

· 高考命题研究 ·

例谈高考物理试题情境的科学性

宋亚杰¹ 胡雨宸²

(1. 南京师范大学教师教育学院, 江苏 南京 210024; 2. 南京市金陵中学, 江苏 南京 210005)

摘要: 试题情境的创新设计是高考命题改革工作的重要内容与途径. 对 3 道典型高考物理试题进行评析, 体会试题情境创设中的科学性原则, 探索通过科学创设试题情境提升试题命制质量的有效途径, 希望为我国高中物理情境化试题命制工作带来启示.

关键词: 高考物理试题; 试题情境; 科学性原则

1 引言

科学性原则是指试题、答案及解答过程均正确、规范, 不出现科学性、常识性的错误. 试题的科学性是保证考试公平的基本要求. 一般来说, 试题的科学性可以包含两种不同的层面: 狭义的科学性是指试题本身是正确的、可以解答的, 不存在科学性错误. 广义的科学性除了包含试题本身的科学性以外, 还包括试题的表述要简洁、明确、规范, 图表准确, 不存在歧义. 诸如“情境背景不真实”、“模型建构不合理”、“题设条件不相容”、“已知数据不正确”等原因, 均与试题命制的科学性原则相违背. 这里, 我们认为高考物理试题命制时应遵循一般意义上的科学性原则, 即试题本身应正确无误、规范有解, 同时试题的表述(即情境创设)应简明规范, 故而这里从试题情境创设的角度将科学性原则归纳为以下 3 条: 试题考查内容的科学性、试题图文描述的一致性以及试题情境取材的真实性. 下面我们通过几道典型的高考物理真题来体会试题情境创设的科学性原则.

2 试题考查内容的科学性

试题考查内容的科学性是指指试题本身是正确有解的, 不存在科学性、常识性或规范性错误. 虽然这是试题设计过程中最基本的要求, 但由于构思欠密, 推敲不细, 有科学性失误的试题及解答在高考卷中亦偶有出现, 其结果必然有损选拔性考试的公平性. 因此, 科学性原则是试题情境创设应遵循的最基本原则.

例 1. [2012 年江苏卷第 15(1)题] 如图 1 所示, 待测区域中存在匀强电场和匀强磁场, 根据带电粒子射入时的受力情况可推测其电场和磁场. 图中装置由加速器和平移器组成, 平移器由两对水平放置、相距为 l 的相同平行金属板构成, 极板

长度为 l 、间距为 d , 两对极板间偏转电压大小相等、电场方向相反. 质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子经加速电压 U_0 加速后, 水平射入偏转电压为 U_1 的平移器, 最终从 A 点水平射入待测区域. 不考虑粒子受到的重力. 求粒子射出平移器时的速度大小 v_1 .

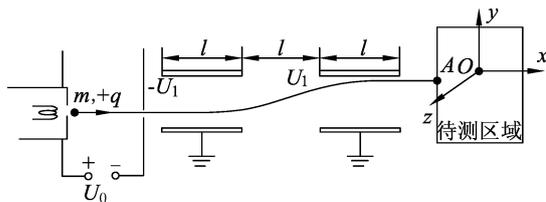


图 1

参考解答: 设粒子射出加速器的速度为 v_0 . 根据动能定理 $qU_0 = \frac{1}{2} m v_0^2$, 由题意得 $v_1 = v_0$, 即 $v_1 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$.

评析: 该题为 2012 年江苏卷压轴题第一问, 考查“带电粒子在电场中的运动”基本模型, 试题难度较易, 解题时只要考虑到该粒子在电压等大反向的平行板电容器(即题中“平移器”)内的偏转运动具有对称性, 并据此得出粒子在平移器的入射速度与出射速度大小相等, 最后根据动能定理求解带电粒子在加速器中的加速过程便可得出答案. 需要特别指出的是, 命题者在这里为了符合中学生的认知水平并服务于试题的测试与选拔功能, 主观上对该模型进行了简化: 认为两电压等大反向的平行板电容器之间不存在电场, 故带电粒子在两平移器之间做匀速直线运动, 即忽略电场的边缘效应. 事实上, 带电粒子的重力是可以被忽

基金项目: 本文系江苏省研究生科研与实践创新计划项目课题“中外高中物理试题情境设计的比较研究”(项目编号: KYCX18_1234)研究成果.

略的,但这里的电场效应显然不可轻易忽略:依题意,两组金属板电容器的下极板均接地,即电压均为 0,而两电容器上极板的电压分别为 $-U_1$ 和 U_1 ,故两上极板之间电势差依题意应达到 $2U_1$. 题中并未附加 U_1 远远小于 U_0 . 这样的条件,显然这时两电容器之间存在电场,带电粒子在两金属板电容器之间的运动不可能是匀速直线运动,故原问题的解答不能成立. 所以,笔者认为此题在这里创设情境时有所缺失,不够严谨. 当然,在试题考查内容本身上可认为符合科学性原则. 实际上,若考虑到两极板边缘之间的复杂电场,不仅会导致该粒子的实际运动情况对中学生来说难以分析,也会使该题失去考试的选拔功能与意义.

