

趣味数理素质教育丛书

音和光的世界

钟国华 编著



华夏出版社

趣味数理素质教育丛书

音和光的世界

——从小学思考

钟国华 编著

华夏出版社

图书在版编目(CIP)数据

音和光的世界:从小学思考/钟国华编著. - 北京:
华夏出版社, 1998. 12

(趣味数理素质教育丛书)

ISBN 7-5080-1908-3

I. 音… II. 钟… III. ①声学 - 青少年读物 ②光学
- 青少年读物 IV. ①042-49 ②043-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 32814 号
北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-1999-0858

华夏出版社出版发行

(北京东直门外香河园北里 4 号 邮编:100028)

新华书店经销

北京人民文学印刷厂印刷

787×1092 1/32 开本 6.75 印张 140 千字

1999 年 7 月北京第 1 版 1999 年 9 月北京第 1 次印刷

定价:10.00 元

本版图书凡印刷、装订错误,可及时向我社发行部调换

序 言

全国政协委员 李林
中国科学院院士

我们在日常生活中经常接触物理现象，就是我们没有去注意它，譬如水是人们离不开的物质，但是水有三种状态：固态、液态、气态，当温度在零度之下时，水就变成冰，我们看见公园里的湖就可以作滑冰场，到了夏天我们可以在湖中划船。在家里用壶烧水，水开了就在壶嘴口冒汽，由于水的温度高于 100°C 时变成气体，这就是物理（任何物质都有三态）。但是不管水是哪种状态，它的组成都是氢与氧，这就是化学。

古代的科学不分学科，科学家什么都研究：天文、地质、生物、物理、化学、数学等。由于科学的知识愈来愈丰富，愈来愈深入，一个人不可能掌握这么多的知识，所以才分了各种学科。科学发展到 21 世纪，情况又发生了变化，因为科学的发展不能只靠很窄的知识面，所以现在提倡交叉学科，21 世纪热门的交叉学科很可能是用物理学方法去研究生物现象，这也可以叫做物理生命科学。

物理学是一门基础科学，人人应该学，正如数学、化学那样，不论你将来长大了做什么工作都是有用的。它教你注意自己周围发生的自然现象，你怎么去解释它？只有对自然现象有兴趣才能学好科学。牛顿出名的万有引力定律是怎么

发现的？有一天他在苹果树下睡着了，一个熟透的苹果掉下来砸在他的头上，他醒过来觉得奇怪为什么苹果要往下掉，为什么不会飞上天去？他不仅冥思苦想，而且将他的想法用实验来证实，于是发现了万有引力定律。

这套书就是引导你如何去观察思考自己周围的自然现象，如何用物理学的眼光去解释它，又如何用极简单的试验去验证它。你读了这套书就会对物理学感到兴趣，有了兴趣就不会感到枯燥难懂了。

1999年7月5日

目 录

一、热

可以伸缩的铁轨	(1)
冬天会缩短的电线	(3)
埃菲尔铁塔的高度	(3)
为什么热水会使玻璃杯破裂?	(4)
泡过热水澡后脚穿不进长筒靴吗?	(7)
被揭穿的“奇迹”	(8)
古代的自动计时器	(10)
茶壶盖上的小孔	(13)
茶壶为什么会发出声音?	(13)
用纸锅煮东西	(14)
用熨斗去除油污	(15)
风从哪里来?	(16)
用冰块、热水来加热	(17)
不会燃烧的纸张	(17)
手拿热鸡蛋	(18)
水和沸腾	(19)
香烟的实验	(23)

不会在热水中融化的冰块·····	(24)
放在冰上或放在冰下·····	(25)
奇妙的纸风车·····	(26)
外套能保暖吗? ·····	(27)
地下世界的四季变化·····	(28)
冰为什么容易滑? ·····	(29)
冰柱是如何产生的? ·····	(31)

二、光

被捕捉的影子·····	(33)
鸡蛋里的小鸡·····	(35)
恶作剧的照片·····	(37)
日出的问题·····	(39)

