

现代

课堂实验教学启示录

Xiandai Ketang Shiyān Jiaoxue
Qishilu

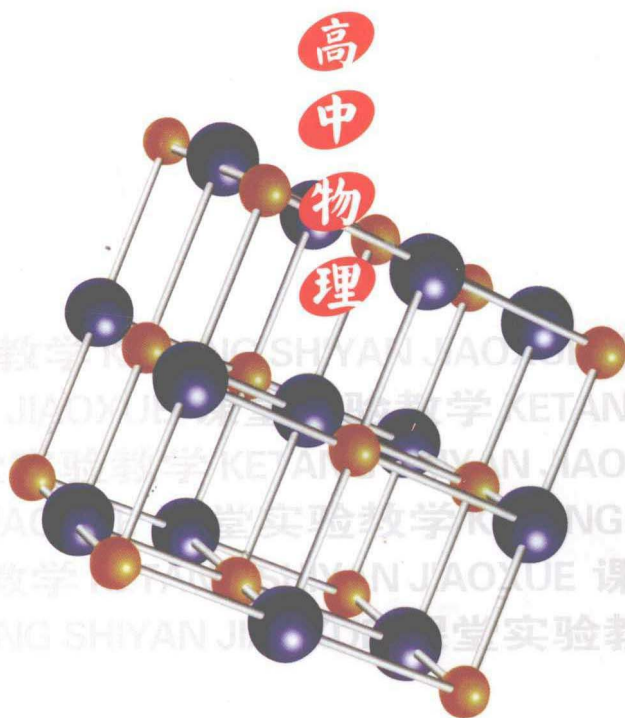
课题化学习和现代教学技术的结合

使学生通过自主参与活动

获得亲身体验，

从原来的怕学变成愿学，从愿学变成乐学，又从乐学变成会学，逐渐形成敢于质疑、乐于探究、努力求知的学习态度和积极探索、创新的学习精神。

◎张主方/主编



上海教育出版社

现代课堂实验教学启示录

高中物理

主 编 张主方

上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代课堂实验教学启示录. 高中物理/张主方主编.
—上海: 上海教育出版社, 2010. 6
ISBN 978-7-5444-2890-3

I. ①现… II. ①张… III. ①物理课—课堂教学—教学评议—高中 IV. ①G633

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 102177 号

现代课堂实验教学启示录

高中物理

主编 张主方

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 上海颀辉印刷厂印刷

开本 700×1000 1/16 印张 17.75

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1-1,000 本

ISBN 978-7-5444-2890-3/G · 2246 定价: 68.00 元(附光盘 5 张)

(如发现质量问题, 读者可向工厂调换)

编者的话

两年多前,工作室承担了一项关于《中学物理实验教学资源的开发、整合和应用》的教育部规划课题,做这个项目的初衷和原意是出于当时物理实验教学现状和改革的需要。因为随着现代信息技术与工具的发展,物理课堂教学赖以改革与创新的实践及其理论基础——物理实验资源及其教学功能的定位都发生了很大程度上的变化与发展。此前,在市级层面上所作的调查与访谈中,发现部分同行对新实验操作系统与传感器技术在教学中的运用不甚了解,有的甚至采取回避态度,不愿去接触和使用它们;而对原有的传统的实验资源和器材却弃之不用,束之高阁。出现这种负面状况的原因是多方面的,这里就不赘述了。但另一方面,随着新课程的逐步推进,编者在深入基层学校过程中和主持教师专业发展的各级的学习平台上,也发现了许多致力于中学物理实验改革和创新的基层老师和教研员,在实验资源的开发、拓展、整合和利用上,进行了卓有成效的工作,我与他们结为了合作伙伴。

两年多来,我与工作室、物理学科基地的团队成员们共同收集、整理了他们的成果。期间共拍摄了180个高中物理视频实验,并按新教材的顺序分成十四个单元;汇编了包括上述内容的20份优质的、有前瞻性的、富于启示的实验教学案例和反思;研究了在新课程背景下物理实验的教学功能及其实施策略。终于能在今天编著成册,以《现代课堂实验教学启示录》的书名,献给我们全体物理同仁。

