

# 鄂东南省级示范高中教育教学改革联盟学校 2019 年春季期中联考 高二物理试卷

命题学校：武汉二中 命题教师：刘忠山 审题教师：董希文

考试时间：2019 年 04 月 16 日上午 08:00—09:30 试卷满分：110 分

一、选择题：本题共 12 小题，每小题 4 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~8 题只有一项符合题目要求，第 9~12 题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。

1. 以下说法正确的是 ( )

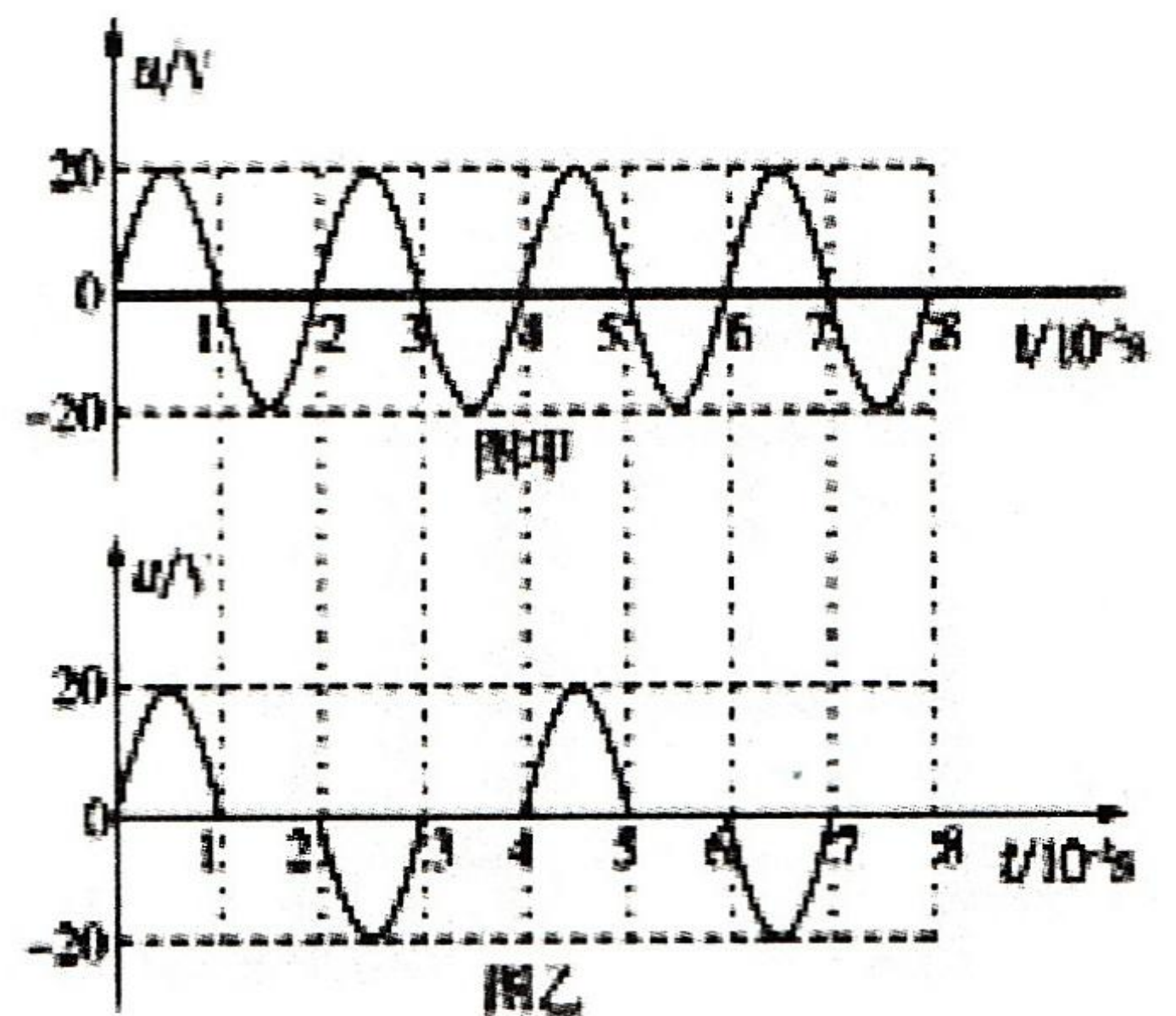
- A. 若使放射性物体的温度升高，其半衰期将减小
- B. 原子核发生一次 $\beta$ 衰变，该原子核外层就失去一个电子
- C. 发生 $\beta$ 衰变时，元素原子核的质量数不变，电荷数减少 1
- D. 1000 个放射性元素的原子核，经过一个半衰期可能会有不到一半的原子核发生衰变

2. 关于质量亏损和原子核的结合能以下说法正确的是 ( )

- A. 核子结合成原子核时会出现质量亏损，亏损的质量转化为释放的能量
- B. 原子核的结合能等于使其完全分解成自由核子释放的能量
- C. 一重核发生 $\alpha$ 衰变，衰变产物的结合能之和一定大于原来重核的结合能
- D. 原子核的平均结合能越大，则原子核中核子的平均质量就越小，在核子结合成原子核时平均每个核子的质量亏损就越小

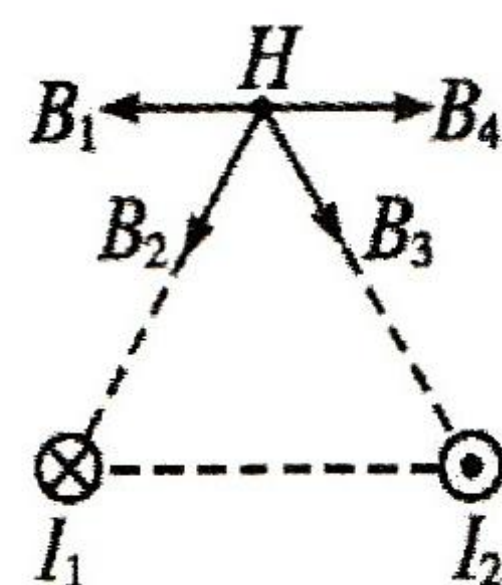
3. 图甲、图乙分别是两种电压的波形，其中图甲所示的电压按正弦规律变化，图乙所示的电压是正弦函数的一部分。下列说法正确的是 ( )

- A. 图甲为交流电、图乙不是交流电
- B. 图甲所示电压的瞬时值表达式为  $u=20\sin 50\pi t$  V
- C. 图乙所示电压的有效值 20 V
- D. 图乙所示电压的有效值 10 V



4. 如图所示，垂直纸面放置的两根平行长直导线分别通有方向相反的电流  $I_1$  和  $I_2$ ，且  $I_1 > I_2$ ，纸面内的一点 H 到两根导线的距离相等，则该点的磁感应强度方向可能为图中的 ( )

