

2019年高考(全国卷 I)物理第24题评析及教学建议

马泽枝

(山东淄博第一中学 山东 淄博 255200)

路真真

(济南西城实验中学 山东 济南 250000)

(收稿日期:2019-08-28)

摘要:笔者有幸参加了山东省2019年高考全国理综卷 I 第24题的阅卷工作,阅卷时发现考生在做本题过程中出现的几类典型错误,如未根据具体情境建立匀速圆周运动模型,书写不规范,数学运算薄弱等.文章分析了考生出现错误的原因,并在此基础上提出一些针对性的教学建议.

关键词:2019年高考 典型错误 教学建议

2019年高考全国理综卷 I 第24题的物理情境是一道带电粒子在有界匀强磁场中运动的问题,分为两个运动过程,过程一是粒子仅受洛伦兹力在磁场中做匀速圆周运动,过程二是粒子离开磁场后做匀速直线运动.本题考查学生物理综合分析和数学运算能力.定圆心、画轨迹,借助数学平面几何和三角函数知识求出半径,是解题的基本方法.通过阅卷发现,学生不能灵活地运用这种数理结合方法解决问题,求解过程中出现许多问题,导致得分并不理想.本文分析了阅卷中学生出现的几种典型错误,并对今后教学提出了针对性的建议.

1 原题与解答过程

【原题】如图1所示,在直角三角形 OPN 区域内存在匀强磁场,磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向外.一带正电的粒子从静止开始经电压 U 加速后,沿平行于 x 轴的方向射入磁场;一段时间后,该粒子在 OP 边上某点以垂直于 x 轴的方向射出.已知 O 点为坐标原点, N 点在 y 轴上, OP 与 x 轴的夹角为 30° ,粒子进入磁场的入射点与离开磁场的出射点之间的距离为 d ,不计重力.求

(1) 带电粒子的比荷;

(2) 带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间.

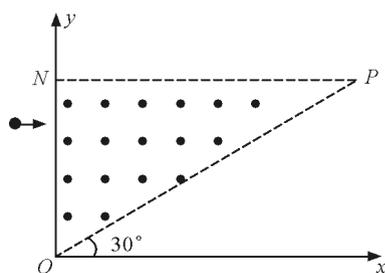


图1 原题题图

1.1 第一小题的求解过程

粒子在磁场中的运动轨迹如图2所示.

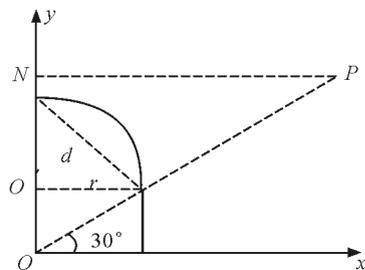


图2 粒子在磁场中的运动轨迹

设带电粒子的质量为 m ,电荷量为 q ,加速后的速度大小为 v .由动能定理得

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

设粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 r , 由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

由几何关系知

$$d = \sqrt{2} r \quad (3)$$

联立式(1)~(3)得

$$\frac{q}{m} = \frac{4U}{B^2 d^2} \quad (4)$$

第一小题涉及带电粒子在匀强磁场中的匀速圆周运动, 着重考察学生对基本物理模型的分析能力. 如图2所示, 画出带电粒子在有界磁场中的运动轨迹是解题的关键. 用“画轨迹, 找圆心, 定半径”的常规方法就可以解决此问题.

1.2 第二小题的求解过程

解法一: (考试中心公布的答案, 先求总的路程, 然后求解总时间)

由几何关系知, 带电粒子射入磁场后运动到 x 轴所经过的路程为

$$s = \frac{\pi r}{2} + r \tan 30^\circ \quad (5)$$

带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间为

$$t = \frac{s}{v} \quad (6)$$

联立式(2)、(4)、(5)、(6)得

$$t = \frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right) \quad (7)$$

解法二: (分两段运动过程求解时间)

设粒子在磁场中做匀速圆周运动的时间为 t_1 , 则

$$t_1 = \frac{T}{4} \quad (8)$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (9)$$

$$t_1 = \frac{\pi Bd^2}{8U}$$

设粒子在磁场外做匀速直线运动的时间为 t_2 , 路程为 s , 则

$$s = \frac{\sqrt{6}}{6} d$$

$$t_2 = \frac{s}{v} = \frac{\sqrt{3} Bd^2}{12U}$$

带电粒子从射入磁场到运动至 x 轴的时间为

$$t = t_1 + t_2$$

代入 t_1 和 t_2 得

$$t = \frac{Bd^2}{4U} \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right)$$

第二小题求粒子总的运动时间, 着重考察学生的数学运算能力. 解法一对整个运动过程进行分析, 对学生的综合分析能力要求较高. 解法二分两个过程分步求解, 在阅卷过程中发现绝大多数的考生用的是解法二.

