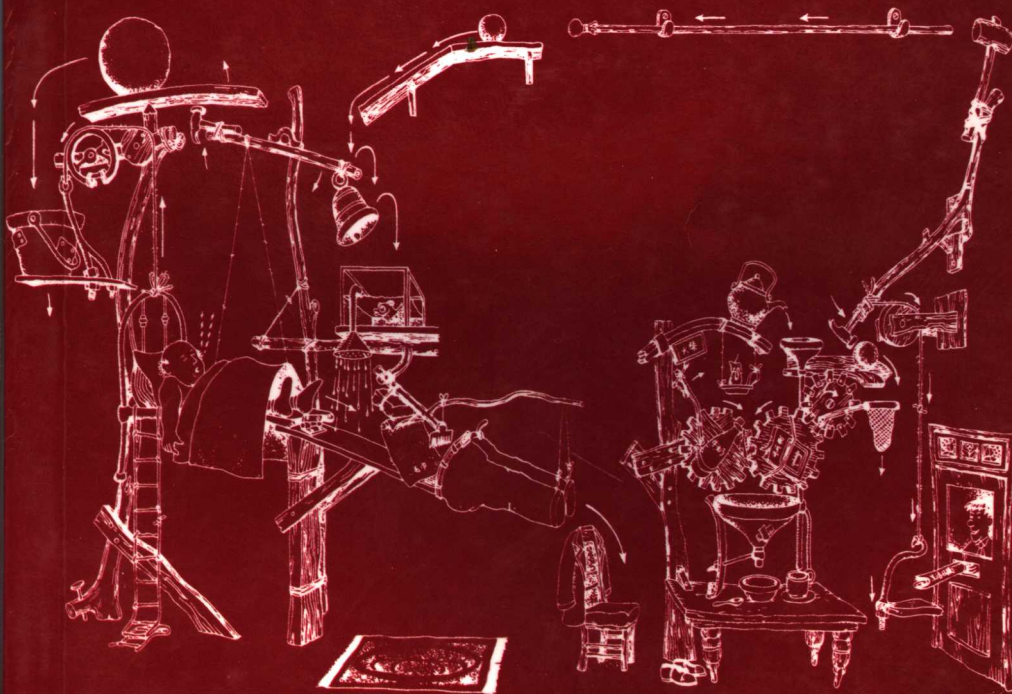


自主物理实验

DIY- Physics Experiment

倪闽景 刘贵兴 周鸿烨 编著



上海教育出版社

自主物理实验

ITP- Physics Experiments

程守青 卢锡河 周伟西 编著



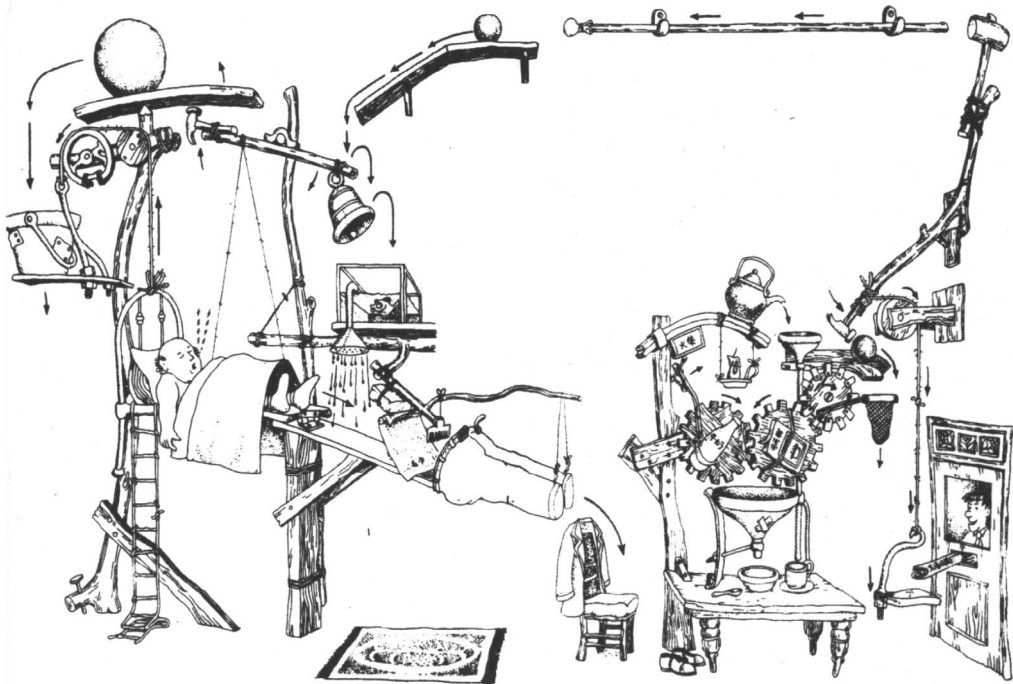
上海科学技术出版社

上海市复兴高级中学

自主物理实验

DIY- Physics Experiment

倪闽景 刘贵兴 周鸿烨 编著



上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

自主物理实验 / 倪闽景, 刘贵兴, 周鸿烨编著. —上海: 上海教育出版社, 2007. 1
ISBN 978-7-5444-0958-2

I. 自... II. ①倪...②刘...③周... III. 物理课—实验—中学—教学参考资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 155266 号

自主物理实验

倪闽景 刘贵兴 周鸿烨 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 邮编: 200031)

各地新华书店经销

商务印书馆上海印刷股份有限公司印刷

开本 850 × 1156 1/32 印张 8.5 插页 2

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数 1 - 5,000 本

ISBN 978-7-5444-0958-2/G·0783 定价: 15.00 元

(如发生质量问题, 读者可向工厂调换)

前 言

自主物理实验就是学校提供一定的硬件设施,在物理教师引导下,由学生自己管理、自主探索、自我评价、手脑并用的物理教学环境下的实验活动。

在基础教育阶段,学生对周围事物有着强烈的兴趣和好奇心,有着不断进行尝试和探索的欲望。在这一时期注重培养学生的兴趣,让学生去自身体验科学探究的过程,有利于激发学生内在的学习动力。在教师的引导下,通过独立活动或者与人合作,应用新材料和新技术进行装配、测试,通过自己设计作品,了解科学技术对人类生活和生产的影响,从而提高学生的科学技术素养。

我们强调学生自主物理实验,主要是为了打破课堂教学实验的局限性(这种局限性主要表现在时间限制、器材限制、实验内容限制和空间限制诸方面),把物理学科的实验优势充分体现出来。在开展自主物理实验时,学生没有时间限制,更没有应试的压力。学生在实验中手脑并用,没有紧张感,身心可以得到充分放松,对调节心理和生理上的平衡也有一定的作用。