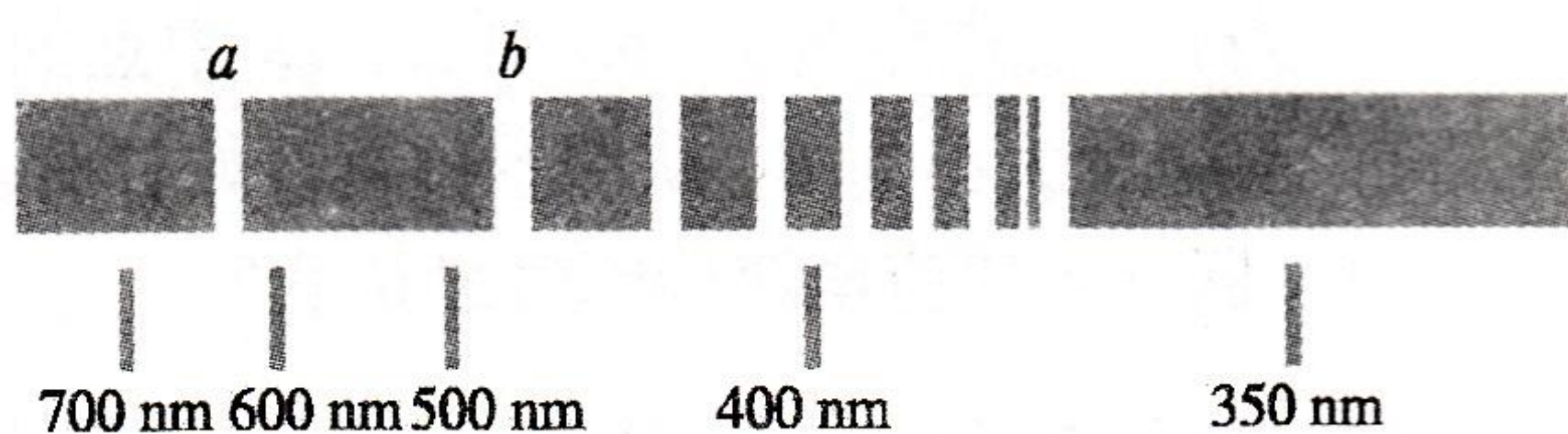
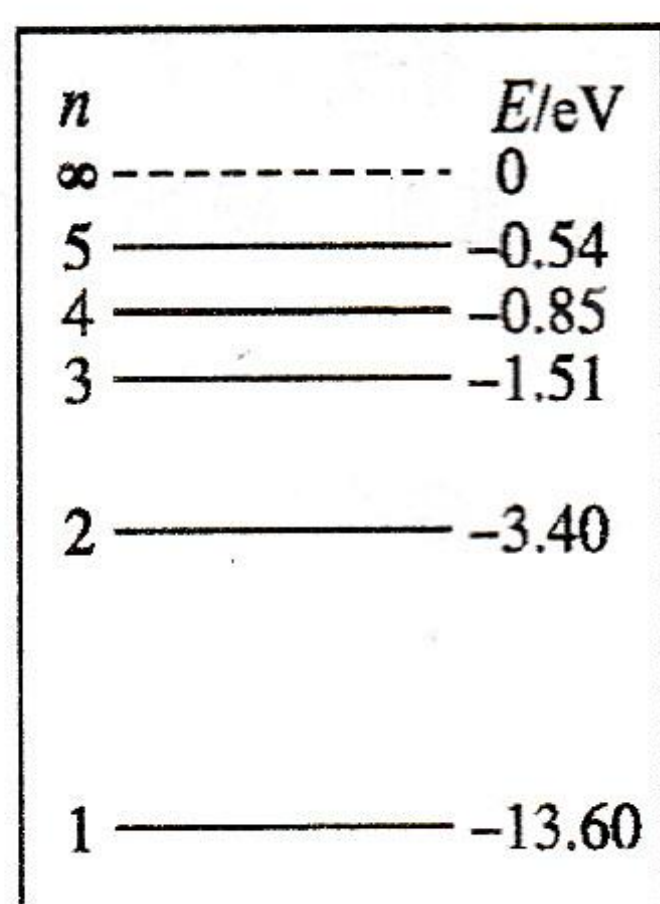
- A.  $B_4$                       B.  $B_3$
- C.  $B_2$                       D.  $B_1$





5. 如图所示，图甲为氢原子的能级图，图乙为氢原子的光谱。已知谱线  $a$  是氢原子从  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  能级时的辐射光，则谱线  $b$  可能是氢原子在下列哪种情形跃迁时的辐射光（ ）

- A. 从  $n=3$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级  
 B. 从  $n=5$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级  
 C. 从  $n=4$  的能级跃迁到  $n=3$  的能级  
 D. 从  $n=5$  的能级跃迁到  $n=3$  的能级



氢原子的光谱图下的数值和短线是波长的标尺

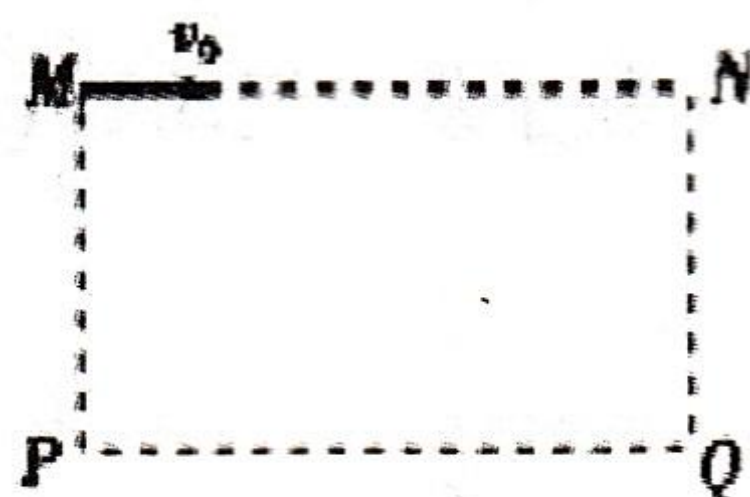
乙

甲

6. 在可控核反应堆中需要给快中子减速，轻水、重水和石墨等常用作减速剂。中子在重水中可与  ${}^2_1\text{H}$  核碰撞减速，在石墨中与  ${}^{12}_6\text{C}$  核碰撞减速。若上述碰撞可简化为对心弹性正碰模型，则可判断用重水和石墨作减速剂，哪种减速效果更好（ ）

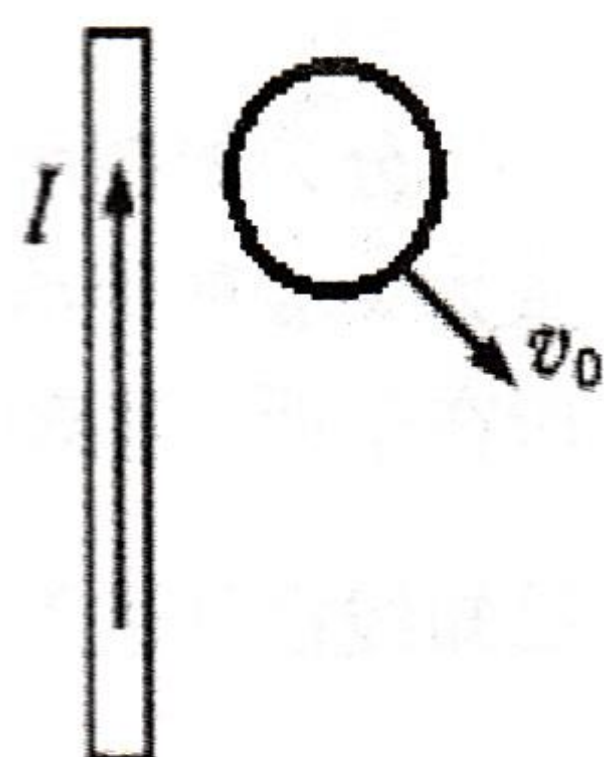
- A. 重水      B. 石墨      C. 效果一样      D. 无法判断

7. 如图所示，矩形区域  $MPQN$  长  $MN = \sqrt{3}d$ ，宽  $MP = d$ ，一质量为  $m$ （不计重力）、电荷量为  $q$  的带正电粒子从  $M$  点以初速度  $v_0$  水平向右射出，若区域内只存在竖直向下的电场或只存在垂直纸面向外的匀强磁场，粒子均能击中  $Q$  点，则电场强度  $E$  的大小与磁感应强度  $B$  的大小的比值为（ ）

