阻很大，而电流表电阻很小，因此，电源的全部电压几乎都加在电压表上，电压表的示数约为 3 伏，由于整个电路的电阻很大，电流很弱，所以电流表的指针偏转很小，故示数为零。

## 制作篇

学习物理，不能只弄懂几个概念、记住几个规律或公式，更重要的是要运用所学知识去说明、解释有关的物理现象，去分析、解决有关的实际问题。积极开展小制作是运用物理知识解决实际问题的重要方面。小制作不同于平时做练习题，也不同于解答考试题。虽然它也是应用物理知识的一方面，但更有其独到之处。小制作集物理知识、物理观察实验、动手动脑于一体，再加上需要创造性的工作，所以它是我们综合提高学习物理知识的重要手段。希望同学们从小就喜欢小制作、小发明，立下雄心壮志，做一个爱迪生式的伟大发明家，为人类造福。

## 力 学

### 一、燃线断瓶

在我们生活中，有时需要用酒瓶的一部分作容器，如何将啤酒瓶从指定部位截断呢？取一根棉线在煤油中浸透，将浸透煤油的棉线沿预定断开部位缠上几圈，然后点燃棉线，待棉线烧完时，立即将瓶子置于盛满冷水的水桶内，瓶子就从预定部位断开，再用砂石将断口慢慢磨平，就得到了我们所需要的容器了。

### 二、自制量杯

用玻璃罐头瓶或塑料瓶制作量杯，具体作法如下：

如图力—10 所示，选用横截面积均匀的罐头瓶或切掉瓶口部分的塑料瓶，在其外壁贴上一张白纸条。

用标准的量筒量好 50 厘米<sup>3</sup>的水，倒入瓶内，在纸条上画出液面位置，作为 50 厘米<sup>3</sup>的标度线。

再用量筒向瓶内倒入 400 厘米<sup>3</sup>的水，画出 400 厘米<sup>3</sup>的标度线，然后将两条标度线之间的部分等分 8 等份，分别画出 100 厘米<sup>3</sup>、150 厘米<sup>3</sup>……450 厘米<sup>3</sup>等标度线。

图力—10

利用上面自制的量杯可以做一些实验或配制一些溶液。

### 三、自制浮力天平

选择一块薄厚均匀、尺寸约为 30 厘米 × 15 厘米的木板，在木板四个角的相同位置处粘上四个乒乓球（如图力—11 所示）。

图力—11

把两个选好的秤盘先粘在短支柱上，然后再把支柱分别粘在与木板两端距离相等的位置上。

在木板当中立一与木板垂直的小木条，在其上吊一重锤，并在重锤正下方的木板上钉一铁钉，钉尖朝上（如图力—11 所示）。当重锤与板上小钉尖对齐时，天平平衡。

### 四、自制喷泉

#### 1. 高压喷泉

如图力—12a 所示，在广口瓶中装入半瓶水，瓶口塞上双孔橡胶塞，其中一孔插入一根上端为尖嘴的玻璃管，作为喷嘴，玻璃管下端必须插

到水里。另一孔插入一段外接橡胶管的玻璃管。当我们用嘴从橡胶管向瓶中吹气时，水便沿着玻璃管上升，并从喷嘴喷出；吹气的气力越大，水喷得越高。

瓶内的水从喷嘴向上喷出，是由于吹气后，瓶中空气压强变得比外界大气压强大，正是这个压强差使瓶里的水沿喷嘴喷出来的。

图力—12

图力—12b 为另一种加压喷泉的示意图。瓶上装着一个带孔的橡胶塞，将一根细玻璃管插过橡胶塞并插入水中。用嘴含着玻璃管的外端，用力向瓶里吹气，随后迅速躲开，就会看到水从管中喷出。

## 2. 低压喷泉

取一个瓶子，在瓶口塞上一个带有孔的橡胶塞，将一根一端为尖嘴的玻璃管插入橡胶塞，另一端接上一段橡胶管（如图力—13a 所示）。用嘴含着橡胶管，从瓶中吸出一口气，用手夹紧橡胶管，将口中的气吐出，再从瓶中吸出一口气，最后用手夹紧橡胶管，不要漏气。然后把整个装置倒过来，再把橡胶管口浸入水中，放开手后，就会看到水从管中喷出（如图力—13b 所示）。

这个“喷泉”是由于瓶内的部分空气被吸出，使瓶内空气稀薄，瓶内气体压强小于大气压强而形成的。

图力—13

## 五、自制不倒翁

选用一个玩具塑料球，从中线处将球分成两个半球，再把一个较重的东西（如铅块或铁块）用胶布固定在半球内中心处（如图力—14 甲所示）。再用硬纸做成一个底面直径与半球直径相同的圆锥体（如图力—14 乙所示），并用彩笔在圆锥体上画上图案。再把圆锥体用胶布固定在半球上（如图力—14 丙所示），不倒翁就做好了。

不倒翁为什么不会倒？

大家都有这样的经验：平放的砖头很稳定，竖立着的砖头很容易翻倒；装着水的瓶子比空瓶站得稳。

从这些事例看，要使一个东西稳定，不会翻倒，需要满足两个条件：它的底面积要大，重量要尽可能集中在底部；也就是说，它的重心要低。物体的重心可以认为是重量的中心，是物体所受重力的作用点。

图力—14

对所有物体来说，如果它的底面积越大，重心越低，那么，它就越稳定，越不容易翻倒。

图力—15

不倒翁所以不会倒，就是因为它充分满足了上面的条件。因为不倒翁的整个身体都很轻，只是在它的底部有一个较重的东西（铅块或铁块），因此它的重心很低。另一方面，不倒翁的底面积大而圆滑。当不倒翁向一边倾倒时，由于支点（与桌面的接触点）发生变动，重心和支点就不再在同一条铅垂线上（如图力—15所示），这时重力的作用会使它绕支点摆动，使不倒翁恢复正常的位置。不倒翁倾斜的程度越大，支点离开重心的水平距离就越大，重力产生的作用，使它恢复原位的趋势也就越显著，所以不倒翁是永远推不倒的。

## 六、自制高度计

大气压是由于大气层受到重力作用而产生的。离地面越高的地方，上面的大气层越薄，那里的大气压强越小，也就是说大气压强随高度增加而减小。在海拔 2000 米以内，每升高 12 米，大气压强大约降低 133 帕，相当于 1.36 厘米水柱产生的压强。我们可以根据大气压强随高度的增加而减小的规律，自制一个高度计，来粗测楼房或山的高度。

自制高度计所需器材有：玻璃瓶，带孔的橡胶瓶塞，粗细均匀的细玻璃管，红色的水液。

向玻璃瓶内装入约三分之一左右红色水液，把粗细均匀的细玻璃管插入带孔的橡胶瓶塞小孔内，并将瓶塞塞紧在玻璃瓶的瓶口上，注意不能漏气，使细玻璃管插入水中。再从玻璃管上端向瓶中吹气，使瓶内气体压强大于外界大气压强，瓶中的水沿玻璃管上升到瓶口以上（如图力—16所示）。再将画好刻度的小纸条（最小刻度为毫米）用胶水贴在瓶口外的细玻璃管上。这时高度计就做好了，我们就可以通过它来粗测一下楼房或小山的高度。

图力—16

因每升高 12 米，大气压强大约降低 133 帕，相当于 1.36 厘米水柱产生的压强。我们可以通过高度计中细玻璃管内水面升高的高度（ $h$  厘米），测得高度计所处的高度  $H$ 。

$$H = \frac{h \text{厘米}}{1.36 \text{厘米}} \times 12 \text{米}$$

## 七、自制晴雨表

气压与天气有密切的关系。一般说，地面上高气压的地区往往是晴天，地面上低气压的地区往往是阴雨天。或者说，气压稳定地缓慢上升，就意味着天气有转晴的可能；相反，气压持续地缓慢下降，就意味着天气有从晴向阴雨转变的趋势。所以我们可以自制一个指示气压变化的气压计——晴雨表，来预测天气的晴雨变化。

自制晴雨表所需器材：玻璃瓶，细玻璃管，带孔橡胶瓶塞，带刻度的小纸条，少量食油。

在细玻璃管内注入一滴食油，将细玻璃管插入带孔的橡胶瓶塞的小孔

内,并把瓶塞塞紧在瓶口上,注意瓶塞周围不能漏气(如图力—17所示)。然后再将画有刻度的小纸条贴在瓶外细玻璃管上。这样晴雨表就做好了。

晴雨表的原理是:当外界的大气压强升高时,瓶内气压小于外界大气压强,细玻璃管内的油滴会下移;当外界大气压强降低时,瓶内气压大于外界的大气压强,油滴会上移。根据油滴上下移动的位置,即可以了解大气压强的变化,进而知道天气将转晴还是转阴。

#### 图力—17

注意:晴雨表要放在温度较稳定的地方,否则温度的变化,会引起瓶内空气压强的变化,从而影响对气压变化的观测。

### 八、试做小潜水艇

用一只试管,把管口用钻了两个小孔的橡皮塞塞紧,在两个小孔中各插入一根短玻璃管。其中一根玻璃管通过一根胶管与一个注射器相连;另一根玻璃管接上一根短胶管。在试管底端绕几圈铁丝,使试管放在水中时,浮在水面上,保持平衡,同时注意使短胶管管口没入水面下(如图力—18)。这样潜水艇就做成了。实验时,用注射器从试管中逐渐抽气,试管内水增多;往试管中压气,试管里的水就减少;控制进入试管内的水量,试管就会在水中下沉、上浮和悬浮。想想看,这里面的道理是什么?

