·初中园地·

基于情境的探究性试题命制思路和教学启示

——以“热水器防电墙的设计”为例

王亚峰[1] 吉临荣[2]

(1. 无锡市滨湖区教育研究发展中心,江苏 无锡 214073; 2. 无锡经开区教师发展中心,江苏 无锡 214125)

摘 要: 新课标倡导情境化教学和命题. 本文以“热水器的防电墙设计”这一真实的情境为例,从情境选择、目标定位、条件路径、评价形式和等级评分 5 个角度阐述情境化探究性试题的命制思路. 考试评价引导课堂教学,从教学目标、内容安排、教学过程和表现性评价 4 个方面提出了对教学的启示.

关键词: 情境化探究性试题; 命制思路; 教学启示

所谓基于情境的探究性试题,是指以生活实践或学习探究过程中的真实问题为载体,以学业质量为标准,在学生解决真实问题的过程中,应用所学知识、方法和素养的同时建构新知识,从而解决实际问题的一类试题. 它主要考查学生基于情境的“问题解决能力”和“创造能力”,[1]是评价“素养为纲”的重要题型,具有情境化、探究性、开放性、综合性等特点. 基于情境的探究性试题的命制,不但是物理工作者的必备技能,更能启发课堂教学改革的实施.

1 情境化探究性试题的命制思路

基于情境的探究性试题命制思路如图 1 所示.

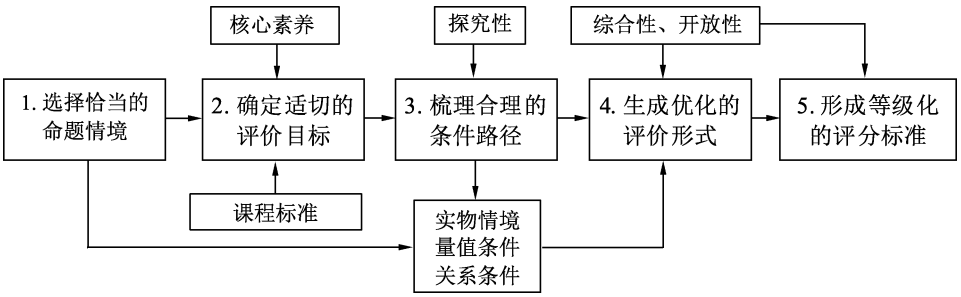

图 1 探究性试题命制思路图

选取恰当的命题情境,在“素养立意”的指导下,依据新课标的内容要求,确定适切的评价目标;结合多维的立体情境,指向评价目标,梳理合理的条件路径,过程凸显探究性;生成优化的评价形式,体现试题的综合性和开放性;最后形成等级化评分标准. 本文以“热水器的防电墙技术”为例,阐述命制过程.

1.1 选取恰当的命题情境

命题情境一般分为生活实践情境和学习探究情境.[2]生活实践情境主要是与日常生活、社会实践密切相关的内容,包括自然现象、生产生活中的物理问题、前沿科技. 学习探究情境主要是学生建构物理概念、探究物理规律的过程,包括物理学史、教材素材以及实验探究等. 情境选择应遵循 4 个原则. 一是真实性,让学生解释真现象,解决真问题;二是科学性,量值条件等要准确可靠;三是公平性,背景材料学生都要熟悉;[3]四是正导向,具有育人功能,尽量避免战争、瘟疫等.

本文选择的“热水器的防电墙技术”属于生活实践情境,是家庭生活中利用电能给水加热的设备,所在地区的学生都使用或见过. 由于家用洗澡水不是纯净水,能够导电,当电路老化时有触电危险;如果在电热水器内部安装一个永久性大电阻,就能减小异常情况下通过人体的电流,确保人体安全,如图 2 所示. 这是生活中存在且需要解决的真实问题,作为命题情境较恰当.

基金项目:本文系江苏省中小学教学研究第十四期重点课题“基于项目的初中物理探究学习循证实践”(项目编号:2021JY14-ZB23);无锡市教育科学“十四五”规划课题“基于实验的初中物理单元设计区域实践研究”(项目编号:F/E-C/2021/03)研究成果.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

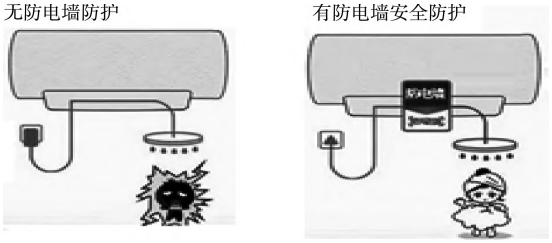

图 2　热水器防电墙示意图

1.2　确定适切的评价目标

新课标明确:“学业质量标准以核心素养为主要维度”“考试命题要坚持素养立意,全面考查学生的物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任”.[4]生活中的真实情境是立体的,评价的方向也是多元的,基于课程内容和发散思考,评价角度如表 1.

