

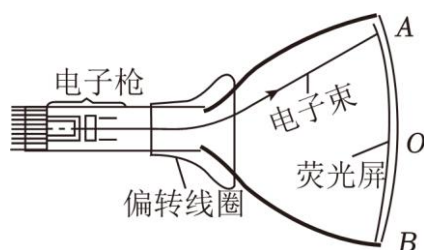
2022-2023 学年江苏省淮安市淮安区高二（下）期中物理试卷

一、选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意。

1.（4 分）关于电磁波的应用，下列说法不正确的是（ ）

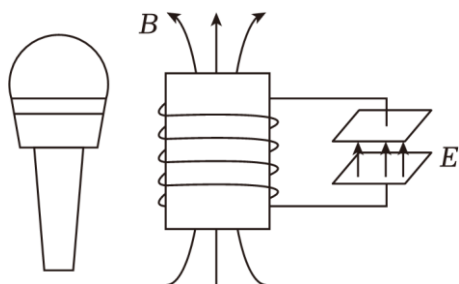
- A. 雷达是利用无线电波来测定物体位置的无线电设备
- B. 铁路，民航等安检口使用红外线对行李内物品进行检测
- C. 医院里常用紫外线照射对病房和手术室进行消毒
- D. γ 射线具有很强的穿透本领，可以用来治疗某些癌症

2.（4 分）如图所示是一个电视机显像管的原理示意图，要使电子束在竖直方向偏离中心 O，打在荧光屏上的 A 点，那么偏转磁场的方向是（ ）



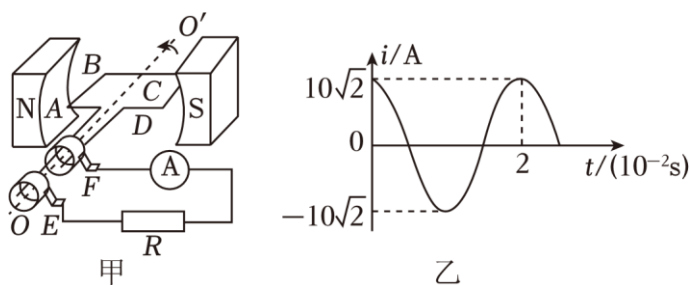
- A. 沿着纸面向上
- B. 沿着纸面向下
- C. 垂直纸面向外
- D. 垂直纸面向里

3.（4 分）无线话筒是 LC 振荡电路的一个典型应用。在 LC 振荡电路中，某时刻磁场方向、电场方向如图所示，下列说法正确的是（ ）



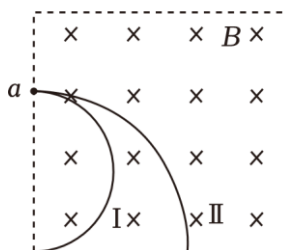
- A. 电容器正在放电
- B. 振荡电流正在增大
- C. 线圈中的磁场正在增强
- D. 线圈中的自感电动势正在增大

4.（4 分）图甲是小型交流发电机的示意图，两磁极 N、S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场，线圈绕垂直于磁场的水平轴 OO' 沿逆时针方向匀速转动，从图示位置开始计时，产生的交变电流随时间变化的图像如图乙所示。以下判断正确的是（ ）



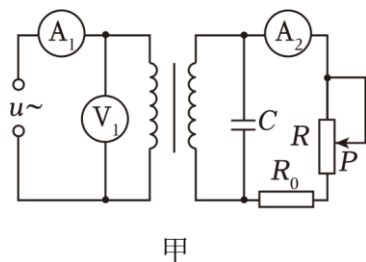
- A. 交变电流的有效值为 $10\sqrt{2}$ A
 B. $t=0.01$ s 时线圈位于中性面
 C. $t=0.02$ s 时线圈平面与磁场方向平行
 D. 1s 内电流方向改变 50 次

5. (4 分) 如图所示, 正方形区域内存在垂直纸面的匀强磁场。一带电粒子两次以不同速率垂直磁场边界从 a 点射入, 两次运动轨迹分别为 I、II, 对应入射速率分别为 v_1 、 v_2 , 在磁场中受到的洛伦兹力大小分别为 F_1 、 F_2 , 在磁场中运动的时间分别为 t_1 、 t_2 , 则下列正确的是 ()



