

· 高考命题研究 ·

# 物理高考中的试题情境

黄红波

(江苏省教育考试院,江苏 南京 210024)

**摘 要:**高考试题设置情景应主要满足能力立意的考试目标,以有益于考试的效度和信度为前提.试题情景需具备“鲜明、干净、亲切、真实、地道”5 个特点,要回避“生、专、偏”.

**关键词:**高考试题;能力立意;情景

## 1 能力立意高考下的试题情境

新一轮考试招生制度改革明确提出,高考考试内容要“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”.高考试题突出能力立意,加强能力考查,进一步深化新课改,突出核心素养的理念.能力立意是相对知识立意而言,考试为顺应当今社会培养创新人才的需要,以考查能力为重点,着重考查考生运用学过的基础知识和基本技能解决实际问题的能力.考试时,通常要求考生在具体的试题材料背景中分析和解决问题,具体的材料背景构成试题情境.试题情境给考生完成思维任务或操作活动提供一个统一的平台基础,所有考生在这个平台上进行“表演”,这类包含情境的试题习惯上被称为“情境化试题”.

情境化试题越来越多地被能力倾向测试所采用,例如俗称为美国高考的 ACT 和国际学生能力测试 PISA,受到命题机构的广泛重视和研究.我国高考“考查知识的同时,注重考查能力”,历来重视试题与生活实际和生产实践相结合.在教育部考试中心命制的全国卷中,每年都有大量联系实际的试题.江苏省自 2004 年自主命题以来,不断探索,稳中有变,物理卷侧重通过情境化试题考查考生分析和解决实际问题的能力,逐步形成能力立意的试卷风格.

然而,在教学实践中,对试题情境作用的认识还存在一些误区,有一些试题情境牵强附会,甚至“穿靴戴帽”、赶时髦、为情境而情境.其实,为了符合考试的要求,并非任何情境都能用作试题.无论是命题还是习题练习,试题情境都要精心挑选,细致打磨.

## 2 情境以有益于考试目标为前提

从学习心理学的角度看,考生在解决实际问题时,要经历两个迁移过程:知识迁移、能力迁移.因此,问题解决得好坏是上述两个迁移结果的表现.具体说来,考生在作答物理题时,要将其对物理学的知识,包括物理概念和物理原理的理解,以及思维能力迁移到具体的试题情境中.迁移结果主要取决于两个因素:一是对学科内容的掌握,二是对试题情境的熟悉程度.但就考试目标而言,试题主要应区分前者,而不是后者.考生对试题情境熟悉程度的差异属于考试的非测量因素,应该设法减小甚至消除.

例如,2007 年某省高考一道力学题的试题情境选用“滑板运动”.该体育运动普及程度较低,在农村更是十分罕见,农村考生构建运动图景要比城市学生困难得多.城乡考生由于生活环境不同,考试结果容易产生偏差.除了城乡差异外,地理区域、学校质量和个人兴趣爱好等也是产生考试结果偏差的主要方面,这类偏差在考试测量学上称为项目功能差异,属于非测量因素范畴,应尽可能避免.

试题情境要以情境有益于考试目标为基本前提,好的试题情境首先应能完成好考试目标,同时,要能抑制非测量因素对考试目标和结果的影响,使考试具有高的效度和信度.

## 3 试题情境的 5 个特征

要使有益于考试目标,试题情境应具有“鲜明、干净、亲切、真实、地道”等 5 个特征.下文将以 2015 年江苏物理高考卷的几道情境化试题为例,阐述 5 个特征的含义和作用.

(1) 鲜明.是指试题情境要符合考试目标,能

基金项目:江苏省教育科学“十二五”规划(考试招生专项)课题(编号 K-a/2015/08)和教育部考试中心委托研究课题“PISA 对江苏省教育实践的启示”的研究成果.