同时,我也在此向支持该项目的上海市教委教研室、卢湾区教育局、卢湾区教育基金会、卢湾区教师进修学院科研部与发展部等单位与领导表示深切的感谢;向为该项目献计献策、辛勤劳动的课题组成员:陆伯鸿、王肇铭、冯容士、张韶龙、董首人、杨鸣华、成晓俊、田伟、史悠仁、李芸芸等同志表示由衷的感谢。

张主方

2010年2月

序

在上海“二期课改”新编物理教材全面推行前,《现代课堂教学启示录——案例与反思》初、高中物理系列丛书诞生了,《现代课堂教学启示录——案例与反思》[高中物理(上)]于2005年出版、《现代课堂教学启示录——案例与反思》[高中物理(下)]于2006年出版、《现代课堂教学启示录——案例与反思》[初中物理]于2007年出版等,丛书的出版为广大物理教师实践“二期课改”物理课程提供了样板和示范,有助于大家认识新教材、理解新教材、实践新教材,进一步加强物理课堂教学设计,推动物理课堂教学的改革,促进物理教师自身的专业化发展,有效推进课程教材的改革。

同时,丛书为物理课堂教学设计、物理课堂教学模式等有关专项的研究工作以及教师培训、物理教研活动提供有一定参考价值的课程资源。

上海中学物理课程改革的要点之一是改进实验教学,在《上海市中学物理课程标准(试行稿)》和物理新教材中大胆引入数字化实验系统(简称DIS实验),成为上海中学物理教学改革的一大亮点。然而,2008年在全市范围内对部分物理教师进行的实验教学问卷调查中,有的教师认为实验操作太麻烦,用理论推导或教师讲授能达到同样效果,DIS实验处理实验数据太快,不利于学生对实验的理解等;一些学校新的实验器材不到位或不配套,造成学生实验不能落实;教师对新的实验仪器不熟悉,不会用等等。针对这些问题,解决的途径之一是先培养一批有志于实验教学及其研究的物理教师,发挥这批物理教师的示范、引领作用,将他们的研究成果和教学经验,通过各种形式提供给基层教师参考和共享。

在张主方老师主持的教育部规划课题《中学物理实验教学资源的开发、整合和应用》中,汇集了上海一批致力于中学物理实验教学改革和创新的优秀物理教师和优秀物理教研员,由于他们富有成效的研究,使课题的研究过程,成为实验资源的开发、使用、拓展等过程。在完成课题的研究后,他们进行了实践反思,在这基础上,再进行了新的教学实践,总结成

功经验,积累案例和实验成果,生成新的教学资源,及时推出了丛书中新的一本书《现代课堂实验教学启示录》并附视频实验资源光盘一套。相信这些课程资源对规范基础性实验的基本要求,拓宽物理教师设计实验的思路,同时为物理教师的专业化发展提供帮助。

这本书在保留了系列丛书的一贯风格,收集、整理了上海“二期课改”中广大基层物理教师在实验教学方面的成功案例,其中不乏代表上海市参加全国物理教学大赛并获奖的课堂教学案例。但与前几册书不同的是,这本书是基于课题的研究过程,更多体现研究的成果、价值。全书分成三个部分,第一篇:课题研究中形成的《新课程背景下中学物理实验的教学功能和实施策略的研究》的研究报告,它用大量实例来说明新课程背景下中学物理实验教学的四大功能,每一种教学功能都对应提出了相应的教学方法和策略。第二篇:精选了20节高中物理课堂实验教学的实录,每一节课都配有点评、教学反思和案后语。这本书的案后语重点是对每个案例中的实验资源分析。详尽阐述了实验教学使用的器材、如何组装、实验设计意图和应用建议等。第三篇:一些重要的、较难完成的学生实验和演示实验、精彩的课堂引入实验和活动等,被拍摄成了180个实验视频短篇,制成光盘,作为本书的附录,其中精选一部分视频实验,以文本格式从资源和器材、组装和操作、设计意图、应用建议等四个方面加以说明。值得一提的是180个实验视频,它能够让教师清晰地看到实验的过程、实验的结果;配合文字给出的步骤和注意事项,使教师能够在课堂上应用时,能有效地体现其实验教学的功能与效果,具有较好的指导性和操作性。

