

新课程标准中学生必做实验的 评价方案的探索与实践^{*}

陈 彬 李 铁 (江苏省锡山高级中学 江苏 214174)

摘 要 随着江苏省新高考的日益临近,新高考方案中对物理实验的考查也摆到了前所未有的重要地位。随着新版人教版教材的投入使用,新课标中学生必做的 21 个实验亟需一套评价方案可供教师们参考。本文基于物理学学科核心素养,针对这 21 个实验进行分类梳理,并根据不同的实验类型提供了对应的评价方案。

关键词 新课程标准 物理实验 评价方案

文章编号 1002-0748(2021)1-0033

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 问题的提出

物理实验是物理课程的重要组成部分,无论是帮助学生形成必要的物理观念,还是培养学生的科学思维和科学探究能力,都对学生认识科学本质,起着不可替代的作用。物理实验的评价是衡量物理实验是否完成上述目标的主要依据。随着江苏省的新高考方案的实施,今年上半年,第一批学生已经完成了实验测试。今年下半年,新版教材也将正式投入使用。然而有关学生必做实验的评价标准的建立却少之又少。笔者查阅了近年来的文献,对于实验评价的方案有的比较抽象,没有具体的评价准则或量表;有的只注重对操作的评价,而忽略了对学生思维、探究能力、科学态度的评价。鉴于此,本文以新版的人教版教材为例,对新课标中提出的 21 个学生必做实验进行梳理分类,并按类别给出对应的评价方案和实施意见。

2 实验内容的梳理

为了更好地对不同实验内容进行评价,应当先

将所有与实验相关的内容进行分类,根据类别确定不同的评价方案,从而有的放矢,实现更有针对性的评价。笔者依据《普通高中物理课程标准》(2017 年版),将其规定的学生必做的 21 个实验,依据关键词的表述不同分为以下三类,见表 1:观测性实验、验证性实验和探究性实验。其对应的关键词分别为“观察”“测量”“验证”“探究”“制作”。这三类实验培养学生核心素养的侧重点又有所不同:观测性实验主要考查的是仪器的操作、模型的建构和物理规律的简单运用,对应的是核心素养中的“物理观念”和“科学思维”这两个要素;“验证性实验”除了上述的考查重点外,更添加了“验证”这一环节,即更加注重学生经历实验过程,获得对科学本质的理解,培养科学态度,这属于“科学态度与责任”这一要素;最后的“探究性实验”则对学生的要求更上一层楼,“探究”“制作”突出了新课标对学生“科学思维”“科学探究”的要求,如图 1 所示。

表 1 学生必做的 21 个实验分类

序号	所属模块	实验名称	实验类别
1	必修 1	测量做直线运动物体的瞬时速度	观测类
2		探究弹簧弹力与形变量的关系	探究类
3		探究两个互成角度的力的合成规律	探究类
4		探究加速度与物体受力、物体质量的关系	探究类

^{*} 基金项目: 本文系江苏省教育科学“十三五”规划课题“普通高中物理实验教学方案的校本开发研究”(课程编号 T-c/2020/23),及江苏省中小学教学研究第十三期立项课题“指向物理核心素养的逆向教学设计的优化策略研究”项目编号(2019JK13-L046)的阶段性成果。

续 表

序号	所属模块	实验名称	实验类别
5	必修 2	验证机械能守恒定律	验证类
6		探究平抛运动的特点	探究类
7		探究向心力大小与半径、加速度、质量的关系	探究类
8	必修 3	观察电容器的充、放电现象	观测类
9		长度的测量及其测量工具的选用	观测类
10		测量金属丝的电阻率	观测类
11		用多用电表测量电学中的物理量	观测类
12		测量电源的电动势和内阻	观测类
13	选择性必修 1	验证动量守恒定律	验证类
14		用单摆测量重力加速度的大小	观测类
15		测量玻璃的折射率	观测类
16		用双缝干涉实验测量光的波长	观测类
17	选择性必修 2	探究影响感应电流的方向因素	探究类
18		探究变压器原副线圈电压和匝数的关系	探究类
19		利用传感器制作简单的自动控制装置	探究类
20	选择性必修 3	用油膜法估测油酸分子的大小	观测类
21		探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系	探究类

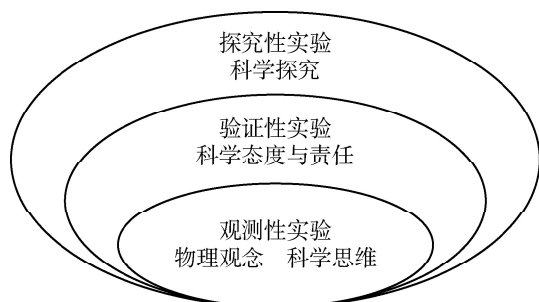


图 1 不同实验培养学生核心素养的不同要素

3 实验评价方案初探

实验评价方案分为两个部分,一个部分是操作评价,即设计评价量表,通过观察学生的实验操作表现,给予对应的评分。这一部分的评价对于所有实验而言,差别不大,主要考查的是学生是否有正确的实验操作、良好的实验习惯、严谨的科学态度。所以评价标准相对来说比较客观。