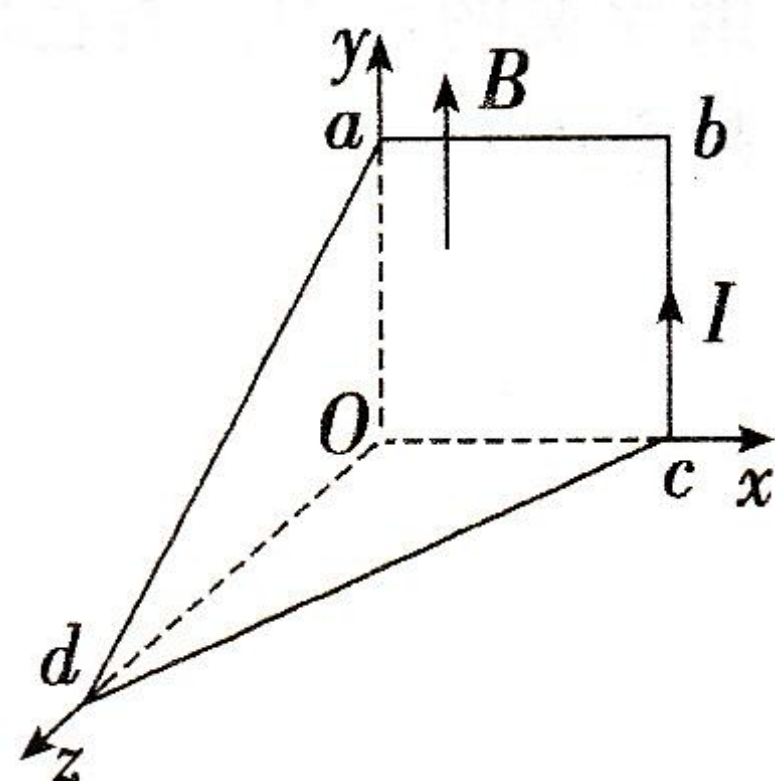


- A.  $\frac{3}{4}v_0$       B.  $\frac{4}{3}v_0$       C.  $\frac{3}{2}v_0$       D.  $\frac{2}{3}v_0$

8. 如图所示，在光滑绝缘水平面内固定一通电直导线，其右侧有闭合圆形线圈，某时刻线圈获得一个如图所示的初速度  $v_0$ ，若通电导线足够长，无限长通电直导线周围某处磁场的磁感应强度大小为  $B = k\frac{I}{r}$ ，则下列说法正确的是（ ）

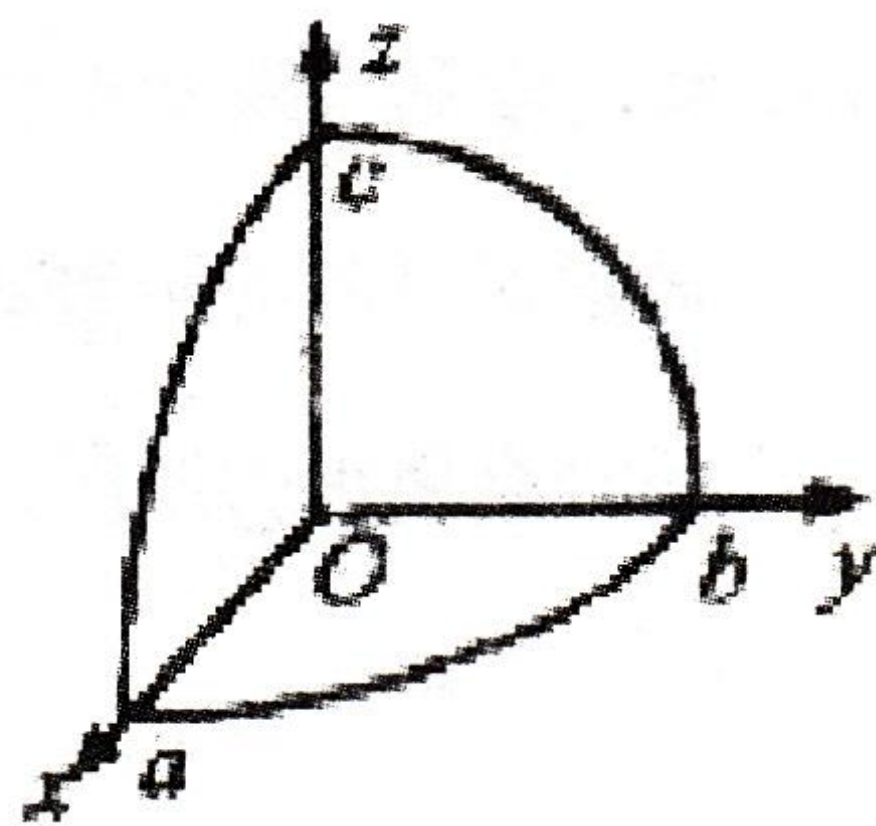


9. 如图所示， $abcd$  是四边形闭合导线框， $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点坐标分别为  $(0, L, 0)$ ， $(L, L, 0)$ ， $(L, 0, 0)$ ，整个空间处于沿  $y$  轴正方向的匀强磁场中，线框通入电流  $I$ ，方向如图所示，关于四边形线框的四条边所受到的安培力的大小，下列叙述中正确的是（ ）
- A.  $ab$  边与  $bc$  边受到的安培力大小相等  
 B.  $cd$  边受到的安培力最大  
 C.  $cd$  边受到的安培力比  $ad$  边受到的安培力大  
 D.  $ad$  边不受安培力作用

