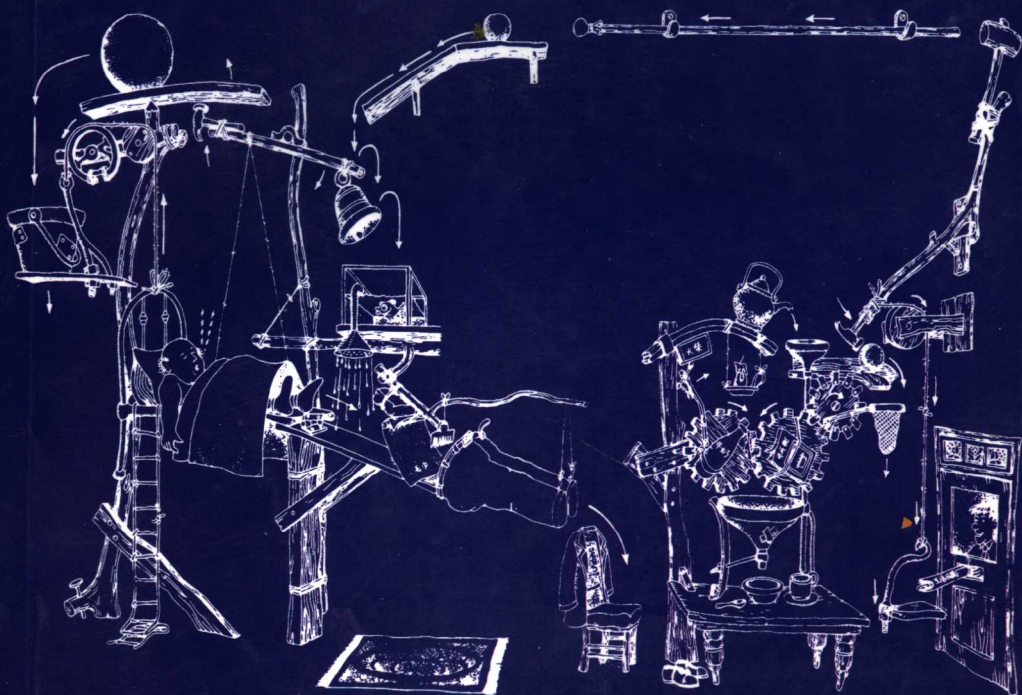


创新物理实验

Creative Physics Experiment

刘贵兴 方鸿辉 倪闽景 编著

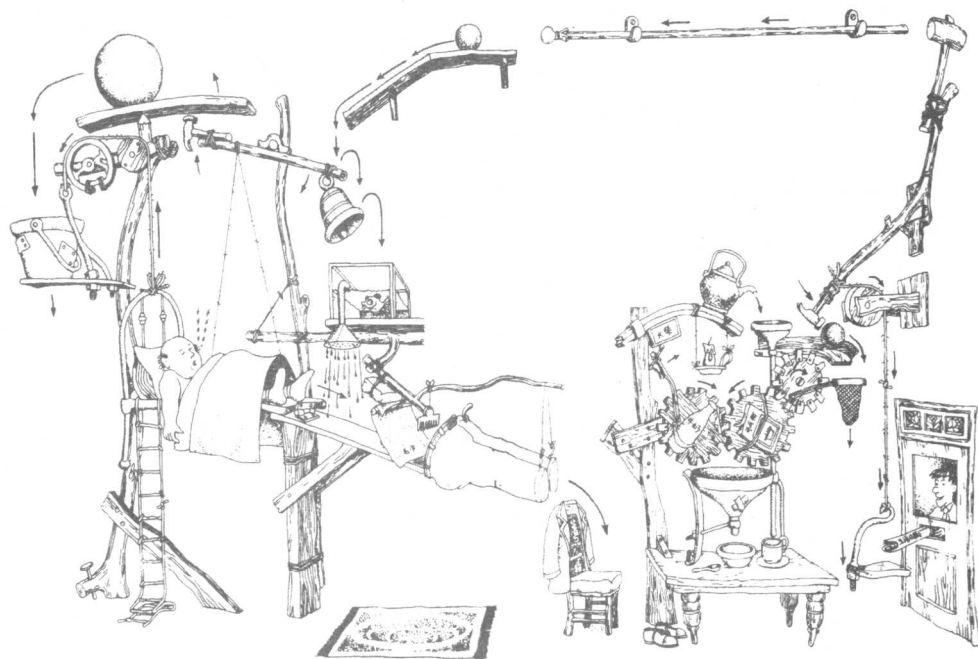


上海教育出版社

创新物理实验

Creative Physics Experiment

刘贵兴 方鸿辉 倪闽景 编著



上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

创新物理实验 / 刘贵兴, 方鸿辉, 倪闽景编著. —上海:
上海教育出版社, 2007. 1

ISBN 978-7-5444-1061-8

I. 创... II. ①刘... ②方... ③倪... III. 物理课—实验—
初中—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 009962 号

创新物理实验

刘贵兴 方鸿辉 倪闽景 编著

上海世纪出版股份有限公司出版发行
上海教育出版社

易文网: www.ewen.cc

(上海永福路 123 号 邮政编码: 200031)

各地新华书店经销 上海耀辉印刷厂印刷

开本 850 × 1156 1/32 印张 13.75 插页 2

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

印数 1 - 5,000 本

ISBN 978-7-5444-1061-8/G · 0871 定价: 25.00 元

(如发生质量问题, 读者可向工厂调换)

格物致知与创新思维

(代 序)

物理学是研究物质运动普遍规律和物质基本结构的科学。物理学的发展以及物理学自身的研究特点都决定了它是一门以实验为基础的学科,即强调研究事物本质和规律的实践活动。实验是科学认识的基础,是判断认识是否具有真理性的标准,是理论与实践相互作用的表现形式之一。物理实验可以纯化、简化或强化和再现物理学研究的对象,延缓和加速自然过程,为理论概括准备充分的、可靠的客观依据;物理实验也可以超越现实生产所及的范围,缩短人们的认识周期。因此,物理实验是物理学理论的直接基础,既验证理论,又探索新的领域,其重要性也就不言而喻了。