表 1　基于情境的评价目标

评价维度	评价角度
物理观念	3.3.1 了解内能和热量 3.4.2 知道电压、电流和电阻.探究电流与电压、电阻的关系,理解欧姆定律
科学思维	3.4.4 会画简单的电路图
科学探究	4.1.9 用电流表和电压表测量电阻 4.2.12 探究电流与电压、电阻的关系
科学态度与责任	3.4.7 有安全用电和节约用电的意识

“热水器的防电墙技术”既可评价电学内容,又可评价热学内容,涉及的电学内容较多,包含初中物理的核心概念(理解层次)——欧姆定律、串联电路的模型建构、电阻概念等.经反复商讨,试题的探究性定位于基于数据推理,定量得出影响电阻大小的因素,并应用建构的新概念解决生活中防电墙的规格设计.

1.3　梳理合理的条件路径

试题的条件路径包括实物条件、量值条件和关系条件.实物条件即情境本身;量值条件是以物理量和数字的形式给出实物条件的数值;关系条件主要说明实物条件系统中各物理量的特点或物理量之间的关系,可以是定性的语言,也可以是图表或表达式等.

实物条件和量值条件往往是固定的,进阶的关系条件可评价学生高阶素养.根据评价的目标,结合真实情境,可以借助学生必做实验“用电流表和电压表测量电阻”,引导学生测量防电墙中不同型号的水电阻大小,从实验数据分析选用防电墙型号,其条件路径如表 2.

表 2　基于情境的条件路径

实物条件	量值条件	关系条件 1	关系条件 2	目标设问
热水器防电墙	$U_{总}=220$ V $I_{总}=5\times10^{-3}$ A $R_2=2000$ Ω	串联电路电流电压规律;欧姆定律;测量电阻的实验	实验测出不同型号防电墙的水电阻大小	(1) 求防电墙 R_1 阻值 (2) 设计的防电墙需要多长?

题干设计如下:

如图 3 是某品牌贮水式电热水器内部结构示意图,内胆水箱容积为 60 L.当电加热管绝缘层老化破损时,洗澡水流就会将 220 V 电压加在内胆、防电墙、人体与大地之间,形成通路,内胆、大地电阻忽略不计.防电墙内部结构示意图如图 4 所示,流经其中的水必须沿着内部隔片螺旋流动,内部细长的水流就相当于一个大电阻,限制通过人体的电流,保障洗浴者安全.

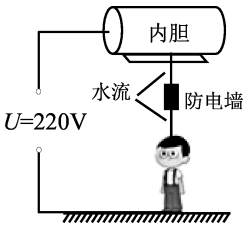

图 3　电热水器内部结构图



图 4　防电墙内部结构图

1.4　生成优化的评价形式

情境化探究性试题的评价形式是选择、填空、计算和简答等常规题型的组合,体现其综合性和开放性的特征.[5]

为了评价学生对防电墙的结构原理、电路模型等认识,宜采用选择题形式,增大考查内容的覆盖面,评价学生阅读理解、提取信息、推理判断等能力.设问如下:

(1) 关于“防电墙”,下列说法中错误的是

(A) 为了能限制通过人体的电流大小,防电墙应该与人体串联.

(B) 制作防电墙内部“隔片”的材料是绝缘体.

(C) 防电墙工作时,属于用电器,将电能转化为机械能.

(D) 防电墙的防电原理主要是通过增加导体的长度,从而增加电阻.

为了评价物理观念(核心概念——欧姆定律及应用)、科学思维、科学探究等维度,宜采用阅读理解、实验探究、应用实践等综合性形式,评价学生多维度核心素养.设问如下:

(2) 为了进一步探究防电墙作用,小明用如图 5 所示电路测量不同型号的防电墙电阻 R_x.图中

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

电源电压 36 V，Ⓐ为电流表，R_0 为滑动变阻器，R_x 为粗细均匀的玻璃管，其左右两端为导电活塞（活塞电阻可忽略不计），右端活塞固定，左端活塞可以自由移动，改变玻璃管内防电墙水柱长度 L，玻璃管侧壁连有一个阀门 K，可以按需调节管内水量. 现将该品牌电热水器内的水装入玻璃管中做成“防电墙”，测得电阻大小. 换用不同横截面积 S 的玻璃管再次实验，数据如表 3.