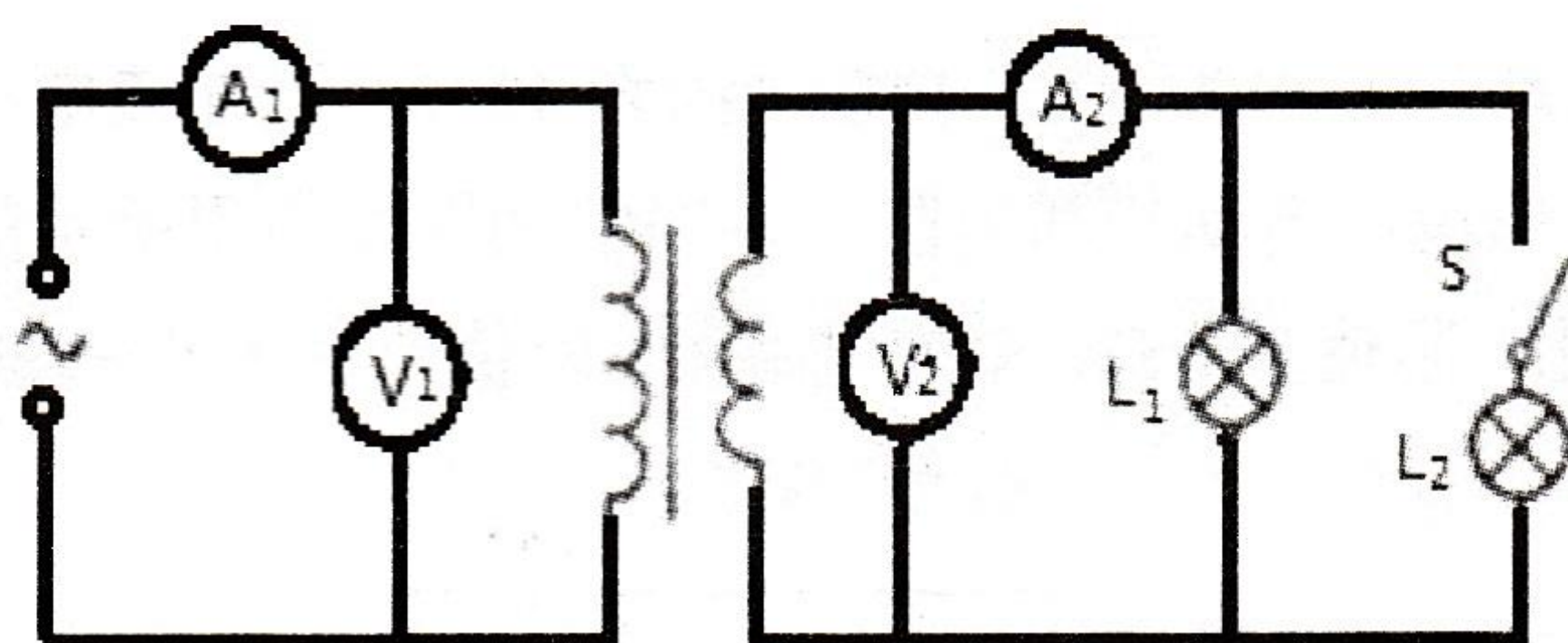




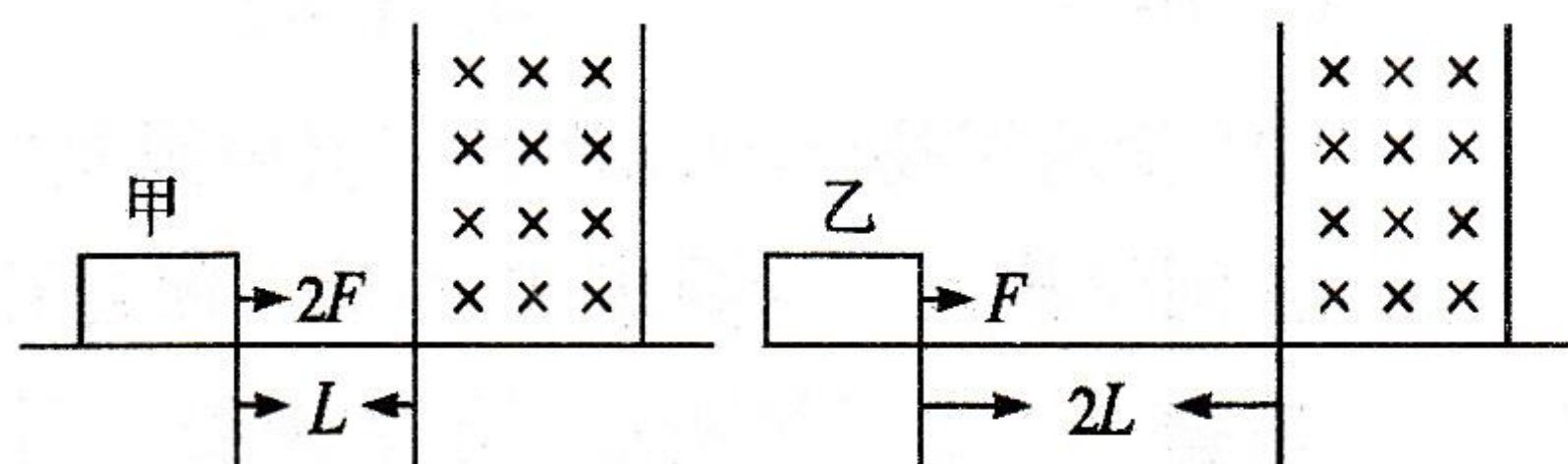
10. 如图所示，导线被弯成半径相同的三段  $\frac{1}{4}$  圆弧，并组成闭合回路，三段圆弧的圆心都在空间直角坐标系的原点  $O$ ， $ab$  弧在  $xOy$  平面内， $bc$  弧位于  $yOz$  平面内， $ca$  弧位于  $zOx$  平面内。空间内存在着磁感应强度大小  $B$  随时间  $t$  逐渐增强的磁场。下列判断正确的是 ( )



- A. 若磁场沿  $x$  轴正向，则导线中的感应电流方向是  $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$   
 B. 若磁场沿  $x$  轴负向，则导线中的感应电流方向是  $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$   
 C. 若磁场沿  $cb$  连线方向，则导线中感应电流方向是  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$   
 D. 若磁场沿  $cb$  连线方向，则导线中无感应电流产生
11. 为探究理想变压器原、副线圈电压、电流的关系，将原线圈接到电压有效值不变的正弦交流电源上，副线圈连接相同的灯泡  $L_1$ 、 $L_2$ ，电路中分别接了理想交流电压表  $V_1$ 、 $V_2$  和理想交流电流表  $A_1$ 、 $A_2$ ，导线电阻不计，如图所示。当开关  $S$  闭合后 ( )



- A.  $A_1$  示数变大， $A_1$  与  $A_2$  示数的比值变大  
 B.  $A_1$  示数变大， $A_1$  与  $A_2$  示数的比值不变  
 C.  $L_1$  变暗， $V_1$  与  $V_2$  示数的比值不变  
 D.  $V_2$  示数不变， $V_1$  与  $A_1$  示数的乘积变大
12. 如图所示，在光滑水平面上方有一有界匀强磁场区域，磁感应强度为  $B$ ，磁场宽度大于  $L$ 。有两个相同的矩形线框，长为  $L$ ，宽为  $L/2$ ，按图中方式放置。甲线框到磁场左边界的距离为  $L$ ，在恒力  $2F$  作用下由静止开始向右运动；乙线框到磁场左边界的距离为  $2L$ ，在恒力  $F$  作用下由静止开始向右运动。下列说法中正确的是 ( )

