

《文科物理实验》教学实践介绍

马世红

(复旦大学物理学系, 上海 200433)

一. 引言

物理学是当代科学技术的最主要源泉。它是一门建立在实验基础上的重要学科, 无论是物理概念的建立还是物理规律的发现都必须以严格的科学实验为基础, 并通过今后的科学实验来证实。也就是说, 物理实验在物理学的发展过程中起着重要的和直接的推动作用。

文科物理实验是高等学校实施综合素质教育的重要基础课程之一, 是体现自然科学教育与人文科学教育融和的一个组成部分。尤其是现阶段, 中学时期的文理分班带来了人才成长中思维的偏颇和综合素质的不足, 而大学文、理、工、农、医分科办学, 学生接受的是过窄的专业教育, 又影响了人才的知识结构和思维方式。所以需要对学生进进行通识教育。

“文科物理实验”作为一门复旦大学的全校公共选修课, 其目的在于培养学生、尤其是文科类本科学生的实践能力和创新精神, 进而提高学生自身的自然科学素质。它要求学生在实验室中动脑动手, 设计和完成实验, 在实践中增长知识、能力和才干。自1985年开设以来, 这门课在教学实践中不断完善、充实、发展、提高, 目前已成为一门深受广大学生普遍欢迎的课程。该课程吸引了管理学院、经济学院、国际关系学院、哲学、中文、历史等各文科专业的学生, 选修此课的学生比例平均为85%, 最多时达到100%。

二. “文科物理实验”的教学要求

物理实验旨在帮助学生通过亲手实践, 学习探索自然科学现象、规律的思维方式和研究方法。因此, 为文科学生开设一门物理实验, 在内容上要体现科学性、趣味性和先进性的特点, 选题上要顾及到一般的物理规律的观测, 所使用的仪器也是较为简单而基本的, 其目的是培养文科学生的实践能力和创新精神, 训练文科学生从实践中发现问题、分析问题和解决问题的能力, 增强文科学生的科学洞察力和判断力, 提高文科学生今后从事本职工作的科学素质。概括起来, 这门课程的教学要求是:

1. 使文科学生在物理实验的基本知识、基本方法和实验技能诸方面受到初步的科学训练。其中, 主要学习如何根据物理实验思想确定合理的实验方案, 正

确选择和使用基本仪器,掌握一定的物理测量技术和实验方法,能初步掌握对实验数据进行处理(包括有效数字运算,误差分析等),判断和分析实验结果等。

2. 学习用实验方法探求物理规律、观察和分析物理现象,通过实验加深对一些重要的物理规律的认识和理解,并分析实验中存在的问题。

3. 通过实验培养严肃认真、实事求是的科学态度和工作作风,以提高文科学生的科学文化素质。

三.“文科物理实验”的特点

物理实验是学生在教师指导下独立进行的一种实践活动,因此在实验过程中应当发挥学生的主观能动性,有意识地培养他们的独立工作能力和严谨的工作作风。“文科物理实验”虽然大多由演示实验发展而来,但它毕竟不同于演示实验,因为它是由学生自己动手做的,内容要丰富得多;与学生必修的传统物理实验课相比,它有以下三个显著特点:

1. 与课堂教学结合较紧密,着重对物理现象的观察、分析和研究,帮助学生从实验上深入理解物理规律。例如:傅科摆的制作与实验,使学生对科里奥利力的存在和特征有了更明确、更深入的理解;用电解槽法在示波器上显示弹簧和单摆振动的实验使学生对关于振动的一系列物理概念有更直观的了解;电风吹灭蜡烛火焰和静电电动机、静电除尘等一系列实验使学生真正明白了尖端放电和电荷之间相互作用的物理实质;用钢尺的衍射光斑测量激光波长的实验使学生对激光的单色性和反射光栅的衍射原理有了非常深刻的印象;等等。

2. 以定性和半定量研究为主,不过分追求测量的准确程度,不要求进行系统的误差分析或不确定度的严格评定。为了让学生把主要精力集中在物理现象的观察和物理问题的分析上,“文科物理实验”只要求学生使用基本仪器正确和有效数字合理。例如,在迈克耳孙干涉仪的实验中,我们要求学生用该干涉仪比较定域与非定域干涉条纹的特点,不要求测出条纹定域的准确范围;要求学生比较氩氦激光、汞灯和半导体激光的不同相干长度,不要求测出相干长度的确切数值。当然,以定性和半定量研究为主,并不意味着可以不要求测量方法的正确。例如,用压电陶瓷元件测量音叉固有频率的实验,我们让学生自己把压电陶瓷贴在音叉上去测量,贴的位置不同测得的结果也不同,让学生自己分析怎样贴才能得到正确的结果。

