

中小学图书馆装备推荐期刊

复印报刊资料

中学物理教与学

G36·月刊

2020年 第11期

HIGH SCHOOL EDUCATION: PHYSICS TEACHING AND LEARNING



中华人民共和国教育部主管
中国人民大学主办



CONTENTS
目录

中学物理 教与学

2020 年第 11 期
(月刊)

主管：中华人民共和国教育部

主办：中国人民大学

编辑出版：中国人民大学书报
资料中心

中心主任：张可云

总编辑：高自龙

副总编辑：钱蓉 李军林

编委会(按姓氏音序排列)：

郭玉英 黄恕伯 刘炳昇

彭前程 唐 掣 陶昌宏

王克田 朱建廉

执行主编：宣小红

副主编：林清华

责任编辑：张海龙 蒋 澍

编辑部地址：北京市海淀区中关村大街
甲 59 号文化大厦 1407B

电 话：(010)62516695

通 信：北京 9666 信箱

基础教育期刊社

邮政编码：100086

电子邮箱：jcjyqks@163.com

刊 号：ISSN 1009-2927
CN 11-4304/G4

理论

学科视点》

03 高中物理观念教学闲思

王长江、盛 洋

专题：2020 高考试题评析

09 加强关键能力考查,促进学科素养提升

——2020 年高考物理全国卷试题评析

教育部考试中心

12 考查核心素养,引导学科教学

——议 2020 年高考理综全国 I 卷物理试题特点

黄恕伯

16 高考评价体系在高考试题中的体现及启示

——以 2020 年物理全国卷为例

田成良

21 2020 年山东省高考物理力学实验题解读

卞望来

24 观点摘编

24 相关题录

课程

教材分析》

25 《普通高中教科书·物理·必修第一册》

习题配置特点研究

彭 征、伏森泉

31 数字化实验在 AP 物理教材中的呈现特点

及其启示

李 鼎、冯容士

教学

教学策略》

35 初中物理教学中培养物理思想“四化”策略 卢长津

39 从教材使用的视角谈初中物理概念教学 夏波

教学设计》

42 单元设计,让真实学习发生 许帮正

备课参考》

44 “光电效应”疑难问题解析 王丽军

教学研究》

47 基于核心素养的科学推理能力的“学习进阶” 周建秋

实验

实验教法》

51 全反射中的几个趣味小魔术 王欢、杨英

教师

教师发展》

55 实践体验课程的内容生成
——为教师学习赋能 何锐钰

学生

学生研究》

60 运用认知访谈探查物理学习思维的
“暗箱” 梁洁、唐华

64 索引

印刷:北京科信印刷有限公司

出版日期:每月10日

发行:北京报刊发行局

发行范围:公开发行

邮发代号:2-626

订购:全国各地邮局

中国人民大学书报资料

中心基础教育期刊社

订购电话:(010)62514975、82503412

(010)82503029、82503438

订购方式:

①邮政汇款

收款人地址:北京9666信箱

基础教育期刊社

收款人姓名:路艺

邮政编码:100086

②银行汇款

收款人全称:中国人民大学

书报资料中心

汇入地点:北京市

汇入银行名称:

中国银行北京人大支行

账号:344156031742

(汇款时请注明所购刊物的名称、刊期、数量及订购人详细联系方式)

广告热线:(010)62515829

广告发布登记证:京海市监广登字
20170128号

书报资料中心网址:

<http://zlzx.ruc.edu.cn>

基础教育期刊社网址及微信号:

<http://rdjcjy.ruc.edu.cn>



扫一扫,关注我们

刊物如有印刷装订质量问题,
请联系刘老师,电话:(010)62514528

数字化实验在 AP 物理教材中的呈现特点及其启示

李 鼎 冯容士

【摘要】数字化实验,最早发源于美国,20世纪末引入中国,伴随着2002年上海二期课改和2003年国家新一轮课程教材改革走向全国,已进入上海和全国的多套高中物理教材,促使高中物理实验教学发生了深刻的改变。与此同时,美国的AP课程也逐步实现了实验教学的数字化,且在数字化实验的选择方式、总体占比、实验时长等设置方面均体现了独到之处。因此,总结并归纳AP物理教材中数字化实验的呈现特点,挖掘其背后所蕴含的重要的教学思想,可以为中国新课标高中物理教材的建设工作提供一定的参考和借鉴。