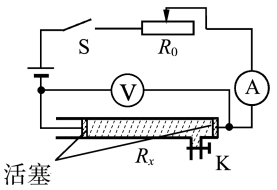

图 5　电路示意图

表 3　科学探究获得的不同规格“防电墙”的电阻大小

实验次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
长度 L/cm	10	20	30	10	20	30	10	20	30
横截面积 S /cm^2	1	1	1	2	2	2	3	3	3
防电墙电阻 R /$\times 10^3\ \Omega$	12	24	36	6	12	18	4	8	12

小明测出该品牌电热水器防电墙中螺旋水柱的横截面积为 0.6 cm^2，若洗澡时人体电阻为 2000 Ω，为了保证通过人体的电流不大于 5 mA，则

① 若环境温度 20 ℃，设置的内胆水温为 60 ℃，水的比热容为 4.2×10^3 J/(kg·℃)，当内胆中装满水时，水被加热到设定温度时至少需要吸收多少热量？

② 根据实验数据可知，小明实验时所选择的电流表量程是

(A) 100 mA.　(B) 10 mA.　(C) 1 mA.

③ 该品牌电热水器防电墙中螺旋水柱的总长度 L 不小于_____cm？

为评价学生对防电墙设计的评价和建议，宜采用简答题形式，评价学生思维的开放性和创新性. 设问如下：

(3) 从结构和原理角度，评价防电墙设计的优劣或提出进一步优化措施.

1.5　形成等级化评分标准

一道试题命制，应包括评分标准的设计. 对于选择、填空、计算等设问，评分标准一般统一；而对于简答题，评分标准一般具有开放性，可用等级化评分标准来评价. 本题的参考标准及解析如下.

(1) 评分标准：(C).

解析：从题干信息的提取，可以判断(A)(B)(D)正确；防电墙在电路中相当于用电器，工作时将电能转化为内能，不是机械能，所以(C)错误.

(2) 评分标准：1.008×10^7 J；(B)；21 cm.

解析：① 由 $Q_{吸}=cm(t-t_0)$ 代入数据得

$Q_{吸}=1.008\times10^7$ J.

② 电路中

$$I_{max}=\frac{U}{R}=\frac{36\ \text{V}}{4\times10^3\ \Omega}=9\ \text{mA},$$

$$I_{min}=\frac{U}{R}=\frac{36\ \text{V}}{36\times10^3\ \Omega}=1\ \text{mA}.$$

所以，电流表量程应选(B).

③ 建构如图 6 串联电路模型.

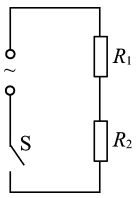

图 6　串联电路模型

由 $I=\frac{U}{R}$ 得

$U_2=I_2R_2=5\times10^{-3}\ \text{A}\times2000\ \Omega=10\ \text{V}.$

$$R_1=\frac{U_{总}-U_2}{I_1}=\frac{220\ \text{V}-10\ \text{V}}{5\times10^{-3}\ \text{A}}=4.2\times10^4\ \Omega.$$

由实验 1、2、3(或 4、5、6，或 7、8、9)得，在材料和 S 相同时，R 与 L 成正比. 由实验 1、4、7(或 2、5、8，或 3、6、9)得：在材料和 L 相同时，R 与 S 成反比. 设 $R=k\frac{L}{S}$，代入数据得

$$1.2\times10^4\ \Omega=k\times\frac{10\ \text{cm}}{1\ \text{cm}^2}. \quad (1)$$

$$4.2\times10^4\ \Omega=k\times\frac{L}{0.6\ \text{cm}^2}. \quad (2)$$

由式(1)(2)得，防电墙螺旋水柱长度 $L=21$ cm.

在设计防电墙这一真实情境中，需要求出螺旋水柱长度 L，这是一个全新的真问题，无已学公式可用. 但学生运用已有的科学探究能力，发现表格中数据的规律，再应用规律解决问题，指向学生科学思维能力的评价.

(3) 等级化的评分标准(如表 4).

表 4　等级化的评分标准

水平等级	参考标准	得分
水平 1	语言、逻辑混乱，没有依据和指向的答题方向	0 分
水平 2	水易获取；水的比热容大；根据需要调整防电墙的长度、形状等	1 分
水平 3	将防电墙的电能转化为内能用来加热水；防电墙的水电阻大小可能会受水质等影响，需要进一步增强防电墙的稳定性和安全性	2 分

解析：设计等级化评分标准(见表 4)，评价学生核心素养所达成维度的广度和深度. 若学生的回答没有指向性，得 0 分；若学生仅从设计优良、材料获取等物理观念、科学探究维度回答，得 1 分；若学生在水平 2 的基础上，还能从节约能源、

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

安全意识等科学思维、科学态度与责任维度质疑创新并提出改进或建议，得 2 分.