#### 图力—18

根据物体在水中的浮沉条件,当用注射器从试管中逐渐抽气时,试管内水量增多,就等于试管所受重力增加;若试管重力大于浮力时,则试管下沉。当用注射器往试管中充气时,试管内水量减少,就等于试管所受重力减小了;当试管重力小于浮力时,试管就上浮。潜水艇就是根据这个原理制造的。

### 九、制作简易杆秤

找一根竹筷子,在较粗的一端缠绕几圈铁丝,在距粗端1厘米、2厘米的地方,用小刀刻a、b两个槽。在a槽处用细线拴上秤盘,在b槽处用细线拴住作秤的提手。再用细线拴上一个旧锁作秤砣(如图力—19所示)。手提提手,调节秤砣的位置,使筷子平衡。这时秤砣系线在秤杆的位置,就是秤的“定盘星”,用0表示。然后在秤盘上放50克的砝码,调节秤砣使杆秤平衡,在秤砣系线的位置c处刻上记号,标上50克。然后,在杆秤上c处开始沿指向筷子较细方向,分别刻出和0-c等距的刻度,分别标上100克、150克……这根简易的秤就制成了。你可以用它称一支铅笔或一块橡皮等小重物的质量。



图力—19

## 声 学

### 一、制作“土电话”

#### 1. 器材

去盖的易拉罐 2 个，尼龙线（或粗棉线）8~10 米。

#### 2. 制作

在两个易拉罐底部的中心处各钻一个小孔，将线的两端别穿入小孔，并各打一个结，以免线滑出。

#### 3. 使用

两人各手持一个易拉罐，把线拉紧，一人在罐口说话，另一人在另一端将罐口贴近耳朵，就能清楚地听到对方的声音。

声音不仅可以在空气中传播，也可以在固体和液体中传播。土电话就是将声音通过这根线从一个易拉罐传到另一个易拉罐的。根据这一原理，大音乐家贝多芬耳聋后，把棒的一端咬在牙齿中间，另一端触在钢琴上，听音乐的声音，谱写出许多不朽的乐曲。

### 二、制作茶杯打击乐器

取 8 只相同的玻璃茶杯，整齐地摆成一排，依次装入不同深度的水，用筷子轻轻敲击茶杯，就会发出不同音调的声音。调节水的深浅度，使这排水杯分别发出“1、2、3、4、5、6、7、&”这 8 个声音，这个“茶杯打击乐器”就制作完毕（如图声—9 所示）。你练习一下，就可以用“茶杯打击乐器”演奏曲子了。每个物体振动都有它自己固定的频率，调节茶杯中的水量，就是调节它们的固有频率；减少水则音调升高，增加水则音调降低。调节水量，并细心寻找规律，感觉茶杯上方空气柱的不同共鸣，就构成了特有的音响效果。这个茶杯打击乐能演奏出优美悦耳的乐曲，在联欢会上一定很受欢迎。同理，如果改用酒瓶或饭碗，内装不等量的水，也能得到这样的效果。

图声—9

### 三、简易声波波长测试仪

#### 1. 仪器的组装

将一个口径约为 20 毫米、长约 60 厘米的直玻璃管与单孔皮塞、橡胶皮管、安全漏斗及水等连接，就组成如图声—10 所示的装置。

#### 2. 测试方法

图声—10

把正在振动的音叉放在玻璃管口的上方，同时提着漏斗从高位置慢慢地下降，待水面降到某一位置时，就可以听到很响的声音，这是第一次

共鸣。此时，管内空气柱的固有频率跟音叉的频率相同，记下管口到该处水面空气柱的长度  $L_1$ 。这时空气柱的长度等于波长的  $1/4$ ，即

$$L_1 = \frac{1}{4}\lambda \quad (\text{或 } \lambda = 4L_1)。$$

同理，使水面继续慢慢地下降，共鸣声逐渐减弱后，又逐渐增强，当再一次听到很响的声音时，就是第二次共鸣声。记下管中空气柱的长度  $L_2$ ，这长度等于  $1/4$  波长的 3 倍，即  $L_2 = \frac{3}{4}\lambda$  (或  $\lambda = \frac{4}{3}L_2$ )。

再把水面继续下降，可以听到第三次共鸣声，此时空气柱长等于  $1/4$  波长

的 5 倍，即： $L_3 = \frac{5}{4}\lambda$  (或  $\lambda = \frac{4}{5}L_3$ )。

由以上三式，根据测量的  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ ，就可以算出声波的波长。

只利用测量的长度  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  计算出的波长是不准确的。因为音叉是放在管口的上方，测量的长度有误差。所以，必须有一个音叉到管口的校正值，设此校正值为  $X$ ，则前面的三式应为：

$$L_1 + X = \frac{1}{4}\lambda, \quad L_2 + X = \frac{3}{4}\lambda, \quad L_3 + X = \frac{5}{4}\lambda。$$

三式联立，消去  $X$ ，得：

$$L_2 - L_1 = \frac{1}{2}\lambda, \quad L_3 - L_2 = \frac{1}{2}\lambda,$$

此时计算出的波长，就比较准确了。

## 光 学

### 一、光轮

#### 1. 材料准备

铝箔 60 平方厘米左右，火柴 1 根，502 胶水少许，尼龙丝（25 厘米长）1 根，蜡烛 1 支。

#### 2. 制作步骤

将铝箔剪成长 4 厘米、宽 3 厘米的长方形，共剪 4 张。

用蜡烛火焰把每张铝箔的一面熏黑，另一面要保持原有光泽。

用 502 胶水将 4 张铝箔对称地粘在火柴棒的 4 个平面上。粘接时要保持铝箔平整，熏黑面要以火柴为轴分布在同一个转动方向上。

用 502 胶水把尼龙丝的一端粘在火柴棒的一端上。

将尼龙丝缠在火柴棒上，并将制好的光轮悬于广口玻璃瓶中（见图光—10）。

#### 图光—10

在日光照射下，观察光轮的转动情况。

#### 3. 思考

为什么光轮在日照下会旋转呢？（提示：黑的一面吸收太阳光较多，温度较高；亮的一面吸收太阳光较少，温度较低。温差使轮叶两面受到的空气分子冲击力不同。）

### 二、潜望镜

#### 1. 材料准备

直径 4 厘米的圆型平面镜两块，薄卡纸 1 张，胶水 1 瓶，深色胶布若干。

#### 2. 制作步骤

将薄卡纸剪成如图光—11a、图光—11b 所示形状和大小，图光—11a 要剪两张。

把剪好的薄卡纸卷成圆筒，并用胶水粘牢。这三个圆筒直径要相同，并能用胶布粘接成图光—11c 所示的样子。圆筒除上下端开口处之外应不漏光。

把圆型平面镜用胶布粘在圆筒内侧如图光—11c 所示的位置上。

从下端开口处向筒内看，看是否能看到由上端平面镜反射过来的外界景物的像。若看不到，需调整两个平面镜的位置，使它们相互平行，并与水平面成  $45^\circ$  角；若看到了外界清晰的像，一架潜望镜就做成功了。

