

试卷类型: A

## 高二物理

2021.5

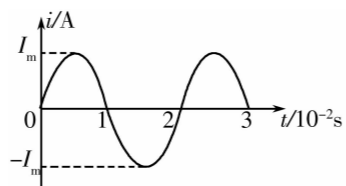
## 注意事项:

1. 答题前, 考生先将自己的学校、姓名、班级、座号、考号填涂在相应位置。
2. 选择题答案必须使用 2B 铅笔 (按填涂样例) 正确填涂; 非选择题答案必须使用 0.5 毫米黑色签字笔书写, 绘图时, 可用 2B 铅笔作答, 字体工整、笔迹清楚。
3. 请按照题号在各题目的答题区域内作答, 超出答题区域书写的答案无效; 在草稿纸、试题卷上答题无效。保持卡面清洁, 不折叠、不破损。

一、单项选择题: 本题共 8 小题, 每小题 3 分, 共 24 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

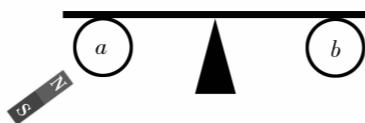
1. 一闭合矩形线圈在匀强磁场中绕垂直磁场的轴匀速转动, 产生的感应电流随时间变化的规律如图所示。则

- A.  $t=0.005\text{ s}$  时线圈平面处于中性面位置
- B.  $t=0.02\text{ s}$  时穿过线圈的磁通量为零
- C. 线圈转动的角速度为  $50\pi\text{ rad/s}$
- D.  $1\text{ s}$  内电流的方向变化 100 次



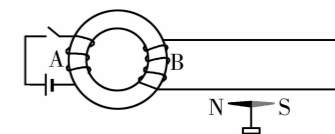
2. 如图所示,  $a$  环是铝环,  $b$  环是塑料环, 横梁水平静止, 横梁可绕中间的支点转动。某同学在实验时, 用磁铁的任意一极靠近  $a$  环或  $b$  环, 则

- A. 磁铁移近  $a$  环时,  $a$  环靠近磁铁
- B. 磁铁移近  $a$  环时,  $a$  环远离磁铁
- C. 磁铁移近  $b$  环时,  $b$  环靠近磁铁
- D. 磁铁移近  $b$  环时,  $b$  环远离磁铁



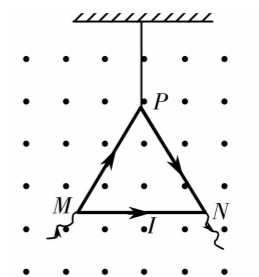
3. 法拉第于 1822 年 12 月开始, 多次对“磁生电”进行实验研究, 直到 1831 年 8 月 29 日, 他把两个线圈绕在同一个软铁环上, 如图所示, 线圈 A 连接电池与开关, 线圈 B 通过较长的导线闭合, 并在其中一段水平直导线下方放置小磁针, 开始时磁针静止。他发现, 当开关合上瞬间, 磁针偏转了一下。法拉第敏锐地意识到, 寻找近 10 年的“磁生电”效应终于被发现了。对实验下列说法正确的是

- A. 法拉第是利用“电生磁”现象来判断感应电流的有无
- B. 开关闭合瞬间, 小磁针的 N 极向纸外旋转一下, 并随即复原
- C. 开关闭合后, 小磁针的 N 极向纸内旋转一定角度, 并保持不变
- D. 开关闭合后, 铁芯中始终存在磁场和涡流

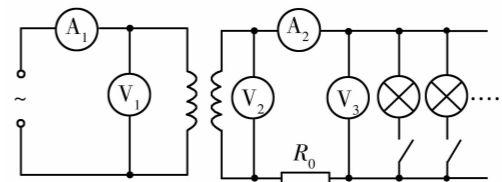


4. 如图所示, 用相同合金丝制作的边长为  $L$  的正三角形框架  $MNP$ , 用绝缘细线竖直悬挂, 匀强磁场垂直其所在平面, 磁感应强度为  $B$ . 给框架通入电流, 已知电流从  $M$  点流入, 从  $N$  点流出,  $MN$  棒中的电流为  $I$ . 则

- A. 每条边所受安培力大小均为  $BIL$
- B. 框架所受安培力大小为  $2BIL$
- C. 框架所受安培力大小为  $\frac{3}{2}BIL$
- D. 框架所受安培力方向竖直向上



