

热点训练 10 电磁感应

1. C 根据题图可知,沿 N 极到 S 极的方向看,穿过金属薄片的磁场方向垂直纸面向里,则磁通量垂直纸面向里,又金属薄片中心向右运动到 N 极的正下方时,通过薄片右半边的磁通量在减小,通过薄片左半边的磁通量在增多,由楞次定律可知,右侧涡流产生的磁场方向垂直纸面向里,左侧涡流产生的磁场方向垂直纸面向外,所以由安培定则可知,右侧涡流沿顺时针方向,左侧涡流沿逆时针方向, C 正确.

2. D 有线圈时,磁铁受到电磁阻尼的作用,振动更快停止,故 A 错误;根据楞次定律,磁铁靠近线圈时,线圈的磁通量增大,此时线圈有缩小的趋势,故 B 错误;磁铁离线圈最近时,磁铁与线圈的相对速度为零,感应电动势为零,感应电流为零,线圈受到的安培力为零,故 C 错误;分析可知有无线圈时,根据平衡条件最后磁铁静止后弹簧的伸长量相同,由于磁铁和弹簧组成的系统损失的机械能为磁铁减小的重力势能减去此时弹簧的弹性势能,故系统损失的机械能相同,故 D 正确. 故选 D.

3. D 按下按钮的过程中,穿过线圈的磁通量向左增加,根据楞次定律和安培定则可知,感应电流的方向为从 P 端经螺线管流向 Q 端,在电源内部电流由低电势流向高电势,则螺线管 Q 端电势较高, A 错误;同理,松开按钮过程中,穿过线圈的磁通量向左减小,根据楞次定律和安培定则可知,感应电流的方向为从 Q 端经螺线管流向 P 端,此时螺线管 P 端电势较高, B 错误;根据 A、B 项分析可知,按下和松开按钮的过程,螺线管产生的感应电流方向相反, C 错误;按下和松开按钮的过程,螺线管产生的感应电流方向相反,外部磁场方向不变,则螺线管所受磁铁的安培力方向相反(另解:还可以根据楞次定律的推论“来拒去留”快速判断), D 正确.

4. C 由楞次定律可知,感生电场沿逆时针方向,由于小球带正电,所以顺着磁感线方向看,小球沿逆时针方向运动, A 错误;小

球在 $0 \sim t_0$ 时间内沿圆管道做加速运动, 有 $qE_{\text{感}} = ma$, $\pi R = \frac{1}{2}at_0^2$, 联

立解得 $a = \frac{2\pi R}{t_0^2}$, $E_{\text{感}} = \frac{2\pi mR}{qt_0^2}$, C 正确; 根据法拉第电磁感应定律有

$U = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B_0}{t_0}\pi R^2$, 又 $E_{\text{感}} = \frac{U}{2\pi R}$, 解得 t_0 时刻磁感应强度的大小为 B_0

$= \frac{4\pi m}{qt_0}$, B 错误; 小球第一次加速到 M 点时对小球有 $F_N + qv_1B_0 =$

$m\frac{v_1^2}{R}$, 又 $v_1 = at_0$, 解得 $F_N = -\frac{4\pi^2 mR}{t_0^2}$, 根据牛顿第三定律可知, t_0 时

刻小球对管道内壁的压力大小为 $F'_N = F_N = \frac{4\pi^2 mR}{t_0^2}$, D 错误.

5. B A 中, 当开关 S 断开时, 整个电路均断开, 则不能给电池充电, A 错误; B 中, 当 S 闭合稳定时, 线圈 L 中有电流通过, 当 S 断开时 L 产生自感电动势阻碍电流减小, L 相当于电源且给动力电池充电电流方向与输出电源给动力电池充电电流的方向相同, 此时电压 U 与 L 中产生的自感电动势共同加在充电电池两端, 且二极管正向导通, 从而实现给高压充电, B 正确; C 中, 当 S 闭合稳定时, 线圈 L 中有电流通过, 当 S 断开时 L 也断开, 此时只有回收系统的电压 U 加在充电电池两端, 所以不能实现给高压充电, C 错误; D 中, 当 S 闭合稳定时, 线圈 L 中有电流通过, 当 S 断开时电压 U 断开, 只有 L 产生的自感电动势加在充电电池两端, 二极管无法正向导通, 不能实现给高压充电, D 错误.

6. B 通过导体棒 MN 的电流最大时, 导体棒 MN 所受的安培力最大, 通过导体棒 MN 的电流最大值为 $I_m = \frac{U_m}{R} = \frac{Q}{RC}$, A 错误; 当

电容器两极板间的电压大于导体棒 MN 切割磁感线产生的感应电动势时, 导体棒 MN 受到向右的安培力, 导体棒 MN 做加速运动, 随着导体棒 MN 的速度增大, 导体棒 MN 切割磁感线产生的感应电动势增大, 导体棒 MN 受到向右的安培力逐渐减小直至为零, 导体棒 MN 最终向右匀速运动, B 正确; 导体棒 MN 速度最大时, 电容器两

极板间的电压等于导体棒 MN 切割磁感线产生的感应电动势，回路中电流为 0，则此时安培力为 0，C 错误；电容器释放的电能转化为焦耳热和导体棒的动能，D 错误。

7. D 当导体棒 ab 和 cd 产生的电动势相等时，两棒都做匀速直线运动，则有 $Blv_{ab} = B \cdot 2lv_{cd}$ ，对 ab 棒，由动量定理得 $B \bar{I} \cdot \Delta t = mv_{ab}$ ，对 cd 棒，由动量定理得 $-B \bar{I} \cdot 2l\Delta t = 2mv_{cd} - 2mv_0$ ，联立解得

$$v_{cd} = \frac{v_0}{3}, v_{ab} = \frac{2v_0}{3}, \text{故 A 正确；对 } cd \text{ 棒，有 } q = \bar{I} \cdot \Delta t, -B \bar{I} \cdot 2l\Delta t$$

$$= 2mv_{cd} - 2mv_0, \text{联立解得 } q = \frac{2mv_0}{3Bl}, \text{故 B 正确；由能量守恒定律可}$$

$$\text{知，系统产生的焦耳热 } Q = \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_{cd}^2 - \frac{1}{2}mv_{ab}^2 = \frac{2}{3}mv_0^2, \text{故 C}$$