【关键词】数字化实验;美国AP物理

一、研究背景

数字化实验的雏形出现于1960's年代末的美国,1980's年代逐渐成形,并开始在美国中小学科学教育实验教学中的应用^[1]。

AP项目,即Advanced Placement Program,可译为“前置教程项目”,是美国大学理事会(The College Board)实施的大学课程前置教程,亦可称为“大学预科教程”。美国大学对AP教程的重视程度较高,因此其相关课程在高中的开设率一直处于攀升状态。数据显示:2017年全美有117万高中学生至少选修了一门AP课程,创十年来的最大增幅。选修过AP课程的学生比例从2007年的23.9%上升到了2017年的37.7%^[2]。由于AP系列教材采用与大学课程接轨的课程理念,其物理教材比其他物理教材的内容多、难度大,对实验的重视程度更高。其2015年版的AP物理教师用书^[3]——AP Physics 1 and 2 Inquiry - Based Lab Investigations: A Teacher's Manual系统地引进了数字化实验,走在了美国各学科、各学段教材的前列。

二、数字化实验在 AP 物理教材中的呈现特点

(一) 数字化实验的称谓和归类

研究者针对该教师用书实施关键词查询,发现美语中目前没有与汉语的数字化实验对等的实验类别称谓。在美国教师看来,实验就是实验,使用传统仪器和使用传感器等数字化实验仪器所做的实验是等价的,似乎没有必要再创造一个新的实验名词。

Sensor 是美国 AP 物理教学界对于传感器的主流表述,但 Probe 的使用也时有出现,尤其是几种拥有“探针”外观特征的传感器,如磁传感器、温度传感器等,在本书中被轮流称为 Sensor 和 Probe。因此,一旦在某个实验的材料清单中发现了 Sensor 或者 Probe,该实验即可被归为数字化实验。

(二) 实验及数字化实验的设置

该教师用书共设置了16个实验(见表1)。该书针对大部分实验(带◆号的)同时给出了基于传统实验和数字化实验的方案,小部分实验则仅给出了基于传统实验的方案。这说明教师可以根据本校的实际情况选择采用数字化实验或传统实验方式,也可以两者并行、相互参照。

表1 AP物理教材教师用书中的实验和数字化实验

No.	实验名称	使用的传感器种类及数量
物理 1		
01	◆一维和二维运动学	光电门×2、运动传感器×3
02	◆牛顿第二定律	力传感器×1、光电门×3、运动传感器×5
03	圆周运动	/
04	能量守恒	/
05	◆冲量和动量	力传感器×8、运动传感器×12
06	◆谐波运动	运动传感器×4
07	◆旋转运动	旋转运动传感器×2

续表 1

No.	实验名称	使用的传感器种类及数量
物理 1		
08	◆机械波	运动传感器 × 1
09	◆电阻电路	Castle™ 课程套件 × 2
物理 2		
01	◆波意耳定律	压强传感器 × 4、温度传感器 × 1
02	流体力学	/
03	◆RC 电路	Castle™ 课程套件 × 2
04	◆磁	磁传感器/磁探针 × 9
05	电磁感应	/
06	几何光学	/
07	光的粒子模型	/

由表 1 可见,在全部 16 个实验中,有 10 个实验引入了数字化实验方案,比例为 62.5%。上述 10 个数字化实验中使用的传感器或探头共有 6 类 7 种,分别是运动传感器、力传感器、加速度传感器、压强传感器、温度传感器和磁传感器/磁探针。上述传感器和探头在各章节中的出现频次见表 2。

表 2 AP 物理教材教师用书各种 Sensor 和 Probe 的出现频次

传感器	运动	光电门	力	电学套件	压强	温度	磁场/磁探针
出现频次(次)	25	5	9	4	4	1	9
支持实验(个)	5	2	2	2	1	1	1

由表 2 可见,运动传感器的出现频率最高(25 次),且支持的实验最多(5 个)。原因在于该传感器相对于传统实验手段性能提升较为显著,实现了教师针对力学、运动学实验的很多理想预期,出现之后就成为了教师改进和提高上述实验质量的重要选项^[4]。这与数字化实验在国内物理实验教学中的应用情况基本相符。