鲜明地反映考试目标的要求. 试题的最终目的是实现考试目标, 试题情境应与欲测量的行为目标密切相关. 相关越紧密, 越能积极地引导考生完成知识和能力的迁移. 如果试题情境与考试目标脱节, 容易使考生理解不了题意, 甚至误读题意.

例 1. (2015 年江苏卷第 5 题) 如图 1 所示, 某“闯关游戏”的笔直通道上每隔 8 m 设有一个关卡,

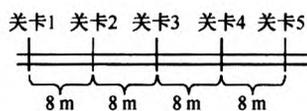


图 1

各关卡同步放行和关闭, 放行和关闭的时间分别为 5 s 和 2 s. 关卡刚放行时, 一学生立即在关卡 1 处以加速度  $2 \text{ m/s}^2$  由静止加速到  $2 \text{ m/s}$ , 然后匀速向前, 则最先挡住他前进的关卡是

- (A) 关卡 2. (B) 关卡 3.  
(C) 关卡 4. (D) 关卡 5.

该题以考查考生对匀速直线运动和匀变速直线运动知识的理解为目标. 试题情境选用“闯关游戏”, 一学生逐次闯过“笔直通道”上数个关卡的情境能比较直接地将考生思路引向欲考查的知识内容, 情境和测试目标紧密联系. 试题用关卡的间隔给定位移条件, 用放行和关闭的时间给定时间条件, 已知条件十分自然地融在试题情境中. 可以看到, 由于该题的情境鲜明, 考生比较容易把准思维迁移的方向.

(2) 干净. 是指情境涉及到的装置和物理过程要相对简洁, 必要时还要简化实际情境, 抓住物理本质, 去除次要因素, 进行理想化、模型化处理. 只有这样, 才能突出欲测试的行为目标. 对于试题, 减少问题的复杂程度非常必要, 可以避免考生陷入纠结和迷茫.

在例 1 中, 实际的闯关游戏各关卡的放行和关闭并不是“同步”的. 可以设想, 若不简化为“同步”, 解题过程则至少还要再引入时间间隔物理量  $\Delta t$ , 用来表示关卡的非同步情形, 除增加计算量外, 对考查匀速直线运动和匀变速直线运动知识的理解贡献并不大. 考生极有可能因计算错误而选错答案, 这将降低试题的区分度.

例 2. (2015 年江苏卷第 13 题) 做磁共振 (MRI) 检查时, 对人体施加的磁场发生变化时会在肌肉组织中产生感

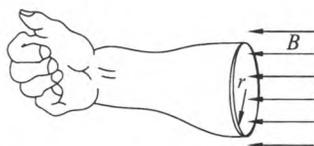


图 2

应电流. 某同学为了估算该感应电流对肌肉组织

的影响, 将包裹在骨骼上的一圈肌肉组织等效成单匝线圈, 线圈的半径  $r=5.0 \text{ cm}$ , 线圈导线的截面积  $A=0.80 \text{ cm}^2$ , 电阻率  $\rho=1.5 \Omega \cdot \text{m}$ . 如图 2 所示, 匀强磁场方向与线圈平面垂直, 若磁感应强度  $B$  在  $0.3 \text{ s}$  内从  $1.5 \text{ T}$  均匀地减为 0, 求:

(计算结果保留 1 位有效数字)

- (1) 该圈肌肉组织的电阻  $R$ ;  
(2) 该圈肌肉组织中感应电动势  $E$ ;  
(3)  $0.3 \text{ s}$  内该圈肌肉组织中产生的热量  $Q$ .

实际研究磁共振检查对肌肉组织的热效应损伤要复杂许多, 例如骨骼上的肌肉并非“一圈”, 而是一长段, 应当抽象为一圈圈的并联线圈, 即使只研究某一个截面, 也应是一薄片而不是“一圈”; 磁场方向不可能处处与肌肉平面垂直等. 试题合理简化情境, 抓住主要问题, 即电磁感应产生感应电流、感应电流在肌肉中产生热量, 使原本复杂的问题简化为“单匝线圈”理想模型, 并只讨论“磁场方向与线圈平面垂直”产生感应电流最强的情形. 经简化处理后, 试题情境干净、题意清晰.