### 三、简易太阳灶

#### 1. 材料准备

废铁锅 1 个，铝箔若干，白纸 1 张，火柴几根，盛水小铝杯 1 个，温

度计 1 支。

## 2. 实验步骤

把铝箔展平，铺满废铁锅的内壁。

选择向阳的地方，用砖头把锅架好，使锅面正对太阳。

拿着白纸，使白纸从锅面处开始沿着锅面轴线缓慢向远处移动。待白纸上的光斑越来越小且变得最小时为止，记下这个位置，这就是太阳灶的聚焦点。

图光—11

把火柴放在聚焦点处，过一分钟看火柴是否被点燃。火柴被点燃，表明聚焦点处温度已达到火柴燃点。

将盛水的铝杯悬挂在聚焦点处，插上温度计，每隔几分钟记录一次水被太阳能加热升温的数据。

## 3. 思考

你的太阳灶性能怎样？怎样提高它的功率和效率？

## 四、彩色陀螺

### 1. 材料准备

陀螺 1 只，红、绿、蓝三种颜色的硬纸板各 1 小张，剪刀 1 把。

### 2. 实验步骤

将红、绿、蓝三种颜色的硬纸板按图光—12 的样子剪成与陀螺上表面一样大小的圆，注意在圆片上沿半径切开一个槽。

把红色和绿色圆片沿槽口交叉插入，使各自露出一半面积，然后将插好的色片套在陀螺轴上，并固定在陀螺上表面。

尽量高速旋转陀螺，观察它的上表面呈什么颜色并把观察结果记录在表内。

把绿色和蓝色圆片沿槽口交叉插入，使其各自露出一半面积，然后将插好的色片套在陀螺轴上，并固定在陀螺上表面。

重复步骤。

按表中要求的颜色搭配，重复上述相关步骤，记录观察结果，完成本实验。

表 原色合成记录

颜色搭配	合成色
红+绿	
绿+蓝	
红+蓝	
红+绿+蓝	

图光—12

## 五、制作照相机模型

### 1. 材料准备

凸透镜 1 个（焦距 10 厘米以内），10 厘米 × 8 厘米的薄毛玻璃 1 块，薄卡纸 1 张，胶水 1 瓶，剪刀 1 把，马粪纸若干。

### 2. 制作步骤

制作暗箱：用薄卡纸折成 10.5 厘米 × 8.5 厘米 × 5.0 厘米的暗箱边框，接缝处用胶水粘牢，四角可用马粪纸折成三棱柱粘接加固。

固定像屏：用薄卡纸给毛玻璃做出边框（见图光—13），边框的边线处留出 1 厘米宽的一条，以备向外折后固定在暗箱边框内。

制作镜头筒：用薄卡纸做出凸透镜的边框，再用薄卡纸做出镜筒，镜筒分内、外两个。外镜筒以内镜筒在其内可以前后移动为宜。内镜筒前端固定凸透镜，固定镜头的方法参照固定像屏的方法。每个镜筒长度 3 ~ 4 厘米即可。

图光—13

制作面板：剪出 11 厘米 × 9 厘米的马粪纸 1 张，在其对角线交点处挖出与外镜筒直径相同的圆孔，并将外镜筒固定在圆孔上，然后将面板固定在暗箱边框上。

密封暗箱及面板的漏光处。

把镜头内筒插入外筒中。前后调节镜头的位置，同时观察毛玻璃上的像。把视野中某物体的像调清晰为止。

### 3. 思考

怎样调节镜头的位置才能使远近不同的物体分别得到清晰的影像？

## 热 学

### 一、制作伽利略温度计

将带长导管的皮塞子塞紧于瓶口，并倒置于装有红色水的杯中，设法固定住。手握瓶体，待排出一些气体后，瓶子冷却，管中水柱上升，记下液面的位置（如图热—10 所示）。向瓶子吹气或手握瓶子，观察液注高度的变化。

试分析：伽利略是根据什么原理来判断气温高低的？这种温度计有什么缺点？

图热—10

当温度升高时，瓶内气体膨胀，使管中的水柱下降；同理，温度降低时，管中水柱上升。所以伽利略温度计是利用气体的热膨胀性质制成的，伽利略是从管中液柱的升降情况来判定气温的，即当管中液柱上升时，说明气温低；管中液柱下降时，说明气温高。这种温度计的缺点是管中液柱的升降变化还要受到大气压变化的影响。

### 二、制作双金属片

长约 20 厘米、宽约 1 厘米的铁片、铜片各 1 条，如图热—11 所示，在相应的位置打孔（孔距 1 厘米）。用铆钉把铁片和铜片铆合在一起，这就制成了一条双金属片。观察双金属片被加热时所发生的现象。待冷却后，再把它放在电冰箱的冰室中，数分钟后取出，你又看到了什么现象？这是为什么？

图热—11

铜和铁都是热的良导体，它们铆合在一起就制作成双金属片。加热时，铜和铁都要吸收热量，温度升高。你会看到升温后的双金属片都向铁的一侧弯曲。放入冰室后，铜和铁都要放出热量，温度降低。从冰室取出时，你会看到双金属片都向铜的一侧弯曲。这说明铁和铜都具有热膨胀性质，即温度升高时膨胀，温度降低时收缩。但是铜比铁膨胀（或收缩）得要大。

注：制作双金属片时，没有铜片，也可以用锌片、铝片代替。铆合时，要尽量铆得紧些，铆钉数目不能太少。否则加热铜片会在两只铆钉之间鼓起，而整个双金属片并不弯曲。

试利用双金属片制作自动控制供热的开关及简易开水报警器等。

### 三、制作金属温度计

如果双金属片改制成圆弧形的双金属片，再附加一些如图热—12 所

示的附件,这就制作成功了一只金属温度计。你知道怎样用它测温度吗?试分析其工作原理。

将圆弧形的双金属片一端固定,另一自由端通过连杆与指针相连接。当温度改变时,双金属片可以自由地伸长或收缩,从而改变双金属片的弯曲程度,带动指针偏转。因此从指针所指示的位置可以知道温度的高低情况。具体来讲,如果双金属片外层是钢,内层是铁,当气温升高时,则弯曲程度增大,双金属片自由端通过连杆,使指针按顺时针方向偏转;当气温降低时,双金属片弯曲程度减少,指针将按逆时针方向偏转。如果双金属片外层是铁,内层是钢,指针的偏转方向与上述情况相反。所以我们可以由指针所在的位置得知温度。

图热—12

#### 四、简易分子力测试器

如图热—13所示,用铝片(易拉罐铝皮)做成直径为5~6厘米的金属环,把它悬挂在用单根橡皮筋制作的弹簧秤下面。把金属环浸没在水中(或其他液体如肥皂液、油等),再把它缓缓拉起来,使环的四周与液面间出现液膜,观察弹簧秤指针的位置,比较在不同液体中指针的情况。

图热—13

把浸在液体中的金属环缓缓拉出,使它尚未脱离液面,即金属环的四周与液面间出现液膜时,记下微小弹簧秤指针的位置即示数 $F_1$ 。这示数表明液体分子之间、液体分子与金属环之间存在力的作用,即分子间有力的作用。如果使金属环与液面分离,则看到弹簧秤的示数 $F_2$ 是大于 $F_1$ 的。金属环上粘有液体,说明金属环离开液面时,液面膜层发生了分裂,为了克服液体分子间的吸引力,就需有一较大的力。因此证实了分子间相互作用力的存在,还可以此比较不同液体分子间引力的情况。

#### 五、自制湿度计测绝对湿度和相对湿度

找两支相同的普通温度计,一支直接用来测量空气的温度,称为干泡温度计;另一支在它的玻璃泡上包上纱布带,纱布带下垂到水杯中,水能够沿纱布带上升,纱布带总是湿的,所以称它为湿泡温度计。完成上述操作即湿度计制作完毕。使用时你会看到湿泡温度计的示数要低于干泡温度计的示数,这是为什么?使用时要读出哪些数据?怎样计算出绝对湿度?

怎样才能知道相对湿度?

在自制湿度计过程中,湿泡温度计的湿球水分蒸发,要从湿泡温度计吸热,使湿泡温度计的示数低于干泡温度计的示数。由于湿球水分蒸发,因此也要从它周围的空气中吸热,使它周围空气的温度降低,在达到热平衡时,湿泡的温度与它周围空气的温度相同。若干泡温度计的示数为



$t_1$ ，湿泡温度计的示数为  $t_2$  时，根据经验公式： $P_t = P - A(t_1 - t_2)P_0$ ，式中  $P$  为气温为  $t_1$  时的饱和水汽压强（由查表得知，见附图）， $P_0$  为当时的大气压强， $A$  为跟风速有关的常数（对室内静止空气  $A = 1.2 \times 10^{-3}/\text{度}$ ，风速  $> 2$  米/秒， $A = 0.06 \times 10^{-3}/\text{度}$ ）。所求的值  $P_t$  为空气的绝对湿度。通常就用空气里的水蒸气的压强来表示空气的干湿程度。空气里所含水蒸气的压强叫做空气的绝对湿度。某温度时空气的绝对湿度跟同一温度下水的饱和气压的百分比，叫作当时空气的相对湿度，则相对湿度

$$B = \frac{P_t}{P} \times 100\%。$$

例如，在室内干泡温度计上读数  $t_1 = 22$ ，湿泡温度计读数  $t_2 = 15.2$ ，大气压  $P_0 = 756 \text{ mmHg}$ 。

