

高考物理情境化试题的 命制理念、内涵和特点

——以2023年高考全国卷物理试题为例

李 勇

【摘要】情境化试题命制是高考命题改革的重要内容,高考物理学科将试题情境划分为生活实践和学习探索等两大类六小类情境。文章以2023年高考全国卷物理试题为例,结合不同类型情境对考查目标、考查内容和考查要求进行分析,指出情境化试题命制要坚持真实性、完整性和適切性的原则,并对中学物理教学提出建议,即要注重基础、注重系统、注重应用。

【关键词】高考命题改革;物理命题;情境化试题;2023年高考物理试题分析

2014年9月,《国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见》颁布,指出“深化高考考试内容改革。依据高校人才选拔要求和国家课程标准,科学设计命题内容,增强基础性、综合性,着重考查学生独立思考和运用所学知识分析问题、解决问题的能力”。^[1]教育部教育考试院积极贯彻落实文件精神,于2019年11月发布《中国高考评价体系》(以下简称“高考评价体系”),创新性构建了“一核四层四翼”的高考命题框架,并且提出“情境”和“情境活动”作为承载“四层”考查内容和“四翼”考查要求的载体。^[2]《普通高中课程方案(2017年版2020年修订)》指出,考试命题应注重紧密联系实际与学生生活经验,强调综合运用知识分析实际问题能力的考查,要有利于促进学生核心素养的发展。^[3]《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称“课程标准”)提出要通过学生应对复杂现实情境,参与相应探究学习活动中的外在表现来考查物理学科核心素养;应创设类型多样的、具有一定复杂程度的、开放性的真实情境作为试题的任务情境。^[4]

可见,不论是高考命题改革,还是高中课程改革,都展现了情境的重要性。近年来,情境化试题的命制成为高考命题改革的重点。通过情境化试题设计,考查学生的综合能力和学科素养,鉴别学生运用所学知识分析问题和解决问题的能力,有利于进一步提升高考能力考查的信度和效度,引导我们继续推进指向核心素养的教育教学改革。本文结合2023

年高考全国卷物理试题的命制,对高考物理情境化试题命制的理念、方式方法进行分析说明。

一、情境的含义

罗日叶认为,在学校教育中,“情境”通常指教师和学生在学习中的互动,具体而言,常常有两种不同的含义,一是指教师和学生组织的某个活动(课堂情境);二是针对某个既定任务,要求学生联结起来的一组背景化的信息,就是按照一套学习来表现某个既定障碍的一个情境。^[5]高考评价体系提出了“情境”和“情境活动”,认为“情境”即“问题情境”,也就是罗日叶所说的第二种情况,指的是真实的问题背景,是以问题或任务为中心构成的活动场域;“情境活动”是指人们在情境中所进行的解决问题或完成任务的活动。^[6]

高考评价体系把“情境”分为两类,一类是“生活实践情境”,与日常生活以及生产实践密切相关;一类是“学习探索情境”,来源于真实的研究过程或实际的探索过程,涵盖学习探索与科学探究过程中所涉及的问题。基于分类,根据物理学科的特点,高考物理将试题情境划分为两大类六小类。其中,生活实践情境包括与大自然中物理相关的现象、与生产生活联系紧密的物理问题、科技前沿等三类,学习探索情境包括了物理学史问题情境、课程标准和教材中的典型问题情境、科学探究的问题情境等三类。^[7]在此基础上,高考评价体系根据SOLO分类理论,将高考的考查要求、情境的层次和命题要求联系起来,形成了基于情境的考查框架(见下页表1)。

表 1

情境层次	命题要求	能力结构化程度
基本层面的情境	要求学生调动单一的知识或技能解决问题	
综合层面的情境	要求学生在正确思想观念引领下,综合运用多种知识或技能解决问题	
生活实践或学习探索情境	要求学生在正确思想观念引领下,综合运用多种知识或技能来解决生活实践中的应用性问题	
开放性的生活实践或学习探索情境	要求学生在正确思想观念引领下,在开放性的综合情境中创造性地解决问题,形成创造性的结果或结论	