3. 特别注意科学性与趣味性的结合,充分调动学生的学习积极性和创新精神。我们认为,学习兴趣是学生自觉学习的强大动力。能否激发学生的学习兴趣,是一门选修课成败的关键。当我们把科学性与趣味性很好地结合在一起时,学生就会在兴趣盎然的活动中,极其有效地增长知识和才干。例如,“鱼洗”是我国古代劳动人民的优秀科技创造。用手适当摩擦特制铜盆的环耳,盆上的鱼嘴就会喷出很高的水珠来,美丽而有趣。我们引导学生观察并分析产生这种现象的物理原因,并设法自己验证这种分析的正确性。当学生把压电陶瓷片贴在普通烧杯边

上,和压电陶瓷片相连的信号发生器通电后,适当调节其频率,也能使烧杯中出现类似鱼洗的水珠喷射时,他们已在愉快的笑声中深刻地掌握了产生“驻波”的基本原理。又如“激光监测”模拟实验,把收音机放在一个密闭玻璃盒内,让一束氦氖激光在玻璃壁上反射。盒内声波的振动造成激光光斑的微小移动。用硅光电池记录下这种光斑的移动并转化为电流,通过放大器和扬声器播放,就把收音机的声音复现出来了。显然,学生们相信,只要把氦氖激光改为不可见的红外激光,射到某房间的玻璃窗上,接收其反射光,该房间内的声音也就可以“窃听”到了。学生们反映,对这类有趣的实验印象特别深刻。学生的学习兴趣与他们的创新精神常常是相联系的。例如有两位学生对激光通信这项现代化技术十分感兴趣,做了“激光通信”的实验后,更激发了他们对能否利用其他光源来实现通信的设想。于是,他们自行设计了利用太阳光作光通信的实验,以及利用蜡烛光焰作光通信的实验。在做这些实验时,他们的情绪极为振奋,智慧的火花充分迸发,克服了许多困难,终于最后获得成功。他们说:“这样的实验是我们终身难忘的!”

四.“文科物理实验”的教学方法和教学效果

如上所述,“文科物理实验”的教学方法的特点是学生自己选题、自己确定实验的内容和深度、自己动手动脑去设计和完成实验。一般在学生选修此课程前,教师要对全体学生介绍本课程的特点与要求,让学生考虑是否选修此课。选修后,按自愿原则分成两人一组(这样做的优点是一方面可以相互照顾与讨论,防止人身或仪器事故;另一方面则有利于培养科学工作中的合作精神)。分组后,发给参考教材和有关资料,让他们选择自己感兴趣的实验内容。参考教材不同于传统的物理实验教材,其中,一般只有实验的目的、要求和可提供的仪器设备等,原理相当简单;具体的实验步骤则完全没有。学生要自行设计实验装置,自行准备实验器材、自行拟定实验步骤。只要没有人身或仪器事故的危险,教师一般不予干涉,只是从旁观察和了解。如果他们遇到困难或问题实在无法解决时,教师也只作启发性引导,指出问题的症结,鼓励他们克服困难,帮助他们树立信心;但不作具体的指导,在任何情况下都不代替学生完成实验。

这门实验课的**教学理念是:允许失败、允许重做、鼓励探索、鼓励创新**。学生在一次实验时间(3学时)内如不能完成预期的实验内容,可以允许他们分几次完成。当然,如果完成顺利,也可以一次实验时间做两个实验选题。每个实验选题都有不同的深度、不同的要求,做到什么程度,也由学生自己决定。对于一学期总共应完成几个实验及每个实验应完成到什么程度,教师都不作硬性规定而让学生自己考虑决定。完成每阶段实验后,都要写一份小结;学期结束时,则让他们进行一次口头的总结和交流。我们根据学生完成实验的质量、研究物理问题的深度、实验的作风和态度以及他们的小结和总结来综合评定他们的成绩。

经过 20 多年的实践,我们深深体会到“文科物理实验”之所以对学生有如

此巨大的吸引力,能长盛不衰,越办越红火,关键在于它有很好的教学效果。这些效果主要是:(1)激发了学生学习物理知识、探索物理规律的热情和积极性;(2)加深了学生对物理规律的切身感受和实际体会,使物理知识成为有血有肉的活知识;(3)提高了学生的动手动脑能力,激励了他们的创新精神。普通物理实验的教师普遍反映,选修过“文科物理实验”的学生无论在仪器使用上、独立工作能力上,还是在实验的思路与技巧上,都明显比其他同学强。