第二个部分采用传统的纸笔问答的评价方式。

表 2 “长度的测量及测量工具的选用”实验操作评分量表

实验过程	表现水平评价指标	配分	得分
仪器选择与组装	本实验无	0	

虽然形式并不新颖,但并不是让学生单纯地操练习题,而是精心设计问题,来考查学生科学探究的能力,评价学生的科学态度和对科学本质的认识。这一部分的评价相对来说比较主观,评价者更应该通过学生的回答,从侧面关注学生是否达到了实验考查标准,而非一味地只关注学生答案对错。而且根据不同的实验类型,两个部分的评价顺序会有所不同。

3.1 “观测性实验”和“验证性实验”评价方案

之所以将这两类实验归为同一个评价模式,是因为这两类实验都可以采用实验操作在先,纸笔问答在后的形式。只不过这两类实验的纸笔评价侧重点有所不同。前者侧重考查对物理规律和模型的理解与迁移,后者除了与前者相同的部分外,更考查学生对科学本质和科学态度的认识。两类实验操作的评价参考了邢红军老师 2018 年提出的中学物理实验操作评价的一级评价指标^[3],并结合其二级指标具体细化为对应的考查步骤。下面笔者以“长度的测量及测量工具的选用”为例,设计实验操作评分量表(见表 2)和纸笔评测题。

续 表

实验过程	表现水平评价指标	配分	得分
实验操作 与读数记录	游标卡尺测量空心圆筒的内径测量脚选用正确	0.5	
	不同位置测量三次,数据读数正确,填入表格	1	
	用游标卡尺测量空心圆筒的外径测量脚选用正确	0.5	
	不同位置测量三次,数据读数正确,填入表格	1	
	用游标卡尺测量空心圆筒的深度测量脚选用正确	0.5	
	不同位置测量三次,数据读数正确,填入表格	1	
	用螺旋测微器测量大头针的直径,铁砧接近大头针时,改用微调旋钮	1	
	不同位置测量三次,数据读数正确,填入表格	1.5	
数据处理与结论	计算圆筒的内径的平均值正确,符合有效数字要求	0.5	
	计算圆筒的外径的平均值正确,符合有效数字要求	0.5	
	计算圆筒的深度的平均值正确,符合有效数字要求	0.5	
	计算大头针直径的平均值正确,符合有效数字要求	0.5	
实验习惯	实验结束,拆除实验仪器,将仪器复原	1	
合计		10	
考核结果:少于6分不合格,大于等于6分合格			

纸笔评测:

(1) 你觉得测量不同物体,工具的选用应该遵循怎样的标准?(3分)

(2) 你认为测量时产生的误差在什么范围可以接受?(3分)

(3) 多次测量,测量不同的位置取平均值,有何科学意义?(4分)

3.2 探究性实验评价方案

探究性实验评价方案除了应关注实验操作外,更应强调的是对“探究”二字的评价!探究性实验的要义在于“探究”,如何设计问题,寻找证据,才能证明学生已经探出规律的本质,探出科学推理的思维,习得科学论证的方法?这是设计评价方案的关键。而且,每个实验的评价侧重点也应该有所不同,根据探究环节的不同,笔者把探究的环节分为:探究①“实验原理”、②“实验设计”、③“实验操作”、④“实验数据处理与分析”、⑤“实验误差分析”这五类。每一个探究性实验无法做到面面俱到地去探究各个环节,只能有选择性地挑选其中一个或几个环节来让学生着重探究,并实施评价。所以,“探究性实验”评价必须采取探究性问题在先,给予学生一定的引导后,再进行实验的操作性评价。而这些探究性问题其实也起着评价的作用。表3是笔者总结的9个探究性实验中可探究的环节。

表3 探究性实验中可供学生探究环节的梳理

序号	实验名称	可探究的环节 (与表1编号对应)
1	探究弹簧弹力与形变量的关系	②、④、⑤
2	探究两个互成角度的力的合成规律	②、③、④、⑤
3	探究加速度与物体受力、物体质量的关系	①、②、③、④、⑤
4	探究平抛运动的特点	①、②、③、④
5	探究向心力大小与半径、加速度、质量的关系	①、③、④
6	探究影响感应电流的方向因素	④
7	探究变压器原副线圈电压和匝数的关系	②、⑤
8	利用传感器制作简单的自动控制装置	①、②、③
9	探究等温情况下一定质量气体压强与体积的关系	④、⑤

剩下要做的,就是针对每一个探究性实验,根据各班学情的不同,选择合适的探究环节,设计问题,既起到了引导学生探究的作用,也充当了实验评价。笔者以“探究加速度与物体受力、物体质量的关系”为例,进行纸笔评价和实验操作评价的设计,见表4。

(1) 探究“实验原理”

问题1:就你的生活经验而言,物体的加速度可能会受到哪些因素的影响?说出你的理由。

问题2:在研究多个变量与加速度的关系时,我们应该采取什么研究方法?之前我们遇到过的哪些

实验也用到了此类方法?

