

## 阶段检测卷（三）

### 1. D 必刷知识 ▶ 交变电流有效值的计算

【深度解析】设题图乙对应的电压有效值为  $U$ ，则有  $\frac{\left(\frac{U_m}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} \times 0.01 = \frac{U^2}{R} \times 0.04$ ，解得  $U = \frac{\sqrt{2}}{4} U_m$ ，D 正确。

### 2. B 必刷知识 ▶ 根据运动轨迹和等势面判断各物理量

【深度解析】根据轨迹弯曲的方向可知负电荷所受的电场力斜向下，故电场方向斜向上，故  $c$  点电势最高， $a$  点电势最低，D 错误； $Q$  点电势高于  $P$  点，则负电荷在  $P$  点的电势能比  $Q$  点的大，C 错误；负电荷的总能量守恒，即动能与电势能之和不变，在  $P$  点的电势能比  $Q$  点的大，故通过  $P$  点时的动能比  $Q$  点小，B 正确；等差等势面  $P$  处密， $P$  处电场强度大，电场力大，则电荷在  $P$  处加速度大，A 错误。

### 3. D 必刷知识 ▶ 楞次定律的应用及能量守恒

选项	分析	正误
A	根据楞次定律可知，俯视看，圆环中感应电流沿逆时针方向	×
B	根据楞次定律“来拒去留”可知，永磁体受到的磁场力向上且小于重力，可知永磁体下落的整个过程一直加速，下降到某一高度时速度不可能为零	×
C	对永磁体分析有 $mg - F = ma$ ，对圆环分析有 $N = Mg + F'$ ，根据牛顿第三定律有 $F = F'$ ，解得圆环对桌面的压力大小 $N' = N = Mg + mg - ma$	×
D	永磁体运动到 $P$ 点时，根据能量守恒定律有 $mgh = \frac{1}{2}mv^2 + Q$ ，解得 $Q = mgh - \frac{1}{2}mv^2$	✓

#### 一题多解

研究永磁铁和圆环整体，运动到  $P$  点时，具有向下的加速度  $a$ ，根据牛顿第二定律可知  $Mg + mg - F_N = ma$ ，根据牛顿第三定律可知圆环对桌面的压力大小为  $Mg + mg - ma$ 。

### 4. B 必刷知识 ▶ 电磁感应的图像问题

【深度解析】在  $0 \sim \frac{l}{v}$  内，线框在磁场之外，所以感应电流为 0，安培力也为 0；在  $\frac{l}{v} \sim \frac{2l}{v}$  内，线框进入磁场，线框右边切割磁感线，由右手定则可知，此时感应电流的方向为逆时针方向，因为题中说明线框以恒定的速度沿  $x$  轴运动，即线框的感应电动势和感应电流不变，安培力大小不变，根据左手定则可知，此时安培力的方向为沿  $x$  轴负方向，在  $\frac{2l}{v} \sim \frac{4l}{v}$  内，线框全

部在磁场中,此时穿过线圈的磁通量不变,即无感应电动势和感应电流,也没有安培力;在 $\frac{4l}{v} \sim \frac{5l}{v}$ 内,线框出磁场,线框左边切割磁感线,由右手定则可得出感应电流的方向为顺时针方向,又因为线框以恒定速度 $v$ 运动,故感应电动势和感应电流不变,安培力大小不变,根据左手定则可知,此时安培力方向沿 $x$ 轴负方向。由上述分析可知,A、C、D 错误,B 正确。

### 快解

线框进入磁场,磁通量增加,根据楞次定律可知感应电流为逆时针,线框出磁场,磁通量减小,感应电流为顺时针,C、D 错误;根据楞次定律“来拒去留”可知线框进磁场和出磁场时受到的安培力方向相同,A 错误,通过排除法,选 B。