复旦大学原校长华中一教授曾指出:科学发展到今天,观察世界已经不能单单依靠自然发生的现象,而绝大多数需要用实验的方法来观察。然而实验是需要一定条件的,有些还要求严格的环境和精密的仪器,这在一般青少年对知识的学习或技能的训练中,并不随处可得。因此如尽可能用易于获得的条件来进行实验,以提高青少年的兴趣,使他们愿意来观察和思考,从而传播科学知识,理解科学概念,提高科学素质,鼓励科学创新,开发科学潜能,

这是很有意义的。

我国传统教育培养出来的学生或学者往往具有令人叹服的演绎推理能力、解题思维能力和精湛的语言表达能力,但一进入实验室,往往明显地暴露出动手操作能力和创造性思维能力的缺失。著名学者丁肇中教授在这方面曾有深深地感慨:“我是受传统教育长大的。到美国进大学念物理的时候,起先以为只要很‘用功’,什么都遵照老师的指导,就可以一帆风顺了,但是事实并不这样。一开始做研究便马上发现不能光靠老师,需要自己作主张、出主意。当时因为事先没有准备,不知吃了多少苦。最使我彷徨恐慌的,是当时的唯一办法——以埋头读书应付一切,对于实际的需要毫无帮助。”

我国目前物理教学中确实存在一些薄弱环节:较注重对学生演绎推理和解题分析能力的培养,而忽视对学生独立工作能力,尤其是物理实验操作能力、实验思想方法以及创造性思维诸方面能力的培养。受应试指挥棒影响,有的学校会培养学生以纸上实验题目的解答技巧来应付考题;也有的学校限于学时紧张,明明有充裕的器材,学生却终年不进实验室。形成这一局面的最主要原因恐怕还是对物理实验重要性缺乏应有的认识。

公元前 400 年的《四书》之一的《大学》就曾告诫人们:教育要“格物”和“致知”。也就是说,从探察物体中得到知识。用“格物致知”这个词来描述现代科学技术的发展规律和研究方法仍是很贴切的。现代物理学的基础就是探察,当然包括我们常说的物理实验。《大学》中告示的“格

物致知”旨在使人达到诚意、正心、修身、齐家和治国的境地,从而追求“平天下”的最高理想。其实,真正的“格物”尔后“致知”的精神旨在了解自然界,了解社会,使人类能与自然界、与社会和谐相处。这种精神不但在学术研究中不可或缺,就是应对极具挑战性的知识经济时代的社会生活的方方面面也是不可缺少的。