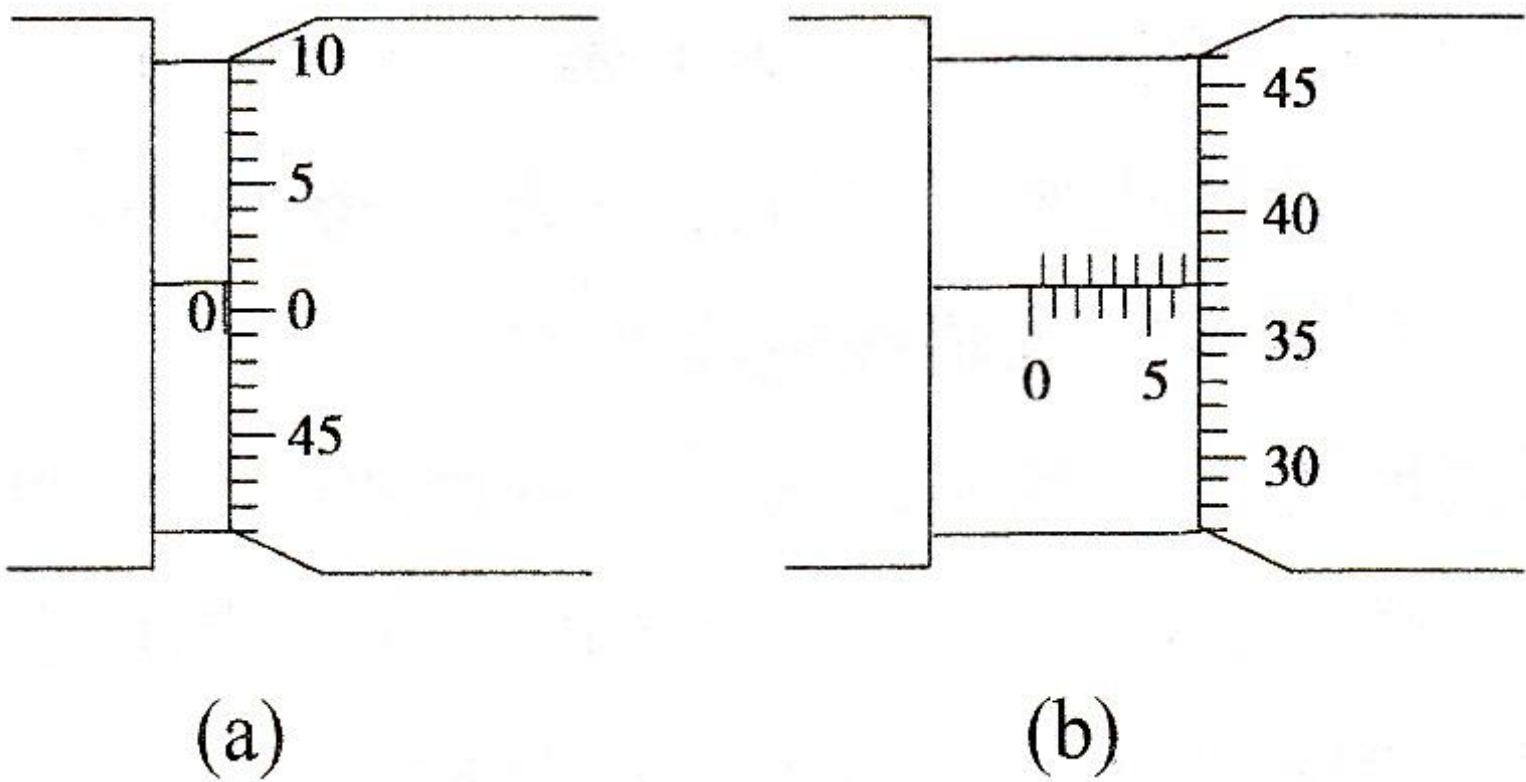


- A. 甲线框进入磁场与离开磁场时，感应电流的方向一定相反，安培力的方向也一定相反  
 B. 若甲线框进入磁场时恰好做匀速运动，则乙线框进入磁场时一定做减速运动  
 C. 甲线框穿过磁场的过程中产生的焦耳热一定大于乙线框穿过磁场的过程中产生的焦耳热  
 D. 穿过磁场的过程中，通过两线框横截面的电荷量相同

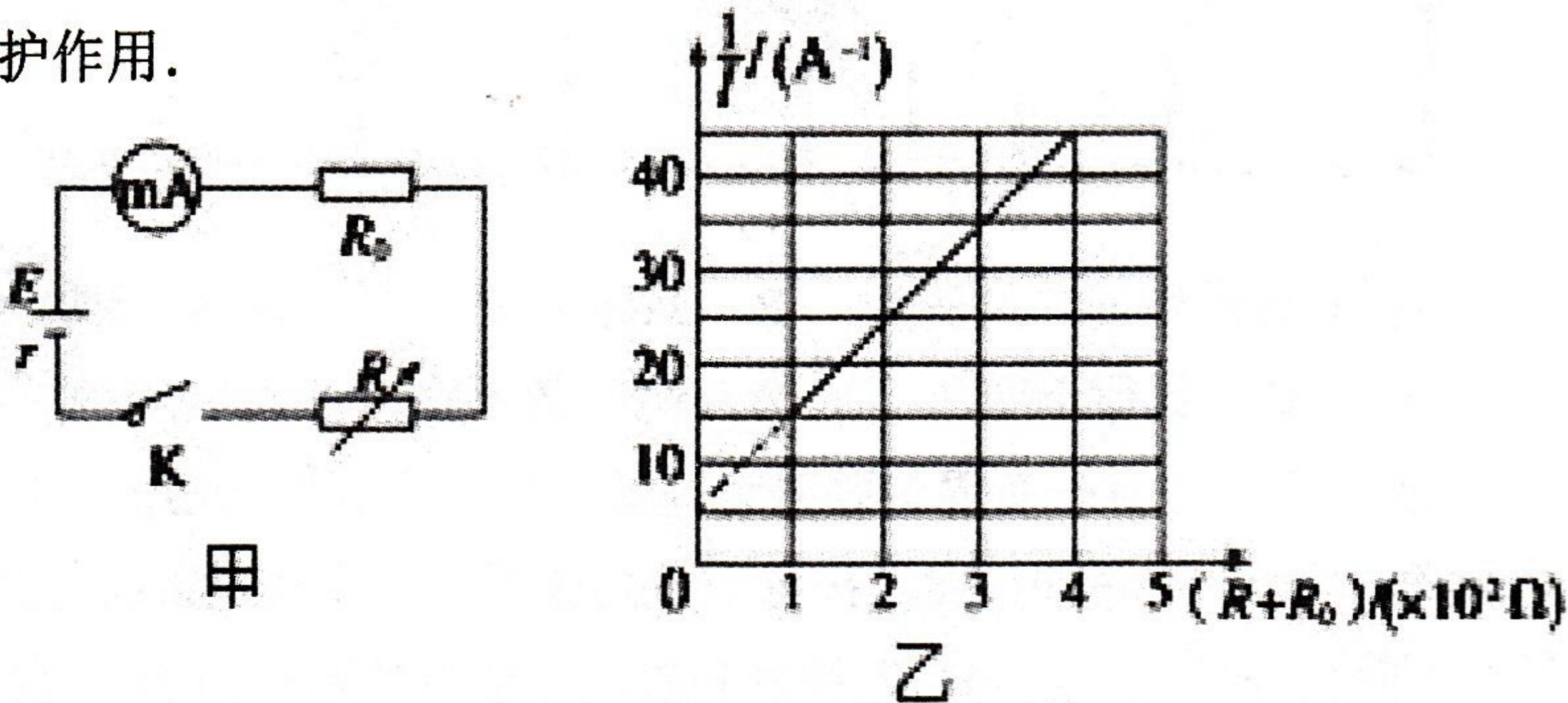


二、实验题：本大题共 2 小题，第 13 题 6 分，第 14 题 9 分，共 15 分。把答案写在答题卡指定的答题处。

13. 某同学利用螺旋测微器测量一金属板的厚度。该螺旋测微器校零时的示数如图 (a)所示，测量金属板厚度时的示数如图(b)所示。图(a)所示读数为\_\_\_\_\_mm，图(b)所示读数为\_\_\_\_\_mm，所测金属板的厚度为\_\_\_\_\_mm。



14. 现有一特殊电池，它的电动势  $E$  约为 9 V，内阻  $r$  约为  $40\ \Omega$ ，已知该电池允许输出的最大电流为 50 mA。为了测定这个电池的电动势和内阻，某同学利用如图甲所示的电路进行实验，图中电流表的内阻  $R_A$  已经测出，阻值为  $6\ \Omega$ ， $R$  为电阻箱，阻值范围为  $0\sim 999.9\ \Omega$ ， $R_0$  为定值电阻，对电路起保护作用。