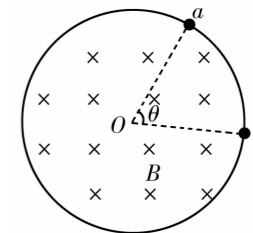
5. 如图为通过降压变压器给用户供电的电路图, 负载变化时变压器的输入电压不会有大的波动 (可视为不变)。两条输电线的总电阻为  $R_0$ , 变压器上的能量损失可忽略, 当用户端用电器增加时, 则



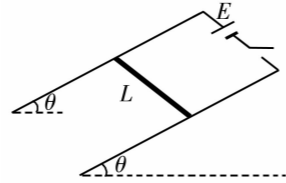
- A. 电流表  $A_1$  的示数不变
- B. 电流表  $A_2$  的示数变大
- C. 电压表  $V_2$  的示数变小
- D. 电压表  $V_3$  的示数变大

6. 将一根均匀电阻丝绕成半径为  $r$  的闭合圆环, 其总电阻为  $R$ , 置于匀强磁场中, 如图所示, 磁感应强度随时间变化的规律为  $B=kt$ , 其中  $k$  为正的常数。弧  $ac$  所对圆心角为  $\theta$ , 则

- A. 环中感应电流大小为  $\frac{k\pi r^2}{R}$
- B.  $a$ 、 $c$  两点间电压为  $\frac{kr^2\theta}{2}$
- C.  $ac$  段的电功率为  $\frac{k^2\pi^2 r^4}{R}$
- D.  $t$  时刻  $ac$  段所受安培力大小为  $\frac{k^2\pi r^3\theta}{R}$

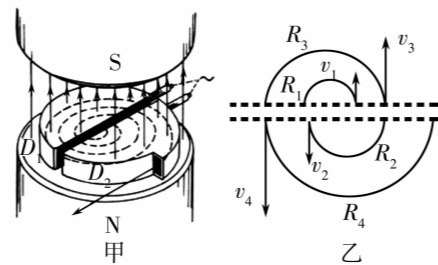


7. 如图所示，间距为  $L$  的平行光滑导轨，与水平面夹角为  $\theta$ ，上端连接电动势为  $E$ 、内阻不计的电源。闭合开关，要使质量为  $m$ 、长为  $L$ 、电阻为  $R$  的导体棒静止在导轨上，需要在导轨所在空间加上与导体棒始终垂直的匀强磁场。重力加速度大小为  $g$ ，则磁感应强度的大小和方向可能是



- A. 竖直向上
- B. 水平向左
- C. 不小于  $\frac{mgR}{EL}$
- D. 不小于  $\frac{mgR\sin\theta}{EL}$

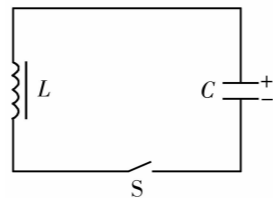
8. 如图甲所示为回旋加速器，其工作原理图如图乙所示，回旋加速器的两个  $D$  形金属盒分别接电压为  $U$  的高频交流电源的两极，置于磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，磁场方向垂直于盒底面，粒子源置于盒的中心。若粒子源释放的粒子电荷量为  $q$ ，质量为  $m$ ，粒子从回旋加速器飞出时的最大速度为  $v_m$ ，以下判断正确的是



- A. 交流电源电压  $U$  越大， $v_m$  越大
- B. 磁感应强度  $B$  越大， $v_m$  越大
- C. 粒子的比荷  $\frac{q}{m}$  越小， $v_m$  越大
- D. 随着粒子速度增大，在磁场中运动的周期变小

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 如图  $LC$  电路中，平行板电容器已充电，上极板带正电，电容  $C$  为  $0.6\mu\text{F}$ ，电感  $L$  为  $1.5\text{mH}$ 。闭合  $S$  并开始计时，则



- A.  $t=0$  时，线圈中电流为零
- B.  $t=3\pi \times 10^{-5}\text{s}$  时，极板不带电，电路中电流最大
- C.  $t=3\pi \times 10^{-5}\text{s}$  时，下极板带正电，且极板间电场能最大
- D.  $t=1.5\pi \times 10^{-5}\text{s}$  到  $t=3\pi \times 10^{-5}\text{s}$ ，电流在逐渐变大

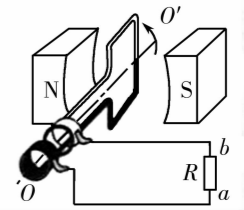
10. 如图所示，某交流发电机的线圈共  $n$  匝、面积为  $S$ 、内阻为  $r$ ，线圈两端通过电刷与电阻  $R$  构成闭合回路。线圈在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，从图示位置以角速度  $\omega$  绕  $OO'$  轴逆时针匀速转过  $90^\circ$  的过程中，下列说法正确的是