本书将是上海中学物理课堂教学园地中又一朵奇葩,祈望它能带给中学物理教学春的气息,带给学生更多探究的空间,带给物理教师更多的教学启示。

徐淀芳

2010年4月7日

第一篇 新课程背景下中学物理实验的教学功能和 实施策略的研究

第二篇 高中物理课堂实验教学启示录

一、平抛运动	13
二、共点力的平衡	24
三、牛顿第一定律 惯性	37
四、机械能守恒定律(一)	45
五、机械能守恒定律(二)	60
六、机械波的产生	68
七、气体的压强与温度的关系	81
八、能的转化和能量守恒定律	93
九、电荷的相互作用 电场(一)	108
十、电荷的相互作用 电场(二)	118
十一、简单逻辑电路	132
十二、磁场对通电导线的作用 磁感应强度	140
十三、磁场对电流的作用 左手定则	155
十四、电磁感应现象	163
十五、法拉第电磁感应定律的探究	175
十六、楞次定律	187
十七、光的干涉	193
十八、用图像法求电源电动势和内阻	204
十九、电磁感应中能量的转化	213
二十、测量仪器中的刻度及其灵敏度	221

第三篇 《中学物理实验教学资源的开发、整合和应用》

——高中物理视频实验资源精选说明

一、1—6 用光电门气垫导轨研究匀速直线运动的瞬时速度	233
二、2—2 用 DIS 研究摩擦力	236
三、2—12 汽车千斤顶	238
四、3—4 探究加速度与力、质量的关系	240
五、4—1 圆周运动线速度的方向	243
六、4—5 向心力的研究	245
七、4—17 研究竖直方向弹簧振子的振动规律	248
八、5—6 机械波的干涉(驻波现象)	251
九、6—7 变力的冲量与动量的变化实验	252
十、7—1 用油膜法估测分子的大小	254
十一、8—5 用 DIS 研究太阳能辐射转化为内能的效率	257
十二、9—14 用 DIS 描绘电场的等势线	259
十三、10—13 负载电阻相对变阻器总阻值大小不同 时负载电压的可调性	261
十四、11—11 土制电动机	263
十五、12—2 变压器	264
十六、12—16 红外夜视 热像	266
十七、13—7 光的衍射——泊松亮斑	269
十八、14—3 检验物质的放射性	270
附录 I 视频实验资源目录	272

附:《中学物理实验教学资源的开发、整合和应用》视频光盘 5 张

第一篇

新课程背景下中学物理实验的 教学功能和实施策略的研究

新课程背景下中学物理实验的教学功能和实施策略的研究

张主方 杨鸣华

摘要:根据物理课程标准的理念与现代教育技术的发展现状,笔者试图从实验教学的情景性、体验性、探究性、应用性四个方面来论述对中学物理课堂实验教学功能的再认识,以及在实际课堂教学中如何体现与落实这些功能的一些策略和做法,并以此来开拓实验教学改革思路、提高课堂教学的有效性。

关键词:实验教学功能、情景性、体验性、探究性、应用性、实施策略

《课程标准》指出物理课程的基本理念是以学生发展为本,强调教学中应注重提高学生的基本科学素养,倡导物理学习的自主性、探究性与合作性,让学生能主动参与学习,体验和感悟科学探究的过程和方法,激发持久的学习兴趣和求知欲,使他们逐步养成敢于质疑、勇于创新、善于交流、乐于合作、勤于实践的科学态度,具备可持续发展的基础和能力;其次,随着现代教育技术的发展,网络、多媒体、传感器等资源和工具正被逐步利用和整合到课堂教学中。为了适应当今这种改革和变化趋势,近年来大量的中学物理实验教学的内容和方式都在不断的创新和拓展,涌现和积累了大量优秀的实验教学资源。但同时由于观念和认识上的局限,仍然有许多教师在上述领域的理论和操作层面上存在一定的困惑和不足。为此,笔者想就如何认识和体现新课程背景下中学物理实验教学的情景性、体验性、探究性和应用性这四方面的功能进行论述和例证,以此来推进实验教学的内容和方式的改革,提高课堂教学的有效性。