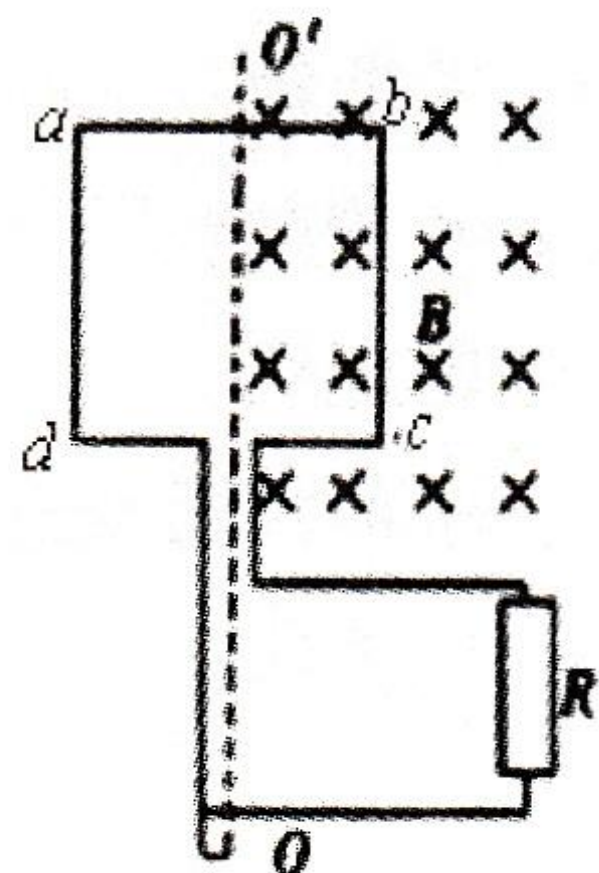


- (1) 实验室备有的定值电阻  $R_0$  共有以下几种规格。
- A.  $10\ \Omega$ 
B.  $150\ \Omega$ 
C.  $250\ \Omega$ 
D.  $500\ \Omega$
- 本实验选用哪一种规格的定值电阻最好? \_\_\_\_\_。
- (2) 该同学接入符合要求的  $R_0$  后，闭合开关 S，调整电阻箱的阻值，读取电流表的示数，记录多组数据，作出了如图乙所示的图线，则根据该同学作出的图线可求得该电池的电动势  $E=$ \_\_\_\_\_V，内阻  $r=$ \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。



三、计算题：本题共 4 小题，第 15 题 10 分，第 16 题 10 分，第 17 题 13 分，第 18 题 14 分，共 47 分。把解答写在答题卡中指定的答题处，要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

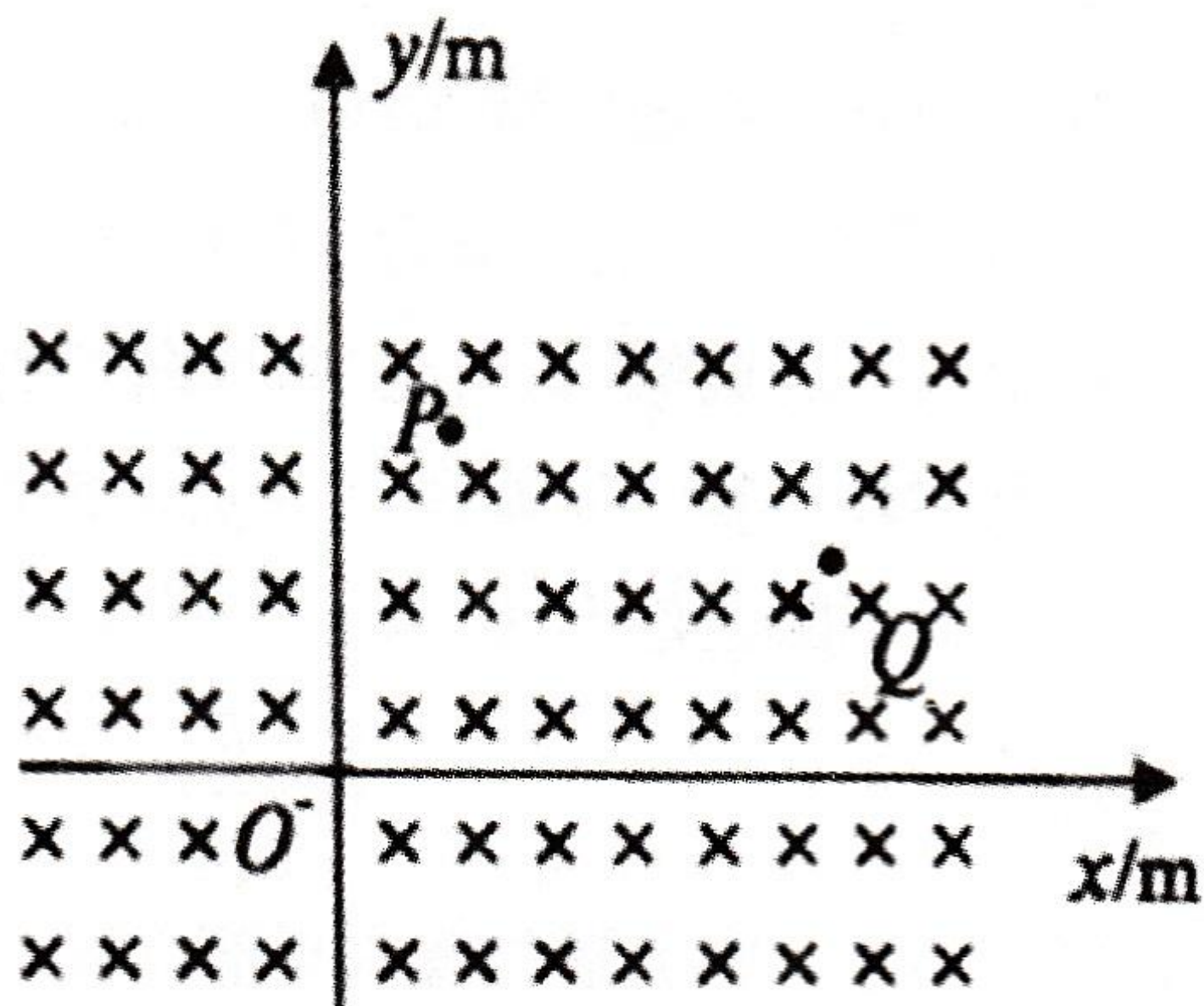
15. (10 分) 如图所示，边长为  $L$  的正方形线圈  $abcd$  与阻值为  $R$  的电阻组成闭合回路， $abcd$  的匝数为  $n$ 、总电阻为  $r$ ， $ab$  中点、 $cd$  中点的连线  $OO'$  恰好位于匀强磁场的左边界线上，磁场的磁感应强度大小为  $B$ 。从图示位置开始计时，线圈绕垂直于磁场的  $OO'$  轴以角速度  $\omega$  匀速转动，求：
- (1) 回路中感应电流的瞬时表达式？