由饱和汽压表中查得 22 时， $P = 19.83 \text{ mmHg}$ 。

$$P_t = P - A(t_1 - t_2)P_0$$

$$= 19.83 \text{ 毫米汞柱} - 1.2 \times 10^3 \times (22 - 15.2) \times 756 \text{ 毫米汞柱}$$

$$= 13.66 \text{ 毫米汞柱}，$$

$$\text{相对湿度 } B = \frac{P_t}{P} \times 100\%。$$

$$= \frac{13.66}{19.83} \times 100\% = 68.89\%。$$

## 电 学

### 一、自制小台灯

#### 1. 器材

1号干电池两节，按钮开关1个，手电筒用的小灯泡1个，电线若干，台灯底座、立柱可根据手边的材料自行选用。

2. 想一想：如果台灯做好后，切断开关时，小灯泡正常发光；闭合开关，灯泡却熄灭了。请你找出台灯的故障，并画出电路图加以说明。

#### 图电—12

若出现题目中所描述的故障，其原因是误将灯泡和开关并联。电路如图电—12所示。

### 二、自住房门报警器

#### 1. 器材

小灯泡1个，1号干电池两节，铜片、电线若干。

#### 2. 要求

只要有人打开你家外间的房门，装在里间的小灯泡就亮了，报告主人有人进入你家了。

#### 3. 电路图（如图电—13）。

4. 工作原理当外间房门关闭时，连接在电路中的两个铜片处于分离状态。如果有人打开外间房门，装在房门上的铜片和装在门框上的铜片接触，此时电路被接通，装在里间的小灯泡就会发光，向主人报警。如果在电路中装上电铃，并适当提高电源电压，这套报警装置效果会更好。想一想，电铃应怎样连接在电路中？电源电压应如何确定？

#### 图电—13

### 三、安装一个楼梯开关模型

#### 1. 器材

单刀双掷开关2个（可到教学仪器商店购买，或向学校的物理实验室老师借），2.5伏小灯泡1个，灯座1个，1号干电池两节，电线若干。

#### 2. 要求

要求一个开关装在一楼楼道，另一个开关装在二楼楼道，无论用哪个开关都可以根据使用者的愿望使灯点燃或熄灭。

#### 3. 请你画出电路图并实际安装一下

楼道灯电路如图电—14所示。

#### 图电—14

#### 四、自制简易配电盘（俗称插销板）

##### 1. 器材

“PZ220—10”灯泡1个，灯座1个，插座1个，开关1个，保险盒2个，5A保险丝若干，电线若干，木盒1个，绝缘胶布若干。

##### 2. 要求

开关只控制灯泡而不控制插座，灯泡用作指示灯。

为了保证电视机或其他家用电器的安全，要装保险盒。

只要求画出电路图和实物图，不要求实际安装，以免发生触电事故。电路图如图电—15所示，实物图如图电—16所示。

图电—15

图电—16

#### 五、自制可调温的电烙铁

1. 器材“PZ220—40”灯泡1个，扳动式开关1个，电线若干，“220V 100W”电烙铁1把，木盒1个，绝缘胶布若干。

##### 2. 要求

当使用电烙铁焊接时，将开关接通，灯泡不亮，电烙铁能正常工作。

当暂时不用电烙铁时，将开关断开，这时灯泡亮（但不能正常发光），电烙铁能保持一定的温度。

画出电路图和实物图，不要求实际安装，以免发生触电危险。

电路图如图电—17所示，实物图如图电—18所示。

图电—17

图电—18

## 方法篇

现代社会要求人们提高工作效率，快节奏地处理各种问题。这就需要在解决问题时讲究方法。对于学习物理来说也是一样，解决物理问题时要求迅速、准确、合理。而对于同一物理问题，解决的方法往往不只一种，有的较为繁琐，有的较为简捷，还有的解答思路和方法不落俗套，属于“巧解、巧算”。

要找到解决问题的方法，首先要熟练掌握所学过的物理概念和规律，还要学会抓住问题的物理实质，选好解决问题的突破口，绝不可仅满足于习惯性的解决问题的思路和方法，要敢于求异思维，与众不同，敢于创新。

## 一、物理量测量的基本思想

人们在认识各种事物时，最基本的方法是比较，没有比较就不能获得起码的知识。一般可以是几个物体的比较，也可以是同一物体的不同部分或前后两种状态进行比较。

物理量测量就是最常用的一种比较。长短也是通过比较得到的。最初，人总是用自己身体的某个部分与所观察的对象进行比较。所以我国古代有“布手知天”的说法。汉字是象形文字，“天”这个字就是张开的手，大拇指和中指之间的距离。

因为每个人手的大小不一定相同，长度的比较需要找一个大家公认的比较标准——刻度米尺。以后学习到的各种物理量测量都是选择一个公认的标准进行比较。

## 二、爱迪生巧难阿普顿

发明家爱迪生曾有个助手，名叫阿普顿。阿普顿毕业于普林斯顿大学数学系，又在德国深造了一年，自以为了不起，甚至觉得比爱迪生还强很多，但事实教育了他。

有一次，爱迪生拿了一个有孔的废灯泡，问阿普顿灯泡的容积是多少。阿普顿拿着这个梨形灯泡打量了一番，心想，虽然这个问题计算起来非常复杂，但是凭着自己的数学本领，多用些时间，还是可以求出来的。于是阿普顿拿起皮尺这么测，那么量，接着又用钢笔这么画，那么算，弄得满头大汗。

过了好半天，爱迪生问阿普顿：“求出来了吗？”

“办法有了，已经算了一半。”阿普顿自信地回答。爱迪生走过来一看，在阿普顿面前放着许多草稿纸，上面写满了密密麻麻的算式。爱迪生看了后微笑着说：“何必这么复杂呢？你用这个办法吧！”说着他用水装满了灯泡，然后交给阿普顿说：“去，把灯泡里的水倒到量筒里量。”这时阿普顿恍然大悟，羞得满面通红，不得不佩服爱迪生处理实际问题的才能。

## 三、直觉不能代替科学分析

某人乘坐的船以  $U$  的速度在静水中往返于 A、B 之间，所用的时间为  $t_1$ ；若该船仍以  $U$  的速度在流水中往返于 A、B 之间；水流的速度  $U_{水}$ ，所用时间为  $t_2$ 。那么，在流水中往返 A、B 之间所用时间  $t_2$  与静水中往返于 A、B 之间所用时间  $t_1$  的关系如何？

人们单靠直观感觉可得  $t_1=t_2$ 。下面来分析一下这个问题，看  $t_1$  与  $t_2$  是否相等。

在静水中：

往返于 A、B 之间的总路程为  $S = 2S_{AB}$ ，速度是不变的为  $U$ 。则船

往返于静水中的A、B总时间为 $t_1 = \frac{2S_{AB}}{U}$

在流水中：

假设由A到B是顺水，则船的速度为 $U_2 = U + U_{水}$ ，船由A到B

所用时间为 $t'_2 = \frac{S_{AB}}{U + U_{水}}$ 。船B到A逆水，则船速为 $U'' = U - U_{水}$ ，船由

B回到时所用时间 $t'' = \frac{S_{AB}}{U''} = \frac{S_{AB}}{U - U_{水}}$ 。那么，船在流水中往返于A、B之

间一次所用总时间 $t_2 = t'_2 + t'' = \frac{S_{AB}}{U + U_{水}} + \frac{S_{AB}}{U - U_{水}} = \frac{2US_{AB}}{U^2 - U_{水}^2}$ 。

比较 $t_1$ 、 $t_2$ 可得 $t_1 > t_2$ ，即用同样的船速航行，在静水中往返于A、B之间比在流水中往返所用时间短。

由此可以告诫人们，直观感觉往往是不可靠的，只有科学的分析才是正确的，所以直观感觉不能代替科学分析。

#### 四、坐在奔驰的汽车里往外看的感觉

汽车在公路上奔驰，坐在汽车里的人从车两侧的玻璃窗里向外看。人们会觉得，近处的树、房子等向后退去，而远处的山等景物则随车一起向前进。坐在汽车里的人为什么会有这种感觉呢？

坐在汽车里的人，总是忽略自己乘坐的汽车在前进，会不自觉地选择自己所乘坐的汽车为参照物，当向远处看的时候，由于视线相对固定地集中在远处的山、树等景物上，远处景物与观察者之间相对静止，远近处的树、屋舍等物，跃过视线在向后退。而当汽车上的人的视线相对固定集中在近处的树、村庄等物上时，近处景物与观察者之间相对静止，远处的景视线跑到前边去。

由于人的视线一会儿集中在近物上，一会又集中在远物上，这种不自觉地选择参照物的过程，就使人产生近处景物向后退，远处的景物向前进的感觉。

#### 五、蛋壳的启示

我们做这样一个实验：将半个鸡蛋壳放在桌面上，让它的凸面朝上，然后把一支笔头削得较尖的铅笔，在蛋壳正上方约10厘米处，让它笔尖朝下，竖直地自由落下（如图力—20a所示）撞击蛋壳的顶部，结果蛋壳没有被撞破。若把蛋壳翻过来，凹面朝上，放在一个瓶子口上，然后让笔从同样的高度竖直自由落下（如图力—20b所示），结果蛋壳被击破。请你自已试一试。

