



# 一道高考题和竞赛试题的融合与碰撞

——以2021年高考全国乙卷理综第24题为例

崔福来 林 婷

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

(收稿日期:2021-12-14)

**摘要:**2021年高考全国乙卷理综第24题涉及了力作用时间极短情形下的讨论,当力的作用时间极短时,是否可以当作瞬间给物体一个加速度来处理呢?结合牛顿第二定律和冲量定理对两种思想下的物理情境进行解读,从深度学习的角度,浅谈怎样培养学生的质疑创新能力.

**关键词:**高考题 竞赛 初速度 情境

2021年的高考已经落下了帷幕,但每一年的高考题都有重要的指导意义.全国乙卷理综第24题颇有竞赛的味道,2021年高考湖南卷第13题,2018年高考天津卷第20题,2017年高考天津卷第12题等试题都能看到竞赛的影子,可见高考与竞赛走得越来越紧密.本文以2021年高考全国乙卷理综第24题为例,结合第37届物理竞赛预赛第6题进行对比探讨.

## 1 问题呈现

2021年高考全国乙卷理综第24题与第37届预赛第6题有异曲同工之妙,但两题的解法不同.下面对这两道题进行赏析.

**【例1】**(2021年高考全国乙卷理综第24题)一篮球质量为  $m=0.60\text{ kg}$ ,一运动员使其从距地面高度为  $h_1=1.8\text{ m}$  处由静止自由落下,反弹高度为  $h_2=1.2\text{ m}$ .若使篮球从距地面  $h_3=1.5\text{ m}$  的高度静止下落,并在开始下落的同时向下拍球,球落地后反弹的高度也为  $1.5\text{ m}$ .假设运动员拍球时对球的作用力为恒力,作用时间为  $t=0.20\text{ s}$ ;该篮球每次与地面碰撞前后的动能的比值不变.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.

**求解过程:**(1) 由篮球从距地面高度  $h_1=1.8\text{ m}$

自由落下,反弹高度  $h_2=1.2\text{ m}$  得,碰前碰后动能比值  $k=\frac{E_{k1}}{E_{k2}}=\frac{3}{2}$ .当篮球从  $1.5\text{ m}$  高度落下,又返回至  $1.5\text{ m}$  处,得球与地面碰后动能大小为  $mgh_3$ ,则碰前的篮球动能大小为  $\frac{3}{2}mgh_3$ .由功能关系可得

$$W + mgh_3 = 1.5mgh_3$$

解得

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

(3) 球在力  $F$  作用时间内,有

$$F + mg = ma$$

下降距离  $s = \frac{1}{2}at^2$ ,由第(1)问得做功  $W = Fs$ ,联立3式得

$$F = 9\text{ N}$$

**【例2】**(2020年第37届物理竞赛预赛题第6题)某同学在原地进行单手运球训练中发现,让篮球从静止开始下落并自由反弹,弹起的最大高度比原来低  $20\text{ cm}$ .为了让球每次都能弹回到原来的高度,当球回到最高点时,向下拍打一次球,每分钟拍打  $100$  次,篮球质量为  $600\text{ g}$ .取重力加速度大小为  $10\text{ m/s}^2$ .不计空气阻力和拍球瞬间的能量损失,则该同学每次拍打篮球所需做功为 \_\_\_\_\_ J,拍打篮球的平均功率为 \_\_\_\_\_ W.

**求解过程:**不拍篮球的情况下,篮球上升至比原高度低  $20\text{ cm}$  位置,则要使球上升到原来高度位置,

则每次要对篮球补充  $mg\Delta h$  的能量, 每次拍打篮球所做的功

$$W = mg\Delta h = 1.2 \text{ J}$$

每次拍打篮球所花时间

$$t = \frac{60 \text{ s}}{100} = 0.6 \text{ s}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1.2 \text{ J}}{0.6 \text{ s}} = 2.0 \text{ W}$$