- (2) 从  $t=0$  到  $t=\frac{\pi}{2\omega}$  时刻，电阻  $R$  产生的焦耳热为多少？

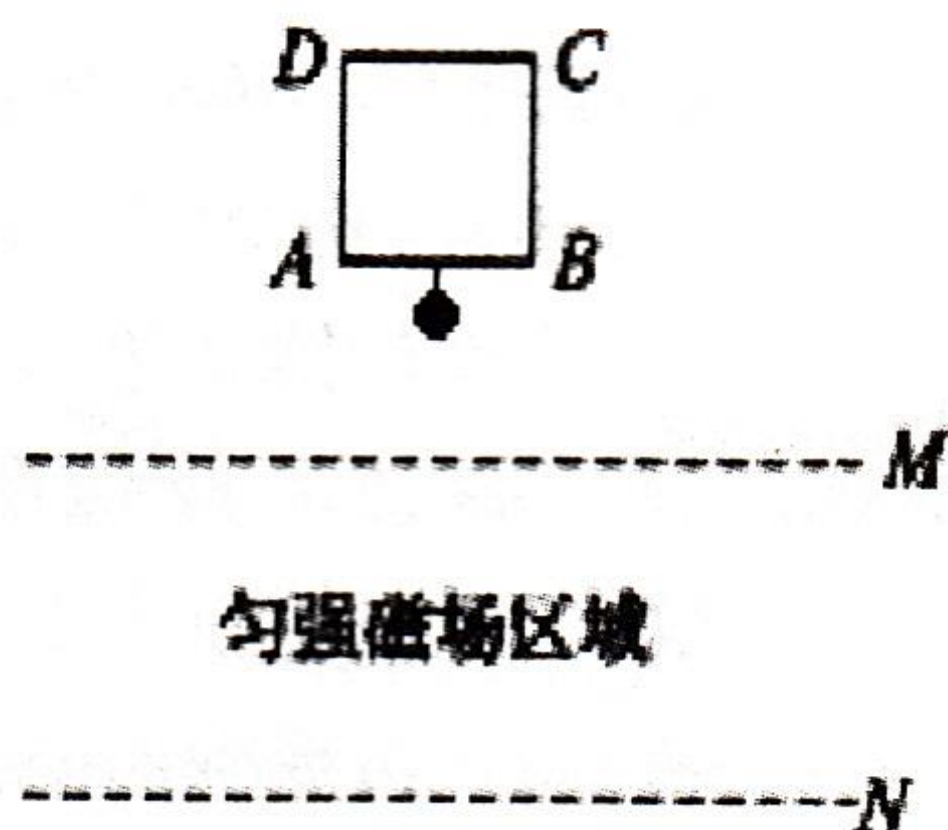
16. (10 分) 如图所示，直角坐标系  $xOy$  区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度  $B=1\text{T}$ 。现有一未知电性的粒子，电荷量  $q=1\times 10^{-6}\text{C}$ ，质量  $m=5\times 10^{-12}\text{kg}$ ，以  $v_0=1\times 10^6\text{m/s}$  的速率在磁场中做匀速圆周运动，先后经过  $P(1,5)$ 、 $Q(5,2)$  两点，粒子重力不计，求：

- (1) 粒子做圆周运动的半径  $R$ ？
- (2) 粒子从  $P$  运动到  $Q$  点所用的时间  $t$ ？



17. (13 分) 如图所示，竖直平面内有一正方形金属线框边长为  $L$ ，质量为  $m$ ，下面用细线悬挂一质量为  $m/2$  的绝缘小球， $AB$  边水平，与有界匀强磁场的上边界的距离为  $L$ ，磁场方向垂直于线框所在平面，磁感应强度大小未知，线框下落过程中不发生转动，匀强磁场区域的上下边界均水平，已知线框刚进入磁场时加速度大小为  $a_1 = \frac{2}{3}g$ ，方向向下，紧接着细线断开：

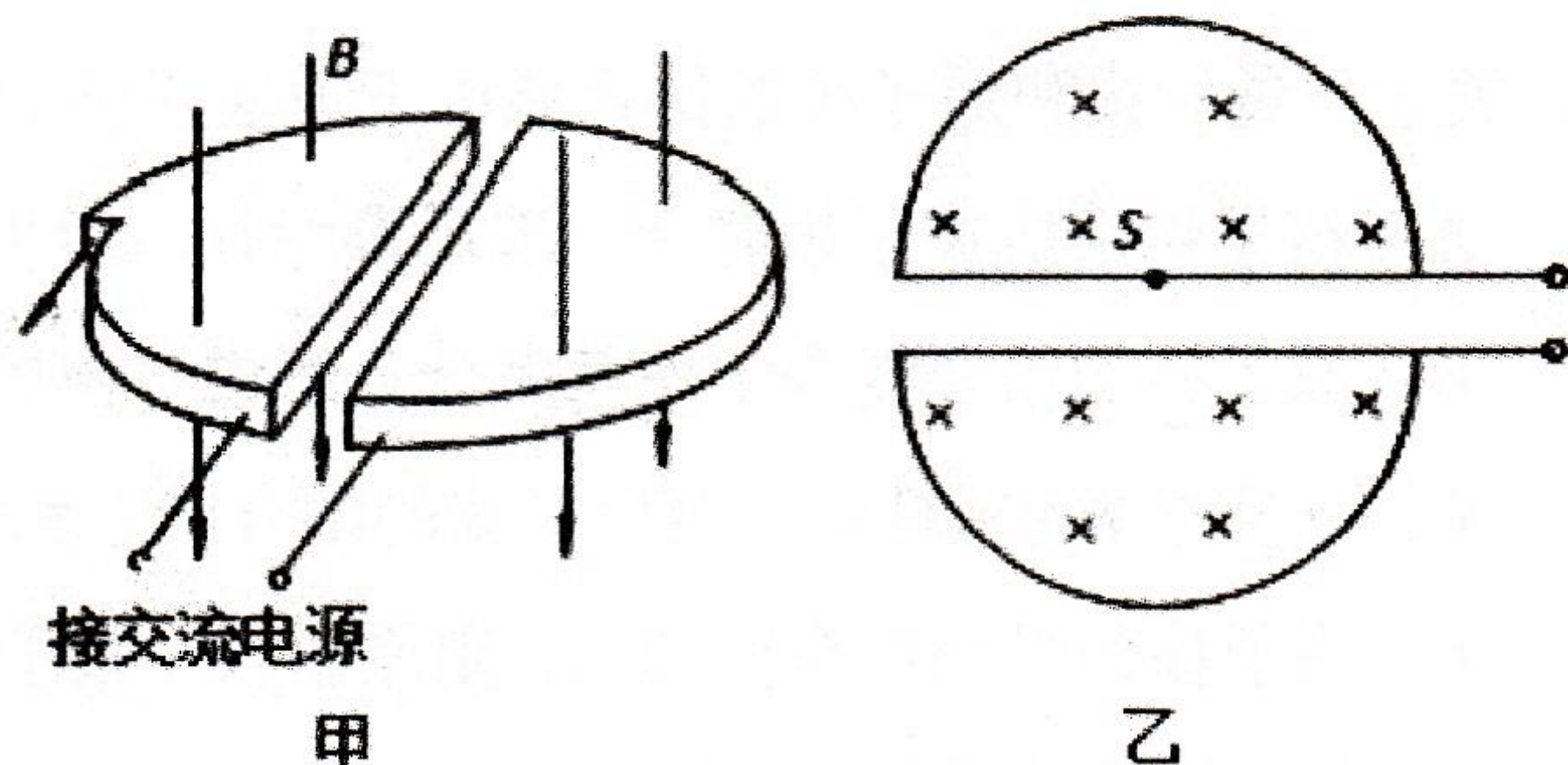
- (1) 细线断开瞬间，线框的加速度多大？
- (2) 试判断线框完全进入磁场时，是否已经匀速运动，若不是，请通过推导说明理由；若已经匀速，求线框进入磁场过程，线框产生的焦耳热是多少？





18. (14 分) 如图图甲为美国物理学家 Earnest O. Lawrence 设计的回旋加速器的示意图。它由两个铝制 D 型金属扁盒组成，两个 D 形盒正中间开有一条狭缝；两个 D 型盒处在匀强磁场中并接有高频交变电压。图乙为俯视图，在 D 型盒上半面中心 S 处有一正离子源，它发出的正离子，经狭缝电压加速后，进入 D 型盒中。在磁场力的作用下运动半周，再经狭缝电压加速；为保证粒子每次经过狭缝都被加速，应设法使交变电压的周期与粒子在狭缝及磁场中运动的周期一致。如此周而复始，最后到达 D 型盒的边缘，获得最大速度后被特制装置提取出来。已知正离子的电荷量为  $q$ ，质量为  $m$ ，加速时电极间电压大小恒为  $U$ ，磁场的磁感应强度为  $B$ ，D 型盒的半径为  $R$ ，狭缝之间的距离为  $d$ 。设正离子从离子源出发时的初速度为零。