二、高考物理情境化试题示例及分析

高考物理命题一直注重理论联系实际,结合生产生活、现代社会及科技发展设计试题情境,反映当代科学技术发展的重要成果和科学思想,考查学生学以致用能力,凸显物理学科在解决实际问题中的应用价值。近些年来,高考物理选取了许多与自然现象、日常生活、体育运动、航天航空、医疗应用、传统文化等相关的素材,充分体现了情境化试题设计的原则和方法。2023年高考全国卷物理试题依据高考评价体系要求,继续突出情境化试题设计思路,加强对解决实际问题能力的考查。

(一) 联系生产生活的情境

【例 1 (2023 年高考理综新课标卷第 24 题)】

将扁平的石子向水面快速抛出,石子可能会在水面上一跳一跳地飞向远方,俗称“打水漂”。要使石子从水面跳起产生“水漂”效果,石子接触水面时的速度方向与水面的夹角不能大于 θ 。为了观察到“水漂”,一同学将一石子从距水面高度为 h 处水平抛出,抛出速度的最小值为多少?(不计石子在空中飞行时的空气阻力,重力加速度大小为 g)

【分析】该题是一道与生产生活联系紧密的生活实践类情境试题,属于基本层次情境。试题以学生比较熟悉了解的“打水漂”游戏为背景,考查学生运用运动学规律分析石子运动情况的能力。试题比较容易,学生只要根据平抛运动的规律,建立水平方向和竖直方向的运动方程,并知道水平速度、竖直方向速度以及夹角之间的关系,就可以根据题给条件解决问题。

(二) 联系科技前沿的情境

【例 2 (2023 年高考理综新课标卷第 17 题)】

2023 年 5 月,世界现役运输能力最大的货运飞

船“天舟六号”,携带约 5800 kg 的物质进入距离地面约 400 km (小于地球同步卫星与地面的距离)的轨道,顺利对接中国空间站后近似做匀速圆周运动。对接后,这批物资()

- 质量比静止在地面上时小
- 所受合力比静止在地面上时小
- 所受地球引力比静止在地面上时大
- 做圆周运动的角速度大小比地球自转角速度大

【分析】该题是一道结合我国航空航天科技发展的生活实践情境试题,属于综合层面情境。试题选取了货运飞船对接空间站后做匀速圆周运动的素材,要求学生运用力、质量、圆周运动、万有引力定律等基本概念和规律对研究对象进行综合分析、做出判断,考查学生的推理论证能力和相互作用的运动观念。

【例 3 (2023 年高考理综全国乙卷第 16 题)】

2022 年 10 月,全球众多天文设施观测到迄今最亮伽马射线暴,其中我国的“慧眼”卫星、“极目”空间望远镜等装置在该事件观测中作出重要贡献。由观测结果推断,该伽马射线暴在 1 分钟内释放的能量量级为 10^{48} J。假设释放的能量来自物质质量的减少,则每秒钟平均减少的质量量级为(光速为 3×10^8 m/s)()

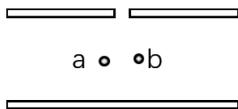
- 10^{19} kg
- 10^{24} kg
- 10^{29} kg
- 10^{34} kg

【分析】该题是一道联系科学事件的生活实践类情境试题,属于基本层次情境。中国科学院高能所牵头研制的“慧眼”卫星和“极目”空间望远镜,成功对伽马射线暴的瞬时辐射和早期余辉进行了国际最

高精度的测量。根据题意,学生要具备质能观念,能够建立起质量和能量之间的联系,并运用爱因斯坦质能方程进行分析求解。试题比较容易,考查了学生理解质能关系并运用质能方程分析解决问题的能力。

(三)联系科学探究的情境

【例4(2023年高考理综新课标卷第25题)】



密立根油滴实验的示意图如图所示。两水平金属平板上下放置,间距固定,可从上板中央的小孔向两板间喷入大小不同、带电量不同、密度相同的小油滴。两板间不加电压时,油滴a、b在重力和空气阻力的作用下竖直向下匀速运动,速率分别为 v_0 、 $\frac{v_0}{4}$;两板间加上电压后(上板为正极),这两个油滴很快达到相同的速率 $\frac{v_0}{2}$,均竖直向下匀速运动。油滴可视为球形,所受空气阻力大小与油滴半径、运动速率成正比,比例系数视为常数。不计空气浮力和油滴间的相互作用。