从上面的实验可以说明，物体能承受的压力与物体的几何形状有关系。拱形能承受较大的压力，所以许多桥梁都造成向上弯曲的拱形状。

## 六、如此弹跳旅行能否实现？

同学们在课堂上听老师讲，地球是一个很大的圆球，地球在绕太阳公转的同时，还以很高的速度自西向东绕地轴旋转。有一个同学就想，既然地球是自西向东高速旋转的，如果我们跳得高高的，过一段时间后再落下来，让地球从脚下向东转过去，自己不就落到起跳点的西侧了吗？如果反复地跳，就可以落到别国的土地上了。这个同学想尝试一下不用花钱的旅行。他背好行装，来到比较开阔的田野里，准备进行弹跳旅行。他闭上眼睛开始跳。他反复地跳了多次，可是睁开眼睛一看，还是落回到原处，这是为什么呢？这种弹跳旅行为何不能实现呢？

因为每个物体都具有惯性，都要保持自己原有的静止状态或匀速直线运动状态。地球及地球表面的一切物体都与地球以相同的高速度自西向东也运动。人跳起来之后，虽然人离开了地球，但人仍以与地球相同的速度向东运动，并且处在与地面运动速度相同的空气中，没有其他原因降低速度。当人从跳起到落回地面的过程中，地球确实从西向东转过一段距离，同时人由于惯性从西边向东也走过了相同的一段距离，下落时正好落回到原处。

由此可见，如此弹跳旅行是不能实现的。

## 七、为什么火车、汽车在运输汽油时都采用圆筒形容器？

不知你注意过没有，在运输汽油、柴油、酒精等一类液体时，火车、汽车都采用的是圆筒形容器，这是为什么呢？

同学们都知道，同样大小、薄厚的一块材料做成的圆筒形容器，要比做成其他形状的容器能装更多的东西。也就是说，做一个体积相同、薄厚一样的容器，圆筒形容器比其他形状容器节省材料。除了可以节省大量材料外，更重要的是圆筒形容器的强度增大，不容易被撞坏。我们知道，火车、汽车在行驶时震动是十分厉害的，当容器里装有汽油、柴油这类液体时，由于往往不容许把它们装得很满，因此容器里的液体就会随车的震动而不时撞击容器壁。液体的这种撞击力是十分大的，只有把容器做成圆筒形才能防止撞击力对容器的破坏。圆筒形容器有一个很好的受力特性，就是它的各处所受到的力是十分均匀和对称的。这样，可以保证容器不易被损坏。假若将容器做成方形或其他形状，那么棱角处受到的力会特别集中、特别大，容易破裂的地方正在这里（如图力—21所示），有时竟会不攻自破，造成严重的事故。所以，采用圆筒形容器来运输流体物质，既省材料又坚固，可以防止由于流体的撞击力而造成的事故。

图力—21

## 八、从“大气压随高度增加而减小”而想到的

300 多年前，法国有位名叫丹尼斯·巴本的人，他既是物理学家，也是医生，还是一名机械师。由于那时法国国王亨利四世对新教徒的迫害，巴本不得不逃往国外。在跋山涉水的旅途中，他发现：在高山上煮马铃薯时，尽管锅里的水哗哗地沸腾着，可马铃薯还是煮不软。在帕斯卡由实验证实的“高山上的大气压比海平面低”的启示下，巴本猜想：流体的沸点是否随大气压的减小而降低呢？到了国外以后，他便从事这方面的研究工作，终于用实验证实了“流体的沸点随大气压强的减小而降低”的猜想。

巴本进一步设想，如果把问题倒过来，用人工加压的方法增大气压，那么水的沸点不就会升高了吗？1681 年，马本根据这个道理设计并制成了世界上第一个高压锅，当时人们把它叫作巴本锅。

目前，我国市场上出售的压力锅，控制压力大约在  $1.3 \times 10^5$  帕，水的沸点是 124 。用这种压力锅煮饭做菜，既节约燃料，又节约时间，给生活带来了不少方便。

## 九、中国古代故事中的科学启示

在我国古代，虽然人们不知道阿基米德，但对于浮力已早有认识。2500 年前的《墨经》上就有关于浮力的记载，历史上也有不少关于浮力的有趣故事，下面两个故事就体现我国古人的聪明才智和对科学的贡献。

### 1. 曹冲称象

三国的時候，孫權送給曹操一頭大象。

大象生在南方，北方人只是听说过却从未见过。所以，曹操很高兴，就带领儿子和大臣们一同观赏。称赞之余，曹操问道：“你们谁能称出这只大象有多重？”

“这……这得造一杆大秤……”有人说。

马上有人反问：“谁有那么大力气把称纽提起来呢？”

又有个官员出了个蠢主意：“干脆把象宰了，一块一块称……”

就在这时，有一个孩子胸有成竹地说：“我有办法。”

曹操和众大臣回头一看，原来说话的是曹操的小儿子曹冲，当时他只有 6 岁。

小曹冲慢条斯理地说：“把大象牵到一条大船上，船就要沉下去一些，在船身齐水的地方画一条线。把大象赶上岸，船又会浮起来，再把石头一筐一筐地抬到船上，等船下沉到画线的地方为止。然后把石头一筐筐称过，这些石头的总重量就和大象一样重。”

曹操满意地点头微笑，派人照着曹冲出的主意去做，把象的体重称了出来。

请同学们利用学过的有关浮力知识说明曹冲称象的道理。

### 2. 舟浮牛出

1066 年，我国宋朝的河中府地方（现在的山西省永济县）发生了一次大洪水。汹涌的洪水冲断了河中府的一座浮桥，8 只用来固定浮桥的几万斤重的大铁牛也被冲到下游，陷入淤泥中了。

洪水退走以后，铁牛还沉在河底里，而要修复这座桥，就得把铁牛捞



出来。

这么重的铁牛，怎么把它打捞上来呢？官府贴出了“招贤榜”，招纳能把铁牛捞出来的“贤人”。榜前围了許多人，大家议论纷纷，谁有那么大的神力？忽然，从人群中走出一个人，伸手把“招贤榜”揭了。大家一看，原来揭榜人是个和尚。有人好奇地问他，是不是要施“法术”请“神仙”来助他一臂之力？那和尚不慌不忙地微笑着说：“铁牛是让水冲走的，我就叫水把铁牛送回来。”

那和尚叫人找来两条大木船，把大船拴在一起，装满沙子，并在两条船上搭了结实的木架。然后，他带人把船撑到铁牛沉没的地方，派人潜入水底，用绳索把铁牛牢牢地拴住。再把绳索的另一头拉紧以后，牢牢地拴在船的木架上。

一切准备就绪，和尚招呼大家把船上的沙子一锹一锹地扔到河里，船缓慢地往上浮升。绳索拉着铁牛慢慢地从淤泥中升起来。

那和尚就是我国古代的工程家怀丙。他“请”的“大力神”就是水的浮力，他施的“法术”便是阿基米德定律。

怀丙的方法一直沿用至今。

为了打捞沉到海底的船或重物，人们先把打捞工程船开到沉船的地方，利用容积很大的密封钢筒——浮筒来打捞。打捞时，先往浮筒里灌满水，让浮筒下沉，潜水员潜入海底，用钢缆把浮筒和沉船牢牢地拴在一起。准备好后，开动空气压缩机把筒里的水排出，就像怀丙让人把船上的沙子扔出去一样，利用巨大的浮力，把沉船打捞上来。

## 十、地球同步通信卫星

地球同步通信卫星也叫同步轨道通信卫星。火箭把通信卫星发射到与地球自转周期（23小时56分4秒）同步的圆轨道上，轨道高度为35786千米，轨道平面与地球赤道平面的交角为零，即卫星发射到赤道上空并与地球自转同向运行，从地面上观察，卫星是静止不动的。所以这样的同步轨道通信卫星也常常被叫作静止通信卫星，而这样的卫星轨道叫地球静止卫星轨道。

目前，世界各地之间的通信主要是靠通信卫星完成的。为了达到全球通信的目的，在地球静止卫星轨道上应有几颗通信卫星同时工作。从静止通信卫星向地球引两条切线，两切线的夹角为 $17.34^\circ$ 。这样一颗静止通信卫星能供地球上近三分之一的地区通信。如果发射三颗静止通信卫星，彼此相隔 $120^\circ$ ，就能覆盖全球大部分地区，实现全球通信。

## 声 学

### 一、气球破裂时为什么会发出“啪、啪”的响声？

过年同学们玩欢乐球（一种小气球）。大伙用手拍，用脚踩，欢乐球破裂时发出“啪”的响声，这是为什么呢？

欢乐球内充满了压缩气体，当球受到挤压破裂时，球内压缩气体体积迅速膨胀，引起了周围空气的急速振动。这些振动由空气传到耳朵里，我们便听到欢乐球破裂的“啪、啪”声。

指导：发声的原因和声音的传播，是解答这类问题的核心。

### 二、敲击自来水管，为什么会听到三次声音？

如果你把一只耳朵贴在充满自来水的的水管上，让另一个人在远处敲击这根自来水管，你便会听到三次声音，这是为什么呢？

敲击自来水管，水管振动发出的声音通过介质传播。第一次听到的声音是沿着铁管本身传播的，第二次声音是从自来水中传播的，第三次是沿空气传播的。因为声波在钢铁里的传播速度最快，声音在空气里的传播速度最慢。

