专题 5 带电粒子在交变电场中的运动

班级：_____姓名：_____学号：_____授课日期：_____

本课在课程标准中的表述：进一步掌握带电粒子在电场中的受力情况和运动情况。

[学习目标]

1.学会分析带电粒子在交变电场中的直线运动.

2.学会分析带电粒子在交变电场中的曲线运动.

[课前预习]

一、带电粒子在交变电场中的直线运动

1．此类问题中，带电粒子进入电场时初速度为零，或初速度方向与电场方向平行，带电粒子在交变静电力的作用下，做加速、减速交替的直线运动.

2．该问题通常用动力学知识分析求解．重点分析各段时间内的加速度、运动性质、每段时间与交变电场的周期 T 间的关系等.

常用 $v-t$ 图像法来处理此类问题，通过画出粒子的 $v-t$ 图像，可将粒子复杂的运动过程形象、直观地反映出来，便于求解.

例 1 在如图 1 所示的平行板电容器的两板间分别加如图 2 甲、乙所示的两种电压，开始 B 板的电势比 A 板高．在静电力作用下原来静止在两板中间的电子开始运动．若两板间距足够大，且不计重力，试分析电子在两种交变电压作用下的运动情况，并定性画出相应的 $v-t$ 图像.

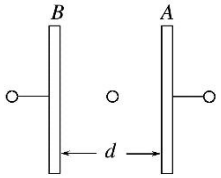


图 1

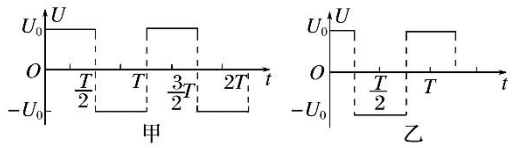


图 2

针对训练 1 如图 3 所示，为一个匀强电场的电场强度随时间变化的图像，在这个匀强电场中有一个带电粒子，在 $t=0$ 时刻由静止释放，若带电粒子只受静电力的作用，则带电粒子的运动情况是(　　)

A．带电粒子将向一个方向运动

B．在 $t=1$ s 末和 $t=2$ s 末，粒子的速度相同

C．$t=3$ s 末带电粒子回到出发点

D．$t=3$ s 末带电粒子的速度最大

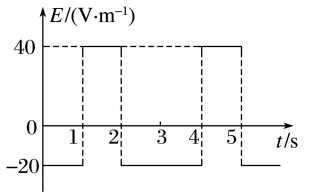


图 3

[课堂学习]

二、带电粒子在交变电场中的曲线运动

带电粒子以一定的初速度垂直于电场方向进入交变电场，粒子做曲线运动.

(1)若带电粒子的初速度很大，粒子通过交变电场时所用时间极短，故可认为粒子所受静电力为恒力，粒子在电场中做类平抛运动.

(2)若粒子运动时间较长，在初速度方向做匀速直线运动，在垂直初速度方向利用 v_y-t 图像进行分

析：

①$v_y=0$ 时，速度方向沿 v_0 方向.

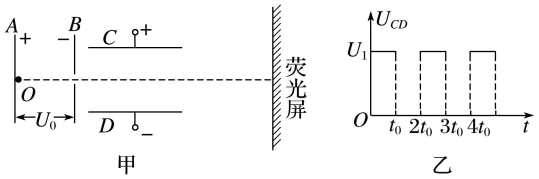
②y 方向位移可用 v_y-t 图像的面积进行求解.

例 2 如图 4 甲所示，极板 A、B 间的电压为 U_0，极板 C、D 间的间距为 d，荧光屏到 C、D 板右端的距离等于 C、D 板的板长. A 板 O 处的放射源连续无初速度地释放质量为 m、电荷量为 $+q$ 的粒子，经电场加速后，沿极板 C、D 的中心线射向荧光屏(荧光屏足够大且与中心线垂直)，当 C、D 板间未加电压时，粒子通过 C、D 板间的时间为 t_0；当 C、D 板间加上图乙所示电压(图中电压 U_1 已知)时，粒子均能从 C、D 板间飞出，不计粒子的重力及粒子间的相互作用. 求：

(1)C、D 板的长度 L；

(2)粒子从 C、D 两极板间飞出时垂直于极板方向偏移的最大距离；

(3)粒子打在荧光屏上区域的长度.



甲　　乙

图 4

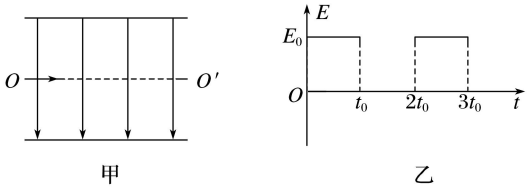
针对训练 2　如图 5 甲是一对长度为 L 的平行金属板，板间存在如图乙所示的随时间周期性变化的电场，电场方向与两板垂直. 在 $t=0$ 时刻，一带电粒子沿板间的中线 OO' 垂直电场方向射入电场，$2t_0$ 时刻粒子刚好沿下极板右边缘射出电场. 不计粒子重力，则(　　)

A．粒子带负电

B．粒子在平行板间一直做曲线运动

C．粒子射入电场时的速度大小为 $\dfrac{L}{2t_0}$

D．若粒子射入电场时的速度减为一半，射出电场时的速度垂直于电场方向



甲　　乙

图 5

[课后作业] 完成课后作业

[课后感悟]_____