- A. 粒子带正电
 B. $v_1 > v_2$
 C. $F_1 > F_2$
 D. $t_1 > t_2$

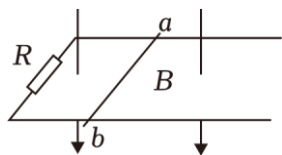
6. (4 分) 如图甲所示电路, 理想变压器原线圈输入电压如图乙所示, 副线圈电路中 R_0 为定值电阻, R 是滑动变阻器, C 为耐压值为 22V 的电容器, 所有电表均为理想电表。下列说法正确的是 ()



- A. 副线圈两端电压的变化频率为 0.5Hz
 B. 副线圈的电流等于电流表 A_2 的示数
 C. 若原副线圈匝数比等于 10: 1 时, 则电容器 C 不会被击穿
 D. 滑动片 P 向下移时, 副线圈增加的功率等于原线圈增加的功率

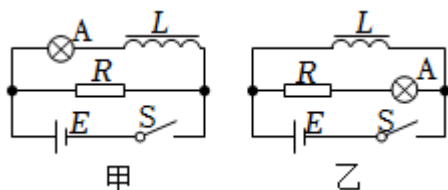
7. (4 分) 如图所示, 两根平行金属导轨置于水平面内, 导轨之间接有电阻 R 。金属棒 ab 与两导轨垂直并

保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀增大，ab 始终保持静止，下列说法正确的是（ ）



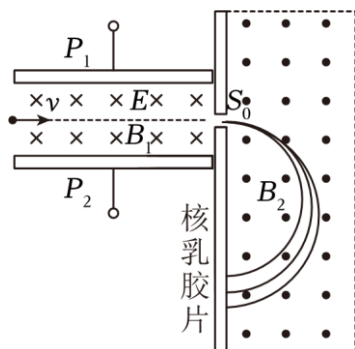
- A. ab 中的感应电流方向由 a 到 b
- B. ab 中的感应电流逐渐增大
- C. ab 所受的安培力逐渐增大
- D. ab 所受的静摩擦力保持不变

8. (4 分) 如图甲、乙所示的电路中，电阻 R 和自感线圈 L 的电阻值都很小，且小于灯 A 的电阻，接通 S，使电路达到稳定，灯泡 A 发光，则（ ）



- A. 在电路甲中，断开 S 后，A 将立即熄灭
- B. 在电路乙中，断开 S 后，A 将逐渐变暗
- C. 在电路乙中，断开 S 后，A 将先变得更亮，然后逐渐变暗
- D. 在电路甲中，断开 S 后，A 将先变得更亮，然后逐渐变暗

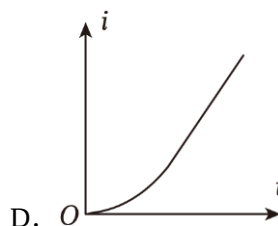
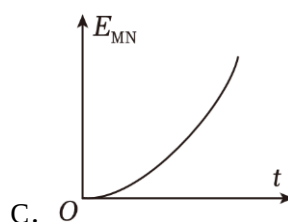
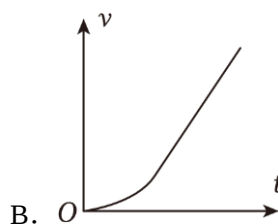
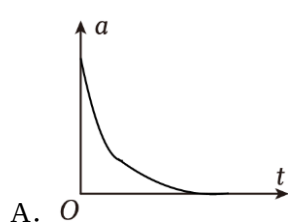
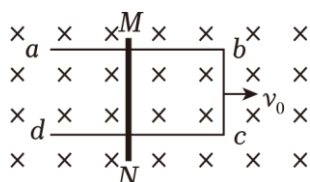
9. (4 分) 1922 年英国物理学家阿斯顿因质谱仪的发明、同位素的研究荣获了诺贝尔化学奖。若一束带电粒子由左端射入质谱仪后的运动轨迹如图所示，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 该束带电粒子带负电
- B. 速度选择器的 P_1 极板带负电
- C. 能通过狭缝 S_0 的带电粒子的速率等于 $\frac{B_1}{E}$

