

动,则

$$m \frac{v_0^2}{r} = qv_0 B$$

代入数据后解得

$$B = \frac{m\pi}{3lq} \sqrt{gl}$$

第一问比较简单,学生只要知道是洛伦兹力提供小球做圆周运动的向心力就能代入公式将题完全答对,第一问几乎没什么难度。

(2) 小球 P 在区域 I 做匀速圆周运动时转过的圆心角为 θ , 运动到 C 点的时刻为 t_C , 到达区域底端的时刻为 t_1 , 则有

$$\begin{aligned} t_C &= \frac{\theta r}{v_0} = \frac{\frac{\pi}{3} \cdot \frac{3l}{\pi}}{\sqrt{gl}} = \sqrt{\frac{l}{g}} \\ s - h \cot \alpha &= v_0(t_1 - t_C) \\ t_1 &= \frac{s - h \cot \alpha}{v_0} + t_C = \\ &= \frac{4l - 2l}{\sqrt{gl}} + \sqrt{\frac{l}{g}} = 3\sqrt{\frac{l}{g}} \end{aligned}$$

小球 A 释放后沿斜面运动, 加速度为 a_A , 与小球 P 在时刻 t_1 相遇于斜面底端, 有

$$\begin{aligned} mg \sin \alpha &= ma_A \\ a_A &= g \sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}g \\ \frac{h}{\sin \alpha} &= \frac{1}{2}a_A(t_1 - t_A)^2 \end{aligned}$$

联立以上方程解得

$$t_A = (3 - 2\sqrt{2})\sqrt{\frac{l}{g}}$$

(3) 设所求电场方向向下, 在 t_A' 时刻释放小球 A , 小球 P 在区域 II 运动加速度为 a_P , 有

$$s = v_0(t - t_C) + \frac{1}{2}a_A(t - t_A')^2 \cos \alpha$$

$$mg + qE = ma_P$$

$$H - h + \frac{1}{2}a_A(t - t_A')^2 \sin \alpha = \frac{1}{2}a_P(t - t_C)^2$$

联立相关方程解得

$$E = \frac{(11 - \beta^2)mg}{q(\beta - 1)^2}$$

对小球 P 的所有运动情形讨论可得

$$3 \leq \beta \leq 5$$

由此可得场强极小值 $E_{\min} = 0$; 场强极大值为

$$E_{\max} = \frac{7mg}{8q}, \text{ 方向竖直向上.}$$

2 其他解法

2.1 第二小问的其他解法

A 球沿斜面加速下滑过程中, 设小球 A 和 P 在

$t = \beta\sqrt{\frac{l}{g}}$ 相遇于斜面某处时, A 球速度为 v_t , 由动能定理也可以对问题进行求解。

由动能定理得

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

$$v_t = a(t - t_A)$$

$$a = g \sin \alpha$$

联立以上方程解得

$$t_A = (3 - 2\sqrt{2})\sqrt{\frac{l}{g}}$$

2.2 第三小问的其他解法

解法 1:

P 球进入区域 II 的运动是做类平抛运动, 因此, 第三小问求区域 II 中匀强电场的场强也可用类平抛运动的知识进行求解。

由第二问可知

$$t_C = \frac{\theta r}{v_0} = \sqrt{\frac{l}{g}}$$

P 球进入区域 II 做类平抛运动, 令做类平抛运动的时间为 t_P , 则

$$t_P = t - t_C = (\beta - 1)\sqrt{\frac{l}{g}}$$

设小球 A 和 P 在 $t = \beta\sqrt{\frac{l}{g}}$ 相遇时, 小球 P 做

类平抛的水平距离为 x , 则

$$x = v_0 t_P = (\beta - 1)l$$

则 P 球下落的高度

$$\Delta h = H - [h - (s - x)] \tan \alpha = (6 - \beta)l$$

且

$$\Delta h = \frac{1}{2}at_P^2$$

得

$$a = \frac{12 - 2\beta}{(\beta - 1)^2}g$$

$$mg - qE = ma$$

联立方程求解可得

$$E = \frac{(11 - \beta^2)mg}{q(\beta - 1)^2}$$

解法 2:

要讨论场强 E 的极大值和极小值及相应的方向, 可以采用极值法进行求解, 由题意可知, 小球 A

和 P 在斜面相遇的极端位置为斜面顶端和斜面底端,故分别对这两个极端位置进行讨论.