五. 结束语

物理实验在文科物理教学中的实践还处于起始阶段,它完全不同于普通物理实验和近代物理实验,它着重于定性半定量的特点,正好是文科学生素质教学所需要的,因而我们深信它有十分广阔的发展前景。同时,希望在教学实践中不断修改、充实、发展、提练实验的教学内容,使其不断完善起来,以适应全面提高学生综合素质的需要。

参考文献:

- [1] 倪光炯,王炎森,等.改变世界的物理学[M].上海:复旦大学出版社,1999.
- [2] 刘贵兴,童培雄,沈元华.复旦大学开设“自学物理实验”选修课的情况介绍[J].大学物理,1999,18(2):42~46.
- [3] 马世红,赵在忠,王煜,沈元华.开设实验选修课培养学生创新能力[J].物理实验,2002,22(3):27~29.
- [4] 赵在忠,童培雄,杨莉敏,沈元华.演示实验和文科物理教学[J].物理实验,2003,23(6):24~26.

附录 “文科物理实验”目录及说明

实验数据处理

- | | |
|------|------------------|
| 实验一 | 真空中的自由落体 |
| 实验二 | 水滴自由下落时的重力加速度的测量 |
| 实验三 | 打靶实验 |
| 实验四 | 加速度与动摩擦系数的测量 |
| 实验五 | 表面张力趣味实验 |
| 实验六 | 傅科摆 |
| 实验七 | “汽车”行驶速度的测量 |
| 实验八 | 声波测距 |
| 实验九 | 铜喷洗 |
| 实验十 | 用激光测量水波振动频率及传播速度 |
| 实验十一 | 人的发音频率和脉搏频率的测量 |
| 实验十二 | 压电陶瓷 |

- | | |
|-------|----------------------|
| 实验十三 | 蜡烛熄灭后水面升高原因的实验探究 |
| 实验十四 | 热空气发动机 |
| 实验十五 | 红外检测 |
| 实验十六 | “温差电效应”制冰 |
| 实验十七 | 静电“电动机”与静电“乒乓球”的系列实验 |
| 实验十八 | 电风车与静电除尘等的系列实验 |
| 实验十九 | 水与静电的系列实验 |
| 实验二十 | 基本电工安装 |
| 实验二十一 | 电源频率可调单相旋转磁场实验 |
| 实验二十二 | 电磁悬浮 |
| 实验二十三 | 自制“无线电发射台” |
| 实验二十四 | 光源闪烁揭秘 |
| 实验二十五 | 海市蜃楼 |
| 实验二十六 | 光的干涉、衍射及偏振实验 |
| 实验二十七 | 奇妙的圆孔与圆盘衍射 |
| 实验二十八 | 激光监测 |
| 实验二十九 | 小魔术：“变色”水 |
| 实验三十 | 白光分解系列实验 |
| 实验三十一 | “旋光效应”测糖溶液的浓度 |
| 实验三十二 | “五彩缤纷”的液晶 |
| 实验三十三 | 使用计算机测量转盘的角速度 |
| 实验三十四 | 数码照相在物理实验中的应用 |
| 实验三十五 | 趣味小实验 |

阅读材料： “历史上最美的”物理实验简介

所编实验讲义中的大多数实验都分为“概述”、“实验器材”、“实验步骤”、“思考题”和“讨论”五部分。其中，“概述”介绍该实验的背景、原理及有关辅助知识；“讨论”是可从该实验得到的一些启示和它的某些现代应用。“器材”中只列出了最基本的实验器材，学生可根据要求提出增添或更换；“步骤”写得相当简单，学生应在了解原理的基础上，根据各自情况予以补充。在有些实验中，还列出了数据记录表格，这只是供参考的，学生们是可以设计更适合自己的表格。“思考题”是一些与该实验有关的问题，有些可在实验前考虑，大多只能在实验前或实验后考虑和解答。为了验证所考虑的结论是否正确，学生可提出自己设计的新实验，并在条件允许时进行这些实验。当然，并不要求每个学生回答所有的思考题，只要挑选那些有兴趣的问题即可。更希望学生通过实验自己提出更多的问题来思考和解决。