那么,如何来实施自主物理实验?

通过研究和实践,我们认为,要很好地实施自主物理实验,有以下几个方面的经验可以提供借鉴。

1. 明确实验目标

自主物理实验的目标就是着重培养学生的创新精神和实践能力。通过动手促进学生的动脑,通过实验为学生提供协作体验和创造机会,通过自主选择、自主设计和自主实验,延拓学生的个性与兴趣,逐步养成科学的态度,初步掌握科学的研究方法,从而拉近物理教学与认识物理学发展的距离,拉近学习生活与实际生活的距离,拉近教育者与受教育者之间的距离,也拉近物理学科与其他学科之间的距离。

2. 开放实验内容

自主物理实验的内容实际上是由学生来选定的,是完全开放的。只要学生有兴趣,并且能够在一定条件下尝试开展探究的物理学问题,就可以成为自主物理实验的内容。学生研究的内容是动态的、积累的、发展的。同时通过整合传统物理实验和应用高科技手段的现代物理实验,使物理实验教学获得最佳的效果。

3. 灵活开展教学

虽然自主物理实验是以学生自主设计、自主探究为主,但教师努力创设师生互动的学习机制非常关键。教师要了解学生学习前的看法观点;要创建唤起学生学习积极性的环境;要从学生没想到的发现做起;要重视学生的情绪;要鼓励学生质疑和反思;要引导学生关注提问的质量,引导学生具体形象地提出问题,问题要少而精。

教师要努力创建有效的集体学习,让学生充分发表自己的意见和看法,特别要让不同理解力的学生共同学习,有利于深入发现问题。鼓励学生利用不同的方法实践,把

不同学生的做法作为开拓想像力的资源。要创设条件及时给学生在许多人面前展示自己发现的机会,让学生有更多成功的体验。

4. 关注学习评价

我们认为,在现阶段怎样强调学生实验也不过分,但必须明确自主物理实验的根本目的并不在于让学生做很多实验,而是要培养他们发现的眼光、批判的精神、坚韧的毅力以及与他人合作的风格,自主物理实验只是一种有效的载体。好的评价能激发学生发现和探索的兴奋点,从而使绝大多数学生产生成功感。通过实验报告、交流讨论和参加自主实验的管理工作,实现学生自我肯定和评价,教师的评价(如表扬、推荐、参与学生实验探索的评价)只是为了强化学生自我评价的质量。很多学生在毕业以后还会津津乐道于中学时期废寝忘食开展物理实验研究的经历和实验成功的快乐。自主物理实验的评价,不在于检验学生是否记住和理解了已经做过的实验,而在于加强学生实验心理和创造性能力发展的评价,通过评价促成学生养成主动学习的习惯和科学的态度。

