

《2010 年清华五所高校自主招生

〈物理试题〉赏析》中的疑点

李常明

贵刊 22 卷第 5 期(总 131 期)刊载了程嗣、程首究两位老师的《赏析自主招生试题 快速提高解题能力——2010 年清华五所高校自主招生《物理试题》赏析》一文,笔者认为第 7 题的答案没有问题,但是其解答过程值得商榷,下面将原解与新解分述如下,以供大家参考,不妥之处请同行斧正。

原题 7. 在光滑的水平桌面上有两个质量均为 m 的小球,由长度为 $2l$ 的拉紧细线相连。以一恒力作用于中点,恒力的大小为 F ,方向平行于桌面。两球开始运动时,细线与恒力方向垂直。在两球碰撞前瞬间,两球的速度在垂直于恒力方向的分量为 ()。

- A. $\sqrt{Fl/2m}$ B. $\sqrt{Fl/m}$ C. $2\sqrt{Fl/m}$ D. $\sqrt{2Fl/m}$

原分析和解: 设两球的速度沿恒力方向的分量为 v_x , 在垂直于恒力方向的速度为 v_y , 在两球碰撞前瞬间,两球的速度两个分量大小相等,即 $v_x=v_y$, 恒力 F 的位移为 $2l$, 由动能定理得

$$F \cdot 2l = 2 \cdot \frac{1}{2}mv_x^2 + 2 \cdot \frac{1}{2}mv_y^2 = 2mv_y^2,$$

所以 $v_y = \sqrt{Fl/m}$, 故选 B 正确。

原解答让人百思不得其解的是如何根据题意轻易得出 $v_x=v_y$ 以及恒力 F 的位移为 $2l$ 。我在求证 $v_x=v_y$ 受阻后,借助 WORKING MODEL 2D 动画模拟时发现,在相撞前一瞬间,如图 1 所示,同一小球沿恒力方向的分速度 v_x 和垂直恒力方向的分速度 v_y 并不相等。现给出新的分析和解:

以两球开始运动时细线中点为坐标原点,恒力 F 方向为 x 轴正方向建立直角坐标系如图 2,设开始到两球碰撞瞬间任一小球沿 x 方向的位移为 s ,根据对称性,在碰撞前瞬间两球的 v_x 、 v_y 、 v 大小均相等,对其中任一小球,在 x 方向做初速度为零的匀加速直线运动有:

$$v_x = \frac{F}{2m}t, \quad (1)$$

$$s = \frac{1}{2} \frac{F}{2m}t^2, \quad (2)$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2. \quad (3)$$

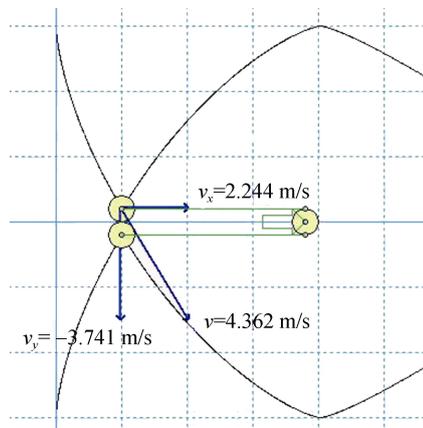


图 1

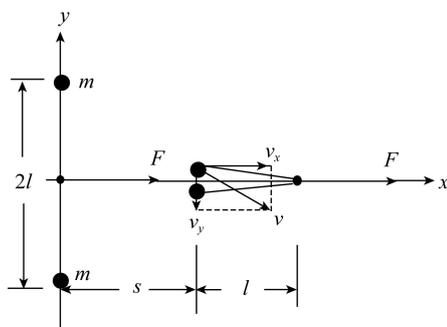


图 2

细线不计质量, F 对细线所做的功等于细线对物体所做的功,故对整体全过程由动能定理有:

$$F(s+l) = 2 \cdot \frac{1}{2}mv^2. \quad (4)$$

$$\text{由(1)(2)二式解得 } v_x = \sqrt{Fs/m}; \quad (5)$$

$$\text{由(3)(4)(5)三式解得 } v_y = \sqrt{Fl/m}. \quad (6)$$

从(6)式可得,原题的正确答案确实为 B; 对于 v_x 与 v_y 的关系(由图 1 可知:模拟值 $v_x/v_y=2.244/3.741=0.60$,将 $s/l=1/2.8$ 代入(5)(6)两式的理论值 $v_x/v_y=\sqrt{1/2.8}=0.60$,模拟值与理论值相等,模拟动画得出 $v_x \neq v_y$ 是可靠的),从(6)式可知 v_y 与 s 无关,原解答以 $v_x=v_y$ 且恰好取 $s=l$ 能够解出正确答案,那只是一种符合(5)(6)两个约束条件的巧合,作为解题的方法有失科学性。

(湖南省凤凰县高级中学 416200)