- (1) 试计算上述正离子从离子源出发被第一次加速后进入下半盒中运动的轨道半径；
- (2) 设该正离子在电场中的加速次数与回旋半周的次数相同，试求： $R$ 、 $d$  之间满足什么条件时，正离子在电场中加速的总时间相对于在 D 形盒中回旋的时间可忽略不计（正离子在电场中运动时，不考虑磁场的影响）？
- (3) 若此回旋加速器原来加速的是  $\alpha$  粒子 ( ${}^4_2\text{He}$ )，现改为加速氢核 ( ${}^1_1\text{H}$ )，要想使氢核获得与  $\alpha$  粒子相同的动能，磁场的磁感应强度应变为多少？交变电压的周期应该如何调节？





鄂东南省级示范高中教育教学改革联盟学校 2019 年春季期中联考  
高二物理参考答案

一、选择题：本题共 12 小题，每小题 4 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~8 题只有一项符合题目要求，第 9~12 题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。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
D	C	D	B	B	A	B	C	BC	AD	BD	BCD

二、实验题：本大题共 2 小题，第 13 题 6 分，第 14 题 9 分，共 15 分。把答案写在答题卡指定的答题处。

13. (6 分，每空 2 分) 0.010mm 6.870mm 6.860mm

14. (9 分，每空 3 分) (1)B (2)10 44

三、计算题：本题共 4 小题，第 15 题 10 分，第 16 题 10 分，第 17 题 13 分，第 18 题 14 分，共 47 分。把解答写在答题卡中指定的答题处，要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。

15. 解：(1) 正方形线圈匀速转动产生的最大感应电动势为  $E_m = \frac{1}{2} nBS\omega$  ..... 2 分

回路中感应电动势的瞬时表达式为  $e = E_m \sin \omega t$  ..... 1 分

由欧姆定律，有  $i = \frac{e}{R+r}$  ..... 1 分

解得  $i = \frac{nBL^2\omega}{2(R+r)} \sin \omega t$  ..... 2 分

(2) 回路中感应电流的有效值为  $I = \frac{\sqrt{2}nBL^2\omega}{4(R+r)}$  ..... 2 分

从  $t=0$  到  $t = \frac{\pi}{2\omega}$  时刻，电阻  $R$  产生的焦耳热为  $Q = \frac{\pi n^2 B^2 \omega L^4 R}{16(R+r)^2}$  ..... 2 分

16. 解： (1) 由于粒子做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律有

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{R}$$
 ..... 2 分

代入数据可得:  $R = 5m$  ..... 2 分

(2) 由题意, 粒子的运动轨迹如图所示由几何关系可知:  $x_{PQ} = 5m$  ..... 1 分

则粒子转过的圆心角:

若是负电荷, 则  $\theta = 60^\circ$  ..... 1 分

若是正电荷, 则  $\theta = 300^\circ$  ..... 1 分

运动时间:  $t = \frac{60}{360} \frac{2\pi m}{qB}$  或  $t = \frac{300}{360} \frac{2\pi m}{qB}$  ..... 1 分

代入数据可得  $t = 5.2 \times 10^{-6} s$  或  $t = 2.6 \times 10^{-5} s$  ..... 2 分

17. 解：(1) 设线框刚进入磁场时受的安培力大小为  $F_1$ ,

对线框和小球, 有  $\frac{3}{2}mg - F_1 = \frac{3}{2}ma_1$  ..... 2 分

线断开的瞬间, 安培力大小不变, 对线框有  $mg - F_1 = ma_2$  ..... 2 分

联立以上两式得  $F_1 = \frac{1}{2}mg$ ,  $a_2 = \frac{1}{2}g$  ..... 1 分

(2) 设磁场的磁感应强度大小为  $B$ ,  $AB$  边刚进入磁场时, 线框的速度为  $v_1$ , 则有  $v_1^2 = 2gL$  ..... 1 分

假设线框将要完全进入磁场时已经匀速运动, 速度为  $v_2$ , 产生的感应电动势为  $E_2$ ,

有  $E_2 = BLv_2$   $I_2 = \frac{E_2}{R}$  ..... 1 分

设此时线框所受安培力为  $F_2$ , 有  $F_2 = BLI_2$ , 得  $F_2 = \frac{B^2L^2v_2}{R}$  ..... 1 分

则有  $F_2 = mg = \frac{B^2L^2v_2}{R}$  ..... 1 分

又  $F_1 = \frac{1}{2}mg = \frac{B^2L^2v_1}{R}$  ..

可得  $v_2 = 2v_1$  ..... 1 分

则在线框进入磁场的过程中, 根据能量守恒定律, 有  $mgL = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 + Q$  .....1 分

解得  $Q = -2mgL < 0$  .....1 分

显然这是不可能的, 所以在将要完全进入磁场时速度还未达到匀速。 .....1 分

18. 解: (1) 设粒子第一次经过狭缝后的运动半径为  $r_1$ , 速度为  $v_1$ , 有

$$qU = \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \text{.....1 分}$$

$$qv_1B = m\frac{v_1^2}{r_1} \quad \text{.....1 分}$$

$$\text{解得 } r_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}} \quad \text{.....2 分}$$

(2) 设粒子到出口处被加速了  $n$  次, 有  $nqU = \frac{1}{2}mv^2$  .....1 分

$$\text{又 } qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{联立解得: } n = \frac{qB^2R^2}{2mU} \quad \text{.....1 分}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

设粒子在磁场中回旋的时间为  $t$ , 则  $t = \frac{nT}{2}$

$$\text{解得 } t = \frac{\pi BR^2}{2U} \quad \text{.....1 分}$$

带电粒子电场中的多次加速运动可等效为初速度为零的匀加速运动, 末速度  $v = \sqrt{\frac{2nqU}{m}}$

则正离子在电场中加速的总时间  $t' = \frac{nd}{\frac{v}{2}} = \frac{2nd}{v}$

$$\text{解得 } t' = \frac{BRd}{2U} \quad \text{.....1 分}$$

$$\text{可得 } \frac{t'}{t} = \frac{d}{\pi R} \quad \text{.....1 分}$$

可知: 当  $R \gg d$  时,  $t \gg t'$ , 则正离子在电场中加速的总时间于在 D 形盒中回旋的时间可忽略不计。

$$(3) \text{ 加速器加速带电粒子的能量为 } E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{q^2B^2R^2}{2m} \quad \text{.....1 分}$$

由  $\alpha$  粒子换成氢核, 设磁场的磁感应强度变为  $B'$ , 则有:

$$\frac{q^2B^2R^2}{2m} = \frac{\left(\frac{q}{2}\right)^2B'^2R^2}{2\frac{m}{4}} \quad \text{.....1 分}$$

解得  $B' = B$ , 即磁场的磁感应强度不变 .....1 分

$$\text{高频交变电压的周期为 } T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$\text{由 } \alpha \text{ 粒子换成氢核后, 高频交变电压的周期为 } T' = \frac{2\pi \frac{m}{4}}{\frac{q}{2}B'} = \frac{\pi m}{qB} \quad \text{.....1 分}$$

可得  $T' = \frac{1}{2}T$ , 即高频交变电压的周期应该变为原来的  $\frac{1}{2}$  倍 .....1 分