5. 开发实验课程资源

首先,必须建设有相当质量的物理实验室和相应的实验课程。实验室必须提前准备足够的硬件设备(如场地、基本的实验器材、修理工具、计算机等),教师要设计一些初步的实验要求(如在自主物理实验室中先期准备了50多个趣味实验,初步拟订学生用选修课教材等)。我们发现绝大部分学生在刚开始从事自主实验时,往往习惯于完

成教师布置的实验,几乎不知道自己想要做些什么,甚至面对已经准备好的实验也会手足无措。因此,刚开始用有趣的实验来引起他们的注意,并激发他们动手的欲望是明智的。在实验时,要有意识地鼓励学生发现新的现象或提出疑问,并在实验过程记录中体现出来;在实验结束后,组织小组讨论实验中发现的问题和解决情况,鼓励学生在课后自己查询资料来解决问题,并自己设计实验进行验证。大部分学生经过四到五次的尝试或培训后,基本能够习惯于自己发现问题,并独立地设计小实验、完成实验报告了。

在几年的实践中,我们逐步摸索出一条“模仿→构建→想象”的自主物理实验课程设计思路,使学生通过实验,体验“兴趣→探究→创新”的过程。

由于自主物理实验需要宽松的时空,而中学生现阶段课业压力很大,一般学生很难有时间来深入研究自己感兴趣的问题,再加上实验条件的限制,许多很好的实验设计无法完成。因此,进一步通过课程教学改革减轻学生负担,逐步改善中学阶段的物理实验条件,并主动取得与高校和研究单位的支持,是自主物理实验获得推广和成功的保障。

创新不是凭空产生的超越,只有不断实践、不断研究和探索实际问题,才会实现这种超越。人类与生俱来的探索精神,也许会被不良的教育模式扼杀,只有不断探索新的教育模式,才能充分挖掘这种潜能,造就新一代的创新人才。这是我们多年来不断探索培养学生科学素养的心得。

本书分为兴趣篇、探究篇和创新篇三个部分。其中兴趣篇有 58 个实验,探究篇有 40 个实验,创新篇有 20 个实

验。这些实验,是我们在几十年从事自主物理实验开发和中学物理实验教学研究基础上挑选出来的,比较具有代表性,它们不仅可以作为学生自主实验,也为教师在物理课堂上的开展演示实验和学生开展研究性学习提供新的资源。

编写本书的过程是一个研究和梳理的过程,也是一个不断向专家和学生学习以自我提高的过程。在自主物理实验的实施过程中,学生身上表现出来的创造力和强烈的兴趣,给了我们很大的激励。由于我们水平有限,书中的实验描述还比较粗糙,这也说明了对自主物理实验的研究还需要不断深入和完善。

哲学家艾尔弗雷德·诺斯·怀特黑德曾经说过:“进步的艺术在于在变化中保持秩序,在秩序中保持变化。”世界正在发生巨大变化,教育的巨变也正在发生。假如我们能够通过广泛有益的交流和相互学习,使这种变化真正成为有利于学生持续发展的动力和源泉,那将是我们本书编写的最高目的。

在本书的编写过程中得到了各级领导和上海市复兴高级中学物理组老师们的大力支持,特别是许慧和杨春叶老师在编写过程中花费了许多时间进行文字输入和实验验证;上海教育出版社方鸿辉老师对本书的编写也给予了极大的帮助,在此一并表示深深的谢意。

本书所述的实验虽经作者反复实践,但难免仍会有些欠妥或疏漏,衷心希望广大读者指正。

编 者

2006年7月

目 录

第一部分 兴 趣 篇

1-1	双锥体爬高坡	1
1-2	悬浮的磁环有重量吗?	2
1-3	两水平放置磁环在自由落体运动中的表现	4
1-4	离心轨道	6
1-5	悬挂球列的碰撞	7
1-6	乒乓球沉水底	9
1-7	悬浮在空中的回形针	11
1-8	两叠放弹性球的自由落体运动	12
1-9	微珠平台上的滑块运动	13
1-10	微珠平台上的电扇运动	14
1-11	在微珠平台上展示物体曲线运动	16
1-12	变音钟	17
1-13	用投影仪模拟两个点源波的干涉	18
1-14	金属管固有频率与其长度的关系	19
1-15	弹簧振子作简谐振动的图形显示	21
1-16	弹簧振子作阻尼振动的图形显示	23
1-17	模拟重力场对单摆振动周期的影响	25
1-18	耦合摆	28
1-19	声波的干涉	30
1-20	人体蓄电池	31

