

物理实验室

数字化实验在上海二期课改物理教材中的应用研究

李 鼎 (上海市中小学数字化实验系统研发中心 上海 200071)

1、上海二期课改物理教材编写的基本思想 DIS 概念的提出

作为国家课程教材改革的试点区,上海市的课程标准体系与国家基本思想一致,但具体要求略有不同。

上海市在 1988 年启动了一期课改,至 1996 年一期课改教材全面推开。一期课改中学物理教材的基本理念是构建了“学生—社会—学科”的三角形框架,在确保学科知识体系完善的基础上渗透了人文精神和科学方法,并适当引入了部分科学探究内容。

上世纪 90 年代末,上海市开始酝酿二期课改。1999 年底完成的《面向 21 世纪上海市中学物理学科教育改革行动纲领》,比较集中地阐述了上海二期课改的方向和目标。《行动纲领》指出:“上海市面向 21 世纪的中学物理教育,应以实现课程的可选择性为课程结构的改革要点;以实现教学内容的基础性、应用性、趣味性、实践性和创造性为整合课程内容,实现课程现代化的改革要点;以实现课堂教学的启发性、自主性、交互性、创造性为课堂教学的改革要点;以充分挖掘实验教学的功能,充分发挥多媒体计算机和网络技术的功能为教育技术的改革要点;以构建科学可行的中学物理教育评价体系,尤其是探索科学素质(重点是发展性、创造性学力)的评价方法为教育评价的改革要点”。

《行动纲领》进一步明确了上海二期课改物理教材编写的核心理念——“以学生的发展为本”。指出:课改教材要从“以学生发展为本”出发,突出“情境—探究—应用”的主线,以“文本对话”的方式编制教材,促进“信息技术与学科教学的整合”,以体现教材的时代感,提高实验的先进性,充分发挥实验教学的重要作用。

就如何加强“信息技术与学科教学整合”,《上海市中学物理课程标准》明确给出了使用 DIS 做实验的具体指导。所谓 DIS,是当时主管上海二期课改的上海教委副主任张民生先生在总结了众多专家对

数字化实验的描述之后,提出的一个创新型概念,即“数字化信息系统(Digital Information System)”的英文缩写。

2、上海市中小学数字化实验系统研发中心的成立

在促进“信息技术与学科教学的整合”思想的指导下,上海二期课改高中物理教材编写组的专家理清了思路,摒弃了在当时影响很大的“虚拟物理实验室”,开始着重考查崭露头角的数字化实验系统。他们清楚地认识到:虽然数字化实验系统也依托计算机,也需要软件的支持,但与“虚拟物理实验室”相比,数字化实验最根本的优势在于保持了实验的真实性。

经过对中外数字化实验产品的考察,教材编写组一致认为当前没有一种数字化实验产品完全符合课改教材的要求。在比较了中外多家数字化实验产品的供应商之后,为确保实验产品对教材发展、演进的支持,确保实验教学领域的民族知识产权,教材编写组最终选择了山东远大作为研发合作伙伴,由上海教委教研室、上海风华中学和山东远大共同组建上海市中小学数字化实验系统研发中心,聘请风华中学前校长,物理特级教师冯容士先生为研发中心主任,开始了按照教材编写的要求自主研发数字化实验产品——DIS 的艰苦历程。

3、数字化实验与上海市二期课改教材的共同发展

2002 年 7 月,上海二期课改高中物理教材(试验本,上海科学技术出版社)第一册(高一第一学期)推出。书中引入了以下 13 个数字化实验: 表 1

No.	数字化实验名称	No.	数字化实验名称
1	研究匀速直线运动	8	声振动图像
2	瞬时速度的测定	9	动能势能转化
3	从 $v-t$ 图求加速度	10	动能大小的比较

4	斜面上力的分解	11	气体压强与体积的关系
5	牛顿第二定律	12	气体压强与温度的关系
6	力的相互作用	13	摩擦做功使温度升高
7	弹簧振子摆动图像		

随着上海二期课改高中物理教材(含拓展型教材,华东师大出版社出版)逐步出齐,教材中引入的数字化实验的数量不断增加,数字化实验的做法也在不断完善,数字化实验仪器也从朗威[®]DISLab3.0升级到6.0。经过05~06年的修订,二期课改教材定型并全面铺开。至此,教材中的数字化实验已发展到42个。以下表2为上海科技出版社版(高一~高二)教材引入数字化实验的情况:

表2

No.	实验名称	模块	章节页码	分类	必做
1	用DIS位移传感器测量距离	高一上	第1章 P27	学生实验	是
2	用DIS测定位移和速度	高一上	第1章 DP29	学生实验	是
3	用DIS测变速直线运动的平均速度	高一上	第1章 DP30	学生实验	是
4	用DIS研究匀速直线运动	高一上	第1章 DP31	学生实验	是
5	用DIS测变速直线运动的瞬时速度	高一上	第1章 DP31	学生实验	是
6	用DIS测加速度	高一上	第1章 EP34	学生实验	是
7	用DIS探究自由落体运动	高一上	第1章 GP44	演示实验	是
8	用DIS验证斜面上力的分解	高一上	第2章 CP65	演示实验	是
9	用DIS研究加速度和力的关系	高一上	第3章 BP79	学生实验	是
10	用DIS研究加速度和质量的关系	高一上	第3章 DP80	学生实验	是
11	验证牛顿第三定律	高一上	第3章 CP87	学生实验	是
12	和弦中各单音的频率关系	高一上	第4章 DP21	探究研究	是

13	动能大小的比较	高一下	第5章 CP43	学生实验	是
14	机械能守恒	高一下	第5章 FP57	学生实验	是
15	用DIS研究温度不变时一定质量的气体压强与体积的关系	高一下	第6章 BP75	学生实验	是
16	气体压强与温度的关系	高一下	第6章 CP79	演示实验	是
17	摩擦与热	高一下	第7章 AP4	演示实验	是
18	小灯泡U-I图像研究	高一下	第9章 CP59	演示实验	是
19	用逻辑电路实验器验证与门输入和输出信号之间的逻辑关系	高二上	第9章 DP64	学生实验	是
20	设计、组装简单的模式式电路	高二上	第9章 EP70	学生实验	是
21	用DIS研究通电螺线管的磁感应强度	高二上	第10章 CP93	学生实验	是
22	微弱磁通量变化时的感应电流	高二下	第11章 AP5	演示实验	是
23	问题探索(检测电磁波信号源)	高二下	第11章 CP12-P13	演示实验	是
24	用G-M传感器探测γ射线	高二下	第12章 BP31	演示实验	是

上海科技出版社(高一~高二)教材共设置数字化实验24个,占教材全部实验的43.64%。非数字化的31个实验中,1个为模拟实验,其余30个为教材中穿插的小实验。教材中共设置学生实验20个,其中数字化实验15个,占75%,非数字化学生实验为“产生感应电流的条件”、“测定直流电动机的效率”、“用多用电表测电阻、电压和电流”、“用单分子油膜估测分子的大小”、“研究共点力的合成”。教材中共设置演示实验8个,全部为数字化实验,占100%。值得注意的是:所有的数字化实验均为必做实验。

以下表3为华东师大出版社版上海课改拓展型教材引入数字化实验的情况。

表 3

No.	实验名称	模块	章节页码	分类	必做
1	滑动摩擦力	拓展型 I-1	第三章 A P24	演示实验	是
2	向心力	拓展型 I-1	第五章 A P50	学生实验	是
3	车辆过桥和车辆转弯	拓展型 I-1	第五章 B P58	演示实验	是
4	用单摆测定重力加速度	拓展型 I-1	第六章 BP72-73	演示实验	是
5	用 DIS 描绘电场的等势线	拓展型 I-2	第九章 D P16	学生实验	是
6	探究电源电动势和电源外电压、电源内电压的关系	拓展型 I-2	第十章 B P28	演示实验	是
7	用 DIS 测电源的电动势和内阻	拓展型 I-2	第十章 C P35	学生实验	是
8	电阻定律	拓展型 I-2	第十章 E P45	演示实验	是
9	用 DIS 实验验证楞次定律	拓展型 I-2	第十二章 A P63	演示实验	是
10	描绘平抛运动的轨迹	拓展型 II	第一讲 P12	学生实验	是
11	验证变力做功情况下的动能定理	拓展型 II	第二讲 P21-P22	演示实验	是
12	用 DIS 验证动量守恒定律	拓展型 II	第三讲 P31	学生实验	是
13	变力作用下的动量定理的实验验证	拓展型 II	第三讲 P37-38	演示实验	是
14	用 DIS 研究回路中感应电动势大小与磁通量变化快慢的关系	拓展型 II	第七讲 P63-P64	学生实验	是
15	交流电的产生	拓展型 II	第九讲 P87	演示实验	是
16	交流电的图像	拓展型 II	第九讲 P90	演示实验	是
17	用压电陶瓷制作传感器	拓展型 II	第十讲 P114	演示探究	是
18	激光条形码识别模拟实验	拓展型 II	第十二讲 P136	演示实验	是