- (1)求油滴a和油滴b的质量之比;
- (2)判断油滴a和油滴b所带电荷的正负,并求a、b所带电荷量的绝对值之比。

【分析】该题是一道以密立根实验为背景的学习探索情境试题,属于综合层面的复杂情境。密立根油滴实验是教材中的内容,学生比较熟悉;同时,学生对油滴在平行板中的运动规律也比较熟悉。试题设置了两个运动状态不同的油滴,要求学生两个油滴分别在两种条件下的运动情况进行分析,判断油滴的电性、确定电荷量的比值,考查学生运用密度、力的平衡条件等基本概念和规律分析解决问题的能力。

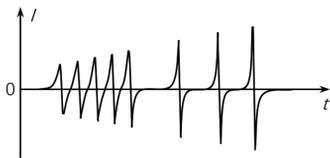
【例5(2023年高考理综全国甲卷第21题)】

一有机玻璃管竖直放在水平地面上,管上有漆包线绕成的线圈,线圈的两端与电流传感器相连,线圈在玻璃管上部的5匝均匀分布,下部的3匝也均匀分布,下部相邻两匝间的距离大于上部相邻两匝间的距离,如图(a)所示。现让一个很小的强磁体在玻璃管内沿轴线从上端口由静止下落,电流传感器测得线圈中电流*I*随时间*t*的变化如图(b)所示。则

- 小磁体在玻璃管内下降速度越来越快
- 下落过程中,小磁体的N极、S极上下颠倒了8次



图(a)



图(b)

- 下落过程中,小磁体受到的电磁阻力始终保持不变
- 与上部相比,小磁体通过线圈下部的过程中,磁通量变化率的最大值更大

【分析】该题是一道结合探究实验的学习探索情境试题,属于综合层面情境。小磁体在下降过程中,磁通量发生变化,线圈中产生感应电流阻碍小磁铁的下落。开始阶段,小磁体的速度小,磁通量的变化率小,线圈中的感应电流小;随着小磁体的速度逐渐增大,磁通量的变化率逐渐变大,管中感应电流逐渐增大。根据感应电流的概念以及题图所给信息可知,小磁体在通过线圈最下部时,磁通量的变化率最大。试题要求学生磁通量、感应电流等概念有清晰的理解,较好地考查了学生的推理论证能力。

【例6(2023年高考理综全国乙卷第22题)】

在“验证力的平行四边形定则”的实验中使用的器材有:木板、白纸、两个标准弹簧测力计、橡皮条、轻质小圆环、刻度尺、铅笔、细线和图钉若干。完成下列实验步骤:

①用图钉将白纸固定在水平木板上。

②将橡皮条的一端固定在木板上,另一端系在轻质小圆环上。将两细线也系在小圆环上,它们的另一端均挂上测力计。用互成一定角度、方向平行于木板、大小适当的力拉动两个测力计,小圆环停止时由两个测力计的示数得到两拉力 F_1 和 F_2 的大小,并_____。(多选,填正确答案标号)

- 用刻度尺量出橡皮条的长度
- 用刻度尺量出两细线的长度
- 用铅笔在白纸上标记出小圆环的位置
- 用铅笔在白纸上标记出两细线的方向

③撤掉一个测力计,用另一个测力计把小圆环拉到_____,由测力计的示数得到拉力*F*的大小,沿细线标记此时*F*的方向。

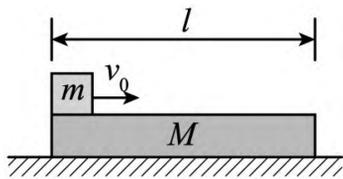
④选择合适标度,由步骤②的结果在白纸上根据力的平行四边形定则作 F_1 和 F_2 的合成图,得出合力 F' 的大小和方向;按同一标度在白纸上画出力 F 的图示。

⑤比较 F' 和 F 的 _____, 从而判断本次实验是否验证了力的平行四边形定则。

【分析】该题是一道基础性实验试题,情境来自教材中的“验证力的平行四边形定则”实验,是一道基本层次的学习探索情境试题。试题主要考查学生对实验原理、实验方法的理解和掌握,以及实验结论的验证等内容,要求学生真正动手做实验。试题引导教学回归课堂、回归教材,引导实验教学要遵循实验规律,真正动手操作实验,切实提高学生的实验能力。