3 试题图文描述的一致性

物理学学科的特点决定了物理试题的情境创设除文字叙述类试题之外,还包括大量的模型、图表类试题,而模型建构类试题中的物理模型往往以模型图的形式加以呈现. 这就对试题情境的创设提出了更高的要求. 一般来说,文字叙述类问题经过命题者的反复斟酌与提炼,大多满足简洁、明确并规范的要求,但图表类问题则容易成为试题命制过程中的被忽视之处,尤其是题干中含有“如图所示”这类字眼的试题. 我们知道,无论是实物图还是模型图,构图应遵循一定的原则,在力所能及的情况下绘图内容应尽量符合实际;而“如图所示”这类文字叙述,意味着试题中图片与文字处于同等位置,这也就要求在绘图过程中小心谨慎,试题图文描述之间应具有 consistency,以免使学生产生歧义,给学生带来误导. 一般来说,物理学中某些过程难以在图片中准确地呈现,例如“行星运动”“万有引力与航天”或者“回旋加速器”这样宏观大尺度的模型;但是对于简单的运动学模型,构图时应注意图中各元素的大小、位置等比例关系,保证试题图文描述的一致性,从而提升试题的科学性.

例 2. (2015 年山东卷第 15 题)距地面高 5 m 的水平直轨道上 A、B 两点相距 2 m,在 B 点用细线悬挂一小球,离地高度为 h ,如图 2 所示. 小车始终以 4 m/s

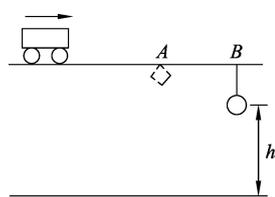


图 2

的速度沿轨道匀速运动,经过 A 点时将随车携带的小球由轨道高度自由卸下,小车运动至 B 点时细线被轧断,最后两球同时落地. 不计空气阻力,取重力加速度的大小 $g=10 \text{ m/s}^2$. 可求得 h 等于

- (A) 1.25 m. (B) 2.25 m.
(C) 3.75 m. (D) 4.75 m.

参考解答: (A) 小车上的物体落地的时间 $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, 小车从 A 到 B 的时间 $t_2 = \frac{d}{v}$; 小球下落的时间 $t_3 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$; 根据题意可得时间关系为 $t_1 = t_2 + t_3$, 即 $\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{d}{v} + \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 解得 $h = 1.25 \text{ m}$, 选项(A) 正确.

评析: 如参考解答中所述, B 点正下方用细线所悬挂小球距离地面高度 $h = 1.25 \text{ m}$, 为 B 点到地面高度的 $\frac{1}{4}$, 而图中所画小球离地面高度明显超过 B 点离地高度的一半, 大致在 B 点离地高度的 $\frac{2}{3} \sim \frac{3}{4}$ 之间, 图片与文字描述不一致, 会对考生的解答产生严重的误导. 严格意义上来说, “如图”即意味着试题中文字与图片处于同等地位, 图片中所能获取的信息应可为试题所用.

4 试题情境取材的真实性

物理学本身的特点决定了物理试题情境的创设要注意联系生活、科技, 引导学生联系实际已达到学以致用为目的. 试题情境取材的真实性不仅是试题科学性的必备条件, 也是拓宽学生视野的必要保证, 真实的情境也有助于培养学生实事求是的科学态度. 在历年的高考物理卷中往往会出现以当今世界中外科技的前沿进展与突破为情境的试题, 例如最新的诺贝尔物理奖成果, 我国现代科技成就等. 这类试题不仅可以引导学生学以致用, 更可以通过试题情境实现培养学生的民族自豪、荣誉感, 拓宽学生视野、与时俱进等多种功能. 试题情境取材的真实性不仅是试题科学性的必备条件, 也是拓宽学生视野的必要保证, 真实的情境也有助于培养学生实事求是的科学态度. 然而我们发现, 即便在高考题的命制过程中, 也偶有出现因命题专家自身疏漏而导致的试题情境不真实的个例. 试题命制过程中, 命题者需要大量查阅文献资料, 谨慎比较并进行选择, 以保证试题情境取材的真实性.

例 3. (2013 年广东卷第 13 题) 某航母跑道长 200 m. 飞机在航母上滑行的最大加速度为 6 m/s^2 , 起飞需要的最低速度为 50 m/s. 那么, 飞机在滑行前, 需要借助弹射系统获得的最小速度为

- (A) 5 m/s. (B) 10 m/s.
(C) 15 m/s. (D) 20 m/s.

参考解答: 由题意可知, 最大位移 $x = 200 \text{ m}$, 加速度 $a = 6 \text{ m/s}^2$, 末速度 $v_t = 50 \text{ m/s}$, 求最小初速度 v_0 . 由 $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$ 可得 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 故 (B) 选项正确.

