

# 核心素养理念下物理“探做析”实验教学实践初探\*

——以“测当地重力加速度”为例

孙宏涛

(陕西省旬阳中学 陕西 安康 725700)

(收稿日期:2017-03-24)

**摘要:**针对物理学科核心素养中实验探究如何有效开展的问题,通过理论假设、实践观测、反思归纳的方法,发现通过优化实验探究教学组织流程,可以大大提高实验教学效果,总结得出了以“探究方案、评估优选、操作获证、体验感受、分析归纳、反思提高”为核心的“探、做、析”实验教学模式。

**关键词:**实验探究 测重力加速度 探做析 实践研究

物理学科核心素养是学生在接受物理教育过程中逐步形成的适应个人终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力,是学生通过物理学习内化的带有物理学特性的品质,是学生科学素养的关键成分,包括物理观念、科学思维、实验探究、科学态度与责任。其中实验探究是形成物理观念、发展科学思维、培育科学态度和责任的手段与途径。“实验探究素养是提出问题,形成猜想和假设,获取和处理信息,基于证据得出结论并做出解释,并对整个过程和结果进行交流、评估、反思的能力”<sup>[1]</sup>。实验探究主要包括问题、证据、解释、交流等要素。由此可见,实验探究及实验教学在物理学习中的基础性作用得到了进一步的强化。

## 1 问题提出

基于对物理学科核心素养中实验探究作用意义的分析,课题组于2016年1月—3月,针对中学物理实验教学现状,在陕南六所初、高中开展了广泛调研,发现很多物理教师珍惜课时,不愿在实验教学方面花费太多时间和精力,往往将理论探究与实践操作压缩到一节课进行,甚至只在黑板上讲实验,这样表面上是节约了时间,但学生没有经历深入的理论探究过程,难免思维封闭、操作粗放、原理不清、分析不透,往往收上来的实验报告质量很差,需大量时间讲评更正,如此反而花费更多时间。如何提高物理实

验教学效果,解决实验探究重要价值与实验教学低效现状之间的失调问题,成为我们课题研究的起点。

## 2 理论假设

当前中学物理实验教学,按照课程标准要求不同可分为:课堂演示实验、学生操作实验、专题探究实验;按照实验设备手段不同可分为:自制教具辅助实验、常规传统器材实验、数字化多媒体辅助实验;按照实验教学组织方式不同可分为:讲练结合免做式、自主合作探究式、课外开放探究式、三环节实验教学模式等,其中三环节实验教学模式的研究成果之一为单乐君老师的论文《高中物理实验教学“三环节”模式的构建》<sup>[2]</sup>,其三环节指准备实验、自主实验和点评实验。

“中学物理‘探、做、析’实验教学实践性研究”课题组选择从优化实验教学组织方式这一维度入手,假设实验教学的主要流程为“探做析”三环节,其主要理论构想如图1所示,其中“探”指探究方案,评估优选;

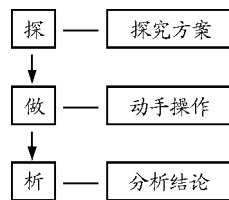


图1 探、做、析理论构想

“做”指操作获证,体验感受;“析”指分析归纳,反思提高。并假设只要逐一落实各个环节,有序组织,恰当调控,则会使学生积极参与、深入探究、有备而做、

\* 陕西省教育科学“十三五”规划课题“中学物理‘探、做、析’实验教学实践性研究”阶段成果之一,项目编号:SGH16B367

规范快捷、交流评价、全面提升。

### 3 实践研究

课题组从2015年10月起,按照“同课异构、观课研讨、集智提升、形成策略”的研究思路,先后在安康市安康中学、旬阳中学及商洛市商南中学、洛南中学高一年级的部分班级,针对高中物理力学重点实验“探究加速度与力、质量的关系”“探究恒力做功与动能变化”“验证机械能守恒定律”等展开了“探做析”三环节实验教学研究,并在旬阳中学高三年级的部分班级开展了“测当地重力加速度”的实验教学研究,初步总结出了实验教学“探做析”有效教

学组织模式。

现以“测当地重力加速度”为例,初步展示“探做析”三环节实验教学组织范式。

#### 【学情分析】

高三物理一轮复习中关于“实验:测当地重力加速度”,因学生已经系统学习了高中物理知识,有了一定的合作探究、实验设计、数据处理、误差分析的能力,为了进一步挖掘实验对于拓展学生思维、提高分析能力的功效,特采用中学物理“探、做、析”三环节实验教学法展开探究,重点展示第一环节。

