



物理小实验妙法260则

广西教育出版社

兴趣是最好的老师

物理学和其它科学发展史表明：一本科学书籍、一次科普讲座和一些科技制作，可以激发起人们对科学的兴趣，甚至会对人生之路起深远影响。例如：

第谷·布拉赫曾是一个贪玩的孩子。但到14岁时，有一件事使他惊醒过来，这就是他根据预报在哥本哈根看到了公元1560年的日蚀现象。这件事给布拉赫很深的印象，他惊异天文学家何以对这种现象预报得这样准确。思维自疑问与惊奇开始，由此激发出的对天文和数学的兴趣，使他经常通宵达旦地观察天象并成为近代天文学之祖。

十九世纪德国有一位最有名的化学家凯库勒，他原来是打算学建筑学的，有一次他听了李比希教授的讲演，留下了深刻的印象，由此决然抛开建筑学而专攻化学，终于在有机化学结构理论等方面作出了重大的贡献。

亨利出身贫苦，14岁辍学当学徒，并有过几年舞台生涯。一个偶然机会使他读到一本格雷戈里普的科普读物——《实验哲学讲义》，这本书使他着了迷。从此，亨利便置舞台生涯于脑后，下决心献身于科学事业。终于，在电磁学实验取得重要的创造性成就而闻名于世。同样，法拉第从装订书籍的学徒而成为电气时代的揭幕人，则起始于他有机会聆听戴维教授的科学讲座。

我国明代的徐霞客（公元1586—1641年），正是由于早年有机会博览“古今史迹及輿地志，山海图经”，从而萌发了问奇于名山大川，探索祖国大自然奥秘的兴趣。他不应科举，不入仕途，倾毕生的精力于瑰丽的大自然之中。历28年的考察生涯，最后写成二十卷巨著《徐霞客游记》这部对地学极有价值的宝贵文献，留给后世。其业绩不仅在我国，而且在世界地学史上也是空前的。

诸如此类的例子是不胜枚举的。如牛顿、瓦特的成才与他们从小“喜爱制作各种奇怪的小玩意儿”不无关系；而设置在阁楼上的简陋家庭实验室，才使爱迪生与科学发明结下了不解之缘！这里仅想说明：科学需要兴趣，兴趣是最好的老师。许多科学家取得伟大成功的原因之一，就是他们具有浓厚的认识兴趣与求知欲。

作为一个中学生，在学习过程中，必须了解自己，发现自己。而要发现自己，就得广泛发展自己的兴趣，就不应把自己禁锢在教室的小天地里，淹没在“题海”之中，而应积极参加课外、校外的第二课堂活动。在各种活动中增长知识、培养兴趣、发展能力、陶冶情操。

奉献给广大中学生朋友的这本书，就是将设计巧妙、编排新颖、简便易行、奇特有趣的物理小实验，或按某一专题，或以某一器具编组为“系列”。熔知识与方法、实验与思考于一体，并穿插介绍了不少创造技能、科史轶事。“寓学于乐”，力争使你“不出家门”，就能体验到物理实验及科学发现的乐趣，启迪你像科学家那样思考问题。愿它能唤起你对物理学的热爱，促使你创造力升华，进而立志为探索物理学的奥秘而献身。

本书所列20个系列，约260则趣味小实验主要根据作者

长期从事物理教学及科普讲座的资料整理而成。在这次编著过程中，又参阅和借鉴了国内外多种资料做了进一步的修订、充实与筛选。并得到了戴恒志先生（特级教师）的指点和鼓励。特别是广西教育出版社理科编辑室的同志给予不少具体指导与热情鼓励。在此一并表示衷心的感谢。

作者 1991年4月于苏州

目 录

一、巧用平面镜

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1.1 巧测高度……(1) | 1.9 巧组凹镜……(7) |
| 1.2 巧读示数……(1) | 1.10 巧测焦距……(8) |
| 1.3 巧识“反”文……(2) | 1.11 巧显彩虹……(9) |
| 1.4 巧测光速……(2) | 1.12 巧合色光……(9) |
| 1.5 巧校水平……(3) | 1.13 巧设“倒影”……(10) |
| 1.6 巧显微变……(3) | 1.14 巧组偶镜……(11) |
| 1.7 巧控光路……(5) | 1.15 单缝衍射……(12) |
| 1.8 巧成实像……(6) | 1.16 双镜干涉……(13) |

