

第2课时 动力学观点在电学中的应用

知识方法聚焦

填填更有底

知识回扣

1. 带电粒子在磁场中运动时，洛伦兹力的方向始终垂直于粒子的速度方向。
2. 带电粒子在电场力、重力和洛伦兹力共同作用下的直线运动只能是匀速直线运动。

3. 带电粒子(不计重力)在匀强电场中由静止开始被加速或带电粒子沿着平行于电场方向射入电场中时, 带电粒子做匀变速直线运动.
4. 电磁感应中导体棒在安培力和其他恒力作用下的三种运动类型: 匀速直线运动、加速度逐渐减小的减速直线运动、加速度逐渐减小的加速直线运动.

规律方法

1. 带电粒子在电场中做直线运动的问题：在电场中处理力学问题时，其分析与力学相同。首先进行受力分析，然后看物体所受的合力与速度方向是否一致，其运动类型有电场内的加速运动和在交变电场内的往复运动。
2. 带电粒子在交变电场中的直线运动，一般多以加速、减速交替出现的多运动过程的情境出现。
解决的方法：(1)根据运动学或动力学分析其中一个变化周期内相关物理量的变化规律。
(2)借助运动图象进行运动过程分析。

热点题型例析

做做有感悟

题型 1 电场内动力学问题分析

例 1 质量为 m 的带电小球由空中某点 A 无初速度地自由下落, 在 t 秒末加上竖直方向且范围足够大的匀强电场, 再经过 t 秒小球又回到 A 点. 整个过程中不计空气阻力且小球从未落地, 则 ()

- A. 匀强电场方向竖直向上
- B. 小球受到的电场力大小是 $4mg$
- C. 从加电场开始到小球运动到最低点历时 $\frac{t}{4}$ 秒
- D. 从 A 点到最低点的过程中, 小球重力势能变化了 $\frac{2}{3}mg^2t^2$

解析 小球所受电场力方向是向上的,但不知道小球带电的电性,所以不能判断电场的方向,故 A 错误;

加电场时小球的位移为 $h = \frac{1}{2}gt^2$, 速度 $v = gt$, 设受到的电场力

为 F , 则加上电场后的加速度大小 $a = \frac{F - mg}{m}$, 从加电场到回

到 A 的过程中 $-h = vt - \frac{1}{2}at^2$, 以上几式联立可得 $F = 4mg$, $a =$

$3g$, 故 B 正确.

由 $v = gt$ 知, 从加电场开始小球减速到 0 的时间 $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{gt}{3g} = \frac{t}{3}$,

故 C 错误.

从加电场开始到小球运动到最低点过程中的位移大小为 $h_2 = \frac{v}{2} \cdot t_1 = \frac{1}{6}gt^2$, 所以由 A 点到最低点的过程中, 小球重力势能变化了 $mg(\frac{1}{2}gt^2 + \frac{1}{6}gt^2) = \frac{2}{3}mg^2t^2$, 故 D 正确.

答案 BD

以题说法 带电体在电场内运动问题的分析关键在于受力分析, 特别是电场力方向的确定, 在电场力方向已确定的情况下, 其动力学的分析和力学问题中的分析是一样的.

针对训练1 光滑水平面上放置两个等量同种点电荷，其连线中垂线上有 A 、 B 、 C 三点，如图 1 甲所示，一个质量 $m=1\text{ kg}$ 的小物块自 C 点由静止释放，小物块带电荷量 $q=2\text{ C}$ ，其运动的 $v-t$ 图线如图乙所示，其中 B 点为整条图线切线斜率最大的位置(图中标出了该切线)，则以下分析正确的是 ()