## 2 两道题目的对比与分析

如表 1 所示, 对两道题的共同点和区别进行分析, 得出由竞赛试题向高考试题迁移的共同要素。

表 1 两道题目的对比与分析

内容	2021 年高考全国乙卷理综第 24 题	2020 年第 37 届物理竞赛预赛第 6 题
试题背景和知识点	以篮球下落为背景, 考查力对物体做功的相关知识	
已知条件	当篮球在 1.8 m 的高度落下, 与地面碰后上升 1.2 m (间接给出碰后机械能与原机械能的比值). 篮球与地面碰后的动能与原动能的比值不变. 力对篮球作用时间为 0.2 s	篮球从静止下落, 弹回的高度比原高度低 20 cm. 拍打球, 使球弹回时能回到原高度. 每分钟拍打 100 次 (间接给出每次拍打所花的时间)
所求目标	求力所做的功; 求力的大小	求每次拍打球所需要作的功; 拍打球的功率
求解思想与方法	在拍打球的瞬间, 将球的运动看作匀加速直线运动求解力的大小; 在求算功的时候, 利用前后机械能比值得 $W + mgh_3 = \frac{3}{2}mgh_3$	在求算拍打球所作的功时, 利用公式 $W = mg\Delta h$ . 求出拍打球时力对球做的功

两道试题情境相似, 联系紧密, 且呈现在大众眼前的时间间隔不是很长. 前者为 2021 年 6 月 8 日高考试题, 后者为 2020 年 9 月 5 日全国中学生物理预赛试题. 尽管预赛在前, 高考在后, 但在做完预赛试题后, 对 2021 年高考第 24 题的解答很容易形成一个知识的负迁移. 在高考理综第 24 题解答过程中, 如果不对球进行拍打, 球对地面反弹后上升最大高度为 1 m, 则学生很容易会按照预赛试题解答思想进行求解得出

$$W = mg\Delta h = 3 \text{ J}$$

只看到了两道题目的共同点, 而忽视了已知条件的不同从而陷入了解题的误区, 造成了知识的负迁移. 从例 1 的角度看例 2 的解答, 可以发现例 2 通过反弹后高度与原高度的差得出所补充的能量存在一定的矛盾, 每次拍打球对球补充能量是在其下次碰撞地面之前, 则在碰撞地面时所损失的能量按比例进行计算, 损失的能量会比球自由落下时损失得多, 则最终计算的每次拍打球所需要作的功要大于  $1.2 \text{ J}^{[1]}$ , 可见高考试题相比竞赛试题的严谨性和科学性.

例 1 第 (2) 小问要求求解作用力的大小, 与一道

竞赛习题相类似, 下面题目称为例 3.

**【例 3】**质量为 0.1 kg 的皮球, 从某一高度自由落到水平地板上, 皮球与地板碰一次, 上升的高度总等于前一次的 0.64 倍. 如果某一次皮球上升最大高度为 1.25 m 时拍一下皮球, 给它一个竖直向下的冲力, 作用时间为 0.1 s, 使皮球与地板碰后跳回前一次高度. 求这个冲力的大小<sup>[2]</sup>.

**求解过程:**“由上升高度总等于前一次的 0.64 倍”得与地面碰前碰后的比值  $k = \frac{1}{0.64} = \frac{25}{16}$ , 某一次皮球获得的初动能  $E_k = \frac{(Ft)^2}{2m}$ , 落地时动能大小为  $kmgh$ , 则有

$$kmgh = mgh + \frac{(Ft)^2}{2m}$$

联立各式得  $F = 3.75 \text{ N}$ .

2021 年高考第 24 题的第 (2) 小问与这道竞赛习题极为相似, 但求解方法不同, 前者从牛顿定律出发, 后者从冲量定理和动能定理出发. 以高考试题为例, 用例 3 的方法进行分析, 我们得出如下答案:

篮球获得的初动能

$$E_k = \frac{(Ft)^2}{2m} = \frac{(0.2F)^2}{1.2}$$

落地时的动能大小为  $\frac{3}{2}mgh_3$ , 由

$$\frac{3}{2}mgh_3 = mgh_3 + \frac{(Ft)^2}{2m}$$

解得  $F = 3\sqrt{15} \text{ N} \approx 11.6 \text{ N}$ , 原答案是  $9 \text{ N}$ , 与原答案相差  $2.6 \text{ N}$ .

所得结果相差甚大, 从题目情境分析, 在  $0.2 \text{ s}$  时间内受拍力(视为恒力)和重力, 尽管  $0.2 \text{ s}$  时间较短, 但依然要将此阶段球的运动看作匀加速运动. 而竞赛习题的解题方法从球获得瞬时冲量进行考虑, 将  $0.2 \text{ s}$  的时间看作趋近于零, 在时间这里作了一个近似, 所求答案自然有所偏差, 可见, 高考体现的思想方法更为准确客观.