指导：本题的解决思路是：敲击 振动发生 声波传播 固、液、气传播速度不同 听到的声音有先有后。

### 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？

我们向保温瓶里灌水时，瓶内空气柱振动发出声音。空气柱越长，振动频率越低；空气柱越短，振动频率越高。灌水时，随着瓶里水的增多，瓶内的空气柱越来越短，空气柱振动频率越来越高，所以声音就越来越高。利用这个道理，听声音就能判断瓶内水的多少。

指导：声音的高低叫作音调，音调由声源振动的频率决定，空气柱的振动频率随空气柱的长短而改变，这三点弄清楚了，问题也就迎刃而解了。

### 四、为什么听驶近的火火车汽笛声大而尖？

我们在铁路旁边听到行驶着的火车发出的汽笛声，会发现这样一种现象：当火车驶近我们时，听到的汽笛声不仅越来越大，而且音调变高，声音变尖，这是为什么呢？

音调由频率决定。静止的火车鸣笛，人耳听到笛声的音调是不变的；而运动的火车鸣笛时，人耳感到音调变了，说明人耳接收的声波频率发生了变化，这种变化与火车的相对运动有关。因为声波传播速度不变，火车的高速行驶引起声波波长的改变，人耳接收的声波频率发生了变化，因此使人耳感觉到音调高低的变化。这种现象是奥地利科学家多普

勒在 1842 年首先发现的，为纪念他的贡献，这种现象被命名为“多普勒效应”。一切波都能发生多普勒效应，这是一种十分重要的现象。在以后学习物理时，你将对此现象有进一步的了解。

# 热 学

## 一、“热”字在物理学中的含义

人们常说的“热”字在物理学中有几种含义？请举例说明。

同一个“热”字，在物理学中通常有三种含义：常听到的“今天真热”，这里的“热”指的是“温度”；“铜善于传热”的“热”字指的是“热量”；而“摩擦生热”的“热”字指的是“内能”。三种含义包括三个不同的概念，即温度、热量、内能。温度表示物体的冷热程度，与大量分子无规则运动的速度有关；内能是由物体状态所决定的能，是物体内大量做无规则运动的分子所具有的总能，实际上任何状态的物体，不论是气体、液体，还是固体，都由大量分子组成，所以一切物体都具有内能。“热量”一般是指热传递过程中被转移的内能的数量，热量应该说只有“吸收或放出”才有意义。温度差是发生热传递的条件，热量是内能改变量，即内能变化的量度。物体温度升高，内能增加；温度降低，内能减少。所以，温度、热量、内能三个反映“热”的物理量是相互联系而又完全不同的物理概念。

## 二、从扇扇子想到的

夏天我们扇扇子，气温并没有降低，为什么会使人感到凉快呢？

在这物理事实中，“扇扇子”是原因，“人感到凉快”是结果。依据题设的物理过程首先得出，扇扇子使空气流动加快；进一步推理可知，皮肤表面的水分蒸发加快；依据蒸发吸热的道理得出，水分的蒸发加快，导致从皮肤表面吸收的热量增多，使皮肤的温度降低，所以使人感到凉快。

这是依据因果关系，从物理过程出发，经过程序化的逻辑推理得出的结论。这种把握因果关系思考问题的方法是有普遍意义的。

## 三、反证法的运用

把两个质量相同的钢球加热到同样的温度，然后分别放入盛着水和煤油的杯中，若水和煤油的质量相同，初温也相同，那么哪只杯子里的液体温度升得高些？

水和煤油的升温只能有三种情况：水和煤油升温相同，水升温度大于煤油升温度，水升温度小于煤油升温度。假设第一种情况，即升温相同时，两钢球放热也应相等，但是水的比热大，升温不可能相同，故不成立。假设第二种情况，水升温大于煤油升温，水中钢球放出的热量应比煤油中钢球放的热量更多，但水的比热大水升温不会比煤油升温大，故此假设也不成立。因此，水升温小于煤油升温。结论是煤油的温度升得高一些。

解答说理题和论证、选择题的方法是多种的，采用反证法进行逻辑推理，要比直接推理或数学论证得出结论来得简捷，起到化难为易的作用。

反证法解题的一般步骤是：先假设题目可能得到的所有结论，然后运用学到的物理知识从假设出发，将错误的结论一一排除，就可以得出唯一的正确结论。

#### 四、冰棍上冒的“白气”是什么？它是怎样形成的？

在这个物理事实中，应先抓住白气是什么，将问题展开分析并综合得出结论。

白气是水蒸气吗？不是。水蒸气是组成空气的一种成分，是看不见、摸不着的气体。白气是由小水滴构成的。烧开水时，喷出的水蒸气遇冷凝结，即水蒸气液化成小水滴形成了“白气”；冬天，从人嘴里哈出的气体中的水蒸气遇冷凝结成小水滴，形成了“白气”；云和雾是由空气中的水蒸气遇冷凝结在浮尘上的小水滴构成的，也都是“白气”；空气中的水蒸气在冰棍附近遇冷凝结成小水滴形成“白气”。光线照射在小水滴上发生散射，人可从各个不同的位置看到它。

#### 五、吸热和放热

初春时的气温较低，农民常在傍晚向秧田里灌水，而在早上又把秧田的水放浅。以此来提高秧田的水温，有利秧苗的生长。这是为什么？

题设的两种情况：傍晚灌水和早上把水放浅，其目的是提高秧田的水温。这是一个吸热和放热的问题，需要依据公式  $Q=cm\ t$  分析式中各个物理量之间的关系，从而找到结论。这里还要注意题设的条件，首先弄清楚三个差别。其一，“傍晚”和“早上”气温有差别：傍晚气温降低，秧田放热；早上太阳出来了，在阳光下秧田吸热；其二，“灌水”和“放浅”的差别：灌水增加水的质量，放浅使水的质量减少。其三，两种情况下“增高水温”的区别：吸热时提高水温，即要求水的末温高，则温度升高量  $t=(t_2-t_1)$  较大；放热时提高水温，也就是要求水的末温不能降低得太多，则温度的降低量  $t=(t_1-t_2)$  要小。然后依据  $Q=cm\ t$ ，弄清  $Q$ 、 $m$ 、 $t$  的联系，得出结论如下：

傍晚后气温降低，秧田放热，根据  $Q=cm\ t$ ，水的比热较大，灌水后水的质量  $m$  又增加，所以在放热情况  $Q_{放}$  一样时，水下降的温度  $t$  就要小一些，与没有灌水的秧田相比较，灌水的秧田的水温高一些，秧苗就不致冻坏。同理早上太阳出来后，秧田要吸热，由  $Q=cm\ t$  知，把水放浅使水的质量， $m$  减少，在吸热情况  $Q_{吸}$  相同时，水的温度升高  $t$  就大一些，与没有放浅的秧田相比较，放浅水的秧田的水温就高一些，有利于秧苗的生长。

#### 六、粗测炉温

把灼热的煤块从火炉中钳出，立即投入质量为 500 克的水中，水的温度由 15 升至 30，实验后用天平测得煤块的质量是 50 克，煤的比热是 1.05 千焦/(千克·)，求火炉的温度(测试过程中不计热损失)。

分析：煤块从火炉中取出时的温度可看作是火炉的温度，也就是煤块投入水中时的温度。在水中，高温物体煤块温度降低，放出热量，水的温度升高，吸收热量。由于不计热的损失，则有吸收的热量等于放出的热量的关系。

$$\text{解：由题设知：煤块} \begin{cases} m_1 = 0.05 \text{ 千克} \\ c_1 = 1.05 \times 10^3 \text{ 焦 / ( 千克} \cdot \text{ )} \end{cases}$$

$$\text{水} \begin{cases} m_2 = 0.5 \text{ 千克} \\ c_2 = 4.2 \times 10^3 \text{ 焦 / ( 千克} \cdot \text{ )} \\ t_{10} = 15 \end{cases}$$