评析：本题文字表述与解答皆无科学性错误，规范准确。但笔者通过查阅相关资料发现，一般来说，航空母舰上战斗机起飞需要的最低速度约为 250 km/h，即 70 m/s 左右，而航母本身在运行过程中其速度约为 50 km/h，即 15 m/s 左右，故战机起飞时相对航母的最低速度约为 50 m/s，其自身绝对速度约 70 m/s。众所周知，物理学中描述物体的运动时，若不特殊指明，我们约定俗成选取地面为参考系，本题中飞机“起飞需要的最低速度为 50 m/s”无论从默认的参考系选取规则还是试题具体语境的角度去理解，都是以地面为参考系，故而显然与事实并不相符。

5 反思与启示

通过对上述典型例题的分析，笔者认为：高考物理卷作为当前国内最具权威性与代表性的物理试题，无论在选拔人才还是反拨引导教学方面均发挥着至关重要的作用，并具有典型代表意义，其试题命制工作在创设情境时首先应遵循科学性原

则：创设试题的内容及解答应保证科学、严谨，不存在科学性错误；试题情境中图文描述应一致，以免产生歧义，给考生造成困惑甚至误导；命题时应对素材进行必要的加工或适当的精简、理想化，但对试题情境中的选材内容、必要的的数据或结论应保持其真实性，避免向考生传达错误的信息，引导学生树立实事求是的精神。

参考文献：

- 1 宋亚杰,胡雨宸.2008—2017年江苏高考物理卷情境化试题研究及启示[J].物理教师,2018(1):94-97.
- 2 巫阳朔.情境化试题的设计、开发与编制规范[J].教学与管理,2017(7):78-81.
- 3 黄红波.物理高考中的试题情境[J].物理教师,2016,37(06):83-87.
- 4 唐龙.例谈2012年高考题中电学情景的命题缺失[J].物理教师,2013,34(2):75-77.

(收稿日期:2018-11-16)

(上接第 70 页)

体现了极大的现代性和应用性，反映了物理学研究的新成果。在经典物理教学模式的基础上渗透前沿知识，有助于学生对物理知识的理解和把握，在深度和广度上将学科知识进行外延，有利于调动学生的学习兴趣和拓宽学生的视野。

4.3 注重评价形式的多样化和过程性

IBDP 物理课程的评价方式由外部评估和内部评估两部分构成，评价非常的立体和全面，且注重过程。外部评估为传统的纸笔测验，分为 3 卷，在两天内完成。外部评估的考试题目包含了很多的论述题，侧重考察学生对知识理解、分析和运用，关注学生是否领会学科的本质。内部评估（课题研究）需要学生运用在学习过程中获得的知识、技能和方法，整个过程贯穿在整一学期甚至一年当中，成绩不会由于偶然的因素而受到较大的影响。值得一提的是，IBDP 并不像我国高考那样一考定终身。学生在申请大学的时候，还没有 IBDP 最终的考试成绩，学生只能提供预估成绩。预估成绩是教师根据学生平时表现和平时测验成绩来开具的，所以 IBDP 是一个非常注重过程的课程。

我国高中物理的评价方式比较单一，没有真正的内部评估，外部评估主要是学业水平考试和高考。学业水平考试考察学生基础能力，比较简单。高考是选拔性考试，考试题目往往比较难。学生通过 3 年的学习，但是评估他们的学习成果只是体现在关键的一场考试当中，对学生的整个学习过程缺乏考察。这样会导致学生过分重视学习

结果，忽略学习的过程。考生为了获得高分，往往重复地进行刷题，这样对培养学生的学习兴趣，让学生真正领会学科的本质，做到学以致用并没有任何的帮助。

4.4 课程目标和评价机制的统一

评价机制对教师的日常教学和学生的日常学习产生导向作用，要保证课程目标的真正落实，需要良好的评价机制进行支撑。IBDP 课程对学生各方面能力的培养 and 考察，都有相应行之有效的评价形式，如内部评估（课题研究）培养和考察学生的探究能力和表达能力，科学组课题培养和考察学生的团结合作能力，认识论（TOK）培养和考察学生的批判性思维能力。我国高中物理课程标准中也提到了对学生各种能力的培养，但目前单一的评价机制显然无法对其进行有效的评估，也无法激励学生学习和指导教师教学。以实验为例，我国课程标准中明确提出要培养学生的实验能力，课程标准中也列举了学生的必做实验。但实际情况是实验的评价机制并不完善，这导致我国高中普遍对实验重视度不够。没有合适的评价机制来保证和肯定课程目标的实施，课程目标只能沦为一种美好的愿望。在这点上，IBDP 课程的评价机制非常值得我国高中物理课程学习。

参考文献：

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[M].北京:人民教育出版社,2017.
- 2 高彤彤,任新成.物理课程与我国现行高中物理课程的比较概述[J].物理教学,2014,36(12):68-73.

(收稿日期:2019-01-07)