1. 情景性

实验的情景性是指教师用实验创设与教学内容相适应的场景和氛围,通过教学引起学生强烈的情感体验和积极的思维活动。

下面是《研究气体压强与体积的关系》示范课中两个情景的实录：

情景 1:注射器实验		学生活动、反应
观察实验	1. 用手缓慢推压活塞后放手(比较注射器口被橡皮套封住前后两种情况); 2. 用手缓慢拉拔针筒后放手; 3. 用纸团代替橡皮套,做一把纸弹枪。	开始时大部分学生都在随意摆弄;在明确观察、比较对象与问题后注意力集中,并能正确描述手的感觉和观察到的现象;用纸弹枪射出纸弹时,学生情绪活跃;而后能用已学力的平衡知识分析上述现象,并提出自己的推断与猜想,并能提出希望进一步研究的问题。
问题	1. 在推或拉时,手有什么感觉?同时观察到针筒内气体的状态有什么变化? 2. 由此你能对针筒内气体的压强与体积的变化及其关系做一推断或提出自己的猜想吗?	

情景 2:吹气球比赛		学生活动、反应
实验	用两个相同的可乐塑料瓶(其中一个瓶底有孔洞),在瓶口上各套一个气球,并将气球塞入瓶内。请一男一女两位同学同时用力吹气球,比赛谁能将气球吹得更大。	分组比赛的结果引起学生强烈反响与疑惑,问题提出后,部分学生也许能联想到问题的关键是两个可乐瓶内的气体状态变化不同所致。但有部分学生仍茫然不解,更提不出合适的需研究的问题。
问题	1. 为什么使劲吹的男生反而吹不大呢?你们发现吹气时的条件有什么不同吗?能做一个解释吗? 2. 由此你们能提出一个需要研究的问题吗?	

根据上述案例,我们将实验的情景性功能具体归纳为三条:

1.1 激发兴趣和求知欲。这是发挥学生潜能、诱发其学习主动性、提升其情感与学习动机的一个重要指标。

1.2 学会观察和引发问题。这也是让学生学会和掌握从表象到本质的推理和概括能力的关键。

1.3 诱导和把握探究的方向。这可以实现对学生思维活动的导向以及对活动时间的控制。

要使上述功能得到最优化,在策略和途径上我们可从下述几个方面着手:

(1) 创设的情景要有一定的吸引力与新鲜感。实验观察的范围和过程要清晰,活动可采用演示、游戏、分组实验、视频等方式。在上述吹气球

实验中,采用游戏比赛的方式更能激发学生的好奇心与求知欲;在共振的教学中,用视频播放美国塔柯玛大桥在微风中坍塌的真实画面,要比教材中静态的图片更有吸引力、更易引发学生的注意与问题意识。

(2) 实验要与合适的问题情景相匹配。由于学生在认知上存在着差异,有时需通过教师适时、适切的观察指导与问题(组)相匹配。如图1所示的“缩骨神功”的实验:将瓶口嵌着蛋的空瓶分别放入冷水和热水中,要求学生解释所看到的现象,并提出问题。一般说来观察归纳难度较高,学生应答的针对性也很差,有些学生甚至

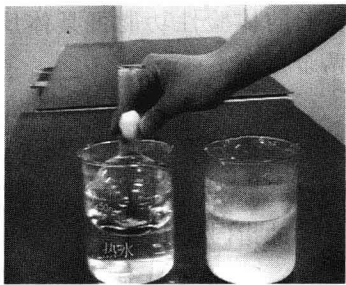


图1

会从表象出发把它看成一个等压过程,从而使该实验不能成为引入查理定律的一个有效情景。但在实验中,如教师能适时提出:“空瓶浸入热水(或冷水)时,蛋为什么会在某一瞬间开始向上弹起(或向下收缩)”这个问题,将有利于引导学生关注瓶内气体的压力、压强变化与温度的关系,使思维活动的指向性更强,活动将更为有效。

