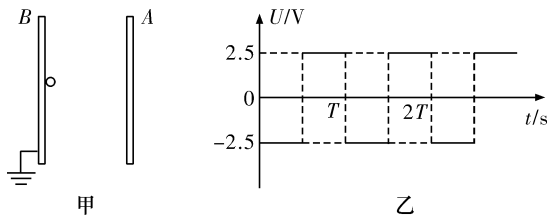


微专题突破五 带电粒子在交变电场中运动模型

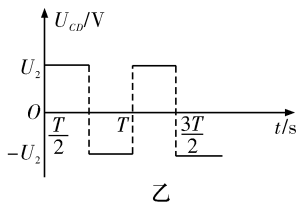
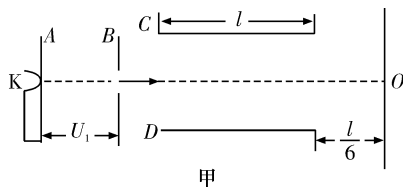
试题回顾

1. 如图甲所示,真空中相距 $d=5\text{ cm}$ 的两块平行金属板 A 、 B 与电源连接(图中未画出),其中 B 板接地(电势为零), A 板电势变化的规律如图乙所示. 将一个质量 $m=2.0\times 10^{-27}\text{ kg}$ 、电荷量 $q=+1.6\times 10^{-19}\text{ C}$ 的带电粒子从紧邻 B 板处释放,不计重力. 求:



- (1) 在 $t=0$ 时刻释放该带电粒子, 释放瞬间粒子加速度的大小;
- (2) 若 A 板电势变化周期 $T=1.0\times 10^{-5}\text{ s}$, 在 $t=0$ 时将带电粒子从紧邻 B 板处无初速度释放, 粒子到达 A 板时速度的大小;
- (3) A 板电势变化频率 f 满足什么条件时, 在 $t=\frac{T}{4}$ 时从紧邻 B 板处无初释放该带电粒子, 粒子不能到达 A 板?

2. 如图甲所示,真空室中电极 K 发出的电子(初速度不计)经过电势差为 U_1 的加速电场加速后,沿两水平金属板 C 、 D 间的中心线射入两板间的偏转电场,最后打在荧光屏上. C 、 D 两板间的电势差 U_{CD} 随时间变化的图象如图乙所示,设 C 、 D 间的电场可看成匀强电场,且两板外无电场. 已知电子的质量为 m 、电荷量为 e (重力不计), C 、 D 极板长为 l ,板间距离为 d ,偏转电压为 U_2 ,荧光屏距 C 、 D 右端的距离为 $\frac{l}{6}$,所有电子都能通过偏转电极.



- (1) 求电子通过偏转电场的时间 t_0 ;
- (2) 若 U_{CD} 的周期 $T=t_0$, 求荧光屏上电子能够到达的区域的长度;
- (3) 若 U_{CD} 的周期 $T=2t_0$, 求到达荧光屏上 O 点的电子的动能.

模型构建

在两个相互平行的金属板间加交变电压时,两板中间便可获得交变电场.此类电场从空间看是匀强电场,即同一时刻,电场中各个位置处电场强度的大小、方向都相同;从时间看是变化的,即电场强度的大小、方向都随时间的变化而变化.常见的产生交变电场的电压波形有方形波、锯齿波、正弦波等.

模型特点

此类型题一般有三种情况:一是粒子做单向直线运动,二是粒子往返运动,三是粒子做偏转运动.粒子的运动在时间上具有周期性、空间上具有对称性.

模型破解

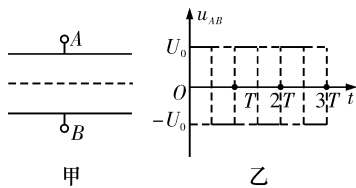
1. 注重全面分析受力特点和运动规律,抓住粒子的运动具有周期性和在空间上具有对称性的特征,求解粒子运动过程中的速度、位移、做功或确定与物理过程相关的边界条件.

2. 分析时从两条思路出发:一是力和运动的关系,根据牛顿第二定律及运动学规律分析;二是功能关系.

3. 粒子做单向直线运动可以用牛顿运动定律求解;粒子往返运动一般分段研究;粒子做偏转运动则可根据交变电场特点分段研究.

热身练习

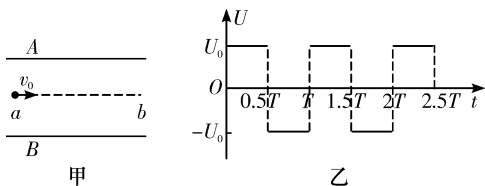
1. (多选)如图甲所示,一对平行金属板长为 L ,两板间距为 d ,质量为 m 、电荷量为 e 的电子从平行板左侧以速度 v_0 沿两板的中心线不断进入平行板之间,两板间所加交变电压 u_{AB} 如图乙所示,交变电压的周期 $T = \frac{L}{2v_0}$,已知所有电子都能穿过平行板,且偏距最大的粒子刚好从极板的边缘飞出,不计重力作用,则 ()



- A. 所有电子都从右侧的同一点离开电场
 B. 所有电子离开电场时速度都是 v_0
 C. $t=0$ 时刻进入电场的电子,离开电场时动能最大
 D. $t = \frac{T}{4}$ 时刻进入电场的电子,在两板间运动时最大侧位

移为 $\frac{d}{16}$

2. 如图甲所示,长为 L 、间距为 d 的两金属板 A、B 水平放置, ab 为两板的中心线,一个带电粒子(不计重力)以速度 v_0 从 a 点水平射入,沿直线从 b 点射出,若将两金属板接到如图乙所示的交变电压上,欲使该粒子仍能从 b 点以速度 v_0 射出,求:



(1) 交变电压的周期 T 应满足什么条件?

(2) 粒子从 a 点射入金属板的时刻应满足什么条件?