华东师大出版的拓展型教材中总共设置实验 45 个,其中设置数字化实验 18 个,占教材实验总量的 40%;非数字化实验多为小实验。教材中 13 个演示实验中 12 个是数字化实验,占 92.31%;11 个学生实验中 6 个为数字化实验,占学生实验总量的 54.55%。与上海科技出版社版(高一~高二)教材相同,华师版拓展型教材所有数字化实验均为必做

实验。

4、数字化实验在上海二期课改高中物理教材中的作用

从初期的探索到目前的完善,上海二期课改高中物理教材中数字化实验的应用正在趋于成熟。表 4 即为上海二期课改高中物理教材采用数字化实验手段后,部分实验获得的重大改进。

表 4

No.	实验名称	传统实验手段	存在的问题	问题成因	数字化解决方案	解决效果
力学						
01	力的分解	测力计+盘式力的分解实验器	操作复杂不直观	测力计需人工读数	力传感器+力的分解实验器	好
02	超重和失重	测力计+砝码	过程不清	人眼看不清测力计的快速变化	力传感器+砝码	好
03	力的相互作用	测力计	不能测压力及运动中的相互作用	测力计不能测压力,能显示但不能记忆力的变化过程	力传感器	好

04	向心力研究	测力计+传统向心力实验器	不能精确测量并展示向心力变化的过程	测力计本身的缺陷+实验精度差	力传感器+光电门传感器+新型向心力实验器	好
05	变力做功的动能定理	测力计等	难以完成	测力计本身的缺陷;难以测量变力	力传感器+动能定理实验器	好
声学						
06	和弦各单音的频率关系	话筒、示波器	不具备并行采集和定量分析功能	只能针对某一音观察,难以并行定量分析	声传感器或专用声学教学软件话筒	好
热学						
07	玻意尔定律	气压计等	读数不方便、系统误差大、易损坏	玻璃仪器容易损坏,气压计活塞与管壁存在摩擦力	压强传感器	好
08	查理定律	温度计、气压计	误差大,无法得到绝对零度值	温度计因为热传导原因不能实时测量温度值	压强传感器、快速响应温度传感器	好
电学						
09	微弱磁通量变化时的感生电流	微安表+螺线管	实验数据不明显	螺线管直径过小,微安表性能不稳定	微电流传感器+高灵敏度环形线圈	好
10	简单门电路	通用元器件	效果不明显,操作复杂	需教师手工搭建电路,可靠性无保障	逻辑电路实验器	好
11	通电螺线管的磁场研究	螺线管+高斯计或特斯拉计	难以完成	普通学校没有高斯计或特斯拉计	磁感强度传感器	好
12	电磁波研究	通用元器件+示波器或微安表	信号过弱难以完成	需教师手工搭建电路,可靠性无保障,仪器不稳定	微电流传感器+高灵敏度环形线圈	好
13	验证楞次定律	微安表、多匝线圈	现象不明显,且不能记录过程	匝数过多影响认知,且微安表不具备过程记忆功能	单匝线圈、微电流传感器	好
14	研究电磁感应定律	螺线管、磁铁、电压表	不能定量研究,而不定量则无法揭示规律	仪表不具备记忆功能,无法在连续定量测量的基础上绘制物理量关系图线并加以分析	光电门传感器、电压传感器、电磁感应定律实验器	好
15	交流电的产生	交流电发电演示器	无法得到交流电波形	仪表不具备表现物理过程的功能	微电流传感器、交流电实验器	好

