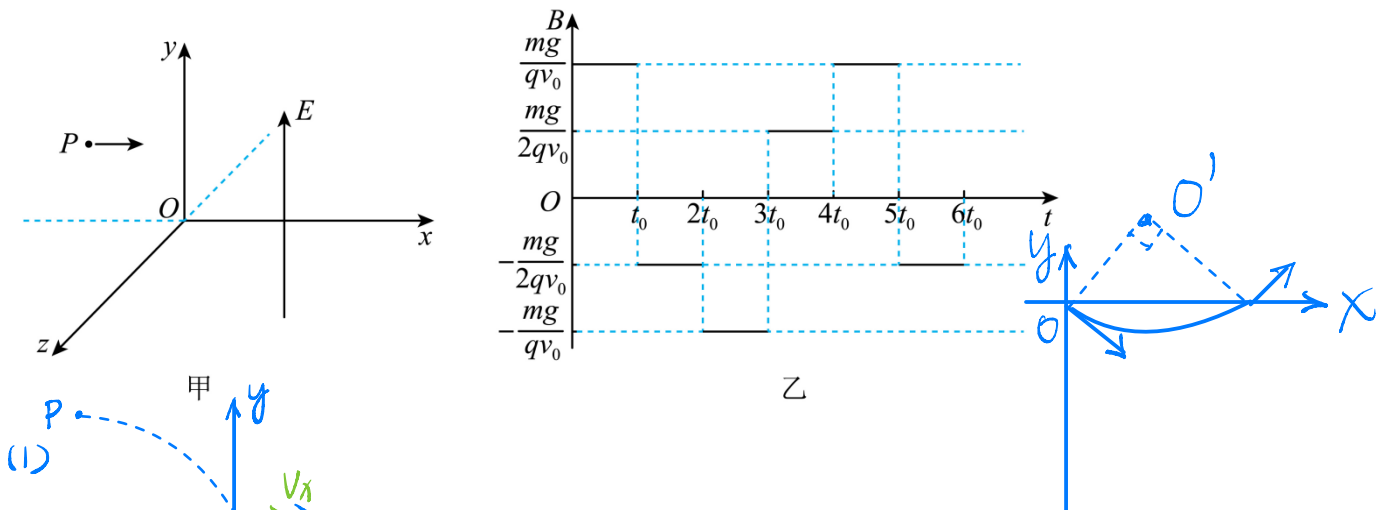


18. (16分) 如图甲所示, 三维坐标系中  $yoz$  平面的右侧存在平行  $z$  轴方向周期性变化的磁场  $B$  (未画出) 和沿  $y$  轴正方向竖直向上的匀强电场。将质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电液滴从  $xoy$  平面内的  $P$  点沿  $x$  轴正方向水平抛出, 液滴第一次经过  $x$  轴时恰好经过  $O$  点, 此时速度大小为  $v_0$ , 方向与  $x$  轴正方向的夹角为  $45^\circ$ 。已知电场强度大小  $E = \frac{mg}{q}$ , 从液滴通过  $O$  点开始计时, 磁感应强度随时间的变化关系如图乙所示 (当磁场方向沿  $z$  轴负方向时磁感应强度为正),  $t_0 = \frac{\pi v_0}{g}$ , 重力加速度大小为  $g$ 。求:

- (1) 抛出点  $P$  的坐标;
- (2) 液滴从第一次经过  $x$  轴到第二次经过  $x$  轴的时间  $t_1$ ;
- (3) 液滴第  $n$  次经过  $x$  轴时的  $x$  坐标;
- (4) 若  $t = t_0$  时撤去  $yoz$  右侧的匀强电场和匀强磁场, 同时在整个空间加上沿  $y$  轴正方向竖直向上的匀强

磁场  $B' = \frac{5\sqrt{2}\pi mg}{2qv_0}$ , 求液滴向上运动到离  $xoz$  平面最远时的坐标。



甲

(1)

重力场  $v_x = v_y = v_0 \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0$

$$x \text{ 方向: } |x_1| = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t_1$$

$$y \text{ 方向: } \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 = g t_1$$

$$2g y_1 = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} v_0\right)^2$$

$$\therefore x_1 = -\frac{v_0^2}{2g} \quad y_1 = \frac{v_0^2}{4g}$$

$$P \text{ 点 } \left(-\frac{v_0^2}{2g}, \frac{v_0^2}{4g}, 0\right)$$

(2) 设磁场不变, 因  $qE = mg$

$$qv_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{R_1} \quad \therefore R_1 = \frac{v_0^2}{g}$$

$$T_1 = \frac{2\pi m}{qB_1} = \frac{2\pi v_0}{g} = 2t_0$$

第2次经过  $x$  轴时  $\theta = 90^\circ$

$$t_1 = \frac{T_1}{4} = \frac{\pi v_0}{2g} < t_0$$

假设成立