

## 一道考查学生物理思维方法的好题

何永泽

(广元市实验中学 四川 广元 628000)

(收稿日期:2016-07-16)

**摘要:**对2016年高考天津卷的第11题进行了深入浅出地分析,并给出了多种解法供大家参考。

**关键词:**物理思维 多种解法 能力考查

2016年高考天津卷的第11题,可谓是一道全面考查学生物理思维方法的力电综合好题,原题如下。

**【题目】**如图1所示,空间中存在着水平向右的匀强电场,电场强度大小  $E=5\sqrt{3}$  N/C,同时存在着水平方向的匀强磁场,其方向与电场方向垂直,磁感应强度大小  $B=0.5$  T. 有一带正电的小球,质量  $m=1 \times 10^{-6}$  kg,电荷量  $q=2 \times 10^{-6}$  C,正以速度  $v$  在图示的竖直面内做匀速直线运动,当经过  $P$  点时撤掉磁场,  $g$  取  $10$  m/s<sup>2</sup>. 求:

(1) 小球做匀速直线运动的速度  $v$  的大小和方向;

(2) 从撤掉磁场到小球再次穿过  $P$  点所在的这条电场线经历的时间  $t$ .

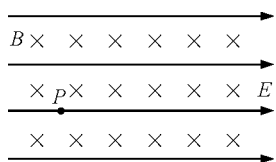


图1 题目题图

**解析:**第(1)问比较简单,从学生熟悉的匀速直线运动入手,符合学生的认知规律,学生只需利用小球的平衡条件列出相应的方程即可求解。

由于小球在复合场中做匀速直线运动,且所受的3个力均在同一个平面内,根据平衡条件知小球所受合力必为零,作出小球的受力如图2所示,有

$$qvB = \sqrt{q^2 E^2 + m^2 g^2}$$

代入数据可解得

$$v = 20 \text{ m/s}$$

由于速度  $v$  的方向与电场  $E$  的方向之间的夹角  $\theta$  满足

$$\tan \theta = \frac{qE}{mg}$$

代入数据解得

$$\tan \theta = \sqrt{3}$$

由此可知

$$\theta = 60^\circ$$

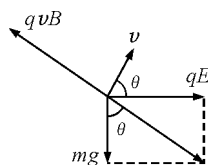


图2 带电小球的受力分析

第(2)问,难度明显加大,成为拔高部分. 该问也是本题最大的亮点,需要学生有良好的物理建模能力,该问可用多种方法求解。

撤去磁场后,小球在重力和电场力作用下的运动,可视为类平抛运动模型,而类平抛运动模型又是学生很熟悉的,很方便学生用简便的方法求解。

若设其加速度为  $a$ ,则有

$$a = \frac{\sqrt{q^2 E^2 + m^2 g^2}}{m}$$

代入数据可得

$$a = 20 \text{ m/s}^2$$

从撤掉磁场,到小球再次穿过  $P$  点所在的这条电场线时,求小球所经历的时间  $t$ ,则可利用曲线运动中运动的合成与分解以及类平抛运动的规律求解。

**解法一:**设撤掉磁场后小球在初速度方向上的分位移为  $x$ ,有

$$x = vt$$

设小球在重力与电场力的合力方向上分位移为

$y$ ,有

$$y = \frac{1}{2}at^2$$

由于  $a$  与  $mg$  的夹角和  $v$  与  $E$  的夹角相同均为  $\theta$ , 则位移角也应为  $\theta$ , 有

$$\tan \theta = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2}at^2}{vt} = \frac{at}{2v} = \sqrt{3}$$

联立各式代入数据解得

$$t = 2\sqrt{3} \text{ s} \approx 3.5 \text{ s}$$

**点评:**解法一把小球的运动等效为类平抛运动, 利用类平抛运动的位移角关系进行求解, 方法简单, 入手容易, 但要求学生对于平抛运动的位移角能够了然于胸, 且具有认真审题, 仔细推敲小球所做运动中蕴含的相关物理规律的能力。

**解法二:**设撤掉磁场后小球在初速度方向上的速度为  $v_x$ , 有

$$v_x = 20 \text{ m/s}$$

设小球在重力与电场力的合力方向上速度为  $v_y$ , 有

$$v_y = at$$

若使小球再次穿过  $P$  点所在的电场线时, 此时速度与初速度方向夹角为  $\alpha$ , 有

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{at}{v} = 2 \tan \theta = 2\sqrt{3}$$

联立各式代入数据解得

$$t = 2\sqrt{3} \text{ s} \approx 3.5 \text{ s}$$

**点评:**解法二同样把小球的运动等效为类平抛运动, 不同的是解法二非常恰当地利用了类平抛运动的“速度角”与“位移角”的正切值关系去求解, 方法较解法一更胜一筹, 给人耳目一新之感, 但该解法

对思维的要求较高, 着重要求学生具有对基本规律的认知深度和再加工能力, 这也是近年来高考命题的一个趋势。

**解法三:**撤去磁场后, 由于电场力垂直于竖直方向, 它对竖直方向的分运动没有影响, 以  $P$  点为坐标原点, 竖直向上为正方向, 小球在竖直方向上做匀减速运动, 其初速度为

$$v_y = v \sin \theta$$

若使小球再次穿过  $P$  点所在的电场线, 仅需小球的竖直方向上分位移为零, 则有

$$v_y t - \frac{1}{2}gt^2 = 0$$

联立两式代入数据解得

$$t = 2\sqrt{3} \text{ s} \approx 3.5 \text{ s}$$

**点评:**解法三从学生的直觉思维出发, 把小球的运动分解为两个方向上独立的分运动并列方程进行求解. 该解法思维非常灵活, 一目了然, 但是对学生的思维能力要求最高, 需要学生具有举一反三的能力, 且该解法运算较第一、二种解法稍显复杂. 运动的合成与分解是高中阶段处理曲线运动问题的重要方法, 很受高考命题专家的青睐。

从上面第(2)问的3种求解方法中可以看出, 该问不仅考查了高中物理的重要运动类型——类平抛运动, 还同时考查了学生利用基本规律解决物理问题的能力, 更为重要的是它还考查了学生的建模能力以及从不同思维方法如合成、分解、等效等诸多方法. 求解此题能给学生一种“海阔任鱼跃, 天高任鸟飞”的感受, 本题的确是一道起点低、落点高、考查学生能力和达到选拔人才的好题。

## A Good Question to Examine the Students Physics Thinking Method

He Yongze

(Guangyuan experimental high school, Guangyuan, Sichuan 628000)

**Abstract:** On 2016 Tianjin college entrance examination volume eleventh question has carried on the simple analysis, and gives several solutions for your reference.

**Key words:** physical thinking; multiple solution; ability test