既然物理实验是物理教学中极为重要的组成部分,那么只有把物理实验操作与理论讲授相结合,才有利于每一位学生能深入理解物理概念与原理;也只有通过学生自己动手操作,仔细观察实验现象,独立思考实验结论,进一步提出大胆设想,形成的概念才是生动的,学得的知识才是一辈子也不会忘记的。这也是物理教学中“格物致知”思想的体现。

当前,我们的教育改革已深入到培养学生学会求知、学会生存、学会发展、学会审美、学会创新的阶段,其核心乃是造就学生的创新精神。而学生具有良好的实验素养是创新的重要一环。要养成学生有一种“对客观世界怀疑求真”的态度,通过实践来发现事物的真相,以体会两千年前《大学》中所述的“格物致知”的真正意义:寻求真理的最佳途径是对事物的客观探索;而探索的过程不是消极的袖手旁观,而是有想像力的、有计划的、充满创造力的探索。这样一种“格物致知”的实验素养应是我国教育的追求目标之一,也应该是中华文化的重要组成部分。

“科教兴国”这一重大国策最本质的、核心的问题是培养人才,培养具有创新精神的人才,而创造性物理实验是

直接为培养学生创造性思维服务的重要途径之一。学生动手动脑,根据已知探索未知,教也好,学也好,做也好,均为了学会求知;在得到现有结论后,继续努力寻求方法,以科学求真的精神去学会发展与合作;在实验和整个学习过程中贯通一种“出于蓝而胜于蓝”的创新开拓精神。

奉献给广大师生的这本《创新物理实验》就是本着上述思想编著的。笔者期盼本书所提供的创造性物理实验范例,能激发广大师生的创新冲动并点燃创新思维的火花。这些实验绝大部分是围绕中学阶段物理教学各知识**点**,以实验为主**线**,通过力学、声学、热学、电磁学和光学各个方面,展示现阶段中学物理教学**体系**的。当然,从内容与技巧诸方面都有较深广的拓展。总的来说,这些实验不仅操作简便,而且取材容易,其中很大部分器材可通过学生自己动手以化废为宝来制作。

制作实验器材本身也是培养学生发散思维和创新思维的过程。不少成功的实验物理学家都曾提倡用简易器材来做物理实验。诸如著名核物理学家、“两弹元勋”钱三强院士在追忆当年怎样受到一代宗师吴有训先生用简易器材所做的演示实验的吸引和熏陶,使其学习兴趣转向物理时,有这样一段精彩的叙述:

“他们(指吴有训、萨本栋先生——编者注)授课不照本宣科,对于基本概念和难懂的关节点重复地讲解,还边讲边演示,使初学者听得清晰,记得牢。一次,吴先生讲‘振动与共振’,他在讲堂横拉了一根长绳,在等距离地方垂下一根根短线,短线上系着几节用过的大号干电池,共

挂了八节。他表演时,先在横绳垂直方向推动第一节电池。第一节电池便开始做单摆运动,不一会儿摆动逐渐减弱,而第二节电池则开始自动摆动起来,以后各节也依次摆动起来。这些用最普通的实验器材作的形象表演,非常生动地显示了简谐运动和共振现象。在刚学力学时,简谐运动和共振现象都是比较难懂的概念,但经吴先生讲解和演示后,道理就比较容易懂了。这样,我的学习兴趣又渐渐转向了物理。”

用简易器材做物理实验几乎是大物理学家一以贯之地予以推崇的,因为这类实验往往是描绘物理图景最直观、最“原汁原味”的。也正是这种用简易器材的实验把一位极富创造力的人才——钱三强吸引到物理学领域中来,给以后中国的原子核物理发展以极大的推动。