A. 图示位置线圈中的感应电动势达到最大值为  $nBS\omega$

B. 通过电阻  $R$  的电荷量  $q = \frac{nBS}{R+r}$

C. 通过电阻  $R$  的电流由  $a$  到  $b$

D. 电流的有效值与平均值之比为  $\frac{\sqrt{2}}{4}\pi$



11. 如图所示，链球比赛属田径中的投掷竞远运动，链球由金属材料制造，长度为  $L$ 。某次比赛在潍坊举行，链球出手前某时刻恰好绕竖直轴水平转动（俯视逆时针转动），角速度为  $\omega$ ，手到转轴的距离为  $l$ ，场地附近空间的地磁场可看作是匀强磁场，其水平分量和竖直分量分别为  $B_x$ 、 $B_y$ 。则此时



A. 手握的一端电势比拴球的一端低

B. 手握的一端电势比拴球的一端高

C. 两端的电势差约为  $\frac{B_y\omega(L+l)^2}{2}$

D. 两端的电势差约为  $\frac{B_y\omega(L^2+2Ll)}{2}$

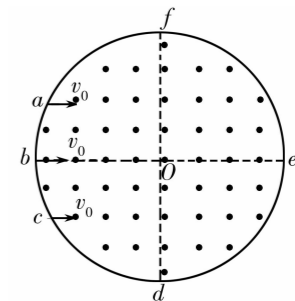
12. 如图所示，一半径为  $R$  的圆形匀强磁场区域，磁感应强度大小为  $B$ ，方向垂直于纸面向外。三个比荷均为  $\frac{q}{m}$  的带电粒子，分别从  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点以相同初速度  $v_0$  沿平行于直径  $be$  方向进入磁场。已知从  $b$  进入的粒子由  $d$  点离开， $a$ 、 $c$  两点到直径  $be$  的距离均为  $\frac{R}{2}$ ，直径  $df$  与  $be$  垂直，不计重力及粒子间相互作用。则

A. 粒子带负电

B. 粒子的初速度  $v_0 = \frac{qBR}{m}$

C. 从  $a$  进入的粒子在磁场中的运动时间为  $\frac{2\pi m}{3qB}$

D. 从  $c$  进入的粒子在磁场中的运动时间为  $\frac{\pi m}{6qB}$



三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) 在“探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系”实验中：

(1) 实验室中现有下列器材：

- A. 可拆变压器（铁芯、已知线圈 1 匝数 400 匝，线圈 2 匝数 800 匝）
- B. 直流电源
- C. 多用电表
- D. 条形磁体
- E. 开关、导线若干

上述器材在本实验中不需要的是\_\_\_\_\_（填器材前的字母），本实验中还需用到的一种器材是\_\_\_\_\_；

(2) 连接电路，使所用电源与其中一线圈相连。实验中分别测得线圈 1 两端电压  $U_1$ 、线圈 2 两端电压  $U_2$ ，改变输入电压重复实验，数据记录如表所示。

$U_1/V$	1.80	2.80	3.80	4.90
$U_2/V$	4.00	6.01	8.02	9.98

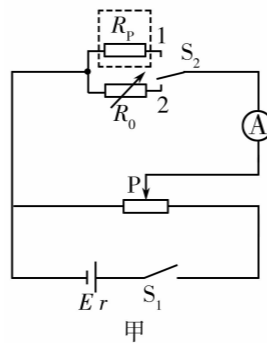
根据测量数据可知，连接电源的线圈是\_\_\_\_\_（选填“线圈 1”或“线圈 2”）。