2 学生出现的典型错误

第24题物理情境是带电粒子在有界匀强磁场中运动, 考察学生对基本物理模型的理解和数学运算能力. 题目并不复杂, 但是学生得分情况并不理想, 下面分析阅卷中发现的几种典型错误.

2.1 未根据具体情境建立匀速圆周运动模型

粒子在磁场中的运动半径计算错误, 把半径 r 当做 d , 写出表达式 $qvB = \frac{mv^2}{d}$, 这是出现最多的错误. 出现这种错误的原因是, 学生不会用数理结合的方法画出粒子的运动轨迹, 求出半径, 只是生搬硬套公式. 由此可见, 对于带电粒子在有界磁场中做匀速圆周运动这种模型, 很多学生不会灵活运用“定圆心, 求半径, 画轨迹”的基本方法^[1].

2.2 求解不规范

考生没有养成良好的答题习惯, 具体表现如下:

(1) 出现大量连等式, 如果连等式中出现一处错误, 整个等式将不得分. 例如

$$t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi m}{2qB} = \frac{\pi Bd}{8U}$$

$$t = \frac{\pi Bd^2}{8U} + \frac{\sqrt{3} Bd^2}{12U} = \frac{(\pi + \sqrt{3}) Bd^2}{24U}$$

以上两式第一个等号均成立, 如果分开写, 都有得分点. 但是最终计算结果错误, 得分均为零, 阅卷中发现有很大比例的考生因此丢分.

(2) 没有用题目中给出的已知量去表达, 例如

$$t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi d}{4} \sqrt{\frac{m}{qU}}$$

$$t_2 = \frac{s}{v} = \frac{d}{6} \sqrt{\frac{3m}{qU}}$$

以上两式求解均正确,但是题干信息中没有给出比荷 $\frac{q}{m}$,应该将第一问的计算结果代入,才会得到正确答案.

(3) 物理量表征不规范,生搬硬套公式,如动能定理写成

$$qU = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

甚至有少数考生电荷量用 e 表示,动能定理写成

$$eU = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

这些都是不规范的.在平时教学中应该提醒学生, e 一般代表电子的电荷量.

2.3 数学运算出错

如果题目是具体数值运算,学生计算能力尚可,但是关于字母运算的题目,总是很容易丢分,具体表现在:

(1) 计算结果的表达上丢三落四,例如

$$\frac{q}{m} = \frac{4U}{Bd^2}$$

$$t_1 = \frac{\pi Bd}{8U}$$

(2) 没有将结果化简到最简形式,例如

$$t = \frac{\pi Bd^2}{8U} + \frac{\sqrt{3} Bd^2}{12U} =$$

$$\frac{(6\pi + 2\sqrt{3})Bd^2}{48U}$$

$$s = d \sin 45^\circ \tan 30^\circ$$

3 教学建议

3.1 重视物理概念和物理规律 夯实基础知识

近几年高考全国理综卷的难度在降低,重在考察学生对基本物理概念的理解和物理规律的应用^[2],但是学生掌握不扎实.例如,部分学生不清楚比荷指的是 $\frac{q}{m}$ 还是 $\frac{m}{q}$?有些学生混淆了动能定理

和向心力的表达式,写成了 $qU = \frac{mv^2}{r}$.粒子离开磁场后的运动分析,少部分学生当作平抛运动处理.因此,在教学过程中,应降低教学重心,重视基础,引导学生理解物理概念的建构过程,明确物理规律的内涵和外延.

3.2 重视培养数理结合能力

在教学中应注意培养学生的数理结合意识,提升学生自觉、灵活地运用数学知识对物理问题进行分析的能力.在讲授带电粒子在磁场中做匀速圆周运动模型时,教师应强调画出粒子运动轨迹是关键,一定要培养学生精确作图的习惯.

重视数学运算能力的培养,特别是字母运算,引导学生用量纲分析法检验物理表达式的正确性,加深对物理量的理解.加强字母运算训练,不仅让学生分析建立物理模型,同时还要让学生经历完整的求解过程.

3.3 加强解题规范训练 培养良好的解题习惯

解题的规范化有助于学生在考试中发挥出自己的真实水平,减少物理试卷的失分率,提高自身的知识.教师应在平时教学中注意对学生解题规范化的指导和训练,做到:

(1) 审题能力的培养,审清题意是解决问题最重要的一步.在教学过程中,带领学生一起审题,提问题的关键词是什么?解题的切入点是什么?正确把握题目信息;

(2) 书写规范的培养,课堂上注意规范书写方程,正确表征物理量,平时的练习中发现学生有不规范的行为,如写连等式,结果没有用题目中已知量表达等,教师应及时的指出错误.

培养学生规范的解题习惯,有利于培养学生规范有序,严谨的科学态度.

参考文献

- 1 谢影,褚华. 2017年高考(全国卷 I)物理压轴题的解析与启示[J]. 物理通报,2018,37(3):103~106
- 2 吕丹丹,程敏熙. 根据2017年高考物理第25题浅析如何做好物理计算题[J]. 物理通报,2018,37(5):84~86