(三) 对实验各步骤时长的规定

该教师用书对实验总时长和具体实验步骤的时长均做出了明确设定(见表 3),这是该书与其他类别的教材和教师用书的重大区别。

表 3 AP 物理实验用书对实验时长的规定情况(带◆的为数字化实验)

实验名称	1-1 研究一维和二维运动◆			
所需传感器	运动传感器 × 3、光电门传感器 × 2			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
1.5~2 小时◆	10~15 分钟	10~15 分钟	70~80 分钟	15~20 分钟
实验名称	1-2 牛顿第二定律◆			
所需传感器	运动传感器 × 5、光电门传感器 × 3			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3.5 小时◆	10~15 分钟	30 分钟	110~120 分钟	30 分钟
实验名称	1-3 圆周运动			
实验设备	/			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
1.5~2 小时	15 分钟	10 分钟	45~60 分钟	15~30 分钟
实验名称	1-4 能量守恒			
实验设备	/			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3.5 小时	10~15 分钟	/	90 分钟	80 分钟
实验名称	1-5 冲量和动量◆			
所需传感器	运动传感器 × 12、力传感器 × 8			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
2 小时◆	15	/	70	25
实验名称	1-6 谐波运动◆			
所需传感器	运动传感器 × 4			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3.5 小时◆	10~15 分钟		170 分钟	15 分钟
实验名称	1-7 旋转运动◆			
所需传感器	旋转运动传感器 × 2			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3.5~4.5 小时◆	5~10 分钟	/	180~265 分钟	/
实验名称	1-8 机械波◆			
所需传感器	运动传感器 × 1			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
2.5~3 小时◆	10 分钟	20~30 分钟	80~120 分钟	30 分钟
实验名称	1-9 电阻电路◆			
所需传感器	Castle™ 课程套件 × 2			
实验名称	1-9 电阻电路◆			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3~3.5 小时◆	20~25 分钟	20 分钟	90 分钟	30~60 分钟

续表 3

实验名称	2-1 波义耳定律◆			
所需传感器	压强传感器×4、温度传感器×1			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
1小时◆	5~10分钟	/	35~50分钟	10~15分钟
实验名称	2-2 流体力学			
实验设备	/			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
1.5~2.5小时	20~30分钟	10~20分钟	30~45分钟	40~50分钟
实验名称	2-3 RC 电路◆			
所需传感器	Castle™ 课程套件×2			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
4小时◆	15~20分钟	60分钟	120分钟	45分钟
实验名称	2-4 磁性◆			
所需传感器	磁场传感器×9			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3~3.5小时◆	15~20分钟	/	130~160分钟	30分钟
实验名称	2-5 电磁感应			
实验设备	/			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
1.5~2小时	5~10分钟	10~20分钟	60~70分钟	15~20分钟
实验名称	2-6 几何光学			
实验设备	/			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
3.5小时	15分钟	90分钟	60分钟	45分钟
实验名称	2-7 粒子模型			
实验设备	/			
总时长	教师准备	实验预习	学生实验	实验后讨论
2.5小时	15~20分钟	45~60分钟	45~60分钟	30分钟

由表 3 可见,上述 16 个实验的总时长为 41.5 ~ 46.5 小时,平均每个实验的时长为 2.6 ~ 2.9 小时;其中用时最长的是 1-7 旋转运动实验的 3.5 ~ 4.5 小时,最短的是 2-1 波义耳定律实验的 1 小时;学生实验的总时长为 1385 ~ 1630 分钟,平均每个实验中的学生实验用时为 87 ~ 102 分钟;其中用时最长的是 1-7 旋转运动实验的 180 ~ 265 分钟,最短的是 2-2 流体力学实验的 30 ~ 45 分钟。10 个数字化实验的总时长为 27.5 ~ 30.5 小时,平均每个实验的时长为 2.75 ~ 3.05 小时,略高于总体平均数;其中用时

最长和最短的实验都是数字化实验;数字化实验中的学生实验的总时长为 1055 ~ 1245 分钟,平均每个实验中的学生实验用时为 105.5 ~ 124.5 分钟,显著高于总体平均数;其中用时最长的是 1-7 旋转运动实验的 180 ~ 265 分钟,最短的是 2-1 波义耳定律实验的 35 ~ 50 分钟。而上表 4 所示的用于学生实验后讨论的时间长度也相当可观,普遍在 30 分钟以上,1-4 能量守恒实验的实验后讨论则达到了惊人的 80 分钟。可见,美国 AP 物理教师用书规定的实验总时长和各实验步骤时长均远超我国教师对于实验课时期望的上限。