14. (8 分) 某实验小组选择使用铂丝自制热敏电阻，首先测试铂丝的温度特性。所用器材除了置于温控室（图中虚线区域）中的铂丝  $R_p$ ，还有下列器材：

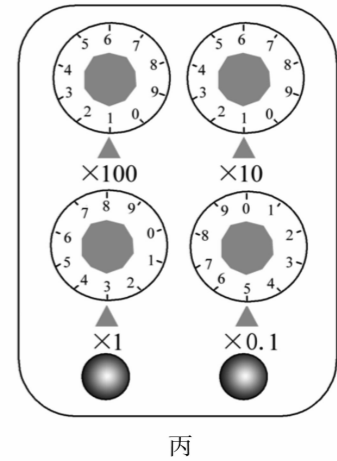
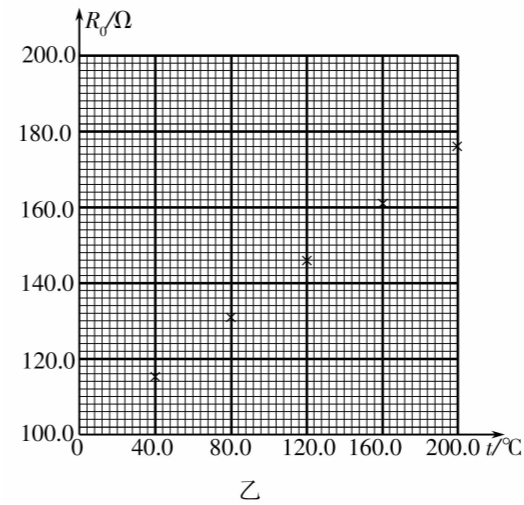
- A. 电源  $E$  (6 V, 0.5  $\Omega$ )
- B. 电流表  $\text{A}$  (量程 50 mA)
- C. 电阻箱  $R_0$  (阻值范围 0 ~ 999.9  $\Omega$ )
- D. 滑动变阻器  $R_1$  (最大阻值为 10  $\Omega$ )
- E. 滑动变阻器  $R_2$  (最大阻值为 100  $\Omega$ )
- F. 单刀单掷开关  $S_1$  和单刀双掷开关  $S_2$ 。

实验时，先按图甲连接好电路，再将温控室的温度  $t$  升至 200.0  $^{\circ}\text{C}$ 。将  $S_2$  与 1 端接通，调节滑动变阻器的滑片位置，使电流表读数为某一值  $I_0$ ；保持滑动变阻器的滑片位置不变，将  $R_0$  置于最大值，将  $S_2$  与 2 端接通，调节  $R_0$ ，使电压表读数仍为  $I_0$ ；记下此时  $R_0$  的读数。逐步降低温控室的温度  $t$  到 30.0  $^{\circ}\text{C}$ ，再测得 4 组  $t$  和  $R_0$  的对应值，如表所示。

$t/^{\circ}\text{C}$	40	80	120	160	200
$R_0/\Omega$	115.5	130.9	146.1	161.1	175.9

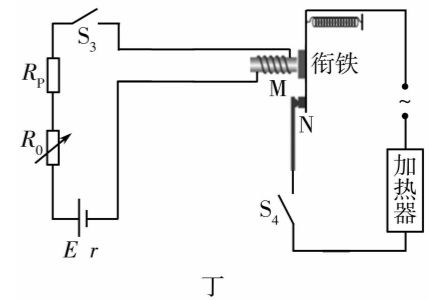


- (1) 滑动变阻器应选用\_\_\_\_\_（填器材前字母）；
- (2) 在图乙的坐标纸上根据所描数据点，作出  $R_0 - t$  图线；

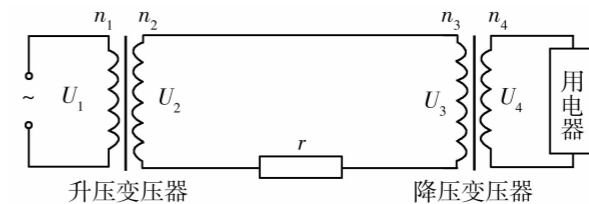


(3) 按照图甲实验时，某温度下电阻箱  $R_0$  的相应读数如图丙所示，该读数为\_\_\_\_\_  $\Omega$ ，则此时温控室的温度为\_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 实验室制备乙烯时，需要将温度控制在 170  $^{\circ}\text{C}$ 。某实验小组为此设计如图丁所示自动控温装置，设置温度在 170  $^{\circ}\text{C}$  时，通过线圈 M 的电流达到 30 mA，衔铁被吸引，触点 N 闭合，加热器工作；已知线圈 M 直流电阻不计。利用该铂丝  $R_p$  作为热敏元件，为达上述要求，图丁中应调整变阻箱为  $R_0 =$ \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

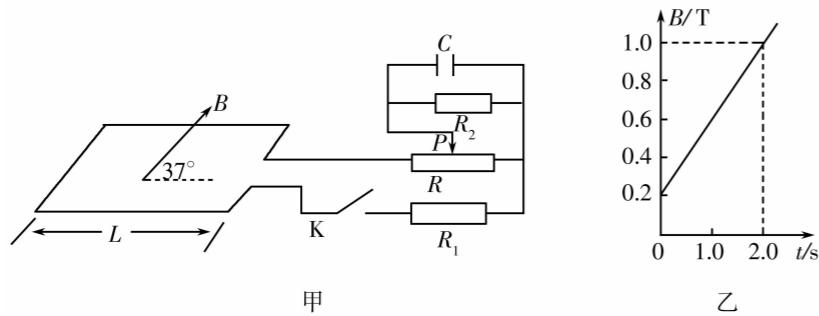


15. (8 分) 如图所示，某发电机（内阻不计）的输出电压为  $U_1 = 250\text{V}$ ，输电线总电阻为  $r = 4\Omega$ 。为了减小输电损耗，在发电机端安装升压变压器，在用户端安装降压变压器，其中  $n_3:n_4 = 190:11$ ，用户获得电压  $U_4 = 220\text{V}$ ，获得的功率  $P_4 = 1.9 \times 10^5\text{W}$ ，不计变压器损失的能量。求：