水和煤块共同的末温  $t_2=30$

若煤块放入水中时的温度即火炉温度为  $t$ ，由  $Q = cm \Delta t$  可知煤块放出的热量

$$Q_{\text{放}} = c_1 m_1 (t - t_2) = c_1 m_1 (t - 30)$$

水吸收的热量  $Q_{\text{吸}} = c_2 m_2 (t_2 - t_{10}) = c_2 m_2 (30 - 15)$

不计热的损失，由守恒关系知  $Q_{\text{放}} = Q_{\text{吸}}$

即  $c_2 m_2 (t_2 - t_{10}) = c_1 m_1 (t - t_2)$

$$t = \frac{c_2 m_2 (t_2 - t_{10}) + c_1 m_1 t_2}{c_1 m_1}$$

$$= \frac{4.2 \times 10^3 \text{ 焦 / ( 千克} \cdot \text{ )} \times 0.5 \text{ 千克} \times (30 - 15) + 1.05 \times 10^3 \text{ 焦 / ( 千克} \cdot \text{ )} \times 0.05 \text{ 千克} \times 30}{1.05 \times 10^3 \text{ 焦 / ( 千克} \cdot \text{ )} \times 0.05 \text{ 千克}}$$

$$= 630 \text{ ( 火炉的温度 )}$$

注：这是一种粗略地测量炉温的简易方法，也可以用铁块放入火炉中加热一段时间，以代替煤块。解题时要说清道理，写明所依据的公式，计算时要代入有关的物理量，并写明它的单位，需条理清楚，过程规范。

# 光 学

## 一、理想模型法

理想模型法是物理学中经常使用的一种研究方法。这种方法的主要特点是，它把研究对象所具有的特征理想化，也就是它突出强调了研究对象某方面的特征或主要特征，而有意识地忽略研究对象其他方面的特征或次要的特征。使用这种方法的根本目的在于，使人们能集中全力掌握研究对象在某些方面表现出的本质特征或运动规律。事实证明，这是一种研究物理问题的有效方法，也是我们理解有关物理知识的基础。在光学研究中，常常使用这种方法。

我们在黑暗的室内打开两个手电筒，使两个电筒发出的光束在空中交叉后射到墙上。你会看到墙壁上有两个手电筒照出的亮斑，这两个亮斑的大小和亮度决不会因为光束的交叉而与一手电筒单独照射时有什么不同。对这种现象我们早已习以为常，但是你能不能由此想到“光究竟是一种具有什么特性的东西呢”？这可是一个大问题。为了解决它，不少科学家付出了巨大的努力，他们也因此成为名垂青史的科学巨匠。英国科学家牛顿曾经通过研究光的直线传播特征、光的反射规律，提出了光的微粒学说。他认为光是由光源发出的一系列连续的实物微粒流，这些微粒射到介质的交接面上时就会像球撞到地面上一样发生反射。牛顿的光的微粒说，就是关于光的一种理想模型，这个模型有利于人们理解和把握光的直线传播和反射的规律性。和牛顿同时代的另一位荷兰物理学家惠更斯则鉴于前述交叉光束互不相干等特性的事实，提出了光是波动的理论。我们知道，让锣与鼓同时发出的声音在空中传播、相遇，这对听声音的人来说，与锣、鼓单独发声时没有什么两样；往平静的湖面上相距不远的两处同时投下小石块，你会看到水面上的水波纹扩大、相遇、分离的过程，这两组水波相遇后又分离单独传播的情景与没有同另一组波相遇时一样。声音是波，水波也是波，即使相遇了也互不干扰，仍能“独立传播”，这是波具有的特性。因为微粒流在空间相遇时，必然产生相互作用，要它们独立传播、互不干扰是不可能的。所以，惠更斯提出了“光的波动说”，他还用波动说解释了光的直线传播、反射、折射等现象。可以说，光的波动说同样也是一种关于光的理想模型。

现代的科学实验和理论揭示了光的复杂的性质，指出光是一种具有“波粒二象性”的特殊物质。这里所谓的“波”和“粒”已全然不是惠更斯和牛顿那个时代的含义了。由于目前同学们掌握的知识还不太多，更深层的含义暂时还无法解释，这里就不多说了。但是可以肯定地说，企图用我们日常在宏观世界中所见所闻去构建光的模型是完全不可能的。尽管如此，科学家们还是不断地努力探索和研究并试图建立起只有在微观世界中才可能存在的光的模型，希望把已知的光的各种性质和行为都纳入这一模型中，建立起一种完全、自恰、科学的理论。这种努力在指导人们继续深入探索光的本性，以及制造新型光源和开辟现代光学新领域诸方面都取得了丰硕的成果。

在初中我们学习的光学知识基本上都是从实验事实当中总结出来的

有关光传播的规律，并没有涉及光的本性问题。例如，我们认为光在同一种均匀媒质中完全按照直线传播的想法，其实就是在忽略了光的波动性这一基础理论构建起来的“理想情况”。

## 二、光路可逆性原理

由光的反射定律可知，当光逆着反射光线的方向入射时，则反射光将逆着原来入射光线的方向传播，这是反射光路的可逆性原理。同样，理论和实验都可以证实，当光线从一种介质进入另一种介质发生折射时，如果光逆着折射光线的方向入射时，则折射光线也将逆着原来入射光的方向传播，这是折射光路的可逆性。反射光路和折射光路都具有可逆性，可以简要地概括成：当光线的方向逆转时，光将逆着原来的方向沿同一路径传播。应用光路可逆性原理，可以使我们分析和解决一些光学问题的过程大大简化，这是一个很有用的具体的物理方法。

如图光—14所示，某人站在竖直档板 M 的前面，通过平放在地面上的一块平面镜 S 来观察档板后面直立着的标尺上的刻度，求某人从平面镜中能观察到标尺的刻度范围。

分析观察者从平面镜 S 中看到标尺刻度的情况可知，标尺上的光线若射入平面镜，并能反射到眼睛中的就能被观察者看到。而确定观察者通过平面镜能观察到的刻度范围，要利用标尺上射到平面镜边缘并能反射到观察者眼睛中的光线来完成（如图光—14中 CAO 和 DBO）。

究竟从哪个刻度发出的光线射到平面镜边缘后又能反射到观察者的眼睛呢？依据反射定律，如果采用试探法去解决，那就要从各个刻度画出射到平面镜边缘的光线，再看这些光线反射后能否射入观察者的眼中。显然，这要花费很多时间，画出的光路图也不一定准确。如果我们利用光路可逆性原理解决此题，题目就会变得很容易。

图光—14

依据光路可逆性原理，我们可以把眼睛这个光的接受器，设想为光的发射器，即我们可以画出眼睛到平面镜两边缘的光线，再按反射定律画出它们的反射线。这两条反射线与标尺交点之间的刻度，就是我们能观察到的范围。

## 三、用“像”帮助我们解决难题

利用反射现象可以使物体成像（如平面镜成像），利用折射现象也可以使物体成像（如透镜成像）。像有实与虚之分。实像是由物体发出的光线经过反射或折射后实际光线会聚而成的像；虚像是由物体发出的光线经过反射或折射后光线的反向延长线会聚而成的像。实像与虚像虽有着根本的差异，但它们又都有“像”的共性：当我们迎着成像的光学器材去看“像”时，进入我们眼睛的光线，就如同从“像”上沿直线射出进入眼睛一样。有了这个认识，我们就能利用“像”的知识去解决一些较难的问题。



例如，身高 1.8 米的人要想从固定竖直墙壁上的平面镜里看到自己的全身像，他使用的平面镜最短的高度是多少？平面镜应固定在墙壁上多高的地方？画出完整的光路图。

分析这个题目所述的情况，如果从“某人身上发出的光线射向平面镜，经平面镜反射后，其中有一部分光线会进入眼睛”这样一个基本过程来思考，问题就显得太繁琐了。

怎样才能使思维过程简捷一些呢？

利用平面镜成像的规律，可以简捷地解决这个问题。平面镜成像的规律是：像与物大小相等，成正立虚像，像与物的位置相对于镜面对称。在图光—15 中，我们先依照上述特点在镜后画出人的虚像  $A'B'$ ，然后从人的眼睛向“像”的头和脚引出两条直线  $OA'$  与  $OB'$ 。这两条直线之间所夹的平面镜  $CD$  是人从其中观看自己全身像必须的部分，可以证明它的长度为人高的二分之一。这个平面镜悬挂的高度如图光—15 所示，应使其上边在人的头顶与眼睛中点的高度上。最后完成光路图时，连接  $AC$  和  $BD$ ，并标上表示光线方向的箭头。

由此例题看出，科学使用“像”的概念和光路可逆性等原理，可以使我们深刻地把握光传播的规律性，开阔思维，提高分析能力，化难为易。

#### 四、虚拟光源法

射向透镜的光线，经过透镜以后向哪个方向传播？你能准确地回答出来吗？关于这个问题，课本上只介绍了三条典型的光线，以凸透镜为例，这就是：平行于主轴入射的光线，折射后通过焦点；通过焦点入射的光线，折射后平行于主轴；通过光心的光线不改变方向。可是如果碰到图光—16 所示的情况，入射线  $AP$  既不平行于主轴，也不通过焦点和光心，你还能准确地回答出它折射后的方向吗？这时，虚拟光源法将给我们非常大的帮助。

