

STEM 课程理念下的中考物理试题类型探讨

朱行建

(天津经济技术开发区教育促进中心 天津 300457)

董耀

(镇江科技新城实验学校 江苏 镇江 212000)

(收稿日期:2022-03-07)

摘要:STEM 强调跨学科性,以真实的情境融入课程教学,主张为学生提供动手实践和深入理解科学概念原理的机会.文章以中考物理中的 STEM 试题为例,对其进行分类分析,探析 STEM 试题在考试评价中的意义,以期促进学生全面而有个性发展.

关键词:STEM 中考物理 试题类型

1 问题提出

2019年11月20日,《教育部关于加强初中学业水平考试命题工作的意见》中指出:“试题命制既要注重考查基础知识、基本技能,还要注重考查思维过程、创新意识和分析问题、解决问题的能力.结合不同学科特点,合理设置试题结构,减少机械记忆试题和客观性试题比例,提高探究性、开放性、综合性试题比例,积极探索跨学科命题.”^[1]

跨学科命题与国际上的 STEM 课程理念一致,STEM 是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)4 门学科英文首字母的缩写.其中科学在于认识世界、解释自然界的客观规律;技术和工程则是在尊重自然规律的基础上改造世界、实现与自然界的和谐共处、解决社会发展过程中遇到的难题;数学则作为技术与工程学科的基础工具.因此,跨学科命题,不仅仅是物理和数学的结合,还应该是和工程、技术的融合.

傅骞把 STEM 教育应用模式分成验证、探究、制造、创造 4 大类^[2].刘健智认为这正是物理教学融入 STEM 教育的 4 个阶段——从“验证”的初级阶

段到“探究”的过渡阶段,再到“制造”的高级阶段,最终到“创造”的终极阶段——逐步将学生从“技能型”培养成“创造型”人才.这可以认为是 STEM 试题的 4 种典型类型^[3].

在 2021 年全国各地的中考试题中,已有很多地区的试题体现了 STEM 课程的理念,以下选取一些试题进行分类探讨.

2 中考物理 STEM 试题类型分析

2.1 验证型 STEM 中考物理试题

验证型 STEM 中考物理试题通过明确的问题设计,考查学生对相关定律或现象的理解层次.学生需基于现象进行验证性分析,试题一般具有典型的学科情境色彩,以考查逻辑推理能力为着力点.

【例 1】(山东日照)常用的呼气式酒精测试仪有两种:一种是燃料电池型酒精测试仪(简称“电池型”),利用酒精与电池内的化学物质发生反应产生电压,某款“电池型”工作电路如图 1(a),燃料电池两端的电压与进入电池的酒精浓度关系如图 1(b).一种是气敏电阻型酒精测试仪(简称“电阻型”),气敏电阻的阻值随酒精气体浓度的变化而变化,某款

作者简介:朱行建(1964—),男,硕士,中教高级,特级教师,研究方向为中学物理教学与科普研究.

通讯作者:董耀(1988—),男,本科,中教一级,研究方向为中学物理教学.

“电阻型”工作电路如图 1(c), 电源电压为 9 V, R_1 是阻值为 25Ω 的定值电阻, R_2 是气敏电阻, 其阻值与酒精浓度的关系如图 1(d). 酒精浓度 (n) 表示每 100 mL 气体中含有酒精的质量. 请完成下列问题.

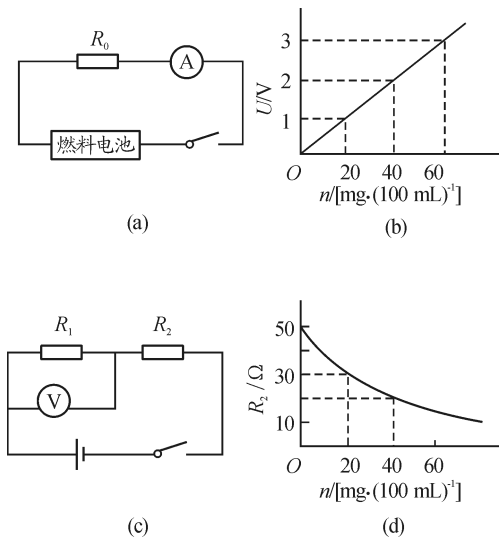


图 1 例 1 题图

(1) 已知 R_0 的阻值为 20Ω . 若驾驶员每 100 mL 呼出气体中含有 40 mg 酒精, 当用该款“电阻型”检测时, 图 1(a) 中电流表的示数为多大?

(2) 用该款“电阻型”检测时, 请计算:

- 1) 如果驾驶员没有喝酒, 电压表的示数为多少?
- 2) 如果电压表示数为 5 V, 驾驶员呼出的气体, 每 100 mL 中含有酒精多少毫克?

本题中两种酒精测试仪的设计是一个工程问题, 其设计的原理运用了电路相关的科学知识. 试题通过具体的设计原理图来求解呼气式酒精测试仪的相关数据, 从而验证呼气式酒精测试仪的可行性. 试题考查了学生分析电路, 分析函数图像, 提取有用信息, 欧姆定律的计算, 归纳推理等多方面的综合能力. 旨在引导学生关注生产生活中的科学原理, 从解题走向解决实际问题.