### 5. D 必刷知识 ▶ 螺线管+电容器模型

【深度解析】根据楞次定律可知,螺线管下端为感应电动势的正极,则上极板带负电,下极板带正电,两板间电场方向向上,由颗粒受力平衡可知电场力向上,则颗粒带正电,A 错误;穿过螺线管的磁通量变化率一定,螺线管产生稳定的电动势,电容器“通交流阻直流”,故电路中没有电流,电容器两极板之间的电势差等于螺线管产生的电动势,

$$U = N \frac{\Delta B}{\Delta t} S_1 = N \frac{B_2 - B_1}{t_2 - t_1} S_1,$$

电场力与重力平衡,则  $mg = q \frac{U}{d}$ ,解得颗粒质量为  $m =$

$$\frac{qNS_1(B_2 - B_1)}{dg(t_2 - t_1)}, \text{B 错误;} t_1 \sim t_2 \text{ 时间内,螺线管产生的感应电动势}$$

恒定,电路中无电流,故电阻 $R$ 两端的电势差为零, $a$ 点和 $b$ 点的

电势相等,C 错误;电容器板间视为真空,电容为  $C = \frac{S_2}{4\pi kd}$ ,极板

$$\text{所带电荷量大小为 } Q = CU = \frac{NS_1S_2(B_2 - B_1)}{4\pi kd(t_2 - t_1)}, \text{D 正确。}$$

### 6. C 必刷知识 ▶ 变压器中电路的动态变化分析

选项	分析	正误
A	原线圈电压有效值为 $U_1 = 220 \text{ V}$ , 根据 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知 $U_2 = 22 \text{ V}$ 。电压表显示的是有效值, 示数为 $22 \text{ V}$	×
B	变压器频率 $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} \text{ Hz} = 50 \text{ Hz}$	×
C	天逐渐变黑, 光敏电阻阻值增大, 根据 $I_2 = \frac{U_2}{R}$ 可知 $I_2$ 减小, 则 $I_1$ 减小	✓
D	$U_1$ 不变, $I_1$ 减小, 由 $P = U_1 I_1$ 可知, 输入功率减小	×

### 7. C 必刷知识 ▶ $\varphi-x$ 图像

【深度解析】由题图知电场线沿 $x$ 轴总指向原点 $O$ , $x < 0$ 区域,电

场强度方向沿  $x$  轴正方向;  $x > 0$  区域, 电场强度方向沿  $x$  轴负方向; 一个带电粒子在电场中以原点  $O$  为中心, 沿  $x$  轴方向做周期性运动, 故粒子带正电, **A 错误**; 图线的斜率表示电场强度, 在  $x < 0$  区域, 图线斜率不变, 电场强度大小  $E = \frac{\varphi_0}{3x_0}$ , 在  $x > 0$  区域中, 图

线斜率不变, 电场强度大小  $E' = \frac{\varphi_0}{2x_0}$ , **B 错误**; 由能量守恒定律得

$\frac{3}{4}q\varphi_0 = qU$ , 又由  $\frac{\varphi_0}{3x_0} = \frac{U}{d}$ , 得  $d = \frac{9}{4}x_0$ , **C 正确**; 由能量守恒定律

得  $\frac{3}{4}q\varphi_0 = \frac{1}{2}mv_m^2$ , 解得最大速度  $v_m = \sqrt{\frac{3q\varphi_0}{2m}}$ , **D 错误**。

## 8. D 必刷知识 ▶ 法拉第电磁感应定律及交流电

【深度解析】 $OM$  每次将要转至水平前, 回路中磁通量都在减小, 转至水平返回后, 磁通量都在增大, 根据楞次定律可知, 电流方向会发生变化, **A 错误**; 由图可知, 闭合回路中能改变磁通量的区域为  $\triangle OPM$  的面积, 根据几何知识可得磁通量变化量为  $\Phi = BS = \frac{1}{2}Bl(l \sin \omega t) = \frac{1}{2}Bl^2 \sin \omega t$ , **B 错误**;  $OM$  由

零时刻起到第一次转至竖直的过程中, 流过定值电阻的电荷

量  $Q_1 = \bar{I}\Delta t = \frac{\bar{E}}{R}\Delta t = \frac{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{R}\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{Bl^2}{2R}$ , **C 错误**; 根据磁通量的