(四)联系教材中典型问题的情境

【例 7 (2023 年高考理综全国乙卷第 21 题)】



如图,一质量为 M 、长为 l 的木板静止在光滑水平桌面上,另一质量为 m 的小物块(可视为质点)从木板上的左端以速度 v_0 开始运动。已知物块与木板间的滑动摩擦力大小为 f ,当物块从木板右端离开时()

- A. 木板的动能一定等于 fl
 B. 木板的动能一定小于 fl
 C. 物块的动能一定大于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$
 D. 物块的动能一定小于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$

【分析】该题的情境是常规的板块模型,是一道典型例题的学习探索情境试题,属于比较复杂的综合层面情境。试题考查学生运用动量守恒定律、机械能守恒定律分析具体问题的能力,以及推理论证能力和能量观念。

三、情境化试题的特点和要求

(一)真实性

情境化的目的就是再现生活实践或科学探索的情境,让学生在模拟的真实环境中运用所学知识和技能来解决问题。所以,情境化试题的“情境”,其最重要的特点就是真实,且务必是来自于真实的生活生产实际,或真实的学习、科学研究中的物理思想、过程或方式方法。只有真实的情境,才能考查学生运用所学知识解决真实问题的能力,也才能引导中

学教学摆脱只强调理论知识传授而忽视应用的现象,促使教师转变教学观念,坚持学以致用,通过情境化的教学和评价,更好地培养学生解决实际问题的能力。因此,情境创设要实事求是,要科学、真实,不能人为臆造不符合科学规律的情境或虚假问题情境,包括物理现象或事实中的数据、物理过程、实验研究的过程及方法等;情境任务要可行,要符合学生的认知能力和特点,符合解决问题的科学思维方式,能够帮助学生更好地学习理解物理知识、认识真实世界。

(二)完整性

德布洛克 (Deblock) 认为,问题解决包含“从事实到概念、关系、结构,从事实到方法、学科方法论、学科本质观,从知道到理解、应用、综合,从有限迁移到全面迁移”四个整合过程。^[8]情境化试题中的问题解决,就是在具体情境中,个体从分析、理解情境向整合不同的学科知识、方法、观念来解释和论证现实情境的过渡。^[9]情境化试题中的情境设计要保证情境的完整性和解决问题的内在联系。一个情境包括支撑工具和指令两个组成部分。^[10]支撑工具是呈现给学生的物质因素,如书面文字、插图、照片、视频、音频材料等。指令是从既定的支撑工具出发,明确向学生提出的答题要求,一条有效的指令应该让学生知道要做什么、有什么条件、完成任务有什么支撑条件等;要清晰明确,指令与支撑依据相适应。通过支撑工具和指令,学生能够清晰、准确、完整地理解情境,理解其中包含的学科知识、思维能力、核心价值等内在关联,进而分析和解决问题,呈现自身真实的综合能力和学科素养。

(三)適切性

情境的设计要符合课程标准的要求,保持与课程标准中内容、核心素养要求的一致性;要符合高中学生的学习和认知水平,不能超出其理解能力和范围。具体而言,一是情境设计的目标要恰当。要确定合适的考查目标,围绕考查目标设计基本的情境或相对复杂的情境,通过情境中知识和能力的运用较好地实现对目标的考查。二是情境的内容要有效。要包含典型性、代表性的考查内容,要能够覆盖到考试的整个目的,从而能够全面有效地考查学生的能力和素养。三是情境的设计要可靠。试题的立意、情境和设问等三要素要保持高度的一致性,要能够稳定地反映学生解决问题的真实能力。

情境的难度或复杂性是非常重要的问题,它是试题难易程度的重要影响因素。

情境的复杂性主要取决于下面几个因素。一是学生对情境的熟悉程度。影响情境复杂性的主要因

素是学生与情境背景之间的熟悉程度。如果试题背景对学生来说比较熟悉,容易降低情境的“问题性”,学生就可能从熟悉情境中“照搬”“复制”,从而问题解决就成为学生对知识的简单应用;如果情境比较新颖和陌生,就会给学生带来较大困难,以至于无法理解情境、解决问题。新颖情境是导致高考物理试题得分偏低的重要因素。

二是需要运用的知识和能力的性质和数量,如情境中所包含的知识和能力的数量是多少?这些知识和能力的性质是怎样的?是一般的还是重要的?

