

借助圆锥曲线知识和求导方法 解决抛体运动问题

——对2015年高考海南物理卷第14题的另解

冯海燕

(大庆实验中学 黑龙江 大庆 163316)

(收稿日期:2015-11-30)

在高中阶段,“抛体运动”是在物理学科的“曲线运动”部分学习的,主要是利用运动的分解将抛体运动分解成水平方向的匀速直线运动和竖直方向的加速度为 g 的匀变速直线运动,“抛物线”是在数学学科的“圆锥曲线”部分学习的,主要是学习抛物线的标准方程、准线、焦点等知识.鉴于抛体运动中平抛和斜抛运动的轨迹就是抛物线,故在教学中完全可以将两者有机地结合起来,以更好地落实《普通高中物理课程标准》中关于加强用数学知识解决物理问题能力的要求,更好地促进学生综合能力的发展.下面笔者就2015年高考海南物理卷第14题(2)问尝试用与参考答案不同的方法——用圆锥曲线知识和求导的方法来解决抛体运动问题.

【题目】如图1,位于竖直水平面内的光滑轨道由四分之一圆弧 ab 和抛物线 bc 组成,圆弧半径 Oa 水平, b 点为抛物线顶点.已知 $h=2\text{ m}$, $s=\sqrt{2}\text{ m}$.取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$.

(1)一小环套在轨道上从 a 点由静止滑下,当其在 bc 段轨道运动时,与轨道之间无相互作用力,求圆弧轨道的半径;

(2)若环从 b 点由静止因微小扰动而开始滑下,求环到达 c 点时速度的水平分量的大小.

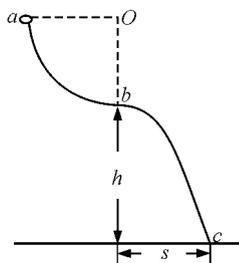


图1

原参考答案如下:

(1)环在 bc 段与轨道无相互作用,即环在这段以某一初速度 v_0 做平抛运动,运动轨迹与轨道相同.由平抛运动公式有

$$s = v_0 t \quad (1)$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

设圆弧轨道半径为 R ,由机械能守恒定律得

$$mgR = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad (3)$$

联立式(1)~(3),并代入题给条件得

$$R = 0.25\text{ m} \quad (4)$$

(2)环由 b 处静止下滑过程中机械能守恒,设环下滑至 c 点的速度大小为 v ,有

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2 \quad (5)$$

环在 c 点速度的水平分量为

$$v_x = v \cos \theta \quad (6)$$

式中, θ 为环在 c 点速度的方向与水平方向的夹角.由题意知,环在 c 点速度的方向和以初速度 v_0 做平抛运动的物体在 c 点速度的方向相同;而做平抛运动的物体末速度的水平分量为

$$v'_x = v_0$$

竖直分量 v'_y 为

$$v'_y = \sqrt{2gh} \quad (7)$$

因此

$$\cos \theta = \frac{v_0}{\sqrt{v_0^2 + v_y'^2}} \quad (8)$$

联立式(1)、(2)、(5)~(8),得

$$v_x = \frac{2\sqrt{10}}{3}\text{ m/s} \quad (9)$$

笔者对该题目(2)问的解答方法如下:

以 b 点为原点 O' ,以过 b 点的水平线为 x 轴,以

教师引导下的学生创新实验

—— 学生质疑精神的培养

王美芳

(复旦大学附属中学 上海 200433)

(收稿日期:2015-12-16)

摘要:批判性思维和质疑精神是物理学科应重点培养的学生核心素养.本文探讨了面对学生质疑,教师引导学生进行创新实验的几种方式,对如何培养学生批判性思维和质疑精神给出了自己的回答.

关键词:创新实验 质疑 引导 核心素养

1 关于“质疑”

“质疑”的意思是“提出疑问”(《现代汉语词典》),其中“质”的含义是“询问;责问”,“质疑”的目的是探求真理,寻求解答.

物理教师需要面对学生的各种提问.总有那么一些问题,课本和课外书都没有提供现成的答案,作为物理教师,也不能三言两语就讲清楚,有时甚至也不知道答案.能提出这样的问题,往往是学生独立、深入思考的结果.

能经常“质疑”的学生,被我们认为具有批判性

思维和质疑精神,这正是物理学科应重点培养的学生核心素养.

2 创新实验 应对学生质疑

正因为没有现成的答案,面对学生的质疑,教师用何种态度去回应,至关重要.

物理学是一门实验科学.很多时候,通过实验才能回答学生的提问.但如何选择、设计、完成实验,对学生来说非常困难,需要教师的帮助.如果教师能就学生提出的问题加以引导和鼓励,就有可能让学生自己设计实验,去寻求答案.对学生来说,通过自己

过 b 点的竖直线为 y 轴建立坐标系,如图 2 所示.由题目可知,该抛物线轨道过原点 $(0,0)$ 和 (s,h) 点.令该抛物线轨道的轨迹方程为

$$y = ax^2 + bx + c$$

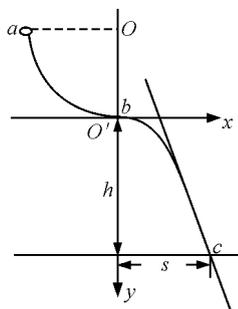


图 2

易知 $b=0, c=0$, 则轨迹方程可简化为

$$y = ax^2$$

将点 $(0,0)$ 和点 (s,h) 代入轨迹方程可得

$$a = \frac{h}{s^2} = 1$$

则该抛物线的轨迹方程为

$$y = x^2 (x > 0)$$

其导数方程为

$$y' = 2x$$

易知该抛物线轨道在 c 点处的导数为 $2\sqrt{2}$, 做出 c 点处速度的分解如图 3, 即

$$\tan \theta = 2\sqrt{2}$$

易知

$$\cos \theta = \frac{1}{3}$$

根据机械能守恒定律

$$mgh = \frac{1}{2}mv_c^2$$

得

$$v_c = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$$

则

$$v_{cx} = v_c \cos \theta = \frac{2\sqrt{10}}{3} \text{ m/s}$$

上述方法方法也可以作为检验解答是否正确的一个方法.

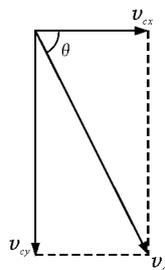


图 3