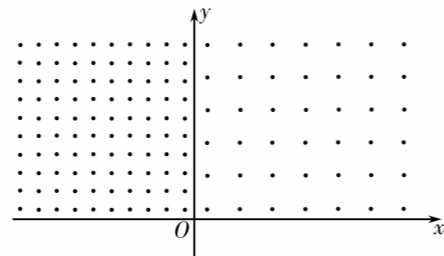


- (1) 高压输电线中的电流强度  $I_2$ ；
- (2) 升压变压器原、副线圈的匝数比  $n_1:n_2$ 。

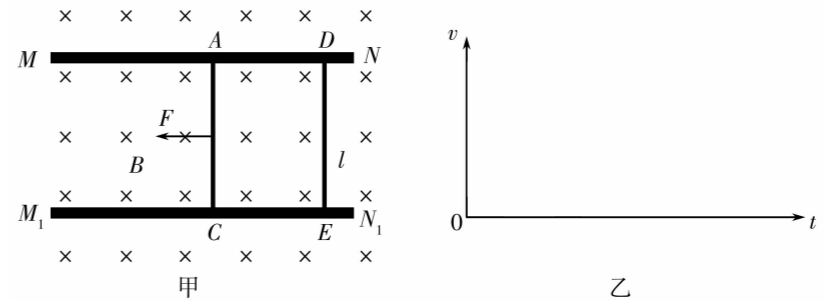
16. (10分) 如图甲所示, 水平放置的边长为  $L = 20\text{cm}$  的正方形线圈, 匝数  $n = 1000$ , 总电阻  $r = 1.0\Omega$ 。线圈处在斜向上的匀强磁场中, 磁场方向与线圈平面夹角为  $37^\circ$ , 磁感应强度的大小  $B$  按如图乙所示的规律变化。已知滑动变阻器的总阻值  $R = 4.0\Omega$ ,  $R_1 = 2R_2 = 4.0\Omega$ ,  $C = 30\mu\text{F}$ 。滑片  $P$  位于滑动变阻器中点处, 求:
- (1) 闭合  $K$ , 电路稳定后, 电阻  $R_1$  的电功率;
  - (2)  $K$  断开后, 流经  $R_2$  的电荷量。



17. (12分) 如图所示, 在  $x$  轴上方存在垂直于纸面向外的匀强磁场, 第 I 象限内磁感应强度大小为  $B$ , 第 II 象限内磁感应强度大小为  $\frac{3}{2}B$ 。在坐标原点  $O$  处有一粒子源, 在  $t = 0$  时刻沿  $x$  轴正方向发射大量速率不同的同种带负电的粒子, 粒子电荷量为  $q$ 、质量为  $m$ , 速率介于  $0 \sim v_m$ , 不计粒子重力及其相互作用。求:
- (1) 速率为  $v_m$  的粒子第 1 次经  $y$  轴时的纵坐标;
  - (2) 速率为  $v_m$  的粒子第  $n$  次沿  $x$  轴正方向经过  $y$  轴时粒子的纵坐标 ( $n = 1, 2, 3, \dots$ );
  - (3)  $t_0$  时刻 ( $0 < t_0 < \frac{\pi m}{2qB}$ ) 这些粒子所在位置的纵坐标  $y$  与横坐标  $x$  的比值;



18. (16分) 水平面内有两根间距为  $l$  的平行固定导轨  $MN$ 、 $M_1N_1$ , 处在磁感应强度为  $B$ 、竖直向下的匀强磁场中, 俯视图如图甲所示。有两根质量均为  $m$ 、电阻均为  $R$  的导体杆  $AC$ 、 $DE$ , 垂直导轨放置, 且始终跟导轨接触良好。开始时两杆静止, 在  $t = 0$  时刻对  $AC$  杆施加水平向左的恒力  $F$ , 一段时间后杆中电流不再增加, 此时  $AC$  杆的速度为  $v_0$ , 立即撤去  $F$ , 已知导轨足够长, 导轨电阻和所有摩擦均可忽略。