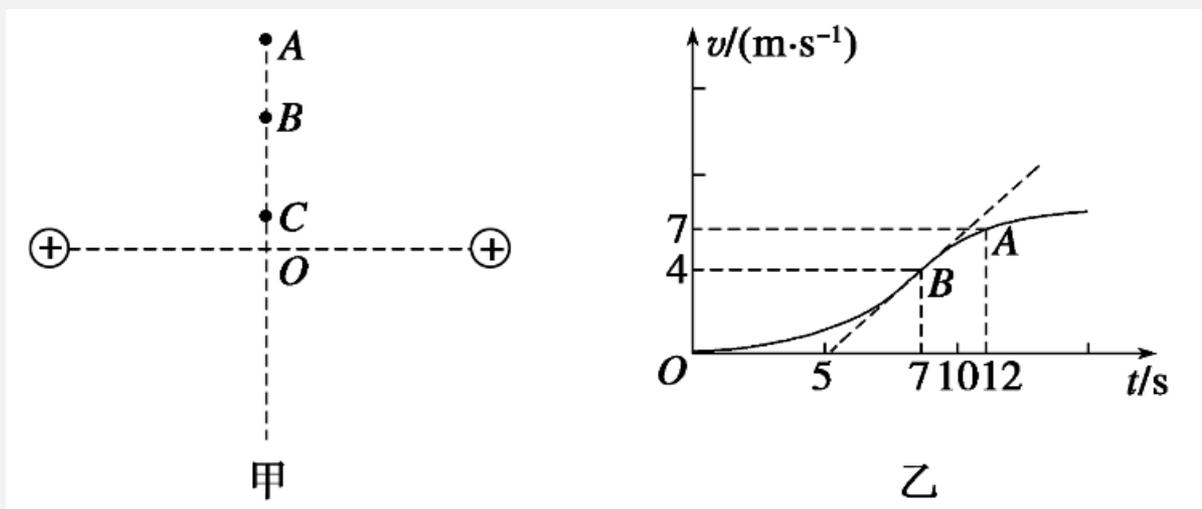


图1

- A. B 点为中垂线上电场强度最大的点, 场强 $E=1 \text{ V/m}$
- B. 由 C 点到 A 点物块的电势能先减小后变大
- C. 由 C 点到 A 点, 电势逐渐降低
- D. B 、 A 两点间的电势差为 $U_{BA}=8.25 \text{ V}$

解析 根据题给的小物块运动的 $v-t$ 图线和题述 B 点为整条图线切线斜率最大的位置可知, B 点小物块运动的加速度最大, B 点的电场强度最大. 由小物块运动的 $v-t$ 图线可知, 小物块经过 B 点的加速度 $a=2 \text{ m/s}^2$, 由牛顿第二定律有 $qE=ma$, 解得 $E=1 \text{ V/m}$, 选项 A 正确.

小物块由 C 点到 A 点, 电场力一直做正功, 电势能减小, 电势逐渐降低, 选项 **B** 错误, **C** 正确.

小物块从 B 到 A , 由动能定理有 $qU_{AB} = \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得 B 、 A 两点间的电势差为 $U_{BA} = 8.25 \text{ V}$, 选项 **D** 正确.

答案 **ACD**

题型 2 磁场内动力学问题分析

例 2 如图 2 所示，空间有一垂直纸面的磁感应强度为 0.5 T 的匀强磁场，一质量为 0.2 kg 且足够长的绝缘木板静止在光滑水平面上，

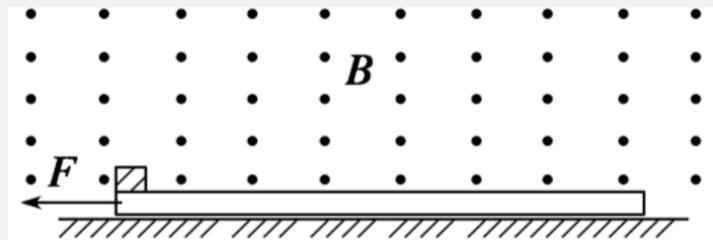


图 2

上，在木板左端无初速度放上一质量为 0.1 kg 、电荷量 $q = +0.2 \text{ C}$ 的滑块，滑块与绝缘木板之间的动摩擦因数为 0.5 ，滑块受到的最大静摩擦力可认为等于滑动摩擦力。 $t = 0$ 时对木板施加方向水平向左、大小为 0.6 N 的恒力， g 取 10 m/s^2 。则 ()

- A. 木板和滑块一直做加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动
- B. 滑块开始做加速度减小的变加速运动，最后做速度为 10 m/s 的匀速运动
- C. 木板先做加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动，再做加速度增大的运动，最后做加速度为 3 m/s^2 的匀加速运动
- D. $t=5 \text{ s}$ 时滑块和木板脱离

审题突破 滑块与木板一直保持相对静止吗？最终各自是什么运动状态？

解析 $t=0$ 时对木板施加方向水平向左、大小为 0.6 N 的恒力，带电滑块速度增大，所受向上的洛伦兹力增大，滑块先做加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动后做加速度减小的加速运动，木板先做加速度为 2 m/s^2 的匀加速运动，再做加速度增大的运动，最后滑块离开，木板做加速度为 3 m/s^2 的匀加速运动，选项 C 正确，A、B 错误；

当滑块受到的重力和洛伦兹力相等时，滑块与木板脱离，这以后滑块做匀速直线运动，速度为 $v = \frac{mg}{qB} = 10\text{ m/s}$ ，木板以 3 m/s^2

的加速度做匀加速直线运动。若滑块保持以 2 m/s^2 的加速度加速，则速度达到 10 m/s 所需要的时间 $t = \frac{10\text{ m/s}}{2\text{ m/s}^2} = 5\text{ s}$ ，实际上

滑块的加速度不能保持 2 m/s^2 ，而是要逐渐减小，故滑块要在 5 s 后才能达到 10 m/s 的速度，选项 D 错误。

答案 C

以题说法 1.对于磁场内的动力学问题，要特别注意洛伦兹力的特性，因 $F_{\text{洛}} = qvB$ ，则速度 v 的变化影响受力，受力的变化又反过来影响运动。