二、平面镜趣题

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| 2.1 哪个亮?……(14) | 2.9 镜面怎样放置?…(16) |
| 2.2 何处看得清?(14) | 2.10 他能看见你吗?…(16) |
| 2.3 能看得清楚些吗?
……………(14) | 2.11 被遮的是哪只眼?(16) |
| 2.4 怎样比较镜厚?(15) | 2.12 举起的是哪只手?(17) |
| 2.5 还有虚像吗?(15) | 2.13 能看到哪些像?(17) |
| 2.6 像在变小吗?(15) | 2.14 如何成倒像?…(17) |
| 2.7 还有影子吗?(15) | 2.15 镜面至少多宽?(17) |
| 2.8 怎样调焦?…(15) | 2.16 虚像能照亮吗?(18) |
| | “平面镜趣题”解答…(18) |

三、“小孔”实验撷趣

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 3.1 单孔窥画..... (24) | 3.6 十字光芒..... (29) |
| 3.2 三光复合..... (25) | 3.7 方变圆..... (30) |
| 3.3 五孔组花..... (26) | 3.8 直变曲..... (30) |
| 3.4 七星聚会..... (27) | 3.9 一变十..... (31) |
| 3.5 九孔幻景..... (28) | 3.10 正变倒..... (32) |

四、“透镜”实验

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 4.1 水膜透镜..... (34) | 4.8 镇色的灯丝 ... (42) |
| 4.2 反常的空气透镜 (35) | 4.9 硬币上的“彩虹” (43) |
| 4.3 巧测凸透镜焦距 (36) | 4.10 双色线“变”双
色环..... (44) |
| 4.4 巧测近视眼镜“度”
数..... (37) | 4.11 一烛四像，成
因各异..... (45) |
| 4.5 巧演光能的吸收 (38) | 4.12 巧显“牛顿环”
..... (46) |
| 4.6 碎透镜的妙用... (39) | |
| 4.7 不用光屏看实像
..... (41) | |

五、“视差”的妙用

- | | |
|---|---|
| 5.1 “视差”现象... (50) | 5.3 物体在凹镜上呈
现的倒立像位于
镜前的证实... (52) |
| 5.2 用“无视差法”
确定平面镜的虚
像位置..... (51) | 5.4 “无视差法”测 |

凸透镜 焦距 … (53)	5.6 “视差法”测距 …………… (55)
5.5 立体视觉实验… (54)	

六、神奇的眼睛

6.1 明暗视觉………… (57)	6.6 颜色视觉………… (62)
6.2 变焦“镜头”… (58)	6.7 巧辨字母………… (64)
6.3 自动“光圈”… (59)	6.8 视觉暂留………… (64)
6.4 时隐时现………… (60)	6.9 形象错觉………… (65)
6.5 立体视觉………… (61)	

七、魔杯

7.1 观察液体内部的侧 压强………… (68)	7.12“反常的”气球 (72)
7.2 验证连通器原理 (68)	7.13水流随人意… (72)
7.3 验证阿基米德定律 ………… (68)	7.14浮沉子实验… (73)
7.4 演示流动流体的 空吸作用………… (69)	7.15“潜水艇”模 型………… (73)
7.5 演示失重现象… (69)	7.16自动给水器…… (74)
7.6 演示对流现象… (69)	7.17“恒流量源”——马 里奥特容器…… (74)
7.7 塑料尺吸水…… (70)	7.18压力喷泉………… (76)
7.8 虹吸杯………… (70)	7.19低压喷泉………… (76)
7.9 覆杯实验………… (71)	7.20虹吸喷泉………… (76)
7.10气孔“开关”… (71)	7.21“希罗喷泉”之一 (77)
7.11“吸”水实验… (71)	7.22“希罗喷泉”之二 (78)

八、乒乓球力学游戏

- | | |
|-------------------|------------------|
| 8.1 “去而复返” … (79) | 8.6 自动翻身 …… (83) |
| 8.2 巧越“天险” … (80) | 8.7 吹气吸球 …… (84) |
| 8.3 水束四射 …… (80) | 8.8 流束戏球 …… (85) |
| 8.4 奇特浮球 …… (81) | 8.9 “荷花”飞舞 (86) |
| 8.5 陀螺效应 …… (82) | |

九、“重心王国”猎奇

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| 9.1 人体的重心 …… (88) | 9.6 “重心”非
“中心” …… (92) |
| 9.2 摩擦出重心 …… (89) | |
| 9.3 跌断的粉笔 …… (89) | 9.7 离奇的平衡 … (93) |
| 9.4 绕着“重心”转 (90) | 9.8 搁梯的学问 … (94) |
| 9.5 奇特的欹器 …… (91) | 9.9 书叠的“斜塔” (95) |

十、奇妙的“摆”