(3) 亲切. 是指情境要“三贴近”, 即贴近考生、贴近生活、贴近实际. 考生对相关的试题情境有所经历, 例如读过、听过或见过, 甚至亲身体会过, 就会容易理解试题所描述情境的含义, 建构正确的物理模型和物理过程. 一些课堂活动、实验探究和教材所涉及的素材无疑是非常理想的情境来源.

例 3. (2015 年江苏卷第 15 题) 一台质谱仪的工作原理如图 3 所示, 电荷量均为  $+q$ 、质量不同的离子飘入电压为  $U_0$  的加速电场, 其初速度几乎为 0. 这些离子经加速后通过狭缝  $O$  沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场, 最后打在底片上. 已知放置底片的区域  $MN=L$ , 且  $OM=L$ . 某次测量发现  $MN$  中左侧  $\frac{2}{3}$  区域  $MQ$  损坏, 检测不到离子, 但右侧  $\frac{1}{3}$  区域  $QN$  仍能正常检测到离子. 在适当调节加速电压后, 原本打在  $MQ$  的离子即可在  $QN$  检测到.

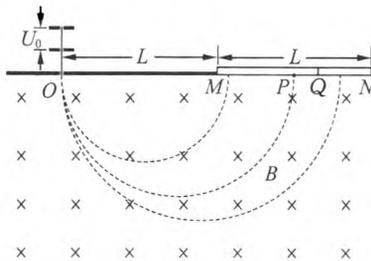


图 3

- (1) 求原本打在  $MN$  中点  $P$  的离子质量  $m$ ;
- (2) 为使原本打在  $P$  的离子能打在  $QN$  区域,求加速电压  $U$  的调节范围;
- (3) 为了在  $QN$  区域将原本打在  $MQ$  区域的所有离子检测完整,求需要调节  $U$  的最少次数。(取  $\lg 2=0.301, \lg 3=0.477, \lg 5=0.699$ )

该题选用“质谱仪”为试题情境,其工作原理以及粒子的运动在教材选修 3-1 的例题中有详细说明,考生非常熟悉,不容易有歧义.前两问都围绕加速电压与粒子落点的关系设问,在考生熟悉的情境下引导思路、展开问题,十分亲切.在第(3)问中,试题恰到好处地将情境变化到对损坏区域的“修复”上来,有了前两问的铺垫,继续沿着调节加速电压控制粒子落点的思路找办法就变得顺理成章,题意理解起来也容易了许多.可见,对教材内容的完整理解和准确把握十分关键,教学中要使用好教材,使之成为学生学习的“有源之水”,而非“无本之木”.

(4) 真实.是指试题情境取材要真实,包括真实的装置、现象和过程,尤其要注意试题所引用物理量的数值应当真实可靠,绝不能胡编乱造.不真实的情境容易与考生已具有的经验冲突,会干扰其知识和能力向情境的迁移过程.而且,试题情境真实有益于考生从试题中获得正确的新经验,培养实事求是的科学精神.

例 4. [2015 年江苏卷第 12B(2) 题]用  $2 \times 10^6$  Hz 的超声波检查胆结石,该超声波在结石和胆汁中的波速分别为 2250 m/s 和 1500 m/s,则该超声波在结石中的波长是胆汁中的\_\_\_\_\_倍.用超声波检查胆结石是因为超声波的波长较短,遇到结石时\_\_\_\_\_ (选填“容易”或“不容易”)发生衍射.

在该题超声波检查胆结石的情境中,超声波的频率  $2 \times 10^6$  Hz、超声波在结石和胆汁中的波速分别为 2250 m/s 和 1500 m/s 等数值均需查阅专业书籍.为了计算方便,一些数据可以作适当调整,但调整后的数据应与实际情况基本一致,不能产生科学性错误.