- (1) 求撤去力  $F$  时  $DE$  杆速度  $v$  的大小;
- (2) 在图乙中分别画出两杆运动的  $v-t$  图像 (不要求写出推导过程和坐标刻度值);
- (3) 撤去力  $F$  后  $DE$  杆运动的最大速率  $v_m$ ;
- (4) 撤去力  $F$  后两导轨间的电压  $U$ 。

## 高二物理参考答案及评分标准

2021.5

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。每小题给出的四个选项中，只有一个选项是最符合题目要求的。

1. D    2. B    3. A    4. C    5. B    6. A    7. D    8. B

二、选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. AC    10. BD    11. BD    12. BC

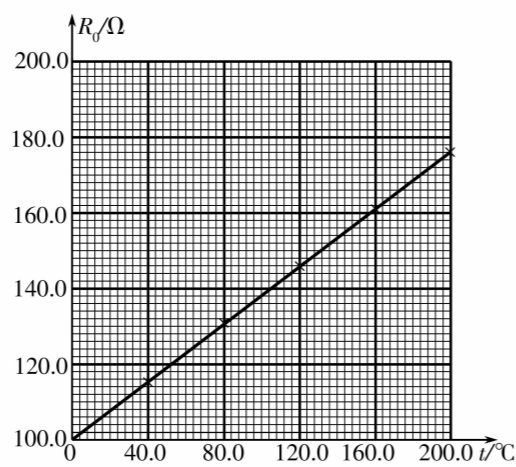
三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分，每空 2 分)

(1) BD  低压交流电源  
(2) 线圈 2

14. (8 分)

(1) D    (2 分)  
(2) 如图 (2 分)  
(3) 113.5    35(34~36) (每空 1 分)  
(4) 34.7(34.0-36.0) (2 分)



15. (8 分)

(1) 根据理想变压器变压规律  $\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4}$   
(1 分)

解得： $U_3 = 3800V$  (1 分)

又根据理想变压器无能量损失知  $P_3 = P_4 = 1.9 \times 10^5 W$  (1 分)

再根据  $P_3 = U_3 I_2$  (1 分)

得高压输电线中的电流强度  $I_2 = 50A$  (1 分)

(2) 高压输电线电阻损失电压  $\Delta U = I_2 r = 200V$  (1 分)

得  $U_2 = U_3 + \Delta U = 4000V$  (1 分)

故  $n_1 : n_2 = U_1 : U_2 = 1 : 16$  (1 分)

16. (10 分)

(1) 根据法拉第电磁感应定律有  $E = nL^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} \sin 37^\circ$  (2 分)

经分析，滑动变阻器  $R$  与电阻  $R_2$  组成电路等效电阻为  $R_3 = 3.0\Omega$ ,

根据闭合电路欧姆定律有  $I = \frac{E}{R_1 + R_3 + r}$  (2 分)

电阻  $R_1$  的电功率  $P = I^2 R_1 = 5.76W$  (2 分)

(2) 经分析，滑动变阻器  $R$  右端与电阻  $R_2$  组成电路等效电阻为  $R_4 = 1.0\Omega$ ,

$k$  闭合时，电容器两端的电压  $U = IR_4$  (1 分)

$K$  闭合时，电容器带电量  $Q = CU$  (1 分)

$K$  断开后，流经  $R_2$  的电荷量为： $Q_2 = \frac{Q}{2} = 1.8 \times 10^{-5} C$  (2 分)

17. (12 分)

(1) 速率为  $v_m$  的粒子在右侧做圆周运动的半径为  $r_1 : qBv_m = m \frac{v_m^2}{r_1}$  (2 分)

第 1 次经  $y$  轴， $y$  坐标为  $y = 2r_1 = \frac{2mv_m}{qB}$  (1 分)

(2) 在左侧做圆周运动的半径为： $r_2 = \frac{2mv_m}{3qB}$  (1 分)

第 1 次到达  $y$  轴向右运动，沿  $y$  轴方向前进的距离  $\Delta y = 2r_1 - 2r_2 = \frac{2}{3}r_1 = r_2$  (1 分)

由图可知，第  $n$  次向右到达  $y$  轴的坐标为：

$y_n = n\Delta y = n r_2 = \frac{2nmv_m}{3qB} (n = 1, 2, 3, 4, \dots)$  (2 分)

(3) 粒子只受洛伦兹力作用，在磁场中做匀速圆周运动， $T = \frac{2\pi m}{qB}$  (1 分)

因  $t_0 < \frac{\pi m}{2qB} = \frac{T}{4}$ ，故粒子未射出第一象限

经过相同时间  $t_0$ ，运动轨迹对应的圆心角  $\theta$ ：

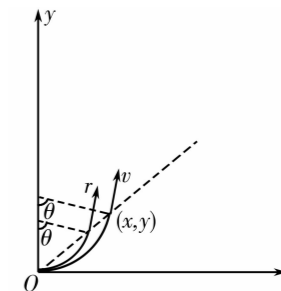
$t_0 = \frac{\theta}{2\pi} T (\theta = \frac{2\pi t_0}{T})$  (1 分)

