

多一点学科本质剖析 少一点“机械刷题”

——兼谈 2021 年高考全国理综乙卷第 24 题评析

孙鹏伟 于 勇

(西安交通大学附属中学 陕西 西安 710043)

(收稿日期:2021-06-21)

摘要:会“击球”而不会“拍球”,看似一个不现实的“笑料”,但却实实在在地呈现在考生的答卷中,深刻“剖析”这种现象产生的原因,有助于一线教师从“心底”减少“机械刷题”量,点亮师生将“真实问题情境”转化为“物理模型”的心灯.

关键词:真实问题 机械刷题 等效思想 物理模型

2021 年全国高考刚刚落下帷幕,教育部考试中心就在《中国教育报》刊发了命题专家评析 2021 年高考试题的文章,其中物理命题专家在“注重综合能力 加强学以致用”为主题的评析中指出:2021 年高考物理贯彻落实《深化新时代教育评价改革总体方案》要求,……引导教学减少死记硬背和“机械刷题”的现象,助力高中育人方式改革,同时特别强调试题注重“创设真实问题情境,引导学生加强学以致用”的观点.然而,走出理综考场的许多考生却对“真实问题情境”物理试题发出一声声“叹息”!“叹息”什么?以“运动员拍篮球”为情境的第 24 题成为“拍砸理综”的“拍砸球”!看到第 24 题,许多一线物理教师也在“隐隐叹嘘”中“反思”!备考复习中,以“击球、拍球、踢球”为背景的试题不知“刷”了多少道!但考生为什么会“栽倒”在“拍篮球”的问题情境上?

【题目】(2021 年高考全国理综乙卷第 24 题)一篮球质量 $m=0.60\text{ kg}$,一运动员使其从距地面高度 $h_1=1.8\text{ m}$ 处由静止自由落下,反弹高度 $h_2=1.2\text{ m}$.若使篮球从距地面 $h_3=1.5\text{ m}$ 的高度由静止下落,并在开始下落的同时向下拍球,球落地后反弹的高度也为 1.5 m .假设运动员拍球时对球的作用力为恒力,作用时间 $t=0.20\text{ s}$;该篮球每次与地面碰撞前后动能的比值不变.重力加速度大小取 $g=10\text{ m/s}^2$,不计空气阻力.求:

- (1) 运动员拍球过程中对篮球所做的功;
- (2) 运动员拍球时对篮球的作用力的大小.

1 典型错解

- (1) 假设球自 h 高处自由落下后反弹高度 $h_4=$

1.5 m ,球两次与地面碰撞前后的动能分别为 E_{k1} , E_{k2} , E_{k3} , E_{k4} ,根据题意可得

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{mgh_1}{mgh_2} = \frac{E_{k3}}{E_{k4}} = \frac{mgh}{mgh_4}$$

得

$$h = 2.25\text{ m}$$

根据运动员拍球过程对篮球所做的功等效于球自由下落 $(h-h_3)$ 高度重力做的功,则

$$W = mg(h-h_3) = 4.5\text{ J}$$

(2) 运动员向下拍球作用 0.2 s 时,球的速度“等于”球自由下落 $(h-h_3)$ 高度时运动的速度.

根据自由落体运动规律得

$$v = \sqrt{2g(h-h_3)} = \sqrt{15}\text{ m/s}$$

根据动量定理

$$(F+mg)t = mv$$

则

$$F = \frac{mv}{t} - mg = (3\sqrt{15} - 6)\text{ N}$$

2 错解剖析

(1)“机械刷题”导致学生失去物理“咬文嚼字”的功力

“击球、拍球、踢球”作为物理问题的试题情境,在各种复习资料书中大量出现,但都以“击球”的情境呈现,即假设手对球的作用力大、作用时间短,在“击”的瞬间不考虑球位移变化.学生在大量“机械刷题”这类情境试题后所形成的思维定势,使学生失去了对“击球、拍球、踢球”情境的观察和对比,也失去了物理“咬文嚼字”的功力,思维被“固化”在“击球”模型的模具里,定格了学生直接将球自由下落 $(h-h_3)$ 高度时的速度视为“拍篮球”结束时瞬间