D. 在 B_2 磁场中运动半径越大的粒子，比荷 $\frac{q}{m}$ 越小

10. (4 分) 如图所示，一电阻可忽略的 U 形光滑金属框 $abcd$ 置于水平绝缘平台上， ab 、 dc 足够长，一根电阻为 R 的导体棒 MN 置于金属框上，现给金属框水平向右的初速度 v_0 ，运动过程中，装置始终处于竖直向下的匀强磁场中， MN 与金属框保持良好接触，且与 bc 边保持平行。则金属棒加速度 a 、速度 v 、产生的感应电动势 E_{MN} 、回路中电流强度 i 随时间 t 变化的关系图像可能正确的是 ()



二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数据计算时，答案中必须写出数值和单位。

11. (10 分) 某实验小组使用如图所示的器材探究“电磁感应现象”中影响感应电流方向的因素。

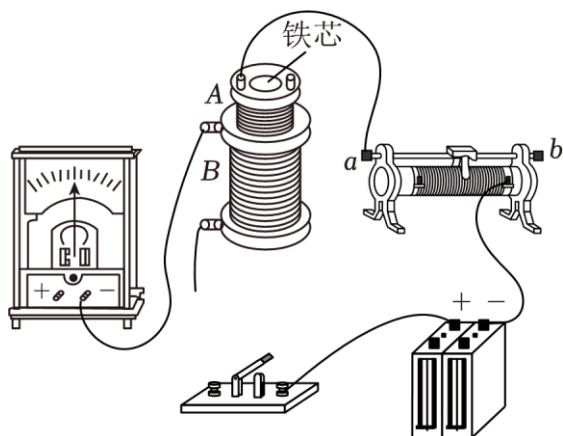
(1) 在图中用实线代替导线完成实验电路连接 _____；

(2) 连接好电路后，闭合开关，发现灵敏电流计 G 的指针向右偏了一下，保持开关闭合，依次进行以下操作：将铁芯迅速插入线圈 A 时，灵敏电流计指针将向 _____ (填“左”或“右”) 偏；然后将滑动变阻器连入电路中的阻值调小，灵敏电流计指针将向 _____ (填“左”或“右”) 偏。

(3) 实验中如果将电池换成低压交流电源，线圈 A 插入线圈 B 中，滑动变阻器滑片位置不变，闭合电键时灵敏电流计 G _____。

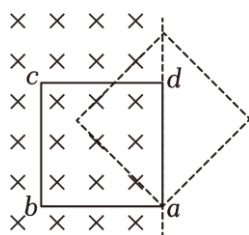
- A. 指针始终处于刻度盘中央
 B. 指针不停地左右摇摆
 C. 指针偏转到某一位置，并保持不动
 D. 在调节滑动变阻器的滑片位置时，示数无变化

(4) 根据以上实验探究过程，可以得到结论：_____是影响感应电流方向的因素。



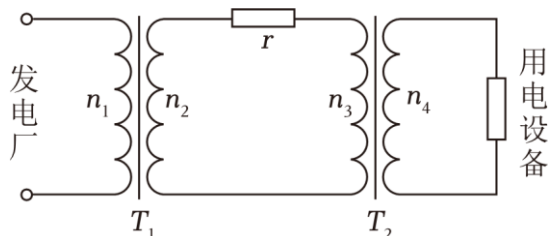
12. (10 分) 如图所示，边长为 L 的正方形导线框 $abcd$ 放在纸面内，在 ad 边左侧有足够大的匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直纸面向里，导线框的总电阻为 R 。现使导线框从实线位置开始绕 a 点在纸面内顺时针匀速转动，经时间 Δt 第一次转到图中虚线位置。求：