设某粒子在磁场中的运动半径为  $r$ ，经过时间  $t_0$ ，所在位置坐标为  $(x, y)$ ，可得：

$x = r \sin \theta$  (1 分)

$y = r - r \cos \theta$  (1 分)

消掉  $r$  联立可得： $\frac{y}{x} = \frac{1 - \cos \frac{qBt_0}{m}}{\sin \frac{qBt_0}{m}}$  (1 分)



18. (16分)

(1) 两杆加速度已相等, 所以  $F = ma + ma = 2ma$  (1分)

对  $DE$  杆, 解得  $F_A = ma = \frac{F}{2}$  (1分)

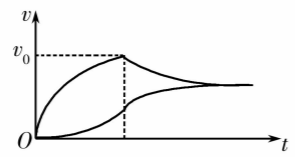
由全电路欧姆定律得  $Blv_0 - Blv = I \cdot 2R$  (2分)

又  $F_A = BIl$  (1分)

则  $F_A = \frac{B^2 l^2 (v_0 - v)}{2R}$  (1分)

所以  $v = v_0 - \frac{FR}{B^2 l^2}$  (1分)

(2) 如图所示(2分)



(3) 再次稳定时两杆速度相同, 此时  $DE$  杆速率最大, 两杆动量守恒, 有  $mv_0 + mv = 2mv_m$  (2分)

解得  $v_m = 2v_0 - \frac{FR}{2mB^2 l^2}$  (1分)

(4) 用  $v_1$  和  $v_2$  表示撤力后两杆的速度, 两导轨间的电压也等于两杆两端的电压, 以  $AC$  杆为研究对象, 则  $U = Blv_1 - IR$  (1分)

而  $I = \frac{Blv_1 - Blv_2}{2R}$  (1分)

两杆在此过程动量守恒, 有  $mv_0 + mv = mv_1 + mv_2$  (1分)

联立解得:  $U = \frac{Bl(v_1 + v_2)}{2} = \frac{Bl(v_0 + v)}{2} = Blv_0 - \frac{FR}{2Bl}$  (1分)

## 高二物理参考答案及评分标准

2021.5

一、选择题：本题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。每小题给出的四个选项中，只有一个选项是最符合题目要求的。

1. D    2. B    3. A    4. C    5. B    6. A    7. D    8. B

二、选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. AC    10. BD    11. BD    12. BC

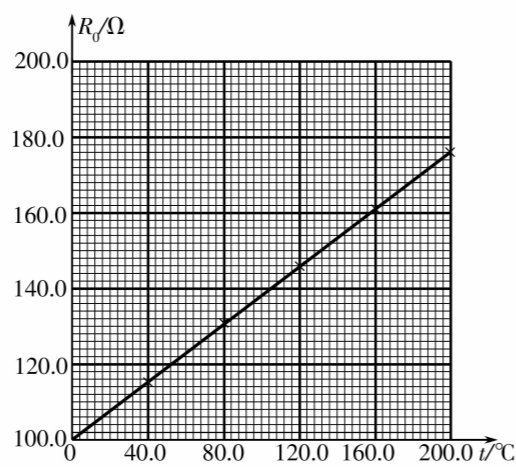
三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分，每空 2 分)

(1) BD  低压交流电源  
(2) 线圈 2

14. (8 分)

(1) D    (2 分)  
(2) 如图 (2 分)  
(3) 113.5    35(34~36) (每空 1 分)  
(4) 34.7(34.0-36.0) (2 分)



15. (8 分)

(1) 根据理想变压器变压规律  $\frac{U_3}{U_4} = \frac{n_3}{n_4}$   
(1 分)

解得： $U_3 = 3800V$  (1 分)

又根据理想变压器无能量损失知  $P_3 = P_4 = 1.9 \times 10^5 W$  (1 分)

再根据  $P_3 = U_3 I_2$  (1 分)

得高压输电线中的电流强度  $I_2 = 50A$  (1 分)

(2) 高压输电线电阻损失电压  $\Delta U = I_2 r = 200V$  (1 分)

得  $U_2 = U_3 + \Delta U = 4000V$  (1 分)

故  $n_1 : n_2 = U_1 : U_2 = 1 : 16$  (1 分)

16. (10 分)

(1) 根据法拉第电磁感应定律有  $E = nL^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} \sin 37^\circ$  (2 分)