2 对物理教学的启示

基于情境的探究性试题要求学生对真实情境进行观察、分析、归纳、迁移、推理等环节，去解决真实情境下的问题. 试题体现了物理学科“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念，能够让学生经历“问题探究和解决”的全过程，在应用知识的同时，提高解决问题的能力. 考试评价的方向引导了一线物理课堂需要落实基于真实情境的主题教学.

2.1 指向核心素养的目标设计

课堂教学目标应该是立体的. 不仅包括科学内容，还包括科学探究和科学思维. 其中内容是课堂学习的载体，探究是路径，思维是指向. 课堂教学目标是在大单元的基础上，结合课堂内容，依据进阶型原则，从学生学习的角度，规范地阐述学生需要认识的事实，需要经历的探究过程，需要学会的解决问题能力.

2.2 基于主题情境的内容设计

课堂教学设计应以生活生产、社会发展以及科技进步等内容为主题情境，[6] 引领教学设计模块. 各模块围绕情境、相互关联、逐步进阶，指向教学目标的完成，落实“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念.

2.3 追求深度理解的教学过程

基于情境，指向目标，教学过程强调学生深度理解的发生. 围绕情境、分析问题、解决问题、落实探究是驱动学生深度理解的有效路径.

探究过程，注重问题链的设计，凸显科学探究的过程. 从主题情境到问题的提出、证据的获取、过程的设计、结论的总结、解释以及交流评估，都指向能力和思维的培养.

2.4 指向问题解决的教学评价

课堂教学评价是贯穿课堂教学始终的. 评价不仅是知识的应用、现象的解释，更是指向真实问题的解决，对实践的改进和创新. 让课堂教学的过程从“解题”向“解决问题”方向转变，让课堂教学的目标从“知识的掌握”向“素养的培养”方向调整.

基于情境的学习过程设计和评价方向引领，是落实学科育人、新教学体系建构的有效途径.

参考文献：

1 左祥胜，唐双虎，袁加兴. 基于情境为载体的高考评价体系落地探析——以 2021 年广东高考物理试题的“情境”设置为例[J]. 物理教师，2022，43(2)：82－86.
2 张红洋，张婧婧. 高考物理试题的情境化特征研究[J]. 物理教师，2022，43(3)：75－79.
3 袁张瑾，梁旭. 真实情境试题的功能、来源与命制原则[J]. 物理教学，2021，43(5)：56－61.
4 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
5 朱行健. 高考物理探究性试题的主要类型及解决策略[J]. 物理通报，2017(5)：2－5.
6 戴亮，须萍. 基于情境类型学的高考物理试题情境的比较研究——以 2021 年各省市高考物理试题为例[J]. 物理教师，2021，42(12)：75－78.

(收稿日期：2023－07－08)

(上接第 40 页)

以“探究桥梁的科学、人文和艺术之美”为主题实施跨学科实践教学，可以让学生感悟到“现代科学技术为艺术发展提供了丰富的创意和表现手段，艺术的发展也为科学技术的进步从想象、和谐、美感等方面提供了创意”.[7] 学生对参与跨学科学习表现出了极大的兴趣，并且能够有深度、有见解地发表自己的观点，能够有创意地合作完成作品，学生在活动中的表现往往超过了教师的预期.

实施跨学科实践教学教师不但要把握好跨学科实践在物理课程中的定位，而且要有更加宽阔的视野，除了具备扎实的物理教学功底，也要提高自身的人文和艺术素养，还要善于在教学中应用信息技术、创新教学方式和提高教学效率，以适应培养学生发展核心素养的需要.

参考文献：

1 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
2 冯爽. 中学物理课程跨学科实践主题的模型建构及实施路径[J]. 物理教师，2022(5)：59－65.
3 王秀英，万欣欣. 基于项目式学习的教学设计——以圆周运动为例[J]. 物理教学，2022(3)：2－8.
4 中华人民共和国教育部. 义务教育语文课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
5 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2022 年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
6 谢佳宏，王较过. “静电场”主题的学习进阶研究[J]. 物理教师，2018(12)：26－29.
7 中华人民共和国教育部. 普通高中艺术课程标准(2017 年版)[S]. 北京：人民教育出出版社，2017.

(收稿日期：2023－08－20)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net