再例如,例 1 中各物理量的取值均与闯关游戏的情境相一致.例 2 中肌肉组织的电阻率  $\rho=1.5 \Omega \cdot \text{m}$  符合实际,而 1.5 T 的磁共振成像设备是临床常用型号,适用于各种部位扫描.当前,还有采用 3 T 磁共振成像的,在肌肉组织中产生的热效会更明显.

(5) 地道.是指试题的呈现形式要符合学科习惯.物理学常采用示意图、图线和表格等非连续文

本表达物理图景和数据结果,无论是物理量符号、数据和单位,还是示意图、图线和表格等都应符合学科规范.具体规范一方面可以参照高中的学科教材,另一方面也可以参照权威的学术专著.试题用规范的形式呈现,可以准确表达题意.同时,考试也提倡多样化的呈现形式,这有助于考试公平,避免项目功能差异.

例 5. (2015 年江苏卷第 6 题)一人乘电梯上楼,在竖直上升过程中加速度  $a$  随时间  $t$  变化的图线如图 4 所示,以竖直向上为  $a$  的正方向,则人对地板的压力

- (A)  $t=2$  s 时最大. (B)  $t=2$  s 时最小.
- (C)  $t=8.5$  s 时最大. (D)  $t=8.5$  s 时最小.

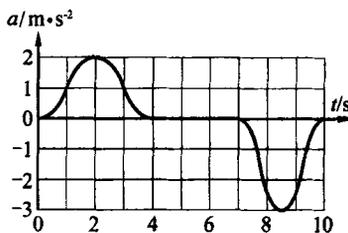


图 4

该题“人乘电梯上楼”的情境用物理图线的形式呈现, $a-t$  图像清楚地描绘出加速度随时间变化的整个过程,考生根据图线变化可以比较容易地建立运动图景,弄清人在随电梯向上运动过程中加速度大小和方向的变化.该题的图线形式、物理量符号和单位等均参照现行高中物理教材,使考生一目了然、准确把握.

除此以外,试题情境的立意鲜明,“人乘电梯上楼”与所考查的动力学知识十分切合.图线经过必要的理想化,加速度最大值和最小值处的曲线实际并不光滑,如果不加简化,图线揭示的运动图景将变得不够干净,不利于考生准确把握试题所欲表达的运动本质.另外,乘电梯上楼是考生熟悉的日常生活经验,试题情境比较亲切.图线的数据设置也比较符合实际,例如电梯加速度的值切合实际,0~4 s 附近和 7~10 s 附近加速度曲线下的面积相等,显示了试题创作的细致.

#### 4 试题情境的 3 个回避

为了达成考试目标,试题情境除了要具有上述 5 个特征外,还要特别注意“避生、避专、避偏”3 个方面的回避.

避生,是指试题情境应回避考生比较生疏的内容,包括符号、术语、事实、概念、规律和理论等.陌生情境容易造成考生题意理解 (下转第 87 页)

央,末态时质心在箱子底中央后 0.25 m 处,所以凹槽的位移为

$$x = x_c - 0.25 \text{ m} = 12.25 \text{ m}.$$

下面再运用“质心与质心运动”解一道题。

例 3. 一根塑料吸管放在无摩擦的水平面上,吸管与桌面的一边垂直并有一半突出在桌子外.一只蜘蛛在桌内吸管的末端 A 上开始沿吸管慢慢地爬到另一 endpoint B. 当蜘蛛到达 endpoint B 时,吸管并没有倾倒;这时有一滴松香液滴,正巧轻轻地滴在蜘蛛身上,吸管仍未倾倒.已知吸管和蜘蛛的质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ,试问松香液滴的最大质量  $m'$  是多少?

解析:如图 3 所示为蜘蛛在 A 端[图 3(a)]及在 B 端[图 3(b)]的两种状态下吸管质心和蜘蛛质心的位置,取桌子边缘为原点 O. 它在 A 端时,吸管和蜘蛛组成的体系质心坐标为  $x_c$ ,蜘蛛往右爬,吸管在相互作用下,必将向左运动.