1-21	用一节干电池作电源的强力电磁铁	33
1-22	电磁阻尼管	34
1-23	横(弦)驻波的演示	36
1-24	纵(弹簧)驻波	39
1-25	铜喷洗	40
1-26	弹簧作自由落体运动的展示	43
1-27	气球奇异的平抛运动	44
1-28	鸡蛋旋转快慢的“秘密”	46
1-29	巧使硬币落到杯内	47
1-30	葡萄干在汽水中的沉浮	49
1-31	浸在水中的纸团不沾一滴水	50
1-32	硬币在玻璃瓶口上会“跳舞”	51
1-33	饮水鸟	53
1-34	奇异的沉浮温度计	54
1-35	人形沸腾瓶	56
1-36	气流顶球	57
1-37	在漏斗中的乒乓球	58
1-38	用烟尘显示涡流	59
1-39	水龙卷风的展现	62
1-40	使莲蓬头流出的细水流变粗	64
1-41	验电幡	66
1-42	会在空中漂浮的棉花	67
1-43	塑料薄膜包扎带的摩擦起电现象	70
1-44	锦纶线的摩擦起电现象	73
1-45	奇异电风车的实验	74
1-46	电风车点亮 8 瓦日光灯	77
1-47	巧妙点亮 8 瓦日光灯	78
1-48	玻璃能导电吗?	80

1-49	用灯泡取代镇流器点亮 8 瓦日光灯	81
1-50	用发光二极管展示电磁感应现象	83
1-51	静电偏转和磁偏转的阴极射线管	84
1-52	叶轮转动阴极射线管	85
1-53	浮环和跳环实验	87
1-54	空中发光的发光二极管	88
1-55	自由旋转的磁悬浮转子	91
1-56	峨眉山“佛光”的模拟试验	92
1-57	透光镜	94
1-58	泊松亮斑的展示	95

第二部分 探索篇

2-1	小刀为什么不会着地?	98
2-2	细沙子摩擦系数的测定	100
2-3	笛卡儿浮沉子的制作和探究	101
2-4	硬币的碰撞实验研究	104
2-5	古怪浮沉子现象的探索	109
2-6	一根筷子提一罐米	110
2-7	倒装壶的探索	112
2-8	公道杯的探索	113
2-9	第三只耳朵和骨传导实验的探索	114
2-10	寻找一支橡皮头铅笔重心的快速方法	119
2-11	使一张纸和一本书同时着地	121
2-12	烛光熄灭水面升高原因的探索	122
2-13	巧抽薄纸条	125
2-14	一片玻璃薄板能托住半杯水吗?	126
2-15	能控制哪一根线先断吗?	127
2-16	胶水中气泡上升运动快慢的探究	128

2-17	两股水流间的相互作用	130
2-18	日光灯管的静电实验探究	132
2-19	蜡烛火焰的静电实验探究	136
2-20	使空气导电的实验探究	140
2-21	静电场对水滴和水流运动影响的探究	143
2-22	莱顿瓶(电容器)实验探究	145
2-23	金属针尖的静电实验探究	150
2-24	“捕捉”空气中的声音	152
2-25	巧用 8 瓦日光灯电路	153
2-26	检验干电池好坏的简易方法	155
2-27	越绕越亮的小电珠	157
2-28	硬币摆在磁场中的运动	158
2-29	扬声器的探究	162
2-30	铝环和含铁芯线圈间的相互运动	166
2-31	哪一股水流射得最远?	170
2-32	一元硬币和强磁钢之间的磁学实验研究	172
2-33	电子魔灯实验现象的探究	177
2-34	耳机的振动实验探究	181
2-35	温差电动机	187
2-36	彩色影子的探究	188
2-37	有两种颜色的红药水溶液	190
2-38	测量筒中水的折射率	192
2-39	起电盘的探究	194
2-40	静电除尘的原理探究	195