### 3 总结

#### 3.1 培养科学思维 促进科学创新

2021年高考全国乙卷理综第24题与竞赛试题和习题及其吻合, 将2020年竞赛预赛试题第6题和一道习题完美的融合, 体现竞赛题逐渐走向高考题的趋势, 在融合的过程中, 也不免思维火花的碰撞, 也正因为有这些思维上的碰撞, 让物理显得更加绚丽多彩. 但也同时对学生学习能力和思维能力提出了更高的要求, 在教学过程中, 要注重学生的科学思维能力的培养. 比如对于2021年高考理综第24题的两种角度的思考中, 从竞赛两道习题的考虑, 引导学生提出问题: 当力的作用时间很短时, 是否可以等效为瞬间施加了一个初速度? 从而对问题本质进行探讨, 并对问题进行质疑与思考. 对于质疑问题的教学研究, 我国自古就有这样的传统, 宋人张斌则曰: “在可疑而不可疑者, 不曾学, 学则须疑”. 质疑是探究知识的开始, 也是培养创造性的开始<sup>[3]</sup>. 当今我国正是需要有创造性的人才, 教师在教学过程中更应该培养学生质疑问题的能力<sup>[4]</sup>.

#### 3.2 究其根源 进行深度学习

对于同一类型题, 为何解答方法完全不同, 得到的结果也有所偏差, 到底是哪里出现了问题? 从一道题目出发, 从答案探讨到题目变式, 促进学生对习题的深度探讨与学习. 引发学生认知冲突, 在深度学

习中获得物理方法与思想及其适用的范围. 深度学习是这几年最为关注的学习方式, 它的盛行也符合培养学生核心素养的要求. 深度学习强调教师要用恰当的方法去引发、促进、提升学生的深度学习, 深度学习是浅层学习的反面, 是针砭时弊的<sup>[5]</sup>. 深度学习不仅是为了促进学生的高级认知和高阶思维, 而且指向立德树人, 指向发展核心素养, 指向培养全面发展的人, 因此, 深度学习强调动心用心, 强调与人的价值观培养联系在一起<sup>[5]</sup>.

#### 3.3 高效利用课堂 探究式习题教学

教师在教学中, 要注重习题的教学, 要举一反三, 触类旁通. 现在的教学中, 大部分一线教师迫于分数的压力, 忽视了习题教学, 把习题课变成了作业讲解, 题海战术. 习题课也能进行思维性的探究式学习, 争取做到讲一道题, 知一类题, 并且掌握一种方法, 让学生有种豁然开朗的感觉. 在习题教学中引入探究的元素, 使知识更加深入, 培养学生的核心素养, 学生的科学探究能力, 笔者根据这两道题以及多次的探究式习题教学总结了图1所示经验.

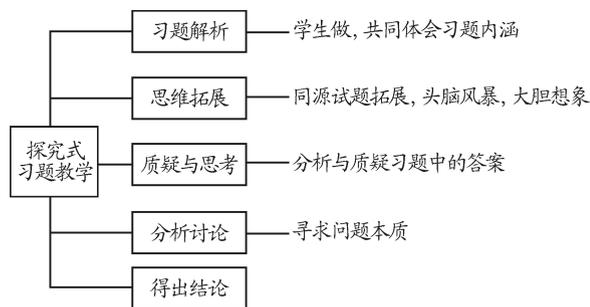


图1 经验总结

#### 参考文献

- 肖艳. 一道竞赛试题引发的思考——对第37届全国中学生物理竞赛预赛第6题的商榷[J]. 物理教师, 2021, 42(7): 96 ~ 97
- 沈晨. 更高更妙的物理——冲刺全国高中物理竞赛[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2017. 61
- 乔婷, 刘珑, 郭玉英. 课堂中的有效提问——赏析中学物理课堂教学提问二三例[J]. 物理教师, 2010, 31(10): 5 ~ 7
- 肖建华. 基于批判性思维的物理学科素养培养的教学实践[J]. 物理教师, 2019, 40(7): 5 ~ 8
- 郭华. 深度学习与课堂教学改进[J]. 基础教育课程, 2019(Z1): 10 ~ 15