的速度,也定格了学生应用“动量定理”求解“运动员拍球时对篮球作用力的大小”。

(2)“机械刷题”导致学生对“等效思想”的实质不求甚解

等效思想的实质就是人们研究事物或运动时,从总体出发,重点考查最后的结果,忽略事物发展过程中内部结构的细节,只要两个不同的事物或运动具有相同的功能和结果,就可使二者相互代替,并视其为等效^[1]。基于此,因运动员向下拍球后,球落地前的速度可以等于球自 $h=2.25\text{ m}$ 高处自由下落到地面时的速度,但是,运动员向下拍球作用结束时,球的速度不等于球自由下落 $(h-h_3)$ 高度时的速度,即运动结果的等效不等于运动过程中细节的等效。从正确答案反推,拍篮球结束时,球运动的速度为 5 m/s ,并不是 $\sqrt{15}\text{ m/s}$ 。

(3)“机械刷题”导致学生对“运动的时空观”概念理解不到位

物体的运动都是在连续的时间和空间范畴之内,时间和空间是物体运动中必定存在的两条重要线索,因此,运动按照时间顺序设置就是多过程运动,运动按照空间设置就是多场景运动^[2]。多过程与多场景相互对应不可分割,即在一段时间里的运动必定对应一段位移,运动了一段位移必定发生在一段时间里。基于此,在运动员对球作用 0.20 s 的时间里,篮球向下运动了 $s=0.5\text{ m}$ 位移,根据上述等效思想,篮球在 0.2 s 末的速度应等于自由下落 $(h-h_3-s)$ 高度时的速度,即

$$v = \sqrt{2g(h-h_3-s)} = 5\text{ m/s}$$

(4)“机械刷题”导致学生构建真实问题情境“物理模型”能力的缺失

模型建构是科学思维素养中的一个重要要素,物理学习中的分析、抽象、概括等思维方法在模型建构中体现得最为充分,其重要性正像人教社彭前程教授所说:在某种意义上,物理学是用模型描述自然、用数学表达模型、用实验检验模型的科学^[3]。因此,培养学生运用知识、能力和素养解决实际问题的能力,必须注重将真实问题情境转化为“物理模型”能力的培养,使学生在建构“物理模型”中解决真实的问题,这些也正是近几年高考命题专家就如何使考题发挥“引导教学”核心功能的守望。例如,2019年高考新课标卷Ⅱ的第25题,一改所有复习资料中所呈现的“不考虑司机踩刹车过程”模型情境,以汽车在平直公路上刹车的真实运动情况为背景,即

司机看到前方障碍物立即踩刹车,汽车的运动过程为“司机反应过程运动(汽车匀速运动)+踩刹车过程的运动(汽车变速运动)+刹车板被踩死后的运动(汽车匀减速运动)”。 “试”过境迁,当年考生的“伤痛”或许因为时光的流逝而慢慢遗忘,但一线教师不可能忘记,大量的“机械刷题”使考生对“机动车辆刹车模型”形成了思维定势,导致了他们在面对“阻力逐渐增大的刹车过程”情境无所适从。时隔两年,“拍篮球”的真实问题情境,为什么再次被建构成“击球”的“物理模型”,这一点值得每位物理教师反思。

3 正确解析

(1) 篮球自由下落碰地前后的动能之比不变,根据机械能守恒得

$$k = \frac{mgh_1}{mgh_2} = \frac{3}{2}$$

设运动员拍球过程中对篮球所做功为 W ,根据功能关系得

$$k = \frac{mgh_3 + W}{mgh_3} = \frac{3}{2}$$

则

$$W = 4.5\text{ J}$$

(2) 设运动员拍球过程中对篮球作用力为 F ,篮球运动的加速度为 a ,篮球运动 t 时间的位移为 s ,根据牛顿第二定律得 $F+mg=ma$,根据 $s=\frac{1}{2}at^2$ 得出 $F=9.0\text{ N}$ 。

总之,无论是基于高考“立德树人、服务选才、引导教学”核心功能的备考复习,还是基于“注重体现物理学科本质,培养学生物理核心素养”课程目标的新课教学,教师都应引导学生多一点从物理学科本质的视角剖析真实问题情境,让学生在建构真实问题情境的“物理模型”中充分感受到所学内容蕴含的应用价值,少一点“机械刷题”,将疲于“机械刷题”的时间、精力和智力切实转向解决真实问题中,在真实问题的解决中促进物理学科核心素养的达成。

参考文献

- 1 王较过,李贵安.物理教学论[M].西安:陕西师范大学出版社,2009.3
- 2 汪显和.物理习题的时空观[J].中学物理·高中,2014(4):34~35
- 3 彭前程.谈对“学生发展核心素养及物理学科核心素养”的理解[J].中学物理教学参考,2017(4):1~4