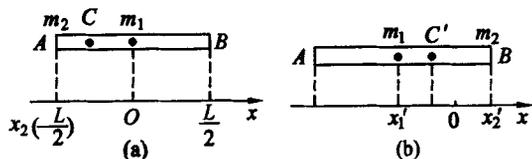


图 3

$$x_c = \frac{m_2 x_2}{m_1 + m_2}.$$

上式中  $x_2 = -\frac{L}{2}$ . 蜘蛛在 B 端时,体系质心为  $x_c'$ ,

$$x_c' = \frac{m_1 x_1' + m_2 x_2'}{m_1 + m_2}.$$

上式中  $x_2' = \frac{L}{2} - |x_1'|$ ,此题类似于人船模型,质心不变  $x_c = x_c'$ .

由此可解出  $x_1', x_2'$ . 设松香质量为  $m'$ ,以桌边为参考点,要使吸管不倾倒,力矩应满足

$$m_1 g |x_1'| \geq (m_2 + m') g \left( \frac{L}{2} - |x_1'| \right).$$

解得

$$m' \leq \frac{m_2(m_1 + m_2)}{m_1 - m_2}. \quad (m_1 > m_2)$$

若  $m_1 < m_2$ , 吸管将会全部运动到桌子边缘内部,此时  $m'$  可以为任意值.

小结:系统所受外力为 0 时,质心做匀速直线运动或静止,抓住这个特点来求解有关力学问题往往能化难为易,化繁为简.

(收稿日期:2016-01-29)

(上接第 85 页)

障碍,抑制在已有知识和问题情境之间建立联系,会产生题意理解不清的后果;避专,是指情境涉及的内容要回避需某些专业知识才能理解的内容,这些专业知识倘若越过考试内容的边界,则不属于考试目标,是测试的干扰因素,会降低测试结果的效度和信度;避偏,是指情境内容应对所有考生具有公平性,避免一部分考生得益.尤其是由于考生背景,例如城乡、地理区域、学校质量和个人兴趣爱好等的差异,导致的项目功能差异应在考试中避免.

例 6. 下列哪些装置的传感器中可能应用了光敏电阻作为敏感元件?

(A) 天亮报晓鸟在天亮后就能发出鸟叫声.

(B) 非接触式测温仪不用直接接触就能感知人的体温.

(C) 大型场馆的自动门只要人靠近到一定距离就打开.

(D) 茶馆里的音乐茶杯在杯底装有传感器及音乐芯片,端起杯子时音乐就会响起,放下杯子音乐就停止播放.

该题考查传感器的知识,选取的 4 个装置:天亮报晓鸟、非接触式测温仪、自动门和音乐茶杯力

图贴近生活,但是某些装置还不够贴近考生.日常中,名词“天亮报晓鸟”不太通用,考生可能不明白所言何物,比较生疏,应当加以回避.城市学生对“音乐茶杯”可能更为熟悉,一些考生甚至会联想到比较常见的通过触片控制开关的音乐卡,导致理解上的偏差,最终产生项目功能差异.

## 5 结论

教师在命制或选用情境化试题时,应始终以有益于考试目标为基本前提.选用情境“鲜明、干净、亲切、真实、地道”的试题,可以更有效地培养学生知识和能力的迁移习惯,培养解决实际问题的兴趣和能力.值得注意的是,试题情境要尽可能地避免“生、专、偏”,才能减小试题的项目功能差异,满足考试高效度、高信度的要求.

## 参考文献:

- 1 中华人民共和国国务院. 国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见[M]. 北京:人民出版社, 2014:5-6.
- 2 教育部考试中心. 高考物理测量理论与实践[M]. 北京:高等教育出版社, 2006:8-19.
- 3 江苏省教育考试院试题分析编写组. 2015 年高考(江苏卷)试题分析[M]. 南京:东南大学出版社, 2015:106-140.

(收稿日期:2016-02-25)