2. 此类问题也常出现临界问题，如本题中有两个临界：滑块与木板相对运动的临界和滑块与木板间弹力为零的临界。

针对训练2 如图 3 所示, 带电平行板中匀强电场方向竖直向下, 匀强磁场方向垂直纸面向里, 一带电小球从光滑绝缘轨道上的 a 点自由滑下, 经过轨道末端点 P

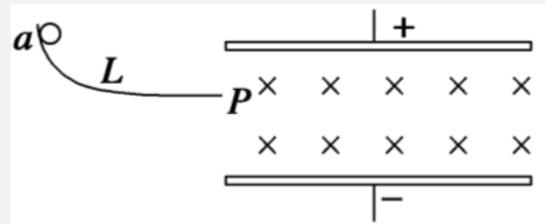


图 3

进入板间恰好沿水平方向做直线运动. 现使球从轨道上较低的 b 点(图中未画出)开始滑下, 经 P 点进入板间, 在之后运动的一小段时间内

()

- A. 小球一定向下偏
- B. 小球的机械能可能不变
- C. 小球一定向上偏
- D. 小球动能可能减小

解析 球从轨道上较低的 b 点开始滑下，经 P 点进入板间时，若带电小球带正电，所受洛伦兹力方向向上，速度减小，洛伦兹力减小，带电小球向下偏转，电场力做正功，小球的电势能减小，机械能增大；若带电小球带负电，所受洛伦兹力方向向下，速度减小，洛伦兹力减小，带电小球向上偏转，电场力做负功，小球的电势能增大，机械能减小，动能减小，所以选项 **D** 正确。

答案 **D**

题型 3 电磁感应中的动力学问题分析

例 3 如图 4 甲所示, 一对足够长的平行粗糙导轨固定在水平面上, 两导轨间距 $l=1\text{ m}$, 左端用 $R=3\ \Omega$ 的电阻连接, 导轨的电阻忽略不计. 一根质量 $m=0.5\text{ kg}$ 、电阻 $r=1\ \Omega$ 的导体杆静止置于两导轨上, 并与两导轨垂直. 整个装置处于磁感应强度 $B=2\text{ T}$ 的匀强磁场中, 磁场方向垂直于导轨平面向上. 现用水平向右的拉力 F 拉导体杆, 拉力 F 与时间 t 的关系如图乙所示, 导体杆恰好做匀加速直线运动. 在 $0\sim 2\text{ s}$ 内拉力 F 所做的功为 $W=\frac{68}{3}\text{ J}$, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$. 求:

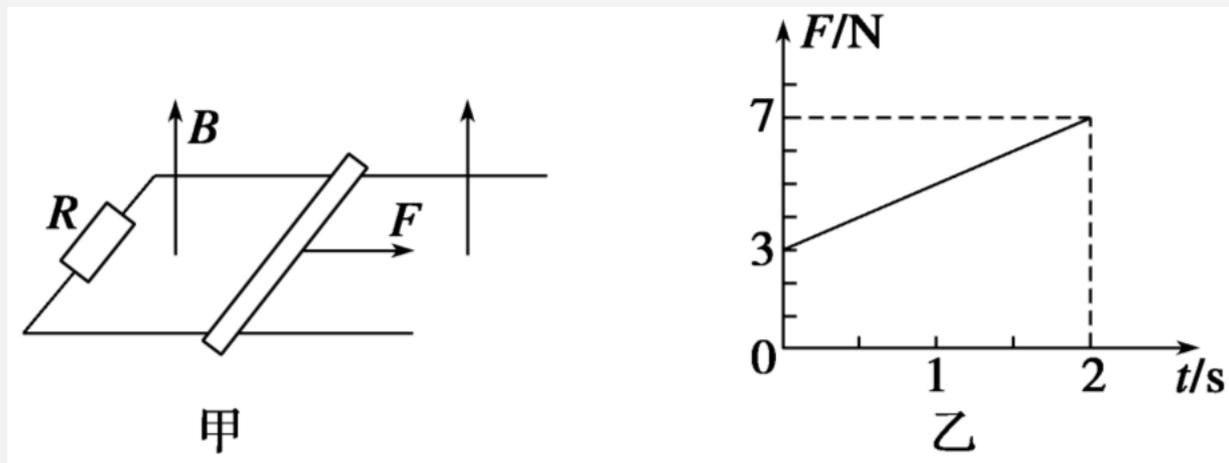


图 4

- (1) 导体杆与导轨间的动摩擦因数 μ ;
- (2) 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内通过电阻 R 的电量 q ;
- (3) 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 内电阻 R 上产生的热量 Q .

解析 (1) 设导体杆的加速度为 a ，则 t 时刻导体杆的速度 $v = at$

产生的感应电动势为

$$E = Blv$$

电路中的感应电流为

$$I = \frac{Blv}{R + r}$$

导体杆所受的安培力为

$$F_{\text{安}} = BIl = \frac{B^2 l^2 v}{R + r} = \frac{B^2 l^2 at}{R + r}$$

由牛顿第二定律可知：

$$F - \mu mg - \frac{B^2 l^2 at}{R + r} = ma$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/625013104120011231>