- (1) Δt 内导线框 $abcd$ 中平均感应电动势的大小；
- (2) Δt 内通过导线截面的电荷量。



13. (10 分) 如图所示为远距离输电的示意图（匝数如图），升压变压器 T_1 和降压变压器 T_2 均为理想变压器，输电线的电阻为 $r=20\Omega$ ，发电厂的发电机输出电压为 $250V$ ，输出功率为 $50kW$ ，输电线损耗的功率是输送功率的 4% ，用电设备得到的电压为 $220V$ ，求：

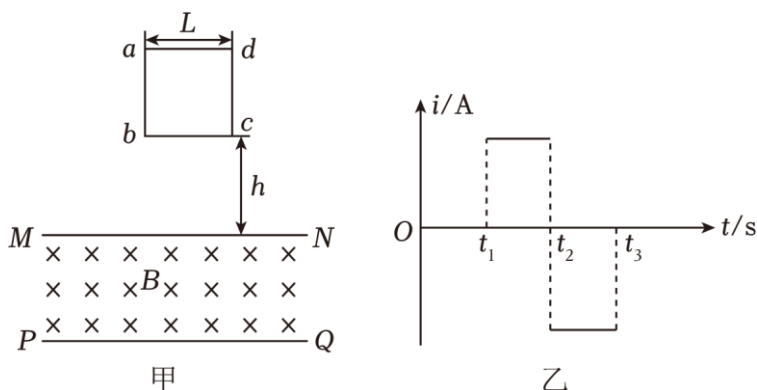
- (1) 发电机输出的电流和输电线上的电流；
- (2) 降压变压器原、副线圈的匝数 n_3 、 n_4 之比。



14. (14 分) 如图甲， $abcd$ 是位于竖直平面内的正方形闭合金属线框，在金属线框的下方有一匀强磁场区域， MN 、 PQ 是匀强磁场区域的上、下水平边界，并与线框的 bc 边平行，磁场方向垂直于线框平面向里。现使金属线框从 MN 上方某一高度处由静止开始下落（ bc 边始终与 MN 平行），并以此时为计时起

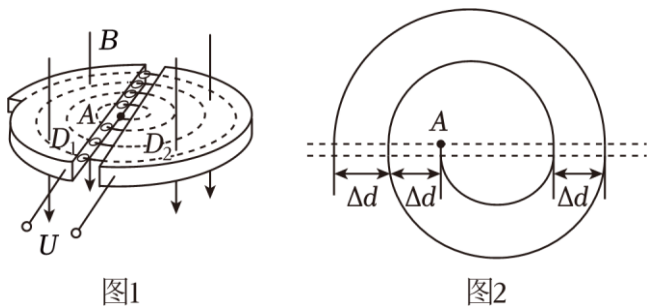
点，图乙是金属线框由开始下落到离开匀强磁场的过程中，线框中感应电流随时间变化的 $i-t$ 图像（图中 t_1 、 t_2 、 t_3 未知）。已知金属线框边长为 L ，质量为 m ，开始下落时 bc 边距离边界 MN 的高度为 h ，匀强磁场的磁感应强度为 B ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。求：

- (1) bc 边进入匀强磁场区域时， bc 两点间电压；
- (2) 金属线框电阻 R ；
- (3) 在 $t_1 \sim t_3$ 时间内，金属线框产生的热量 Q 。



15. (16 分) 加速器在核物理和粒子物理研究中发挥着巨大作用，回旋加速器是其中的一种，如图 1 所示为回旋加速器的工作原理示意图，它由两个铝制“D”形金属盒组成，两个“D”正中间有一条狭缝，两个“D”形盒处在匀强磁场中并接在高频交变电源上，在 D_1 盒中心 A 处有粒子源，它发出的粒子（初速度可视为零）经狭缝电场加速后，进入 D_2 盒中，已知磁场的磁感应强度大小为 B ，高频交变电源的电压为 U ，两个“D”形盒的半径为 R ，粒子质量为 m ，电荷量为 $+q$ 。忽略狭缝宽度和粒子在缝隙间的运动时间、不考虑相对论效应和重力作用。求：