变化量随时间变化规律可知产生的是余弦交流电,  $t = 0$  时刻, 感应电动势最大, 最大值为  $E_m = \frac{1}{2}Bl^2\omega$ , 感应电动势的有效值为  $E_{有} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{Bl^2\omega}{2\sqrt{2}}$ , 感应电流的有效值为  $I_{有} = \frac{E_{有}}{R} = \frac{Bl^2\omega}{2\sqrt{2}R}$ ,

$OM$  由零时刻起到第一次转至水平的过程对应余弦交流电的半个周期, 可直接用有效值计算, 则定值电阻产生的焦耳热

为  $Q = I_{有}^2 R t = \frac{\pi B^2 l^4 \omega}{8R}$ , **D 正确**。

## 9. D 必刷知识 ▶ 电磁感应与电学、力学的综合应用

【深度解析】金属棒在恒力  $F$  的作用下向右运动, 切割磁感线产生感应电流, 受向左的安培力。由题可知金属棒接入电路

的阻值为  $R$ , 由牛顿第二定律有  $F - F_{安} = F - BIL = F - \frac{B^2 L^2 v}{R + R} = ma$ ,

可知随着  $v$  的增大, 安培力变大,  $a$  减小, 直到安培力等于水平恒力  $F$  开始做匀速运动, 故金属棒先做加速度减小的加速运动直到最后做匀速运动, **A 错误**; 匀速运动时速度达到最大值, 由以上解析可知此时  $F = \frac{B^2 L^2 v_m}{R + R}$ , 解得  $v_m = \frac{2FR}{B^2 L^2}$ , **B 错误**; 根

据动量定理和电流的定义有  $Ft_0 - \sum BiL\Delta t = mv_m - 0$ ,

$q = \sum i\Delta t$ , 解得  $q = \frac{Ft_0}{BL} - \frac{2mFR}{B^3 L^3}$ , **C 错误**; 根据动量定理

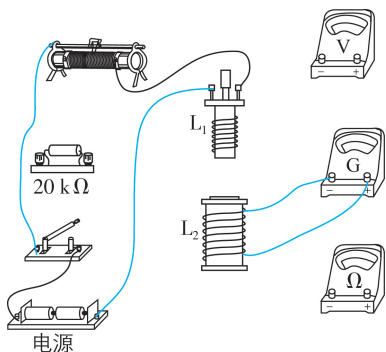
$Ft_0 - \sum BL \frac{BLv_i}{2R} \Delta t = mv_m - 0$ , 金属棒运动的位移为

$$x = \sum v_i \Delta t, \text{ 解得 } x = \frac{2FRt_0}{B^2 L^2} - \frac{4mFR^2}{B^4 L^4}, \text{D 正确。}$$

10. (1)见解析 (2)机械能 磁场 (3)ABD

必刷知识 ▶ 研究电磁感应现象

【深度解析】(1) 需要选择的仪器有电源、滑动变阻器、开关、螺线管  $L_1$ 、螺线管  $L_2$ 、灵敏电流计, 实物连接如图所示。



(2) 从能量转化的角度来看, 闭合电路的部分导体切割磁感线而产生感应电流的过程是机械能转化为电能; 若闭合电路中的感应电流是因磁感应强度发生变化而产生的, 则是磁场能转化为电能。

(3) 题图甲中 N 极插入螺线管时, 向下的磁通量增加, 根据楞次定律可知, 产生的感应电流在螺线管中由上到下, 则电流计的电流从正极流入, 则指针偏转方向向右, **A 正确**; 题图乙中感应电流从负极流入电流表, 则螺线管中电流从下往上, 根据右手螺旋定则可知, 螺线管内部的磁场方向向下, **B 正确**; 题图丙中感应电流从正极流入电流表, 则螺线管中电流从上往下, 根据右手螺旋定则可知, 螺线管内部的磁场方向向上, 题图中条形磁铁向上运动, **C 错误**; 题图丁中感应电流从正极流入电流表, 图中条形磁铁向上运动, 则螺线管中感应电流的磁场向下, 则螺线管的绕线方向从上往下看为顺时针方向, **D 正确**。