2.2 探究型 STEM 中考物理试题

探究型 STEM 中考物理试题, 以考查学生的探究能力为着力点, 要求学生能够提出关于自然界的问题并研究自然生活中的现象, 在探究的过程中, 试图让学生对概念、原理、模型、方法等形成深入理解.

【例 2】(贵州遵义) 汽车工程师探究单个轮胎滚动阻力与行驶速度、轮胎气压、轮胎品牌的关系. 根据收集到的数据, 绘制了如图 2 所示的图像.

(1) 工程师在探究单个轮胎滚动阻力与轮胎气压的关系时, 应控制的变量有 _____;

(2) 工程师在探究单个轮胎滚动阻力与行驶速度的关系时, 轮胎克服最小阻力做功的功率大小为 _____ W;

(3) 实践证明, 当汽车轮胎气压增大到一定值后, 汽车的安全性会随之降低. 请综合考虑汽车安全性, 结合以上试验数据, 提出能有效减少汽车能耗的建议: _____.

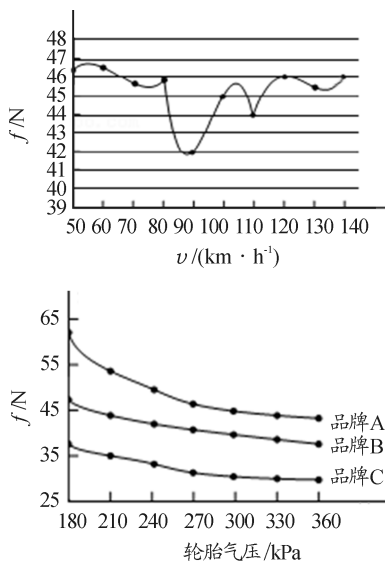


图 2 例 2 题图

本题是基于探究性问题的 STEM 试题, 考查了常用的科学研究方法: 控制变量法, 图像分析法. 第 2 问引导学生计算轮胎克服最小阻力做功的功率, 为第 3 问进一步提出有效减少汽车能耗的实践性问题给出建议做好了充分的引导和铺垫. 本题提供的信息素材能够增长学生的科学知识, 了解影响汽车安全性能的相关因素, 渗透生命安全教育, 提高科学素养.

2.3 制造型 STEM 中考物理试题

制造型 STEM 中考物理试题注重做中学、用中学. 一般是对已有工具的认识、理解、模仿、再现制作. 力求通过丰富的感性经验的积累, 为理性的深刻认识奠定基础, 提升学生的操作技能.

【例3】(广东) 杆秤是从我国古代沿用至今的称量工具,如图3是小明制作的杆秤的示意图,使用时,将待称物体挂在秤钩上,用手提起B或C(相当于支点)处的秤纽,移动秤砣在秤杆上的位置D,使秤杆达到水平平衡时可读出待称物体的质量,此秤最大称量是10 kg,秤砣最远可移至E点.秤杆和秤钩的质量忽略不计,AB,BC,BE的长度如图所示(g 取10 N/kg),求:

- (1) 提起哪处的秤纽,此秤的称量最大?
- (2) 秤砣质量为多少?
- (3) 当提起C处秤纽称一袋质量为2 kg的荔枝时,D与C之间的距离为多少?

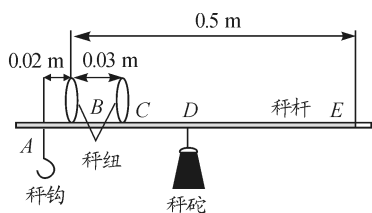


图3 例3题图

本题杠杆的制作是一个工程技术问题,需要运用到杠杆平衡条件这个科学原理.学生利用杠杆平衡条件分析找出杆秤最大称量值与秤纽的位置,秤砣的位置之间的数学关系,计算出CD间的距离,从

而完成杠杆的制作这个技术问题.该题目将科学原理与技术相融合,能够指导学生在生活中运用所学科学原理来解决实践中的技术性问题,体现了STEM的理念.

2.4 创造型STEM中考物理试题

创造型STEM中考物理试题,要求学生在对不同学科知识进行综合应用基础上,进行拓展、重构、迁移和整合,实现对科学仪器的设计、改良、创新.该类试题关注学生在较高认知水平层次上的实践活动,有助于学生高阶思维的培养,让高水平学生更有成就感.

【例4】(湖南衡阳) 某兴趣小组为检测操场上的风力等级,设计了一台简易风速仪,其工作原理如图4(a)所示.装有挡风板和滑片P的轻质滑块与轻质弹簧套在滑杆MN上,滑杆上的摩擦力忽略不计,弹簧左端固定,右端与滑块相连.挡风板的挡风面积为 0.2 m^2 ,均匀电阻丝AB长为30 cm,阻值为 15Ω ,电源电压 U 恒为9 V,保护电阻 R_0 为 3Ω ,电压表量程 $0 \sim 3 \text{ V}$.弹簧弹力 F 与弹簧长度改变量 x 的关系如图4(b)所示.无风时,滑片P在A处,有风时,滑块移动,稳定后读出电压表示数,计算并查阅表1数据可知风速及风级.