图光—15 从平面镜中观像

图光—16 虚拟光源法

所谓虚拟光源法，就是设想有一个光源，是它发出了我们需要研究的这条光线，当然“光源”肯定在这条光线上的某个特定位置（究竟在什么位置，以利于下一步完成光路图为准）。然后利用前面所述的三条典型光线就可以作出虚拟光源的“像”来。我们所研究的光线经透镜折射后当然要过此像点。这样对任一条入射到透镜上的光线，我们都可以确定它折射后的准确光路了。

利用三条典型光线作透镜成像光路图时，我们还会发现，当点光源在主轴上时，将出现“三线合一”的情况，即平行于主轴的入射光线，通过焦点的入射光线与通过光心的入射光线，实际上这只是同一条入射光线，而仅利用这一条光线，我们是无法确定像的位置和大小等情况的。怎么办？此时，我们仍可设想另有一个光源或物体通过上述的点垂直主光轴放置，利用典型光线找到这个虚拟光源的像，这样就可以找到主光

轴上点光源的像位置了（即虚拟光源的像与主轴的交点）。

## 电 学

### 一、巧查电能表

老王住在宿舍楼里，这天晚上电灯突然熄灭了。他把头伸出窗外一看，别的楼灯还亮着，其他单元也没有灭灯，只有自己住的三单元是黑的。没问题，这是楼梯口总电能表的保险丝断了。

热心的老王，跑去换了一根保险丝，一合闸，又断了。他换了三次保险丝，三次都被烧断了。他猜想，准有一家的电路出了故障。他看到楼里每家都有分电能表，电能表旁又都有一根保险丝。老王利用各家的保险丝去查找故障，很快就找出了故障所在。你知道老王用的是什么方法吗？

老王把每一家分电能表旁的保险丝闸盒都拉开，再接上总电能表旁的保险丝。然后，他一家一家有先有后地把分电能表旁的保险丝闸盒合上。如果哪家的保险闸盒合上的同时总保险丝被烧断，就说明那一家的电路有故障。

另外，也可以将所有分保险盒内的保险丝都拆去一根，合上总保险闸盒，然后将一盏“220V 40W”白炽灯先后串联接入各家的保险盒内（串联在拆去保险丝后的两接线柱上），若此灯泡发光（但不正常发光），则这家的电路中有短路故障出现，应立即检修。请你自行画出电路图，并说明这种排除故障的方法。

### 二、画电路图

我国城市里的生活用电，电压大多是220伏。在220伏电路里，使用110伏的灯泡，灯丝很快就会被烧断。

给你四只耐压110伏、40瓦的灯泡，你能想办法使四只灯泡正常发光吗？请画出电路图。注意：不准使用变压器。

有两种连接方法（如图电—19、图电—20），从保护用电器的角度考虑，比较这两种连接方法，哪种方法更好些？

图电—19      图电—20

### 三、巧用启辉器

节日里，同学们在教室里装了一串彩灯，五颜六色的灯光增加了节日的欢乐和热烈的气氛。有的同学进一步提出建议，彩灯要是能一亮一灭，不停地闪烁，那就更增加了一层神秘的色彩。机灵的同学马上想到日光灯的启辉器。你知道这位同学用什么方法使彩灯一亮一灭的吗？

将启辉器和灯泡串联接入电路中，彩灯就能自动闪烁，其线路如图电—21和图电—22。

启辉器是一个充满氖气的灯泡，里面装有两个电极，一个是静触片A，另一个是U形触片B。平时，这两个触片不接触，间隔一段距离。当

电极有电时，两极之间的氖气放电发出红光，同时产生热量。U形触片是用热胀系数不同的金属做成的。当U形金属触片受热膨胀时会伸长，A、B两触片接触，电流从触片上通过，进入彩灯，使彩灯正常发光。片接触后，氖气停止放电，U形片B冷却收缩，两个触片分离，电流停止通过，彩灯熄灭。然后，氖气又放电，发光发热，触片又接触，彩灯又亮，氖气又停止放电，接着彩灯灭，氖气又放电……彩灯也就自动闪烁了。

图电—21      图电—22

#### 四、选电阻

今有标着“6V6W”和“6V2W”的两个灯泡和一个12伏的电源，要使两个灯泡都能正常发光，应选择多大阻值的电阻？怎样连接？请你画出电路图，标出电阻的阻值。从节电的角度考虑，所用的方法中哪种方法好？说出其中的道理。

设“6V6W”和“6V2W”灯泡分别为 $L_1$ 和 $L_2$ 。要使两个灯泡都能正常发光，必须使两个灯泡的工作电压都达到额定电压6伏。由于两灯泡的电阻不相等， $L_1$ 的电阻为36欧， $L_2$ 电阻为18欧，所以若将二者串联接入电路中，二者分压不相等， $U_1=8V$ ， $U_2=4V$ ， $L_1$ 可能被烧毁。因此可将 $L_1$ 两端并联一个9欧的电阻，再和 $L_2$ 串联接入12伏电路中，两盏灯就能正常发光（如图电—23所示）。

图电—23      图电—24

如果将两个灯泡直接并联，由于电源电压高于灯泡的额定电压，所以必须在二者并联后再串联一个合适的电阻，使两灯并联后的总电阻和被串联的电阻阻值相等，这样两盏灯两端就可分得6伏电压，因此能正常发光。串联的电阻应等于4.5欧。电路如图电—24。

由于两种电路中每个元件两端的电压都是6伏，根据 $P=U_2/R$ 可知，电阻越大，消耗的电功率越小，所以图电—24所示的电路节能效果好。

#### 五、测电阻（一）

图电—25是一个黑盒子（此盒子从外表看不出里面的电路连接情况）。盒内有由若干阻值相等的电阻组成的电路，从不同电阻的端点引出四个线头a、b、c、d。测得a、b间的电阻是c、d间电阻的3倍，a、c间电阻和b、d间电阻相等。请你说出盒内至少有几个电阻，并试画出这些电阻的连接图。

分析判断方法如下：

因为a、c间和b、d间电阻相等，可考虑a、b间和b、d间各接入一个电阻。又因为a、b间的电阻是c、d间的电阻的3倍，a、b间应有三个电阻串联，其中一个恰好接在c、d间。因此盒内至少有三个等值电阻。电路如图电—26所示。

图电—25      图电—26

## 六、测电阻（二）

如图电—27 的黑盒子里装有三个阻值相同的电阻，从不同的电阻端点引出四个线头 A、B、C、D。检测器的电路如图电—28 所示。在检测过程中保持 a、b 间电压不变。

当 a、b 分别与 A、B 连接时，电流表的示数为 0.6 安；

当 a、b 分别与 A、D 连接时，电流表的示数为 0.3 安；

当 a、b 分别与 B、D 连接时，电流表的示数为 0.2 安；

当 a、b 分别与 C、D 连接时，电流表的示数为 0.3 安。

请你根据上述检测情况，判断盒内电阻连接情况并画出电路图。

图电—27      图电—28

盒内三个电阻的连接情况如图电—29 所示。分析判断方法如下：

图电—29      图电—30

依据题目的内容，a、b 间电压不变，根据欧姆定律，由电流表的示数可以断定，A、B 间的电阻最小，设  $R_{AB}=r$ ， $R_{AD}=R_{CD}=2r$ ， $R_{CD}=3r$ 。已知 A、B、C、D 是从不同电阻的端点引出的，可先画出由耽搁电阻各端点引出的一个线头，如图电—30 中的 B、C、D。由于 AB 间电阻最小，接入一个电阻即可。按图中虚线连接电路，则  $R_{AD}=R_{CD}=2r$ ，最后用导线连接 A、C，则  $R_{CD}=3r$ 。

## 七、调光电路

图电—31 所示的是某同学做的调光电路。A、B 是两个完全相同的灯泡，电源电压恒定，滑动变阻器的电阻是灯泡电阻的 2 倍。当滑动变阻器的滑片从 a 移到 b 时，A、B 两个灯泡的亮度如何变化？

灯泡的亮度由灯泡的实际功率决定。

设灯泡的电阻为 R，滑动变阻器的电阻为 2R。

图电—31

当滑片 P 位于端点 b 时，灯 B 与滑动变阻器并联，再与灯 A 串联：

$$U_A=3U/5 \quad U_B=2U/5$$

当滑片 P 位于中点 C 时，灯 B 与滑动变阻器的一半电阻并联，再与灯 A 和滑动变阻器其余的一半电阻串联：

$$U_A=2U/5 \quad U_B=U/5$$

当滑片 P 位于端点 a 时，灯 B 被短接，灯 A 与滑动变阻器串联：

$$U_A = U/3 \quad U_B = 0$$

根据  $P = U^2/R$  和上面灯 A 和灯 B 两端电压的变化可知：

对灯 A 而言， $R_A$  一定， $U_A$  随着滑片 P 由 b 向 a 的滑动逐渐变大，因此灯泡 A 的亮度逐渐变大。

对灯 B 而言， $R_B$  一定，由于  $U_B$  逐渐变小，所以灯泡 B 的亮度逐渐变小。

对这个电路的分析，还可以从电流入手进行，请读者试一试。