(2) 探究“实验设计”

问题 1: 要验证你的猜想, 本实验需要测量哪些物理量? 分别利用什么方法或工具进行测量, 并尝试你的方法的可行性。

问题 2: 如何用一种装置将你所需要的实验仪器都搭建上去, 使得仪器能够高效运转?

问题 3: 你能否利用倍量关系来设计你的实验? 说说这种方法的优劣(提示: 做初速度为零的匀加速直线运动的物体, 其位移和加速度成正比)。

(3) 探究“实验操作”

问题 1: 有哪些因素会影响到实验的准确性? 针对每个因素分别说明理由。

问题 2: 我们该采取什么方法, 尽量减少这些因素对实验的影响?

问题 3: 实验操作过程中的步骤顺序应该是怎样的? 有哪些操作要点?

(4) 探究“数据处理与分析”

问题 1: 在多次实验得到数据之后, 我们如何更加直观地来判断加速度与各个变量之间的关系? 之前我们在哪些实验中也用到了这类方法?

问题 2: 如果我猜测加速度和某个物理量成反比(或平方反比), 我该如何处理, 让结果尽可能地直观?

(5) 探究“实验误差分析”

问题 1: 你得到 $a-F$ 图象与你假设的图象相同吗? 可能是哪些因素导致了这些差异, 说出你的理由?

问题 2: 有一位同学画出的图象前半段是直线, 后半段却成了曲线, 你能帮他找到问题并解决吗?

表 4 “探究加速度与物体受力、物体质量的关系”实验操作评分量表

实验过程	表现水平评价指标	配分	得分
仪器选择与组装	按照实验要求和自己的思路将实验器材安装好	1	
实验操作与读数	用天平测量小盘的质量 m_0 和小车的质量 M	1	
	平衡摩擦力: 在长木板的不带定滑轮的一端下面垫上一块薄木块, 使小车在斜面上做匀速直线运动	1	
	将细绳系在小车上并绕过滑轮悬挂小盘, 小盘里放砝码, 先接通电源再放开小车, 取纸带, 编号码	1	
	保持小车的质量 M 不变, 改变小盘中砝码的重力, 重复上述步骤。由纸带计算出小车的加速度, 并把力和对应的加速度填入表格中	1	
数据处理与结论	保持小盘和砝码质量 m 不变, 改变小车和砝码的总质量 M , 重复以上步骤。并将所对应的质量和加速度填入表格中	1	
	用逐差法计算各条纸带对应的加速度以及对应的力和质量	1	
实验习惯	根据记录的各组对应的加速度 a 与小车所受牵引力 F , 建立直角坐标系, 描点画 $a-F$ 图象。如果图象是一条过原点的倾斜直线, 便证明加速度与作用力成正比。再根据记录的各组对应的加速度 a 与小车和小车上砝码总质量 M , 建立直角坐标系, 描点画 $a-\frac{1}{M}$ 图象, 如果图象是一条过原点的倾斜直线, 就证明了加速度与质量成反比	2	
	实验结束, 拆除实验仪器, 将仪器复原	1	
合计		10	
考核结果: 少于 6 分不合格, 大于等于 6 分合格			

4 实践反思

笔者按照实验类型进行评价方案的设计, 然而实验类型并不是一成不变的, 完全可以根据不同的学情随机应变。例如, “测量电源电动势和内阻”也完全可以设计成一个探究性实验, 只需将对应的纸笔测评的问题重新设计即可。另外, 纸笔测评也并不一定要学生独立完成, 也可以设计成小组探究或者是合作探究的形式, 加强学生的合作探究能力, 这也是科学探究要素的一个重要方面。

参考文献

- [1] 蒋华. 基于高中物理实验教学的学科核心素养培育探讨[J]. 物理教学探讨, 2017, 35(04): 4—8.
- [2] 李国文, 仲扣庄. 物理实验课程过程性评价的实践研究[J]. 物理之友, 2019, 35(11): 8—10.
- [3] 邢红军, 靳莹. 中学物理实验操作评价研究[J]. 物理教师, 2018, 39(08): 50—52+55.
- [4] 曹义才. 基于核心素养导向的中学物理实验教学表现性评价[J]. 物理教师, 2016, 37(07): 9—11.