第三部分 创新篇

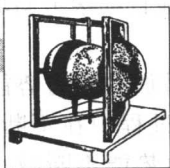
3-1	球列碰撞实验研究	199
3-2	用频闪观察法测定电风扇转速	203

3-3	用频闪观测法研究钢锯基频与长度的关系	205
3-4	人吹气速度的测定	208
3-5	人的反应时间的测定	210
3-6	用压电效应研究音叉振动	212
3-7	用激光调制研究音叉振动的实验	215
3-8	测量空气中的声速	220
3-9	用共鸣法测定空气中的声速	222
3-10	浮水硬币实验的分析	225
3-11	富兰克林轮实验研究	228
3-12	静电电动机实验的研究	231
3-13	静电场中单摆运动的研究	232
3-14	静电场中蜡烛火焰实验的研究	237
3-15	人体带高压电情况下的静电实验	239
3-16	白光直接调制的光通信实验	241
3-17	白光光电话实验研究	244
3-18	蜡烛火焰光通信(1)	247
3-19	蜡烛火焰光通信(2)	249
3-20	激光光电话实验	251



兴趣是最好的老师。

—— 爱因斯坦



第一部分 兴趣篇

古人云：“知之者不如好之者，好之者不如乐之者。”学生做任何事情，只要有兴趣，就会对学习产生一种神奇的驱动力，从而促进学习。兴趣是不会说谎的，由成功带来的内在喜悦更不会说谎。

动手实验对大部分学生来说是有兴趣的，但也有困难，因此如何一开始就试图进一步激发学生的兴趣，是自主物理实验成功的第一步。保持和促进学生对研究的好奇心，是自主物理实验成功的关键所在。

1-1 双锥体爬高坡

展示内容

在特殊的条件下，双锥体在重力作用下，会从斜坡低处“滚”向高处，难道它违反能量守恒定律吗？

实验装置

如图 1-1-1 所示,其中 a 为木质双圆锥体, b 为等腰三角形的木质斜坡。

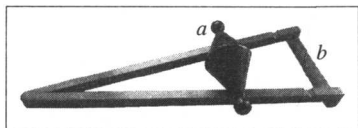


图 1-1-1

操作方法与现象解释

(1) 把双锥体横放在坡底(即靠近等边三角形的顶尖部位,图中斜坡的左端)。一放手,双锥体会出人意料地自动滚上斜坡,落入坡顶的两个槽口中,即坡顶处。

(2) 表面上看,双锥体爬高坡会自动地增加其重力势能,实际上当双锥体滚上坡顶时,它的重心在滚动过程中在不断地下降,也就是说双锥体在重力作用下,它的重力势能不断减小,转化成双锥体的动能。双锥体爬斜坡的过程,粗看它在向上滚,但仔细观察,双锥体两端与两支撑木条(渐展开)的滚动接触部位从开始时在两锥体的两端而渐渐移到两锥体的中心,从而使双锥体的重心快速下降。其下降的高度大于支点升高的高度,就总体而言,它的重心还是下降了。因此双锥体的运动遵循机械能守恒定律。

猜想与验证

有报道说,某些地方会出现物体自动从低处向高处的运动,即所谓的“怪坡”现象。请查阅资料,并分析其原因。

1-2 悬浮的磁环有重量吗?

展示内容

在台秤上称悬浮磁环的重量,探究磁相互作用下的牛顿第三

定律。

实验装置

两块磁性较强的铁氧体永磁环,一只木支架(要求永磁环的内径比木支架的外径要大些),一架台秤。

操作方法与现象解释

(1) 先使两块永磁环利用磁性异极相互吸在一起(小心磁环的强吸力容易将磁环相碰而发生碎裂),将它们套在木支架上,然后放置在台秤的秤盘中间,称出它们的总重量,记下台秤的刻度 F_1 。

(2) 将两磁环从木架子上取出,使它们分开,然后将其中一块永磁环翻转 180° ,再将它们分别套在木架子上,发现上面一块永磁环,因磁性斥力而悬浮在另一块永磁环的上面,此时台秤所指示的刻度为 F_2 (图 1-2-1)。

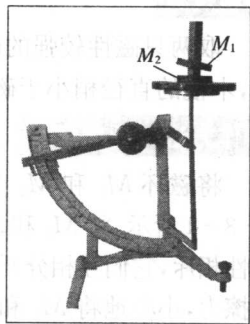


图 1-2-1

实验表明 $F_1 = F_2$ 。这是由于磁环 M_1 受到其自身的重力 m_1g 和它受到磁环 M_2 的向上磁性斥力 f_1 相平衡,所以磁环 M_1 悬浮在空中。同样磁环 M_2 除了本身重量 m_2g 外,还受到磁环 M_1 向下的磁性斥力 f_2 。

由于 $m_1g = f_1 = f_2$, 所以 $F_1 = F_2 = m_1g + m_2g$ 。

猜想与验证

如果放三个磁环,同样重复以上实验,会出现什么情况?