三、中美教材中数字化实验的呈现特点比较

本文将上海二期课改高中物理教材和人教版、沪科教版、粤教版高中物理教材纳入与 AP 物理教师用书的比较,对双方在数字化实验的呈现方面的差异进行了总结。

(一) 实验方式的可选择性策略

客观来讲,数字化实验方式在大部分实验中的表现优于传统实验。但传统实验在部分基础性实验和观察体验型的实验中优势明显。两者之间的关系应该是相互补充、相互促进的。美国 AP 物理教师用书针对大部分实验同时提供了两种实验方案,把选择权交给了教师,这种处理方式更有利于教师对数字化实验的接受。而我国教材针对某一个具体实验,往往倾向于给出单一的实验方案,要么是传统实验,要么是数字化实验。反思数字化实验从推广初期至今所遇到的阻力,其部分原因可能就来自这种“单打一”的呈现方式。一方面,这种由教材主导的略显刚性、选项单一的教法变革有可能让教师,尤其是拥有一定教学经验的教师感到不适应;另一方面,“单打一”的呈现方式还在事实上造成了传统实验与数字化实验的对立,容易让教师们纠缠于具体的实验手段,而忽略了数字化实验和传统实验共同的本质——通过观察、总结受控的实验现象寻找其背后的科学规律。

根据研究者在美国高中的调查,AP 物理教师用书所采用的柔性举措并没有成为教师们坚守传统实验的借口。相反,由于引入数字化方式的实验多为传统实验做不好的实验,事实上促进了教师在数字化实验和传统实验的比较中形成了对数字化实验的全面认识和主动接受。美国教师们普遍倾向于创造条件去做数字化实验,或者采用传统与数字化并举的方式来开展自己的实验教学。

(二) 数字化实验在教材实验中的总体占比

经过统计发现,随着2003年之后的多次改版修订,除了上海二期课改教材和粤教版教材的数字化实验略有增加之外,人教版、沪科教版教材中的数字化实验的数量不仅没有增加,还略有减少。目前就数字化实验在教材实验中的占比而言,两国教材形成了鲜明对照(见表4)。

表4 中美物理教材数字化实验占比情况

教材	人教版 高一教材		上海课改版 高一教材		美国 AP 教材教师用书	
	数量占比	百分比	数量占比	百分比	数量占比	百分比
数字化实验/实验	6/30	20%	14/34	41.18%	10/16	62.5%

造成两国教材中数字化实验占比差异的原因有二:我国教材数字化实验的绝对数量偏少(人教版高一教材);我国教材中实验的总量偏多(上海二期课改高一教材)。但无论如何,相比于AP物理,我国高中物理教材在促进实验教学的数字化变革方面的力度显然较低。

(三) 数字化实验的时长设置

研究者在2019年10月进行了一次涉及全国十省区的教师数字化实验问卷调查。调查结果中有关实验时长的数据结果显示:67.56%的教师反映他们的学生动手操作的时间能占到分组实验总课时数的60%以上,西部地区教师的答案略高于全国平均值,东部地区教师的答案略低于全国平均值。因此,如果将分组实验的单位时间确定为50分钟的话,上述调查结果亦可以表述为:我国有67.56%的教师反映他们的学生在每次分组实验课(50分钟)中动手操作时间能够达到30分钟以上。如此看来,即便将每次分组实验确定为两个标准课时(100分钟),我国学生在分组实验中获得的实验操作时间还是显著低于美国AP物理教师用书安排的时间。再加上我国高中阶段班额较大,一般为美国高中班额的三倍左右,而学生需要在分组实验中轮换操作,所以我国每位高中生实际获得的分组实验时间应该是上述时间除以分组人数,显然更为有限。因此,尽管同样在教材中引入了数字化实验,但实验时长的差别决定了美国AP物理中的数字化实验更为扎实、深入和系统,更能够有效地促进学生的操作技能提升和科学知识构建。而我国的教材不仅实验时长严重不足,且实验前的预习、实验后的讨论等必要的思维导入和提升环节也因实验时间紧迫而难以得到实施和