(3) 实验情景的创设应根据学生实际和资源条件,充分利用现有的多样化、多层次的实验情景资源,通过筛选,以达到功能的最大化。如利用上述案例中的两个情景,都能推断出一定量气体的压强和体积的定性关系,但推、拉活塞情景能直接观察与体验到筒内气体 p 、 V 的变化关系,推断较容易,器材易准备;而吹气球游戏有一定的悬念,能唤起学生探究的兴趣,可是推断分析较难,学生往往不容易确定和发现研究的对象。究竟取哪一个实验?问题应怎样铺垫才是最有效的;而这只能依据教学对象的实际水平与资源条件做出选择。

2. 体验性

实验的体验性功能是指它能提高学生通过感官去捕捉事物中典型的、具有本质的外部特征的心理水平。

下面例举三个案例:

①研究液体压强随深度变化。可直接将伸平的手浸入水中,由浅入深往下移,感受手所受的压力变化;

②研究浮力大小与浸没在液体中排开液体的多少关系。可将浮在水面上的泡沫块逐步用手往下压,体验手所受压力的变化;

③研究产生感应电动势大小的原因。可将磁铁往复多次插入或拔出

接有电压传感器的线圈,观察计算机显示屏上 $\epsilon \sim t$ 的图像(如图 2)。

以上三个案例,通过教学实践,其实验的体验性功能可具体反映在以下两个方面:

2.1 有利于提升学生的注意力和兴趣。由于活动是主观性、主体操作的,变量关系较为简单、直观,所以观察活动的指向性更明确;

2.2 有利于促进学生从表象到本质的认识过程。在案例③中,实验的表象是磁铁插入(或拔出)的快慢及显示屏上 $\epsilon \sim t$ 的图像,这是通过手与眼直接感受到的,因此两个表象的连接为研究感应电动势的大小与抽象的磁通量变化快慢的关系奠定了实验认识的基础。

由于上述功能的体现是建立在全体学生参与的基础上,因此在实验活动设计上要注意:

(1) 感官体验有不同层次,在上述三个案例中,案例①中的手是直接感受到压力或压强随深度的变化;案例②中手的压力间接反映了浮力的大小,体验是直接的;案例③中,则要把磁铁插入(或拔出)的快慢与 ϵ 变化的关系,转化成发生相同磁通量变化的时间 t 与 ϵ 变化的关系来体验,心理活动水平高,因此有时需通过适度的点拨与提示才能找到变量间的关系。

(2) 体验性实验器材由于使用量较大,因此在准备时尽可能利用简单、易得的材料制成。其次,也可在现有的资源中选择体验效果更好,变量关系显示和改变更清晰、更省时的器材,如在案例③中,过去通常选用电压表(指针式),现换用电压传感器等数字化设备,其效果更稳定、更直观,更易建立变量间的联系。

3. 探究性

实验的探究性功能是指新课程背景下的物理实验教学将有利于学生经历基本的科学探究过程,学会科学探究方法,形成初步的科学探究能力,养成实事求是的科学态度与创新意识。

以探究气体的压强与温度的关系为例,从史料中可以查阅到,由于当时测量工具的精度及其局限性,从数据采集到实验结果的得出花费了很长的时间,因而要在课内完成该探究过程一直被许多物理老师视为难以

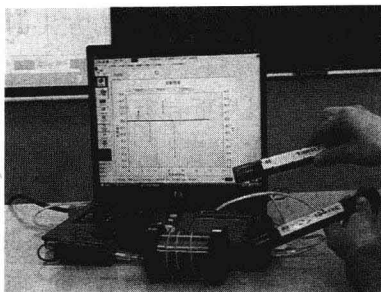


图 2

攀越的高地。但如今随着工具的改革与信息技术的发展,该实验只要选用压强、温度传感器以及数据采集系统即可实时、精确地取得一组定量气体状态变化的 $p \sim t$ 值,并通过相应的计算机软件处理后,即能拟合与绘制成相应的函数与图像。图 3 是该课题的 DIS 实验在研究课中最终获得的实验结果。