其实,用一些极其简易的器材来做物理实验,除了从就地取材和化废为宝的经济角度出发,也考虑到简易器材搭配与制作更有利于放手让学生在课外自己动手,通过做中学,提高独立实验的能力,让学生能充分参与实验全过程,从而能细细体察知识发生、发展的来龙去脉,反复品味其深奥的物理原理。所以,大凡有经验的物理教育工作者都认为:小实验能揭示深奥的大道理。再说,对初涉物理学的中学生来说,复杂的仪器装置只有专门实验室才具备,而且常常会因此而令学生紧张地注视复杂的仪器结构和繁复的操作,导致他们疏忽了对某些重要实验现象的留意与观察。只要对实验有兴趣的学生都做有心人,自己动手,日积月累,就可制成一系列基本仪器和设备,从而充分

利用这些物质基础,经常动手动脑,逐步养成能像物理学家那样的思维方式和操作技能:自己提出课题,自己设计实验来验证,自己观察、分析,自己作实验报告,自己提出新的思路,自己总结实验结论并上升为理性认识。

随着科学技术的突飞猛进,目前中学物理实验手段也日益先进,诸如多媒体模拟演示、数字化信息系统(Digital Information System,简称DIS)等。但我们认为,究竟采用什么手段,还应从实验能展现物理图景的真实性、可实现性、经济性、地域性诸方面综合考虑,以“合适”为原则,并不是手段越“先进”越能使学生建立可靠的物理图景的。相反,随着实验仪器的日益先进,学生动手能力却日益“退化”,不能不引起教育界重视。我们编写此书的另一目的,是真诚地希望在中学物理教学中多做一些“原生态”的实验,多重视对物理实验返璞归真的追求。

本书所提供的200多例实验,只是给对物理实验有兴趣的师生提供一些可资参考的创新物理实验操作范例。我们并不希望广大读者仅仅采用对待教科书那样的方式依葫芦画瓢式地重复去做,我们热切地期望读者能通过这些范例的启示,充分激发创新冲动,提出新问题,自己用实验来验证或发现某些原理、规律,通过操作、观察、分析,以建立明晰的物理模型和图像,确立牢固的物理思想,并拓宽知识面,增强动手能力,开发聪明才智,激发无尽的创造潜能,以推进对“格物致知”理念的认识。倘能朝这个目标跨出一步,就是我们的愿望了。

限于篇幅,我们力求叙述简明,能用图示的尽可能配

以插图,以求直观,但愿我们这样做能给读者带来阅读和理解上的便利和愉悦。我们也衷心希望广大读者对书中的疏漏和不妥之处给予指正,以便再版时更正。

编 者

2006 年 12 月

目 录

格物致知与创新思维(代序)	1
---------------------	---

第一编 力学实验

水滴运动的频闪观察	1
会走路的玻璃杯	3
小车的静止与运动	4
不会上升的小气泡	6
会升降的水面	6
阿基米得惯性力	7
两球相吸与相斥	8
抛物形水面	9
验证地球自转	11
把瓶捏扁了	12
小水滴与超高速流体动力学	13
砂子在旋转水中的运动	14
水流爬坡	15
你敢不敢做这个实验	15
喷射火焰的风车	16
小型脱水机	17
模拟汽轮机的制作与实验	18
水力反冲发动机的模拟实验	19
喷气小艇	20

阿基米得与王冠	20
被空气压扁的铁罐	22
易拉罐自动吸水	22
小孔怎么不喷水了	23
简易移水管	24
往盛满清水的杯里“倒”空气	25
浮力消失了	25
玻璃片托住一杯水	26
卡片纸能托半杯水	27
杯内的水为什么不会流出来	28
液面升高了	29
会自动上升的试管	29
自动虹吸管	30
简易液体密度计	31
流速恒定的贮水器	32
笛卡尔浮沉子	33
听话的火柴头	34
水面燃烛而不灭	35
验证伯努利原理	36
吹气使两盛水玻璃杯漏水	37
简易喷雾器	38
水流冲不走的乒乓球	39
射流顶球	40
有吸引力的水流	40
水中旋涡环实验	41
水龙卷的模拟实验	44
七彩的振动膜	48
肥皂膜驻波	49

奇妙的肥皂膜振动图案	50
简易光通信实验	52
探讨 U 形管内水柱的振动	55
解开铜喷洗的奥秘	56
用硬币测吹气的速率	58
模拟气垫船	60
扶摇直上的水“火箭”	61
两者的重量为什么相同	65
奇异的滚摆	68
听话的线团运动	69
让悬浮的磁环自动跳出来	70
“超球”反弹有多高	72
使石蜡“自动”沉水底	73
奇异的韦氏摆	74
用光调制方法研究弹簧振子的振动	75
沉入水底的鸡蛋自动浮到水面	78
火车站台的警戒线	79