三是知识和能力相互间联系的类型。情境中所包含的知识和能力是相互独立的还是关联的?关联的方式是简单的还是复杂的?例如,这种关联可能是基础知识的延伸,可能是相关的概念和规律的联系,也可能是跨学科的知识能力的运用,等等。另外,由于情境化,试题的文字量会增加,使得阅读量和文字的叙述也成为影响难度的因素,因此,试题的文字叙述要简明扼要,尽量用短句;要注意采用丰富的方式呈现试题信息,可以运用图像、图片、表格、说明等方式适当减少文字阅读量。

四、对中学物理教学的启示

(一)要注重基础,夯实对基本概念和规律的深入理解和把握

情境化试题能够更好地考查学生的综合能力,需要学生深入理解和运用所学知识去分析问题和解决问题。因此,情境化试题的解决对学生扎实的基础知识和深入的理解运用要求更高。教师在教学过程中,要注重基本概念、基本规律、基本思想方法的理解,让学生真正弄懂概念和规律的内涵及本质,把握概念和规律之间的联系。当前,高考命题加强教考衔接,注重考查基础,考查学生深入理解和运用基础知识解决问题的能力,其目的就是引导教学回归课堂、重视基础。

(二)要注重系统,以大观念思维结构化掌握知识内容

情境化试题是评价学科核心素养的重要方式之一。普通高中各学科课程标准凝练了各学科核心素养,制定了学业质量标准,明确了课程内容所能达到的素养目标和水平。在课程内容的设计上,以大观念为主线,强调学科课程内容的整体结构;在教学方式上,强调结合实际,从学生日常生活和学习实际出发,创设有意义的真实情境和现实问题,设计贴近学生经验、螺旋上升的任务。因此,在教学过程中,教师要更加注重学科内容的系统性和整合性,按照课程标准的要求,以大观念的内容主线,培养学生系统化、结构化的学科知识体系,打破学生以应试思维、

“机械刷题”等方式习得的碎片化、浅层化、固定化的知识内容。

(三)要注重应用,关注学生学习环境和资源的创造和利用

情境化试题是利用真实的情境考查学生的能力和素养,其中的情境主要来自学生的日常生活和学习,以及与社会进步和发展相联系的内容。因此,在教学过程中,教师要结合教学内容,有意识地选取贴近生活、贴近社会、贴近时代的素材,设计适合学生能力发展水平的任务,让学生运用所学知识去分析解决实际问题。要充分挖掘教材的作用,运用教材中的物理现象、科技事件等案例和实例,让学生能够将所学知识运用到真实的情境中,培养他们的实际应用能力解决问题的能力。同时,通过关注自然、关注社会、关注科技,挖掘其中的学科育人价值,更好地在物理学科中落实立德树人根本任务。

参考文献:

- [1]国务院. 国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2014-09/04/content_9065.htm, 2014-09-04/2023-08-01.
- [2][6]教育部考试中心. 中国高考评价体系说明[M]. 北京:人民教育出版社, 2019:36, 37.
- [3]中华人民共和国教育部. 普通高中课程方案(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社, 2020:12.
- [4]中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社, 2020:63.
- [5][10][比]易克萨维耶·罗日叶著,汪凌译. 为了整合学业获得——情景的设计和开发[M]. 上海:华东师范大学出版社, 2010:7, 62.
- [7]程力,李勇. 基于高考评价体系的物理科考试内容改革实施路径[J]. 中国考试, 2019(12):43.
- [8]ANDERSON L W, KRATHWOHL D R, AIRASLAN P W, et al. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives[M]. Boston: Allyn and Bacon, 2001:231.
- [9]杨向东. 指向学科核心素养的考试命题[J]. 全球教育展望, 2018(10):43.

【作者简介】李勇,博士,研究员,中国教师研修网执行总编,长期从事高考内容改革、高考命题的研究和管理工作。

【原文出处】摘自《基础教育课程》(京), 2023. 8, 54~63