三、光的反射与折射

透视墙壁·····	(40)
桌上的人头·····	(42)
我们看得到镜子吗? ·····	(44)
镜子映出来的是谁? ·····	(45)
你能看着镜子画图吗? ·····	(46)
光的路线·····	(47)
乌鸦的飞行·····	(49)
万花筒·····	(50)
万花筒似的房间和海市蜃楼的宫殿·····	(52)
光的折射·····	(55)
哪条路线比较快? ·····	(56)
“鲁宾逊第二”漂流记·····	(60)

使用冰块点火·····	(63)
借用阳光·····	(66)
海市蜃楼·····	(67)
绿色的光线·····	(72)

四、单眼看与双眼看

用一只眼睛看照片·····	(76)
看照片应保持的距离·····	(77)
放大镜的妙用·····	(78)
照片的放大·····	(79)
看电影时的理想座位·····	(80)
看图画的理想距离·····	(80)
何谓立体镜? ·····	(81)
双视眼·····	(83)
双眼“立体视”·····	(86)
简单的假钞识别法·····	(88)
拍远景的立体照片·····	(88)
用立体镜来看宇宙·····	(91)
用三个眼睛来看东西会如何? ·····	(92)
怎样去感觉物体的光泽? ·····	(93)
从疾驶的火车上看风景·····	(94)
通过有色眼镜来观察·····	(95)
书的高度·····	(96)
钟塔上的计时盘·····	(97)
白色与黑色·····	(98)
哪一个字看起来最黑? ·····	(101)

凝视着人的肖像画	(102)
其他错觉	(103)
近视的人所看到的世界	(109)

五、视觉

错视	(111)
错视的例子	(115)
光渗— I	(115)
光渗— II	(115)
马里奥特的实验	(116)
乱视、残像、疲劳	(117)
缪勒的错视	(119)
桑德尔的错视	(120)
杰斯特尔的错视	(121)
杰尔纳的错视	(121)
格林克的错视	(121)
修莱德的段阶	(123)
柏根德尔夫的错视	(123)
弗雷札的错视	(124)
翘曲画	(124)
管子的错视	(125)
其它错视	(125)
改变方向的针孔	(135)
透过手掌看东西	(138)
用望远镜看东西	(139)
登高能望远吗?	(139)

六、光与色

水蒸汽的颜色	(141)
红色的信号灯	(141)
透视彩色玻璃	(142)
雪为什么是白色?	(143)
黑天鹅绒和白雪	(144)
皮鞋擦过后的光泽	(145)
暗室	(147)
亮度的测定	(149)

七、报纸游戏

“用头脑看”的意义	(152)
指尖冒火、听话的棒子、山中的电	(157)
纸丑舞、蛇、竖立的头发	(169)
闪电、雷声和水流	(173)
莫比斯环	(178)

八、冰

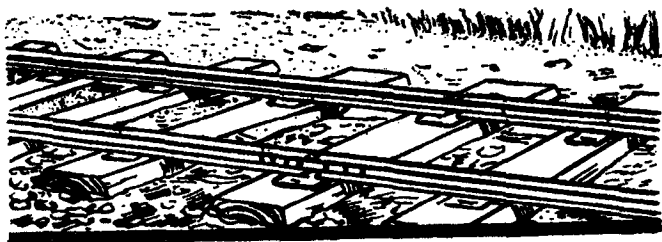
瓶中的冰	(183)
锯不断的冰	(184)

九、声音

回音	(187)
贝壳中的潮声	(188)
声音的传达	(188)
钟声	(189)
寻求回声	(190)
用声音来测定距离	(193)

声音的镜子	(194)
剧场的声音	(196)
海底的回声	(198)
为什么蜜蜂会发出嗡嗡声?	(200)
声音的错觉	(201)
不可思议的听觉	(204)

一、热



可以伸缩的铁轨

倘若有人问：“连接莫斯科与圣彼得堡的铁路在十月份有多长？”

这时，也许会有人回答：“平均约 640 公里，夏季则比冬季长约 300 米。”

这种解答，乍听之下好像相当有道理。如果从头到尾只有一条铁轨，铁轨之间没有任何接合处，则铁轨在夏天时当然比冬天长。因为当温度上升 1°C 时，铁轨就会比原长增加十万分之一。在炎热的夏季，铁轨受到阳光的加热，温度为