第二编 声学实验

奇妙的射流载声	82
水滴流打电报	83
下雨监听器	85
水滴流通信	85
水流调制的激光通信	87
奇异的水滴流光电话	90
水滴流调制法测量音叉固有频率	92
铝罐的共鸣实验	95
空气柱的共鸣现象	96

音乐与喷泉	98
烛光与音叉的振动	101
用耳机放大音叉的振动	104
激光与音叉的振动	106
压电陶瓷片与声音放大实验	110
简易唱片制作	114
小闪光灯和汽笛声响器的制作	116
压电话筒、喇叭和转录器的制作	117
用硅光电池做的趣味实验	119

第三编 热 学 实 验

牛奶瓶口上的奇观	124
不同金属的导热性能比较	124
自喷水流	125
冰与沸水共存	126
水的对流实验	127
哪一杯水凉些	128
哪一杯水温下降快些	129
哪个热水瓶保温好些	129
炽热金属板上的水滴	130
烧不开的水	132
哪一杯水先烧开	133
雨滴模拟实验	133
间歇喷泉与煮咖啡	134
蒸发致冷	135
墨水瓶中的奇异现象	137
复冰现象	137
液体分子间有间隙	138

观察液体分子的扩散运动	139
用激光散射演示布朗运动	140
生长明矾晶体	141
会向四周移动的水	142
水中的拔河比赛	143
缝衣针能浮在水面上	144
浮水硬币“有规律”地移动	145
“见异思迁”的软木塞	146
会相互吸引的浮水硬币	148
浮水硬币的吸引与排斥	149
会自行分离的浮水硬币	150
肥皂膜的表面张力	152
穿而不破的肥皂膜	154
会自动排列成五角星的火柴梗	156
合二为一的水流	157
玻璃和水之间的附着力	157
液滴的形态	158
测量水的表面张力系数	159
巧画双曲线	160
手指上的火	161

第四编 电磁学实验

跳跃的灯心草	163
空中飞舞的棉花	164
听话的小铝筒	164
能导电的木头	166
用氛泡检验正负电荷	167
高压电验电笔	174

电子验电器的制作和实验	175
手指的摩擦起电现象	177
感应起电盘的研究	181
1 角硬币的静电实验	183
电风和蜡烛火焰的实验	184
“搬出来”的高电压	189
静电植绒	193
摩擦铜棒也会起电	194
魔棒灭烟	195
使水直接带电的简易方法	196
静电感应使水带电	197
尖端放电使水带电	198
火焰电离使水带电	199
有趣的静电间歇喷泉	201
静电伞状喷泉	202
奇异的倒喷泉	203
小水滴聚成大水滴	204
大水滴分裂成小水滴	205
消除静电的能手	206
简易滴水起电机	207
开尔文滴水起电机	209
滴水交流起电机	213
滴水“变压器”	214
带电水滴在电场中的运动	216
核液滴模型——带电水滴的奇异现象	218
静电喷漆的模拟实验	221
火焰消除水中电荷	223
能储藏电荷的塑料瓶	224

空气负离子发生器和尖端放电现象	225
避雷针能避雷的奥秘	228
静电除尘原理的实验	229
富兰克林轮的系列实验	231
静电单摆的系列实验	243
水中电荷驱动的电风车	249
带电的水驱动静电单摆	251
蜡烛火焰和带电金属针尖驱动静电单摆	254
静电双摆的系列实验	256
富兰克林电动机的系列实验	262
水中电荷驱动小型静电电动机	270
静电弹簧振子	272
沙子的静电实验	273
点亮日光灯的巧妙方法	275
灯心草屑的舞动研究	281
趣味人体带电实验	283
“怒发冲冠”	288
静电分离两枚浮水硬币	290
静电排斥浮水硬币	291
25 瓦的灯泡也会比 60 瓦的灯泡亮	293
奇怪的电路	295
跳跃的线圈	296
弯曲的射线	297
给回形针镀铜	299
忽明忽暗的小电珠	299
温差电流实验	300
蒸蛋糊的新方法	302
用壹圆硬币搭的磁积木	303