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 10.1 巧“测”长度 … (97) | 10.6 失重状态的
“摆运动” (102) |
| 10.2 “摆”的定向性
与地球自转 …… (99) | 10.7 “锯条摆”
的启示 … (103) |
| 10.3 巧测周期 …… (100) | 10.8 巧测质量 … (103) |
| 10.4 耦合摆 …… (100) | 10.9 单摆“变成”
圆锥摆 …… (105) |
| 10.5 从“赤道”到“两
极” …… (101) | |

十一、火柴和火柴盒物理游戏

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 11.1 变形“筋”刚.....(106) | 11.9 声电转换.....(111) |
| 11.2 巧演平衡.....(107) | 11.10 电声转换.....(112) |
| 11.3 比墨还黑.....(107) | 11.11 玉柱直立.....(113) |
| 11.4 冷胀热缩.....(108) | 11.12 铝箔烧洞.....(114) |
| 11.5 纸猴攀高.....(109) | 11.13 动量守恒.....(114) |
| 11.6 捶而不扁.....(109) | 11.14 点火做功.....(115) |
| 11.7 立而不倒.....(110) | 11.15 巧举众棒.....(115) |
| 11.8 吹气吸盒.....(111) | 11.16 “链式反应”...(116) |

十二、“文体用品”实验

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 12.1 粉笔——颜料的混合.....(119) | 12.8 墨水瓶——巧抽纸条.....(123) |
| 12.2 钢笔——“螺旋测微器”.....(120) | 12.9 黑板擦——显示摩擦力方向.....(123) |
| 12.3 毛笔——表面张力的存在.....(120) | 12.10 算盘——比较滑动摩擦与滚动摩擦.....(124) |
| 12.4 铅笔——验证电阻定律.....(121) | 12.11 大字典——惊人的摩擦力.....(124) |
| 12.5 圆珠笔——表面张力“船”.....(121) | 12.12 小字典——惯性的妙用.....(124) |
| 12.6 橡皮——弹性势能的转化.....(121) | 12.13 胶卷盒——声振动现象.....(125) |
| 12.7 纸条——“断裂”实验.....(122) | 12.14 书包内——“井 |

- 非巧合”的统计规律(126)
- 12.15弹子——“水流星”的模拟实验(127)
- 12.16橡皮筋——奇妙的“缓冲”(128)
- 12.17复写纸——分子热运动(128)
- 12.18刻度尺——巧测摩擦系数(129)
- 12.19三角板——“逆风”咋“行舟”? (130)
- 12.20篮球——空气有质量吗?(130)
- 12.21乒乓球与排球——奇特的“子母球”(131)
- 12.22书本——流速与压强的关系(133)
- 12.23纸筒——揭示“弧线球”之谜 (134)

十三、巧用罐头盒

- 13.1巧制“魔罐”...(136)
- 13.2巧制炭炉(137)
- 13.3比较压力的效果(137)
- 13.4木筷提罐(137)
- 13.5巧显失重(138)
- 13.6巧显声振动(138)
- 13.7黑白有别之一...(139)
- 13.8黑白有别之二...(139)
- 13.9巧测露点(140)
- 13.10巧制楞次定律演示器(140)
- 13.11流水导光(141)
- 13.12变形面镜(141)
- 13.13巧制双色壶(142)
- 13.14单罐顶人(143)
- 13.15双罐辨物(144)
- 13.16三罐带电趣题...(145)
- 13.17粉尘爆炸(145)

十四、奇妙的表面张力

- 14.1薄膜拉细杆(147)
- 14.2“拔河”比赛...(147)
- 14.3皂膜的形状(148)
- 14.4“同性相吸”与

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| “趋边效应” …(149) | 奥秘 ……(155) |
| 14.5 “穿而不破” 与
“一滴即碎” …(150) | 14.11 水滴的合并作用(155) |
| 14.6 葡萄酒杯之谜 …(151) | 14.12 涂蜡前后 ……(156) |
| 14.7 三足鼎立的皂膜(152) | 14.13 太空表面张力实
验奇观 ……(157) |
| 14.8 巧估表面张力系
数 ……(153) | 14.14 单筷凌空 ……(158) |
| 14.9 小球吹大球 ……(154) | 14.15 双筷离合 ……(159) |
| 14.10 水“粘”玻璃的 | 14.16 三筷矗立 ……(159) |