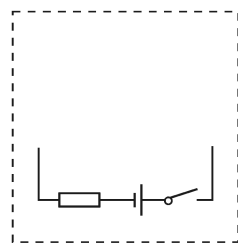
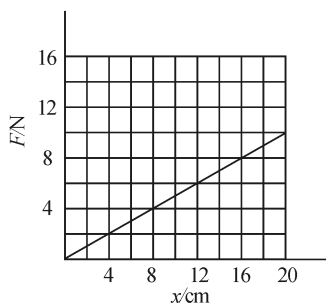
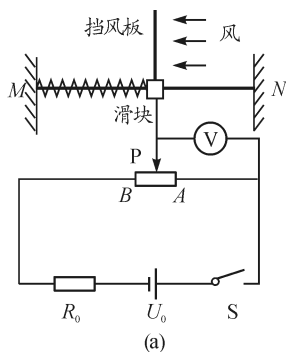


图4 例4题图

表1 风速与风压等级划分

| 风级 | 一级 | 二级 | 三级 | 四级 | 五级 | 六级 |
|---------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|
| 风速 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ | 0.3 ~ 1.5 | 1.6 ~ 3.3 | 3.4 ~ 5.4 | 5.5 ~ 7.9 | 8.0 ~ 10.7 | 10.8 ~ 13.8 |
| 风压 p/Pa | 0.055 ~ 1.4 | 1.6 ~ 6.8 | 7.2 ~ 18 | 18.9 ~ 39 | 40 ~ 72 | 72.9 ~ 119 |

- (1) 无风时,求通过 R_0 的电流;
- (2) 为保护电路安全,求出风速仪所测最大风力等级为几级;

- (3) 某日从天气预报得知,第二天风力等级将达到五级,风速 v 预计为 10 m/s ,在原有电路元件和电路基本连接方式均不变的基础上,电路将如何改

进,在图4(c)的虚线框内将电路补充完整.小组成员还想计算出电路改进后电压表的示数,经查阅资料得知,该挡风板所受的风压与风速的平方成正比,其关系式为 $p=kv^2$, (其中 k 为常量,数值为0.6),假设你为该小组成员,请你计算出风速为10 m/s时,改进后的电路中电压表的示数.

本题是以解决测量风速这一生活实际为出发点的工程问题,考查欧姆定律、弹簧形变、压力和压强的综合计算,同时涉及图像分析、电路设计.题中第3问提出风力达五级时如何改进电路,需要创新设计,既考查了学生的创造思维能力,又能启发学生在学习中注意实际问题,使设计更加合理.

3 STEM 中考物理试题的教学启示

STEM 中考物理试题注重跨学科实践,通过创设具有探究性、开放性、综合性的真实问题情境,引导学生综合运用知识技能处理问题,要求学生具备很强的创新能力和实践能力.

3.1 科学设计问题 提高学生能力水平

从验证、探究再到制作和创造分别对应着学习者能力的初级阶段、过渡阶段再到高级阶段和终极阶段.同样在进行STEM跨学科问题设计时,前期

可以验证性问题为主,夯实学科必备知识,在此基础上有意识地引导学生发现问题解决问题,培养学生的探究素养,最后在模仿制作与改良创新中提高学生的技术意识、工程思维和动手实践能力.

3.2 关注跨学科实践 促进学习方式变革

STEM 中考物理试题具有明显的跨学科性特点,问题情境多与日常生活、工程实践、社会热点等问题密切相关.在一线的教学要结合学科特点开发跨学科实践案例,创设充满挑战、激发学生思考的关键问题,通过动手实践提高学生参与的积极性,让学生从“解题”向“解决问题”转变,实现知识的迁移应用,促进学生问题解决能力和实践创新能力的提高.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 教育部关于加强初中学业水平考试命题工作的意见:教基[2019]15号[A/OL]. (2019-11-22)[2021-03-03]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3321/201911/t20191128_409951.html
- 2 傅骞,刘鹏飞. 从验证到创造——中小学STEM教育应用模式研究[J]. 中国电化教育, 2016(4):71~78
- 3 刘健智,刘新武,马瑛瑛. 中学物理验证型STEM教学模式——以“测量物质的密度”教学为例[J]. 物理教师, 2020(12):43~46

(上接第120页)

Improvement of Solid Specific Heat Capacity Measuring Instrument Using Chip Microcomputer

Li Xiaolei Wang Xuehe

(Department of Computer Application, Heze Medical College, Heze, Shandong 274000)

Abstract: In view of the poor operability of solid specific heat capacity measuring instrument by the traditional physics experiment mixing method, it has been improved with STC89C52 MCU as the main controller, combined with the timer function of the MCU and gravity sensor, temperature sensor to achieve datas acquisition intelligently, experimental datas displayed on the LCD screen in time and stored in the Memory, convenient for the collation of experimental datas. Compared with traditional experimental instruments, it reduces the error of artificial operation effectively and is operable highly.

Key words: STC89C52 MCU; solid specific heat capacity; sensor technology; measuring instruments