30℃—40℃, 有时甚至更高, 高得伸手去摸, 可能热得几乎会烫伤。但是, 在寒冷的冬天, 铁轨的温度则会降低到 -25℃。因此, 假定冬夏铁轨的温差为 55℃, 则以铁轨全长 640 公里, 乘上 0.00001 与 55, 则知莫斯科到圣彼得堡的铁轨, 夏天比冬天长 352 米。

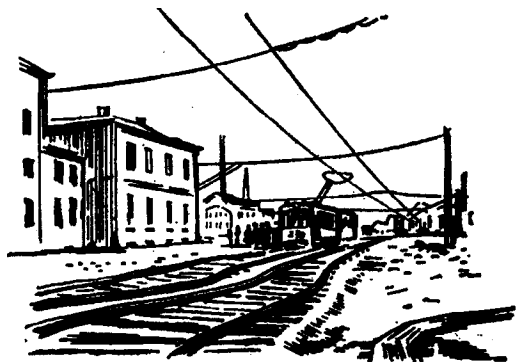


图 1 铁轨因炎热而弯曲

当然, 这里的变化并非指铁路的长度, 而是指各条铁轨长度的合计罢了。我们必须知道, 铁路长度和铁轨长度并不相同。因为铁路上的各条铁轨, 并非完全密切结合着; 两条铁轨之间, 往往留有一点空隙, 在夏天被加热时, 铁轨才可能自由伸展。由上面的计算显示, 铁轨全长的合计, 当然比考虑铁轨间空隙长度的合计更长。换言之, 炎夏的铁轨比酷冬时伸展了 352 米。

冬天会缩短的电线

每年一到冬天,莫斯科和圣彼得堡间一部分电话和电信的电线,就会神秘失踪。大家都知道,主犯便是酷寒的气候。在前节所提有关铁轨的事情,也适用于电线。但是,在温度上升时,铜丝的伸展是铁丝的 1.5 倍。电话线和铁轨不同,事先未曾留有空隙。因此,莫斯科到圣彼得堡的电话线,冬天比夏天短约 500 米,这种说法是有根据的。

每年冬天来临时,寒冷就会窃取约 500 米的电线,造成电话与电信上的混乱现象;直到暖和的季节,被窃的电线才会失而复得。

但是,在冬天,如果桥梁发生类似的缩短情形,则会造成不可收拾的危险。例如:1927 年 12 月的报纸,曾有一段如下的记事:

“今年和往年不同,寒流的连日侵袭,使得法国全境都受到严重的影响。巴黎中心塞纳河上的桥梁就被破坏。桥梁的钢架因寒冷而缩小,造成桥上的铺设材料浮升而支离破碎;所以这座桥暂时禁止通行。”

埃菲尔铁塔的高度

从前节的叙述可知,埃菲尔铁塔的高度(300 米),夏天和冬天也不尽相同。因为这种巨大的铁制建筑物,无法在任何温度下,都维持固定的高度。而当温度升高 1°C 时,长度为 300 米的铁棒,就会增加十万分之一的长度,也就是 3 毫米。

同理可知,当温度升高 1°C 时,埃菲尔铁塔也会升高 3 毫米。夏季晴朗的天气,巴黎埃菲尔铁塔之铁材温度会高达 40°C ;气温较低的雨天,则会降低到摄氏 10°C ;此外,在寒冷的冬天,铁材则会降低到摄氏 0°C 或 -10°C (在巴黎,降低到 0°C 以下的情形很少)。因此,温度变化的幅度为 40°C ,也许远大于这数字;埃菲尔铁塔的高度变化则为 $3 \times 40 = 120$ 毫米。换言之,变化幅度为 12 厘米。

根据直接测定的结果,埃菲尔铁塔对温度的变化比空气还敏感;也就是说,无论伸张或收缩,埃菲尔铁塔都比空气快。纵使在阴天,太阳突然自云端露脸,铁塔的反应也比空气敏锐迅速,关于这方面的测定,可利用温度变化而长度不变的特殊镍钢丝。

由此可知,在炎热的夏季,埃菲尔铁塔比寒冷时伸展了约 12 厘米。

为什么热水会使玻璃杯破裂?