十五、蜡烛实验

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 15.1 蜡烛燃烧现象的
观察 ……(160) | 15.8 吹气“吸”烛苗
之二 ……(164) |
| 15.2 点烟起火 ……(161) | 15.9 隔瓶熄烛苗 ……(165) |
| 15.3 铁网隔火 ……(162) | 15.10 双色蜡烛 ……(165) |
| 15.4 巧除“烛泪” …(162) | 15.11 三烛鼎立奇景 …(166) |
| 15.5 巧显对流 ……(163) | 15.12 加热生电 ……(166) |
| 15.6 失重状态下的烛
焰 ……(163) | 15.13 电风吹烛苗 ……(167) |
| 15.7 吹气“吸”烛苗
之一 ……(164) | 15.14 蜡烛跷跷板 ……(168) |
| | 15.15 水面烛火趣题 …(168) |

十六、废唱片的妙用

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 16.1 气垫滑盘 ……(170) | 16.7 起电圆盘 ……(174) |
| 16.2 麦氏滚摆 ……(170) | 16.8 同性相斥 ……(175) |
| 16.3 超重、失重 ……(171) | 16.9 “小人”踢球 …(176) |

16.4 半顿转盘.....(172)	16.10 反射光栅.....(177)
16.5 圆盘爬坡.....(173)	16.11 扇形“变”圆...(178)
16.6 空盒发音.....(174)	

十七、多功能的电键旁路控制

17.1 电烙铁保护电路(180)	17.6 电磁阻尼.....(185)
17.2 扩大家用电扇调速 装置范围.....(181)	17.7 阻尼电键.....(186)
17.3 白炽灯串联时实 际功率的实验...(182)	17.8 变化多端的节电 灯电路.....(187)
17.4 镇流器断电自感 现象.....(183)	17.9 改制电流表.....(189)
17.5 电流表保护接法(184)	17.10 配合巧妙的频闪 信号灯.....(190)

十八、用途广泛的LED实验制作

18.1 LED测试仪(简 易欧姆表).....(193)	18.6 发光开关.....(198)
18.2 色光的复合.....(194)	18.7 调谐指示.....(199)
18.3 交直流电鉴别器(195)	18.8 夜光钟.....(199)
18.4 整流作用的显示(196)	18.9 闪光玩具枪.....(200)
18.5 整流过程的演示(197)	18.10 光敏、热敏自动 控制.....(201)

十九、玩具电动机实验

19.1 共振现象.....(204)	19.5 气体轴承.....(207)
---------------------	---------------------

19.2 反电动势.....(205)	19.6 黑线组图.....(208)
19.3 切向飞出.....(206)	19.7 三色转环.....(209)
19.4 频闪观测.....(206)	

二十、“家用电器”实验

20.1 以纸隔音.....(211)	20.10 洛伦兹力.....(217)
20.2 以铁变音.....(211)	20.11 荧屏摄影.....(218)
20.3 尖端放电.....(212)	20.12 上层冷还是下层 冷.....(219)
20.4 巧除嗡声.....(212)	20.13 不宜立即启封...(220)
20.5 音调与频率.....(213)	20.14 为啥要“除霜”(220)
20.6 “击钟磬鸣”现象 的模拟.....(214)	20.15 水汽从何而来?(221)
20.7 奇妙的立体声...(214)	20.16 热水先结冰! ——一个中学生的 发现.....(222)
20.8 水珠起舞.....(215)	
20.9 有惊无险的电震(216)	

一、巧用平面镜

1.1 巧测高度

旗杆、古塔、电杆、高楼……你想知道它们的大致高度吗？借助小小一块平面镜就能完成有关测量，具体方

法如下，如图1-1所示，把一小块平面镜 M 水平放在你和旗杆间水平地面上的适当位置(O 点)，使你从平面镜中恰能看到旗杆 A 点的像 A' 。测出这时平面镜和你及旗杆间的水平距离 i 和 L ，另外测出人眼

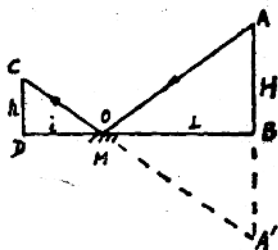


图1-1

距地面的高度 h 。根据平面镜成像的规律，在图1中有 $\triangle AOB \sim \triangle COD$ ， $\therefore AB : CD = BO : DO$ ，即 $H : h = L : i$ 。故旗杆高度 $H = Lh/i$ 。

1.2 巧读示数

我们知道，在用电工仪表进行测量时，应该注意正确读数，而电表的指针和刻度盘间总有一些空隙。由于这个空隙的存在，读取电表指针指示值时视线稍有偏斜就会引起读数误差。如果我们在刻度盘标度尺下镶嵌一条弧形小镜子(平面镜)，那么在读取示数时，只要观察到指针与它在平