正确；导体棒 ab 和 cd 的长度不一样，所以受到的安培力大小不相等，系统所受的合力不为零，所以导体棒 ab 和 cd 组成的系统动量不守恒，故 D 错误。

8. AB $t=0$ 时，线框中能切割磁感线的边只有 af 边，由右手定则可知 af 边的电流方向为 f 到 a ，则线框中的电流方向为 $abcdefa$ ，A 正确； $t=0$ 时， af 边的速度方向与磁场方向垂直，且 af 边的速度大小为 $v = \omega l$ ，感应电动势的大小为 $E = Blv$ ，解得 $E = B l^2 \omega$ ，B 正确；

线框的转动周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ，则 $t = \frac{\pi}{\omega}$ 时，线框转动了 180° ，此时线框

中能切割磁感线的边仍只有 af 边，且 af 边的速度方向与磁场方向垂直，所以线框中产生的感应电动势的大小仍为 $B l^2 \omega$ ，C 错误； $t=0$

时刻穿过 $bcde$ 面的磁通量为 $\Phi_1 = -B l^2$ ， $t = \frac{\pi}{\omega}$ 时磁场从 $bcde$ 面的另

一面穿过，磁通量为 $\Phi_2 = B l^2$ ，由法拉第电磁感应定律得 $\bar{E} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t}$ ，

由以上整理得 $\bar{E} = \frac{2B l^2 \omega}{\pi}$ ，D 错误。

9. AD 导线框 BC 边进入磁场切割磁感线产生的电动势为 $E = Byv = 8\sin \frac{\pi}{0.4}x(\text{V}) = 8\sin \frac{\pi}{0.4}vt(\text{V})$, 同理可知 AD 边进入磁场切割磁感线产生的电动势与时间也为正弦关系, 当导线框 BC 边或 AD 边运动到磁场正中间时, 产生的电动势最大, 为 $E_m = 8\sin \left[\frac{\pi}{0.4} \times 0.2 \right] \text{V} = 8 \text{V}$, 此时电流为 $I_m = \frac{E_m}{R} = 8 \text{A}$, 拉力最大, 为 $F_m = F_{安} = BI_m y_m = 4 \times 8 \times 0.2 \text{N} = 6.4 \text{N}$, A 正确; 当 AD 边运动到磁场正中间时, A 、 D 两端的电压有最大值, 为 $U_m = \frac{3}{4}E_m = 6 \text{V}$, B 错误; 整个过程电流有效值为 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 4\sqrt{2} \text{A}$, 则线框穿过磁场的过程中产生的热量 $Q = I^2 R t = (4\sqrt{2})^2 \times 1 \times \frac{0.8}{10} \text{J} = 2.56 \text{J}$, 根据能量守恒可知, 拉力做的功为 2.56J , C 错误, D 正确.

10. BD 对圆环 I 由法拉第电磁感应定律得 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S$, 又由闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E}{R}$, 又 $S = \pi r^2$, 结合题图 2 可知, 在 $0 \sim t_0$ 和 $2t_0 \sim 3t_0$ 时间内圆环 I 中的感应电流大小均为 $I_1 = \frac{\pi r^2 B_0}{R t_0}$, 在 $t_0 \sim 2t_0$ 时间内圆环 I 中的感应电流大小为 $I_2 = \frac{2\pi r^2 B_0}{R t_0}$, 设圆环 I 中电流的有效值为 $I_{有}$, 根据有效值的定义可得 $I_{有}^2 R \cdot 3t_0 = I_1^2 R \cdot 2t_0 + I_2^2 R t_0$, 解得 $I_{有} = \frac{\sqrt{2}\pi r^2 B_0}{R t_0}$, A 错误; 直导线 CD 无限长, 则相对于圆心 O 的张角为 180° , 则由法拉第电磁感应定律及题图 2 可知 $t = 1.5t_0$ 时, 磁场外圆环(整个磁场处于圆环内)产生的感应电动势大小为 $E = \frac{2\pi r^2 B_0}{t_0}$, 则直导线 CD 电动势为 $E_{CD} = \frac{E}{2} = \frac{\pi r^2 B_0}{t_0}$, B 正确; 由于圆环 II 处于磁场外部, 通过圆环 II 的磁通量一直为 0, 即穿过圆环 II 的磁通量不发生变化, 又圆

环II与圆环 I 绝缘，所以圆环 II 不会产生感应电流，C 错误；假设有一金属圆环与 PQ 所在的感生电场线重合，则沿圆环转一圈，电势差即为感生电动势的大小，由法拉第电磁感应定律知， $t=0.5t_0$ 时金属圆环上产生的感应电动势大小为 $E=\frac{\pi r^2 B_0}{t_0}$ ，由于圆心 O 对圆环 II 上 P 、

Q 两点的张角 $\varphi=30^\circ$ ，则圆环 II 上 PQ 间电动势为 $U_{PQ}=\frac{\varphi}{360^\circ}E$ ，解得

$U_{PQ}=\frac{\pi r^2 B_0}{12t_0}$ ，D 正确.