要将热水倒进玻璃杯中时,熟练的主妇就会先在杯中放一个汤匙。汤匙若为银制则更佳。这虽然是日常生活上的普通常识,但这种方法究竟根据什么原理呢?

我不妨先说明,为什么热水会使玻璃杯破裂。

原因是玻璃的膨胀不均匀,所以会破裂。因为当热水进入杯子时,杯子的侧壁无法一下子全被加热。首先,侧壁内侧会被加热,但外侧仍停留在冷却的状态。因此,内侧部分迅速膨胀,而外侧部分却维持原状;所以外侧会受到内侧的强压,将玻璃杯撑破。

某些人以为较厚的杯子就不容易破裂,其实这是错误的观念。因为,倒进热水时,厚杯子更容易破,薄杯子反而较难破裂。原因是薄杯子的外侧可以立刻被加热,而促使内外温度相等,膨胀也因而均匀。但是,厚杯子的外侧不可能立即被加热,所以内外的温差就大了。

然而,薄杯子仅仅侧壁薄还不够,杯底也必须要薄。因为,在倒进热水时,首先被加热的是杯底。如果杯底很厚,即使侧壁很薄也没用,杯子依旧会破。此外杯底附着厚台的玻璃杯,也比较容易破裂。

玻璃容器愈薄,承受热水就愈不易破裂。例如非常薄的烧杯,盛上水直接用瓦斯炉来加热,也不会破裂。

如果加热时能完全不膨胀,才是最理想的容器。目前,热膨胀率最小的是石英,其膨胀率只是玻璃的十五分之一,甚至二十分之一罢了。因此,透明的石英制容器,无论你怎么加热,它都不会破裂。就是把加热成赤色的石英制容器,立刻丢入冰水中,它也不会破裂。而石英的热传导率比玻璃大很多,这也是一项主要原因。

现在,热膨胀率小而能承受温度积极变化之无水硼酸和二氧化矽合成的硼酸矽玻璃,或者石英玻璃制成的耐热容器、杯子和锅子,都已经为人类所使用。

玻璃杯不但在突然加热时不耐用,就是在突然冷却时,也很容易破裂;理由为收缩不均匀。换言之,在冷却时,外侧已开始收缩,内侧却尚未收缩;因此,外侧压迫内侧,而导致破裂。所以,在把热果酱放入瓶中后,务必要避免将瓶子放进水中冷却。

说明到这里,我再来分析杯中放进汤匙的作用。

在加热时,杯子内侧和外侧的差异很大;这种情形发生在一下子就把热开水注入杯中。如果注入的是冷水,就不会产生太大的差异;也就是说,杯子各部分的膨胀没多大差异,杯子就不可能破裂。而在杯中放进汤金属匙,究竟有什么作用呢?因为在热水倒入热传导率低的玻璃杯时,汤匙会吸收一部分热;汤匙为金属制成,是热的良好导体。它能使热水的温度降低,使热水变成温水。在这种情况下,杯子当然不会破裂。接着,我们继续倒入开水,就不会有太大的危险,因为玻璃杯的温度只会升高一点点而已。

简言之,将汤匙(尤其是大汤匙)放进杯中时,杯子就会均匀地被加热;这样一来,就能避免玻璃杯破裂。

银匙为什么更好呢?因为银匙是热的良导体,银匙吸收热水中的热量,比黄铜匙快多了。如果把银匙放进装热水的杯中,手指却忘记放开,则手指恐怕会被烫伤;由此可知,银的热传导很快,相信大家都有过类似的经验。也可由汤匙烫手的程度,来判断汤匙的材料是什么。几乎烫伤手指的是银匙,否则便是黄铜汤匙。

由于玻璃杯侧壁的膨胀不均匀,才导致玻璃杯破裂。然而这种状况未必仅限于玻璃杯,测定锅炉水位的水位计,也会发生相同的情形。水位计是一种玻璃管,它的内侧比外侧更容易受水蒸汽或热水加热所影响而膨胀。由于管内的蒸汽和热水的压力大,玻璃管很快就被破坏。应该如何防止呢?一般水位计的内侧和外侧,是用不同的玻璃制造而成,就内侧玻璃的质地而言,它的热膨胀率比外侧的玻璃小。