#### 【学案预设】

“实验:测当地重力加速度”学案如表1所示。

表1 “实验:测当地重力加速度”学案

班级: _____ 组别: _____ 小组成员: _____	
<b>学习目的:</b>	
(1) 运用所学力学和运动学知识,制定、评估、优选实验方案,确定操作步骤,分析实验误差,评价常规实验与数字化实验的优劣。	
(2) 通过参与科学探究的理论和实践全程,培养创造思维和科学精神。	
<b>学习方法:</b> 问题导学、自主学习、合作探究	
<b>自主学习:</b>	
(1) 物体在地表附近所受重力是由地球引力产生的,重力加速度 $g$ 的大小随纬度升高而 _____, 随距地面高度的增大而 _____。	
(2) 高中阶段学习过的运动形式有 _____。	
(3) 本实验需要测量、记录哪些物理量? 各用什么测量或记录工具? 怎样处理数据、计算重力加速度?	
<b>合作探究:</b>	
实验方案设计表如表1-1所示。	

表1-1 实验方案设计记录表

组别:	小组成员:			
方案表述	需测物理量	所需器材	实验步骤	注意事项

#### 评估优选:

请针对某小组设计的方案,从简便性、精确性、可行性角度,进行方案评估,评估记录表如表1-2所示。

表1-2 实验方案评估记录表

被评小组:	被评方案:	评估小组:	小组成员:				
方法分类	具体方案	需测物理量	理论依据	具体测量器材与方法	简便性分析	精确性分析	可行性分析

(以旬阳中学物理实验室为例,对于本实验可提供的仪器有打点计时器、秒表、毫米刻度尺、游标卡尺、螺旋测微器、数字计时器、光电门、速度传感器、力传感器、朗威DIS系统1套)

**【教学过程】**

**第一环节**(1课时):探究方案,评估优选

**流程一**:学史导入,激励探究(2 min)

师:物理学中精确测定物理常量是一项重要而有意义的工作,例如卡文迪许用扭秤测定万有引力常量,埃拉托色尼用立竿见影法测量地球圆周长,罗伯特·密里根用油滴实验测元电荷电荷量等均被列入十大最美物理实验。

今天,请同学们开动大脑,挖掘潜能,设计方案,尽可能精确地测定我们当地的重力加速度。

**流程二**:复习旧知,预设诱导(3~5 min)

生:自主学习,完成学案中“自主学习”所列3个问题。

**流程三**:合作探究,设计方案(10 min)

**师生活动 1**:思维风暴,限时选案(2 min之内完成方案初选)

师:请各小组遵照实验方案设计简便性、可行性、精确性三原则,结合基础参考方案(方案A:自由落体运动+不同的计时、测距仪器;方案B:平抛运动+不同的计时、测距仪器;方案C:圆周运动+不同的计时、测距仪器;方案D:单摆往复运动+不同的计时、测距仪器。若学生从高一起进行过类似探究训练,则无需提供基础参考方案),对运动方式、测量工具、器材方法选择进行组合分类,选定1项方案,小组代表在黑板上写出组别及方案。

**活动要求**:

- (1) 只需写清楚运动形式、测量工具;
- (2) 后选小组不能重复前面小组所选方案;
- (3) 若没有选到实验方案,则选定某一小组方案进行预设、探究、评估。

生:组内简要交流后,由小组代表上台写出本组所选方案。

**师生活动 2**:小组合作,完善方案(6~8 min)

师:请各小组针对本组所选方案,从方案表述、需测物理量、所需器材、实验步骤等方面进行完善,将学案中“合作探究”表1-1内容填写完整,推选小

组方案解说代表。

生:方案展示小组的学生进行合作探究,完善方案;方案评估小组的学生进行预设质疑,深究细节。

**流程四**:交流展示,评估优选(25~28 min)

**师生活动 3**:展示解读,交互点评

师:请展示小组依次选派代表上台展示并讲解本小组选定的实验方案。

生:小组方案解说代表上台展示解说。

师:请评价小组按实验方案设计简便、可行、精确三原则对方案评价。

生:评价小组代表上台质疑、评价。

**师生活动 4**:对比分析,优选方案

师:请同学们对比以上实验设计方案,从中选出最简便、可行、精确的实验方案,学习小组内6人划分成3个实验小组,2人一组设计数据记录表格,思考数据处理方法,准备下节实验操作。

