

用 EXCEL 的“单变量求解” 分析一道物理题

渠雷雷
(蚌埠第二中学 安徽 蚌埠 233000)
(收稿日期:2015-05-06)

摘 要:针对一道单变量的物理题,应用学生已掌握的物理知识,找出各物理量之间的关系,得到含有一个变量的方程式. 由于该方程用人工求解难度较大,在此采用 EXCEL 相关命令进行了求解和讨论.
关键词:单变量 物理题 EXCEL

1 题目

如图 1 所示,质量为 $m=1\text{ kg}$ 的小球从平台边缘上的 A 点抛出,恰好垂直撞在水平面上圆心为 O 的半圆形轨道的 B 点,已知平台与水平面间的竖直高度 $H=1.6\text{ m}$,半圆形轨道的半径 $R=1\text{ m}$, C 为半圆形轨道的最高点, OB 与 OC 间的夹角 $\theta=37^\circ$, $g=10\text{ m/s}^2$,则下列说法不正确的是

- A. 半圆形轨道的圆心与 A 点的水平距离为 2 m
- B. 小球平抛的初速度为 3 m/s
- C. 小球到 B 点时重力的瞬时功率为 40 W
- D. 若只调整 A 点的竖直高度,其他条件不变,则 $H>\frac{196}{45}\text{ m}$ 时,小球能够越过半圆轨道

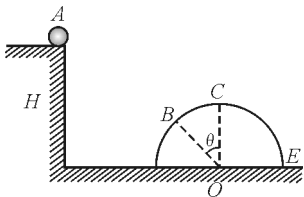


图 1

2 解析

依题意,把 B 点速度分解,如图 2 所示,由几何关系可得

$$\tan \theta = \frac{v_0}{v_y} = \frac{v_0}{gt}$$

在竖直方向上的分位移

$$H - R\cos \theta = \frac{1}{2}gt^2$$

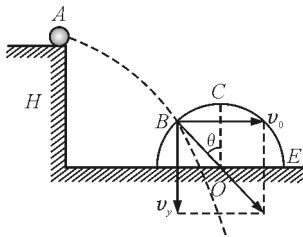


图 2

以上两式联立求解可得

$$v_0 = 3\text{ m/s} \quad t = 0.4\text{ s}$$

A 与 O 两点的水平距离为

$$s = v_0t + R\sin \theta = 1.8\text{ m}$$

小球到 B 点时重力的瞬时功率

$$P = mgv_y = 40\text{ W}$$

以上已对 A,B,C 3 个选项作了分析讨论,就该题而言,此时应选 A 选项(因安徽省高考理综为单选).
下面重点分析 D 选项,按该选项的表述,是要求出小球能够越过半圆轨道的临界高度,在该高度平抛小球其轨迹应与圆相切,如图 3 所示.

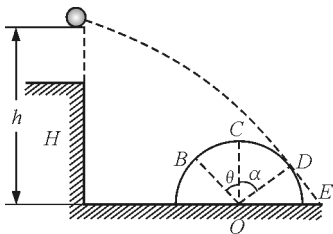


图 3

设切点为 D , $\angle COD = \alpha$,从抛出到 D 点的时间

设为 t .

对 D 点速度分解,有

$$\tan \alpha = \frac{gt}{v_0}$$

即

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{10t}{3}$$

从抛出到 D 点,水平分位移

$$x = s + R\sin \alpha = v_0 t$$

即

$$1.8 + \sin \alpha = 3t$$

再结合

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

可得

$$(3t - 1.8)^2 + \left[\frac{3(3t - 1.8)}{10t} \right]^2 = 1$$

该方程人工求解非常困难. 我们可以利用 EXCEL 的“单变量求解”命令来求解该方程.

(1) 打开 EXCEL,在 A1 中输入“1”,在 B1 中输入 “ $= (3 * A1 - 1.8)^2 + ((9 * A1 - 5.4) * 0.1 / A1)^2$ ”,如图 4.

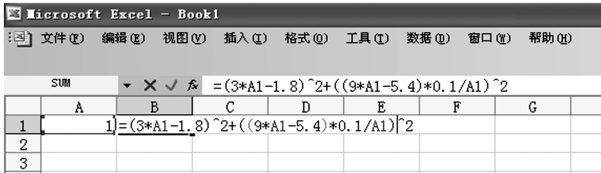


图 4

(2) 点击菜单选项“工具”,再选择“单变量求解”,弹出对话框后“目标单元格”设为“B1”,

“目标值”设为“1”,“可变单元格”设为“A1”,如图 5.

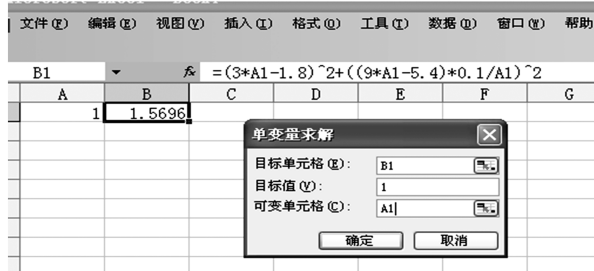


图 5

(3) 点击图 5 中“确定”后得出结果,如图 6,即 $t = 0.916\ 811\ \text{s}$.

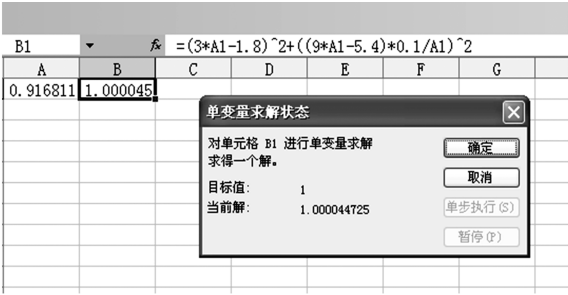


图 6

把 $t = 0.916\ 811\ \text{s}$,代入

$$1.8 + \sin \alpha = 3t$$

结合

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

得出

$$\cos \alpha = 0.311$$

可得小球离地高度

$$h = \frac{1}{2}gt^2 + R\cos \alpha = 4.514\ \text{m} > \frac{196}{45}\ \text{m} = 4.356\ \text{m}$$

可见 D 选项也是错误的.

3 思考

我们不禁要问:这个 $\frac{196}{45}\ \text{m}$ 从何而来? 仔细推敲后发现如果按照平抛运动的落点为半圆直径的右端点来计算即为此值,即

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times \left(\frac{2.8}{3} \right)^2\ \text{m} = \frac{196}{45}\ \text{m}$$

这个结果显然不对,因为小球在此之前已经被半圆轨道挡住. 从单选题设置选项的角度考虑,D 选项可改为:“若只调整 A 点的竖直高度,其他条件不变,则 $H = \frac{196}{45}\ \text{m}$ 时,小球不能够越过半圆轨道”. 我们进一步思考,即使这样改,该选项就合理吗? 在考试的有限时间内,让学生去猜这个 $\frac{196}{45}\ \text{m}$ 的来历谈何容易! 个人以为,命题时要充分考虑到学生的思维逻辑,不能让学生碰运气似地去“猜”.