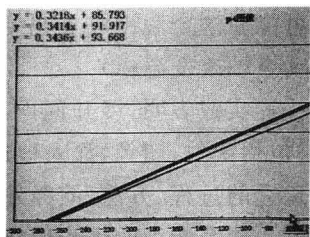
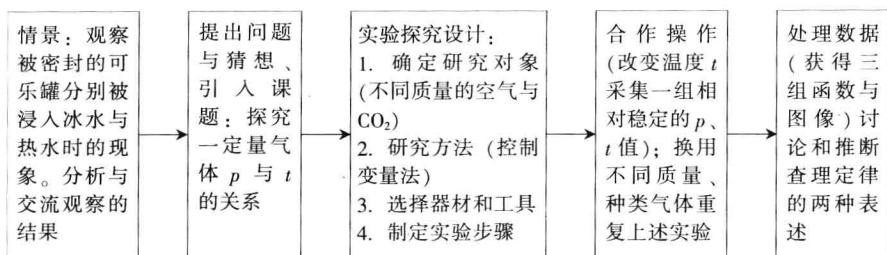


图 3

该节课的实验探究过程如下:



实践表明,上述过程能充分体现本设计中实验的探究性功能。但在实际课堂内的探究学习中,由于课时的限制、学生认知上的差异、资源环境条件的不同,因此实验探究不光是追求过程的全或量的最大化,而更应关注质的最优化。为此,提出以下四点做法:

(1) 从学生实际认知出发,创设有利于其探究技能形成与创新思维发展的问题情景。

在上述案例的实验结果图 3 中,很难形成查理定律的两种表述,如设置如下的系列问题情景:

① 图线与纵轴的交点表示什么? (0°C 时该气体的压强 p_0)

② 图线的函数为 $y = kx + b$, 换成相应的物理量应该如何表述? ($p = p_0 + kt$)

③ 图线的斜率 k 的物理意义是什么? ($k = \frac{\Delta p}{\Delta t}$)

④ 三条实验图线的反向延长线几乎交于横轴上同一点,则三条图线的斜率 k 的值还有更简约、更概括的表示吗?

⑤ 能写出各种气体遵循的、更为普遍适合的实验规律吗? ($p = p_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$)

⑥ 原来有些同学猜测 p 与 t 成正比,仔细考察实验中的图像特征,有

可能使这个假设成立吗? 需要改变什么? (以 -273°C 为零度即可, 需移动纵轴改变温标)

实践表明, 展开问题的讨论与交流, 能使运用已学的数学技能 (包括函数、图像) 深入地进行分析、判断、推理, 从中亲自感受和认识规律建立的过程、方法 (演绎外推、归纳推理), 从而有利于其问题意识、创新思维与探究能力的逐步形成。

(2) 将 DIS 与原有的实验资源整合, 以拓展数字化实验系统在教学中的探究功能。

下面的案例是关于《机械能守恒定律》的探究, 教材文本中是以 DIS 与摆的装置配套来完成实验验证的 (如图 4); 而现在我们可以利用原有的小车、木板、布面等器材与 DIS 组成新的组合: 利用位移传感器测量小车在不同表面 (粗布面、细布面、木板面) 上下滑经过各点时的高度 h 与速度 v , 经

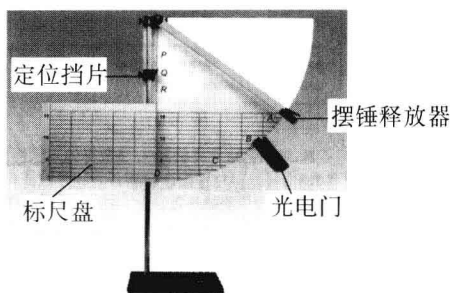


图 4

计算机软件处理后, 绘制出小车在同一表面上滑下的势能 E_p 、动能 E_k 与机械能 E 随位移 s 变化的图像 (如图 5a), 以及小车在粗糙程度不同的表面上滑下时, 其机械能随位移变化的图像 (如图 5b)。此后可组织学生讨论, 比较图 5b 中小车在不同斜面上运动的机械能随位移的变化得出其变化的趋势, 运用外推的方法进一步得出在无摩擦阻力做功、且只有重力做功的情况下, 物体的机械能将守恒的推论。上述整合的方式中表现出物理规律的形成更有其内在的逻辑性和合理性, 学生对外推法、图像比较法等科学方法的运用和认识更为深刻。