经分析，滑动变阻器  $R$  与电阻  $R_2$  组成电路等效电阻为  $R_3 = 3.0\Omega$ ,

根据闭合电路欧姆定律有  $I = \frac{E}{R_1 + R_3 + r}$  (2 分)

电阻  $R_1$  的电功率  $P = I^2 R_1 = 5.76W$  (2 分)

(2) 经分析，滑动变阻器  $R$  右端与电阻  $R_2$  组成电路等效电阻为  $R_4 = 1.0\Omega$ ,

$k$  闭合时，电容器两端的电压  $U = IR_4$  (1 分)

$K$  闭合时，电容器带电量  $Q = CU$  (1 分)

$K$  断开后，流经  $R_2$  的电荷量为： $Q_2 = \frac{Q}{2} = 1.8 \times 10^{-5} C$  (2 分)

17. (12 分)

(1) 速率为  $v_m$  的粒子在右侧做圆周运动的半径为  $r_1 : qBv_m = m \frac{v_m^2}{r_1}$  (2 分)

第 1 次经  $y$  轴， $y$  坐标为  $y = 2r_1 = \frac{2mv_m}{qB}$  (1 分)

(2) 在左侧做圆周运动的半径为： $r_2 = \frac{2mv_m}{3qB}$  (1 分)

第 1 次到达  $y$  轴向右运动，沿  $y$  轴方向前进的距离  $\Delta y = 2r_1 - 2r_2 = \frac{2}{3}r_1 = r_2$  (1 分)

由图可知，第  $n$  次向右到达  $y$  轴的坐标为：

$y_n = n\Delta y = n r_2 = \frac{2nmv_m}{3qB} (n = 1, 2, 3, 4, \dots)$  (2 分)

(3) 粒子只受洛伦兹力作用，在磁场中做匀速圆周运动， $T = \frac{2\pi m}{qB}$  (1 分)

因  $t_0 < \frac{\pi m}{2qB} = \frac{T}{4}$ ，故粒子未射出第一象限

经过相同时间  $t_0$ ，运动轨迹对应的圆心角  $\theta$ ：

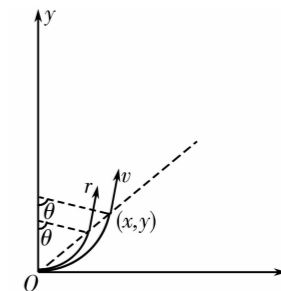
$t_0 = \frac{\theta}{2\pi} T (\theta = \frac{2\pi t_0}{T})$  (1 分)

设某粒子在磁场中的运动半径为  $r$ ，经过时间  $t_0$ ，所在位置坐标为  $(x, y)$ ，可得：

$x = r \sin \theta$  (1 分)

$y = r - r \cos \theta$  (1 分)

消掉  $r$  联立可得： $\frac{y}{x} = \frac{1 - \cos \frac{qBt_0}{m}}{\sin \frac{qBt_0}{m}}$  (1 分)



18. (16分)

(1) 两杆加速度已相等, 所以  $F = ma + ma = 2ma$  (1分)

对  $DE$  杆, 解得  $F_A = ma = \frac{F}{2}$  (1分)

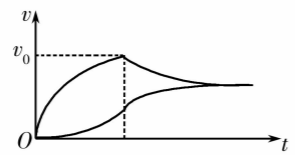
由全电路欧姆定律得  $Blv_0 - Blv = I \cdot 2R$  (2分)

又  $F_A = BIl$  (1分)

则  $F_A = \frac{B^2 l^2 (v_0 - v)}{2R}$  (1分)

所以  $v = v_0 - \frac{FR}{B^2 l^2}$  (1分)

(2) 如图所示(2分)



(3) 再次稳定时两杆速度相同, 此时  $DE$  杆速率最大, 两杆动量守恒, 有  $mv_0 + mv = 2mv_m$  (2分)

解得  $v_m = 2v_0 - \frac{FR}{2mB^2 l^2}$  (1分)

(4) 用  $v_1$  和  $v_2$  表示撤力后两杆的速度, 两导轨间的电压也等于两杆两端的电压, 以  $AC$  杆为研究对象, 则  $U = Blv_1 - IR$  (1分)

而  $I = \frac{Blv_1 - Blv_2}{2R}$  (1分)

两杆在此过程动量守恒, 有  $mv_0 + mv = mv_1 + mv_2$  (1分)

联立解得:  $U = \frac{Bl(v_1 + v_2)}{2} = \frac{Bl(v_0 + v)}{2} = Blv_0 - \frac{FR}{2Bl}$  (1分)