**第二环节**(0.5~1课时):操作获证,体验感受

师:请同学们按照自己实验小组选定的方案,准备实验操作,采集实验数据,注意实验细节,做好详细记录。

生:进行实验,操作获证,体验感受。

**第三环节**(0.5~1课时):分析归纳,反思提高

**师生活动 5**:数据处理,误差分析

生:进行实验数据处理及误差分析,简要撰写实验报告。

师:请以学习小组为单位,交流讨论数据处理的方法与实验结论,并思考主要的实验误差可能来源于哪些方面?如何减少误差?

生:数据处理方法及实验结论:

可能的误差来源:\_\_\_\_\_。

怎样减少误差:\_\_\_\_\_。

**师生活动 6**:学以致用,拓展提升

选择针对实验的训练习题或高考题目,进行当堂巩固,拓展提升。

**【例题】**(2012年高考上海卷)在“利用单摆测重力加速度”的实验中:某同学尝试用DIS测量周期

.....

**【实施成效】**

在“探、做、析”三环节实验教学实施过程中,最精彩的环节、最显著的成效在于探究方案评估优选环节,学生积极参与、踊跃发言.设计的实验原理包括:

(1) 由自由落体运动

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

得

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

或者

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

得

$$g = \frac{v^2}{2h}$$

(2) 由平抛运动轨迹方程

$$h = \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

得

$$g = \frac{2hv_0^2}{x^2}$$

(3) 在圆弧轨道最高点  $C$  管道内上、下各固定一个力传感器,在  $C$  点侧面固定一速度传感器.若两个传感器示数相等,说明竖直方向合力等于重力,速度传感器测出此时的速度  $v_C$ ,由

$$mg = \frac{mv^2}{R}$$

得

$$g = \frac{v^2}{R}$$

(4) 由单摆周期

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

得出

$$g = \frac{4\pi^2L}{T^2}$$

结合不同的研究对象、测量仪器,共列举了 11 种不同方案,经过论证评估,最后留下了重锤 + 打点计时器、滴水法、单摆法 3 种简便可行的实验方案.

课题组组织调研了解学生对“探做析”三环节实验教学的感受,结果表明:学生普遍认为“探做析”这种方法巧妙地将学习与思考、讨论与操作结合了起来,不仅让人明白了实验原理、目的,更了解了多种实验方法,特别是方案探究环节,能够充分调动学生的学习兴趣,使思维更活跃、更深刻、更清晰.

**4 研究结论**

“探、做、析”实验教学体现了科学探究的完整过程.“探”环节着重体现提出科学问题、形成猜想假设、设计实验与制订方案等要素;“做”环节主要完成实验获取证据、处理信息等操作性任务,此环节中“教师应培养学生对实验严肃认真的态度,对实验结果实事求是,如实记录实验数据,并把实事求是的作风带到平时的学习和生活中去”<sup>[3]</sup>;“析”环节则需基于证据得出结论并作出解释,以及对实验探究过程和结果进行交流、评估、反思,促进物理学科核心素养的全面渗透与有效培养.

“探、做、析”三环节实验教学实践的实质是通过理顺教学组织程序,培养实验探究素养,落实有效教学的尝试,比起常规“先讲后做再报告”这种方式,学生参与课堂的积极性明显提高,学习主动性明显增强,且课题组实践教师普遍感觉“探、做、析”实验课堂充满活力、生机盎然,因为课堂上学生活跃的思维可激发出无限的精彩.虽然我们课题组的探究刚刚起步,但我们相信这种方式一定是有价值、有生命力的,我们定会在探索的征途上持续深究、完善细节、规范程序、提炼推广.

(相关过程性资源,敬请关注我们课题组博客:  
<http://blog.sina.com.cn/sunhongtao2015>)

**参考文献**

- 1 陈小平. 创新实验设计,培养高中生的物理核心素养. 课程教学研究, 2016(10): 67 ~ 71
- 2 单乐君. 高中物理实验教学“三环节”模式的构建. 读写算(教师版): 素质教育论坛, 2012(18): 123 ~ 125
- 3 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(实验). 北京: 人民教育出版社, 2003. 52