当两小球相遇于顶端时,令小球 P 在区域 II 运动的高度为 h_1 ,水平距离为 s_1 ,运动加速度为 a_1 ,有

$$\begin{aligned} h_1 &= H - h \\ s_1 &= s = v_1 t_1 \\ h_1 &= \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \end{aligned}$$

联立方程求解可得

$$\begin{aligned} t_1 &= 4\sqrt{\frac{l}{g}} \\ a_1 &= \frac{1}{8}g \end{aligned}$$

则 $\beta_1 = 5$, E_1 方向一定向上. 小球 P 在区域 II 竖直方向受力,由牛顿第二定律得

$$mg - qE_1 = ma_1$$

则
$$E_1 = \frac{7mg}{8q}$$

当两小球相遇于底端时,令小球 P 在区域 II 运动的高度为 h_2 ,水平距离为 s_2 ,运动加速度为 a_2 ,有

$$\begin{aligned} h_2 &= H \\ s_2 &= s - h \cot \frac{\pi}{4} \\ h_2 &= \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \end{aligned}$$

联立方程求解可得

$$\begin{aligned} t_2 &= 2\sqrt{\frac{l}{g}} \\ a_2 &= \frac{3}{2}g \end{aligned}$$

则 $\beta_2 = 3$, E_2 方向一定向下. 小球 P 在区域 II 竖直方向受力,又由牛顿第二定律得

$$mg + qE_2 = ma_2$$

则

$$E_2 = \frac{mg}{2q}$$

综上所述,可得 E 的范围

$$\frac{mg}{2q} \leq E \leq \frac{7mg}{8q}$$

3 思考与讨论

在笔者看来,高考除了考查学生对基础知识的掌握情况,从某种意义上讲更是在考查学生对实际问题的处理能力.伴随着新一轮课程改革的大力推行,发展学生综合能力,培养全面高素质人才逐渐成为人才培养的新目标.本文通过对2016年高考四川省理科综合物理部分第11题解法展开讨论,希望与关注物理高考的同行们交流,同时又表明笔者对于高中物理教学的一种态度——多重思维.一题多解不仅可以开拓学生的思维,而且可以提高学生对物理的学习兴趣.文中的多种解题思路,相较于原题解,可能形式上感觉步骤更多,但它对学生的逻辑思维能力要求相对较低,这可以帮助中等学习成绩的学生更好、更清晰地理解压轴题的解题思路和解题过程.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(实验).北京:人民教育出版社,2003.10~11
- 2 宋丽霞,马昌法.PTA量表在中学物理探究活动中的应用.物理教师,2009,30(5):6~8
- 3 叶兵.提出问题能力评价策略初探.物理教学,2010,32(9):38~40
- 4 江爱国.例谈新课标下如何建构物理表现性评价.物理教学探讨,2009,27(1):19~20

Several Solution Methods on Physics Last Question of 2016 Sichuan College Entrance Examination

Zou Qin Dai wei Wang Yuhan

(College of physical and spacial science, China West Normal University, Nanchong, Sichuan 637002)

Abstract: based on physical sichuan college entrance examination, 2016 the last topic discussion of various solution, hope to communicate with the counterparts. In high school physics teaching, cultivate the habit of students thinking, thinking, and more than a problem solution can not only broaden the minds of students, also can improve the students' interest in learning physics, to cultivate high-quality talents.

Key words: college entrance examination; last question; solutions