11. (1)①  $E_2$   $R_2$  ② 1 900.0 或 1 900 偏小 (2) 2 100.0 或 2 100 (3) 2 059.6

必刷知识 ▶ 电表的改装

【深度解析】(1) ① 本实验误差来自闭合  $S_2$  电阻箱  $R'$  并入电路后, 干路电流会发生变化, 为使干路电流变化较小, 应使干路中滑动变阻器接入电路的阻值尽量大, 为使电流表能够满偏, 相应的电源电动势应较大。故电源选择电动势为 9 V 的电源  $E_2$ , 毫安表 G 的满偏电流为  $500 \mu\text{A}$ , 则干路中滑动变阻器接入电路的最小阻值约大于  $\frac{9 \text{ V}}{500 \times 10^{-6} \text{ A}} = 18 \text{ k}\Omega$ , 故滑动变阻器应选用最大阻值为  $20 \text{ k}\Omega$  的  $R_2$ 。

② 由实验操作步骤可知通过微安表的电流等于通过电阻箱的电流, 可知两部分电阻相等, 即微安表 G 内阻的测量值  $R_g = 1\,900.0 \Omega$ ; 闭合  $S_2$  电阻箱  $R'$  并入电路后, 电路的总电阻变小, 干路电流会变大, 即干路电流大于  $I_g$ , 而流过微安

表 G 的电流为  $\frac{1}{2}I_g$ , 则流过电阻箱  $R'$  的电流大于  $\frac{1}{2}I_g$ , 即流过电阻箱  $R'$  的电流实际上大于流过微安表 G 的电流, 根据并联电路的特点, 可知微安表 G 内阻真实值大于电阻箱  $R'$  的阻值, 可知测量值偏小。

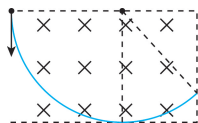
(2) 若按照 (1) 中测算的  $R_g$ , 将上述微安表 G 改装成量程为 2 V 的电压表需要串联的电阻  $R_0 = \frac{U}{I_g} - R_g = \frac{2}{500 \times 10^{-6}} \Omega - 1900 \Omega = 2100 \Omega$ 。

(3) 当微安表 G 的示数为  $495 \mu A$  时,  $R_{01} + R_g = \frac{2}{495 \times 10^{-6}} \Omega = 4040.4 \Omega$ , 若是调整为准确值, 则需将微安表读数变为  $500 \mu A$ , 则  $R_{02} + R_g = \frac{2}{500 \times 10^{-6}} \Omega = 4000 \Omega$ , 即将改装后的电压表内阻减小  $40.4 \Omega$ , 即将  $R_0$  的阻值变为  $2100 \Omega - 40.4 \Omega = 2059.6 \Omega$ 。

## 12. (1) $B^2 L^2 \frac{q}{2mE}$ (2) $\frac{3\pi m}{2qB}$

### 必刷知识 ▶ 带点粒子在复合场中的运动

【深度解析】(1) 如图甲所示, 当粒子的运动轨迹与磁场区域下边界相切时, 粒子进入磁场时速度最大, 电场上边界坐标有最大值, 此时粒子的轨迹半径  $R=L$ ,



甲

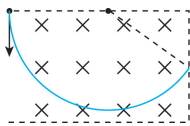
设最大纵坐标为  $y$ , 根据动能定理及牛顿第二定律可得

$$qEL = \frac{1}{2}mv^2, \quad qvB = m \frac{v^2}{R},$$

$$\text{解得 } y = B^2 L^2 \frac{q}{2mE}.$$

(2) 粒子从磁场右侧边界的中点离开磁场区域有以下两种情况:

(i) 粒子在磁场中偏转一次直接从磁场右边界中点离开磁场区域, 如图乙所示, 由几何知识有



乙

$$R_1^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + (1.5L - R_1)^2,$$

$$\text{解得 } R_1 = \frac{5L}{6};$$

(ii) 由几何知识可知, 粒子要能从磁场右边界中点离开磁场区域, 粒子的轨迹半径要满足  $R \geq \frac{L}{2}$ ,

则粒子在磁场中可能运动半个周期进入电场, 经电场作用后以同样的速率垂直  $x$  轴进入磁场, 然后从磁场区域右边界中点离开磁场, 可能的运动轨迹如图丙、丁所示。

$$\text{图丙由几何关系有 } R_2^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(3R_2 - \frac{3}{2}L\right)^2,$$

解得  $R_2 = \frac{5}{8}L$ ;

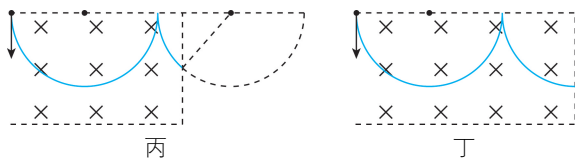
图丁有  $R_2 = \frac{1}{2}L$ ,

粒子在磁场中运动周期为  $T = \frac{2\pi R}{v}$ ,

可得  $T = \frac{2\pi m}{qB}$ ,

综上,当  $R = \frac{L}{2}$  时,粒子在磁场中运动的时间最长,

最长时间为  $t_m = \frac{3}{4}T = \frac{3\pi m}{2qB}$ 。



13. (1)  $B_1 = 1 \text{ T}$   $B_2 = \frac{\sqrt{6}}{3} \text{ T}$   $B_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ T}$  (2)  $6 \text{ J}$  (3)  $\frac{37}{12} \text{ s}$

### 必刷知识 ▶ 电磁感应与电学、力学的综合应用

【深度解析】(1) 因为线框穿过磁场时做匀速直线运动, 可知  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$  磁场的宽度均为  $L$ , 线框进入磁场前, 由动能定理则有  $mgd_0 \sin \theta - \mu mg \cos \theta \cdot d_0 = \frac{1}{2}mv_1^2$ ,

解得  $v_1 = 2 \text{ m/s}$ ,

线框在每个磁场区域中均做匀速直线运动, 有

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta + F_1,$$

由安培力公式  $F_1 = B_1 I_1 L$ ,

由法拉第电磁感应定律有电动势  $E_1 = B_1 L v_1$ ,

由闭合电路欧姆定律有  $E_1 = I_1 R$ ,

联立解得  $B_1 = 1 \text{ T}$ ,

线框在磁场 II、III 之间加速的距离为  $x_1 = d_1 - L = 1.25 \text{ m}$ ,

则线框运动至刚进入第二个磁场时, 由动能定理, 有

$$(mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta) x_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2,$$

线框在磁场 II 中受到的安培力  $F_2 = B_2 I_2 L = \frac{B_2^2 L^2 v_2}{R}$ ,

导线框在每个磁场区域中均做匀速直线运动,  $F_2 = F_1$ ,

联立解得  $v_2 = 3 \text{ m/s}$ ,

$$B_2 = \frac{\sqrt{6}}{3} \text{ T},$$

同理得  $v_3 = 4 \text{ m/s}$ ,

$$B_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ T}.$$

(2) 导线框匀速穿过磁场区域, 每穿过一次磁场区域, 产生的焦耳热  $Q_0 = mg \sin \theta \times 2L - \mu mg \cos \theta \times 2L$ ,

整个过程中导线框产生的焦耳热  $Q = 3Q_0$ ,

解得  $Q=6\text{ J}$ 。

(3) 导线框在磁场以外做匀加速直线运动, 有

$$d_0+d_1+d_2-2L=\frac{1}{2}at_0^2,$$

$$\text{穿过磁场 I 的时间 } t_1=\frac{2L}{v_1},$$

$$\text{穿过磁场 II 的时间 } t_2=\frac{2L}{v_2},$$

$$\text{穿过磁场 III 的时间 } t_3=\frac{2L}{v_3},$$

导线框从静止释放到穿过磁场 III 所经历的时间  $t=t_0+t_1+t_2+t_3$ ,

$$\text{联立解得 } t=\frac{37}{12}\text{ s}。$$