原子物理						
16	研究物质的放射性	GM 计数器、云室	难以完成	云室放射源过强已被限制使用	GM 传感器、安全教学放射源	好
光学						
17	光的干涉衍射	光具座	定性不定量,不能测量波长	只能观察现象,无法精确测量条纹间距	相对光照度分布传感器+光学套件	好

由上表可见,数字化实验的发展不仅有力地支持了教材的进步,贯彻了课程标准的要求。更重要的是为上海以外地区执行国家新课标的多个版本物理教材树立了引入全新实验方式、改进和提升实验效果的榜样和参照。

□□

实验拾零

自制多功能旋转线圈在电磁学中的应用

刘银奎 (乐清市第二中学 浙江 325600)

一、设计思路

模仿灵敏电流表中灵活转动的线圈、自由转动的小磁针,用常见的材料自制了放大多倍的线圈。

二、材料选用

长方形塑料线框(2只,长约12cm,宽约7cm)、漆包线(直径:约0.1mm,长度约100m)、小磁针的底座(两只)、接线柱(4套,两红,两黑)、绣花针(4枚,大号的)、粗铁丝(两段,每段约长32cm,直径约为3mm)、螺丝(2只)、螺母(4只)、粗铜丝(直径约为2mm,长约为10cm)、小塑料块(4块)、百得胶(一支)、细导线若干。

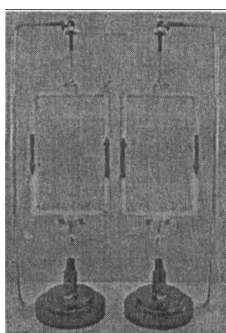


图1

三、制作过程

1. 线圈的制作

取两个完全相同的长方形塑料线框(7cm×12cm),质量越小越好,线框上要有便于绕线的凹槽,漆包线要尽可能的细,可采用直径为0.1mm,每只

线框大约要绕线100—150匝,整个线圈的电阻为80—100Ω。这样就制成了一对重量很轻的线圈。

2. 转轴的制作

取一段直径约为2mm粗铜线,然后剪成四段,每段大约1.5—2cm,作为铜质转轴;把每段转轴的一端用砂纸磨平,并在磨平的一端的正中央钻出一个小凹点。取四块较硬的塑料块,用砂纸打磨成正方形形状,边长要比线框的凹槽的宽度略小一些;然后在每个小方块的正中央各钻一个直径为2mm的小孔;把转轴插入小方块的小孔内,用百得胶粘坚固;再把插有转轴的小方块放入矩形线圈短边的中点处,小方块正好掐在线框的凹槽内,用百得胶粘坚固;最后把漆包线的两个接头焊接在上下两个铜质的转轴上,如图2所示。用同样的方法制作完成另一个转轴。

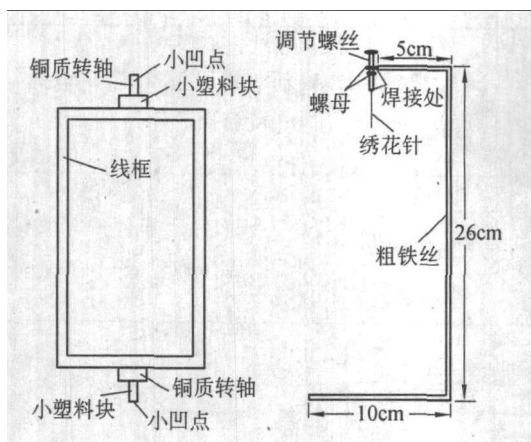


图2

图3

3. 支架的制作

取长度约为32cm、直径约为3mm的粗铁丝两段,形状笔直、表面光洁、硬度较大。然后折成如图3所示的形状,长边约为26cm,上短边约为5cm,下短边约为10cm。在上短边的端点处焊接上一个螺母。取一个与螺母配套的长约3cm的螺丝,在螺丝的下端点处焊接上一枚大号绣花针,针尖朝下,然后把螺丝装入支架上的螺母内,再取一个配套的螺母