保证。

四、结语

迄今为止美国针对中学实验教学最具有权威性和系统性的文件——美国国家研究理事会(NRC)在2005年出版的《美国实验室报告:高中的科学实验教学》[*American's Lab Report: Investigation in High School Science(2005)*]明确指出:“足够的时间是学生在实验教学中学习的必要条件”^[5]。在涉及对实验教学的创新探索——综合教学单元的教学效果总结的时候,该报告指出:“超过6~16周的实验教学和其他形式的教学可以增加学生对一门复杂课题的掌握,其中包括与此课题相关的各种科学思想之间的关系”^[6]。该报告对学校在实验教学的实施过程中所起的影响作用也非常重视,认为学校能够通过课表的排布来决定实验课的课时安排。由此可见,AP物理教材和教师用书的编者正是凭借相对丰富而完善的理论基础及调查依据,才确定了教材中针对数字化实验方式的可选择性、实验的总体占比以及实验的步骤和时长等方面的设置方案。这无疑是值得我国的高中物理教材编写机构参考和借鉴的。

参考文献:

[1] Tinker R. A History of Probeware [EB/OL]. https://concord.org/wp-content/uploads/2016/12/pdf/probeware_history.pdf. The Concord Consortium, 2002.

[2] Scott Jaschik. Record Numbers Take Advanced Placement Courses [EB/OL]. <https://www.insidehighered.com/quicktakes/2018/02/21/record-numbers-take-advanced-placement-courses>.

[3] The College Board. AP[®] Physics 1 and 2 Inquiry - Based Lab Investigations; A Teacher's Manual [M]. New York: The College Board, 2015.

[4] 罗星凯. 中学物理疑难实验专题研究[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 1998: 22.

[5][6] National Research Council. American's Lab Report: Investigation in High School Science [R]. Washington, D. C.: The National Academies Press, 2005: 159, 9.

【作者简介】李鼎、冯容士,上海市中小学数字化实验系统研发中心(上海 200072)。

【原文出处】《物理教学》(沪), 2020. 8. 16~19

欢迎订阅

中国人民大学书报资料中心基础教育系列刊

中国人民大学书报资料中心编辑出版的复印报刊资料基础教育系列期刊，依托北京师范大学、中国教育科学研究院、人大附中、附小及其他国内丰富的教育教学资源，精选全国报刊中的优秀论文，服务于广大中小学教师、教研员和教育管理者，为教学、管理提供理论和实践指导。一刊在手，尽览研究精华。

扫一扫，关注我们



咨询电话：(010) 62514975 何老师

邮局汇款：北京 9666 信箱基础教育期刊社 邮 编：100086 收款人：路 艺

银行汇款：收款单位名称：中国人民大学书报资料中心

开户银行：中国银行北京人大支行 银行账号：344156031742

订 购 回 执

备注：●表示学校应订购刊物

邮发代号	刊物名称	刊期	价格		订购份数	完中	高中	初中	小学
			单 价	全年价					
80-334	《教育学》	月刊	33.00	396.00		●	●	●	●
2-597	《中小学教育》	月刊	15.00	180.00		●	●	●	●
2-591	《中小学学校管理》	月刊	15.00	180.00		●	●	●	●
2-599	《高中语文教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●		
2-615	《高中数学教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●		
80-336	《初中语文教与学》	月刊	10.00	120.00		●		●	
80-335	《初中数学教与学》	月刊	10.00	120.00		●		●	
2-618	《中学外语教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●	●	
2-626	《中学物理教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●	●	
2-617	《中学化学教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●	●	
2-616	《中学历史、地理教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●	●	
2-619	《中学政治及其他各科教与学》	月刊	10.00	120.00		●	●	●	
80-217	《小学语文教与学》	月刊	10.00	120.00					●
80-218	《小学数学教与学》	月刊	10.00	120.00					●
80-219	《小学英语教与学》	月刊	10.00	120.00					●
2-415	《素质教育》	月刊	10.00	120.00					●

合计(金额大写):

小写:

单位名称: _____

经 办 人: _____ 联系电话: _____

联系地址: _____ 邮 编: _____

ISSN 1009-2927



9 771009 292208

ISSN 1009-2927

CN 11-4304/G4

京海市监广登字20170128号

CP061

国内定价: 10.00 元

邮发代号: 2-626



微信服务