面镜中的像重合，根据平面镜成像的特点——物和它的像对于平面镜总是对称的——就能保证这时观察者的视线与刻度盘平面是垂直的，从而就能有效地减小读数误差。

正因为这个缘故，在一些比较精密的电工仪表，如伏特表、安培表的刻度盘常镶有一条弧形的平面镜。

1.3 巧识“反”文

倘若由于“疏忽”，在油印物理讲义时误将刻好的蜡纸正反面倒置，结果印在白纸上的是反写的文字组成的文章。未经专门训练的人阅读这类“反文”是很不习惯且颇感困难的。那么，只要将印反之文对着平面镜，由于平面镜所成的像与物关于镜面对称，即二者是反序的。它恰能使印反之文再反过来。使你能以习惯的方式阅读镜子里显示的正写的文字。如图1-2所示。

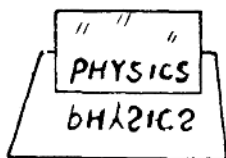


图1-2

1.4 巧测光速

光的速度是物理学中一个重要的物理恒量，由于光的速度极大，因此要测定光速，或者需要选择较长的距离、或者需要设计极巧妙的方法。法国物理学家傅科在1862年用旋镜法在实验室内测得光

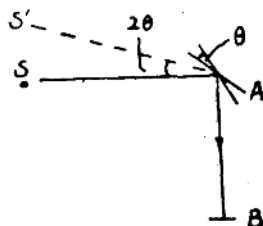


图1-3

速，就是物理学史上颇具代表性的测光速方法之一。

图1-3是傅科法测光速的示意图。从点光源 S 发出的光，经过可旋转的平面镜 A 反射到凹镜 B 上，因 A 的转动轴在 B 的球心， A 镜不旋转时， B 镜反射的光仍可回到 S 。假使 A 镜转过 θ 角，那么光反射到 S' 。根据 A 镜旋转的角速度、光源和 A 镜间距离， B 镜的曲率半径以及 S 和 S' 间距离，就可以求出光速。傅科测得的光速是 (298000 ± 50) 千米/秒。

1.5 巧校水平

桌面需要校验一下是否处在水平状态？借助平面镜可以完成。如图1-4所示，在待校验的桌面上平放一平面镜，在镜面上悬一重锤线且使锤尖靠近镜面。通过平面镜观察重锤线和它的像。无论从哪个角度看，如果二者都合成一根直线，那么桌面就是水平的。如果镜面（即桌面）与水平面有一倾角 α ，那么重垂线与它的像就会从某个方向上显示出 $(180 - 2\alpha)$ 的夹角，这就很易被觉察以便作进一步调整。

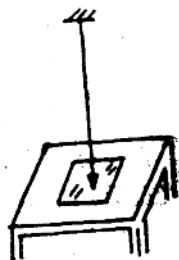


图1-4

1.6 巧显微变

摄影，已为越来越多的同学所喜爱。但要摄一张纤毫毕露、影像清晰的相片，却不是轻而易举的。基本功之一就是在按动快门瞬间，照相机不能晃动。这里介绍一种巧用平面镜起“放大”作用来显示和检查照相机微小晃动的方法：

用透明胶带把一小块平面镜固定在照相机镜头上，然后向小镜片射来一束光线，使反射光线在室内墙上形成一清晰的光斑。具体光路如图1-5所示。

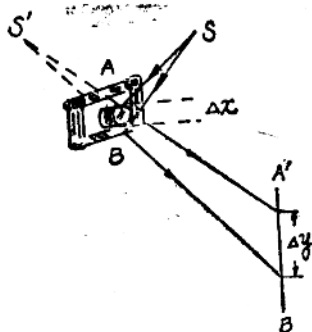


图1-5

设按动快门时照相机发生微小晃动，位移为 Δx ，则在墙上光斑所产生的相应位移是 Δy ，由平面镜成像规律及图5可知：

$$\triangle S'AB \sim \triangle S'A'B', \quad \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{S'A'}{S'A} = \frac{(SA + AA')}{SA}$$

$$= 1 + \frac{AA'}{SA}$$

$$\therefore \Delta y = \left(1 + \frac{AA'}{SA}\right) \Delta x$$

由上式可知，在实际运用时，只要使照相机到光斑的距离（ AA' ）远大于光源到照相机间距离（ SA ），则有 Δy 远大于 Δx 。这样当我们模拟摄影姿势按动快门时，如照相机发生微小晃动，由于光路的前述“放大”作用，光斑就会有较显著的位移从而被发现。利用这种方法就可以使我们在练习轻按快门时检查照相机是否晃动。