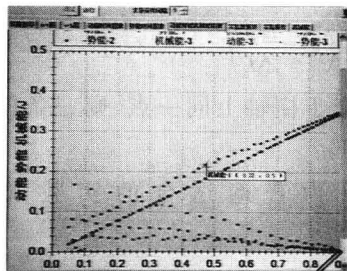


图 5a

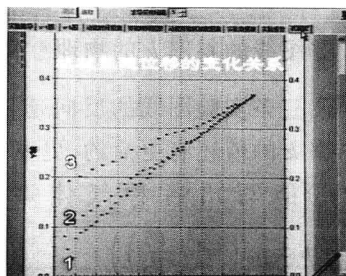


图 5b

(3) 从教材、史实与已有经验出发,加强实验探究的多元化设计。

首先,应仔细解读新教材文本的编写意图与理念。在二期课改中,用“学习包”的形式组织教学,是拓宽实验探究设计思路的一条有效途径。以《自由落体运动》为例,教材要求学生在阅读伽利略关于在光滑斜面上运动的物体是作匀变速运动的实验研究后,利用课内外的实践收集资料,自行组织小组或独立设计并证明自由落体也是一种初速度为零的匀变速运动。在此后的课内交流中,出现的方案有:①利用打点计时器与拖有纸带的重锤的组合完成实验,并分析纸带上的点迹及间距;②用位移传感器:发射器部分与落体捆绑在一起自由落下,接收器固定在其正下方,在计算机屏幕上得到关于其运动过程的 $s \sim t$ 图像与 $v \sim t$ 图像;③让金属小球在自由下落过程中经过多组光电门传感器,记录下落的时间 t (或经过该处的速度 v),测出下落的位移 h ,利用 DIS 处理及绘制 h 与 t (或 h 与 v) 的函数图像;④用频闪仪(频率可调)和数码相机在暗室中拍摄落体的频闪照片等多种设计。

其次,也可根据史实与文本的素材加以创新设计,如闭合电路欧姆定律的探究,除了教材中用的 $\epsilon = U_{\text{内}} + U_{\text{外}}$ 实验设计以外,也可根据欧姆当年发现规律的思路去设计出《研究回路 $R \propto \frac{1}{I}$ 关系》的实验,利用水果电池

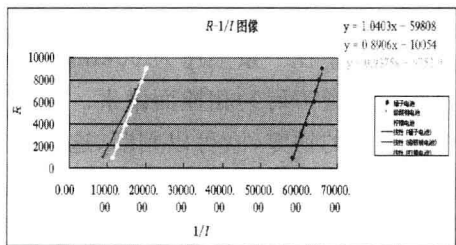


图 6

(柠檬、蕃茄、猕猴桃等)及数字电流表、电阻箱组合成的回路,改变电阻箱阻值记录相应的电流值,运用 Excel 软件绘制和拟合出相应的函数 $R = k\left(\frac{1}{I}\right) - b$ 的图像,如图 6,并进一步讨论与归纳,推得 $R = \left(\frac{\epsilon}{I}\right) - r$,从而导出 $I = \frac{\epsilon}{R+r}$ 。又如文本中关于端电压 U 与总电流 I 的图像,是闭合电路欧姆定律的一个推论,可运用逆向思维把这一推论作为实验探究的目标,通过研究回路中 $U \sim I$ 关系的实验,利用 DIS,采集一组 $U \sim I$ 的数据,经处理后获得函数 $U = b - kI$ 与图像,实验过程中改变所用干电池节数(一节、两节、三节),重复上述实验,观察到表达式中 b 、 k 的值成正比增加,从而发现 b 、 k 是与电源本身性质有关的两个物理量,即电动势 ϵ 与内阻 r 。

4. 应用性