

一道高考模拟试题的剖析与思考

肖亚平 黄绍书

(六盘水市第23中学 贵州 六盘水 553001)

(收稿日期:2016-04-11)

摘要:剖析2016年贵州省高考适应性考试理科综合能力测试第21题,并阐明试题命制应严格遵从的原则.

关键词:适应性考试 理科综合能力测试 剖析 思考 主干知识 考查

1 问题的由来

【题目】(2016年普通高等学校招生贵州省适应性考试理科综合能力测试第21题)如图1所示,电阻不计,间距为 L 的光滑平行金属导轨水平放置.导轨在左端接有阻值为 R 的电阻.以导轨的左端为原点,沿导轨方向建立 x 轴,导轨处于竖直向下的磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中.一根电阻也为 R ,质量为 m 的金属杆垂直于导轨放置于 x_0 处,不计金属杆与导轨间的接触电阻,现给金属杆沿 x 轴正方向的初速度 v_0 ,金属杆刚好能运动到 $2x_0$ 处,在金属杆运动过程中

- A. 通过电阻 R 的电荷量为 $\frac{BLx_0}{2R}$
- B. 金属杆上产生的焦耳热为 $\frac{1}{2}mv_0^2$
- C. 金属杆克服安培力所做的功为 $\frac{1}{2}mv_0^2$
- D. 金属杆运动到 $1.5x_0$ 处时速度大小为 $\frac{1}{2}v_0$

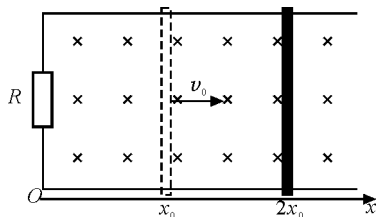


图1

贵州省适应性考试理科综合能力测试于4月10日上午9时至11时30分举行,当天下午和晚上网上就对本次测试上述试题的难度以及与高考考纲的吻合性等议论得沸沸扬扬,特别是对试题中选项D的正确性持怀疑态度.

2 试题的剖析

这是一道以电磁感应为背景的力、热、电综合测试题,要求考生要有较强的综合能力才能完整地进行解答,现给出如下剖析.

(1) 关于通过电阻 R 的电荷量

根据电流的定义,某一过程通过回路中任意截面的电荷量等于这一过程回路中的电流平均值与所经历时间的乘积,可得通过电阻 R 的电荷量为

$$Q = \bar{I}\Delta t = \frac{\bar{E}}{2R}\Delta t = \frac{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{2R}\Delta t = \frac{BLx_0}{2R}$$

因此,选项A正确.

(2) 关于金属杆上产生的焦耳热

由能量守恒与转化定律,金属杆损失的机械能等于回路中产生的焦耳热,即

$$Q_{\text{回路}} = \frac{1}{2}mv_0^2$$

由于金属杆的电阻为回路总电阻的一半,因此,金属杆上产生的焦耳热等于回路中产生的焦耳热的二分之一,亦即

$$Q_{\text{金属杆}} = \frac{1}{2}Q_{\text{回路}} = \frac{1}{4}mv_0^2$$

所以,选项B错误.

(3) 关于金属杆克服安培力做的功

根据能量守恒与转化定律、电磁感应规律,安培力做功的过程,就是把电能转化为其他形式的能的过程.因此,金属杆克服安培力所做的功等于金属杆损失的机械能,也就等于回路中产生的焦耳热,即

$$W = Q_{\text{回路}} = \frac{1}{2}mv_0^2$$

所以,选项C正确.

(4) 关于金属杆的速度与位移的关系

设金属杆在运动过程中经过一段时间 Δt 移动位移为 x , 此时速度变为 v . 由动量定理有

$$BLI\Delta t = mv_0 - mv$$

又因为

$$BLI\Delta t = BL(I\Delta t) = BL \frac{BLv\Delta t}{2R} =$$

$$BL \frac{BL \frac{x - x_0}{\Delta t} \Delta t}{2R} = \frac{B^2 L^2}{2R} (x - x_0)$$

因此

$$v = v_0 - \frac{B^2 L^2}{2mR} (x - x_0)$$

因而, 金属杆的速度 v 与位移 x 之间满足一次函数关系, 如图 2 所示. 因此, 当金属杆运动到 $1.5x_0$ 处

时的速度为 $\frac{1}{2}v_0$, 故选项 D 正确.

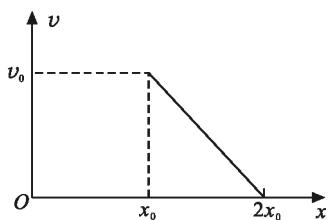


图 2

进一步考虑金属杆所受安培力与位移的关系. 金属杆运动过程中的任意时刻所受的安培力满足

$$F = BLI = \frac{B^2 L^2 v}{2R}$$

$$即 \quad F = \frac{B^2 L^2 v_0}{2R} - \frac{B^4 L^4}{4mR^2} (x - x_0)$$

因此 F 与 x 之间同样满足一次函数关系, 如图 3 所示. 显然, 图中阴影部分的“面积”就是金属杆运动过程中损失的机械能, 也就是回路中产生的焦耳热或金属杆克服安培力所做的功.

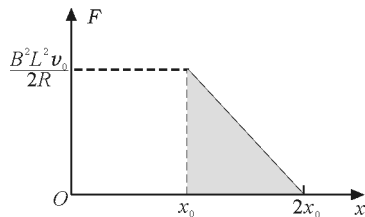


图 3

3 命题的思考

高考模拟试题的命制和高考试题一样, 必须严密、严谨, 应严格遵从体现考查主干知识的深度和非主干知识的广度的原则.

电磁感应是高中教材的重要组成部分, 是历届高考内容的主干知识考点. 上述试题的命制也体现对这一主干知识考查的深度, 突出考查考生综合应用物理知识处理问题的能力和考查考生应用数学知识解决物理问题的能力. 但是, 作为一道选择题, 其计算量有些过大. 特别是对于 D 选项的处理, 一般要借助微元思维并用到动量定理, 有些偏离高考考纲的主导思想, 且动量问题是选修 3-5 模块的内容, 不适合也不应该在必考部分进行考查.

参考文献

- 1 2016 年普通高等学校招生全国统一考试贵州省适应性考试理科综合能力测试试题
- 2 2016 年普通高等学校招生全国统一考试物理学科考试说明
- 3 全国中小学教材普通高中课程标准. 2004
- 4 普通高中课程标准实验教科书物理(选修 3-5). 山东科学技术出版社, 2011
- 5 普通高中课程标准实验教科书物理(选修 3-5). 上海: 上海科技教育出版社, 2007
- 6 普通高中课程标准实验教科书物理(选修 3-5). 北京: 人民教育出版社, 2010

Analysis and Thinking on a Simulation Test of College Entrance Examination

Xiao Yaping Huang Shaoshu

(Liupanshui NO. 23 Middle School, Liupanshui, Guizhou 553001)

Abstract: This paper analyzes the twenty-first questions of Guizhou province college entrance examination adaptability test science comprehensive ability test in 2016, and expounds the principle of the system should be strictly complied with.

Key words: adaptability test; science comprehensive ability test; analysis; thinking; main knowledge; test