- (1) 粒子离开加速器时获得的最大动能 E_{km} ；
- (2) 粒子在回旋加速器中运动的时间；
- (3) 某同学在分析带电粒子运动轨迹时，画出了如图 2 所示的轨迹图，他认为两个 D 形盒中粒子加速前后相邻轨迹间距 Δd 是相等的。请通过计算分析该轨迹是否合理？若不合理，请描述合理的轨迹其间距会有怎样的变化趋势。



2022-2023 学年江苏省淮安市淮安区高二（下）期中物理试卷

参考答案与试题解析

一、选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意。

1.（4 分）关于电磁波的应用，下列说法不正确的是（ ）

- A. 雷达是利用无线电波来测定物体位置的无线电设备
- B. 铁路，民航等安检口使用红外线对行李内物品进行检测
- C. 医院里常用紫外线照射对病房和手术室进行消毒
- D. γ 射线具有很强的穿透本领，可以用来治疗某些癌症

【答案】B

【分析】本题根据各种电磁波的特性和用途，即可解答。

【解答】解：A、雷达是利用无线电波来测定物体位置的无线电设备，故 A 正确；

B、铁路，民航等安检口使用 X 光对行李内物品进行检测，故 B 错误；

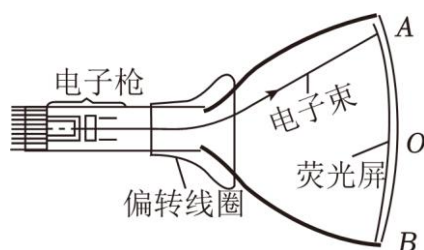
C、医院里常用紫外线照射对病房和手术室进行消毒，故 C 正确；

D、 γ 射线具有很强的穿透本领，可以用来进行工业探伤，对细胞具有较强的杀伤能力，可以用来治疗某些癌症，故 D 正确。

本题选不正确的

故选：B。

2.（4 分）如图所示是一个电视机显像管的原理示意图，要使电子束在竖直方向偏离中心 O，打在荧光屏上的 A 点，那么偏转磁场的方向是（ ）



- A. 沿着纸面向上
- B. 沿着纸面向下
- C. 垂直纸面向外
- D. 垂直纸面向里

【答案】C

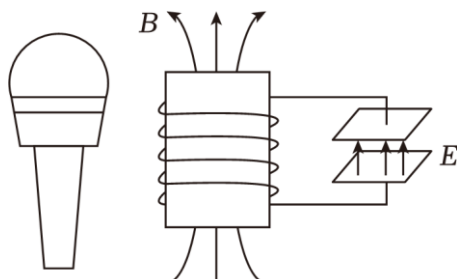
【分析】粒子在磁场中受到洛伦兹力的作用，根据左手定则可以判断磁场的方向。

【解答】解：电子带负电，电子开始上偏，根据左手定则，磁场方向垂直纸面向外，故 C 正确，ABD

错误。

故选：C。

- 3.（4分）无线话筒是 LC 振荡电路的一个典型应用．在 LC 振荡电路中，某时刻磁场方向、电场方向如图所示，下列说法正确的是（ ）



- A. 电容器正在放电
- B. 振荡电流正在增大
- C. 线圈中的磁场正在增强
- D. 线圈中的自感电动势正在增大

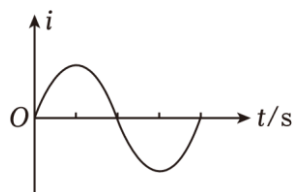
【答案】D

【分析】根据安培定则判断线圈的电流方向，结合电容器的极板带电情况，判断电容器的充放电情况；根据电容器充电判断振荡电流的变化；根据能量守恒定律判断线圈中的磁场的变化；根据线圈中振荡电流的变化率增大判断线圈中的自感电动势的变化。

【解答】解：AB. 电容器中电场强度方向向上，则下极板带正电，根据安培定则可知，线圈中电流为俯视逆时针方向，故电容器正在充电，振荡电流正在减小，故 AB 错误；

C. 电容器充电过程，两极板间的电场增强，电场能在变大，根据能量守恒定律知线圈中的磁场能正在减小，线圈中的磁场正在减弱，故 C 错误；

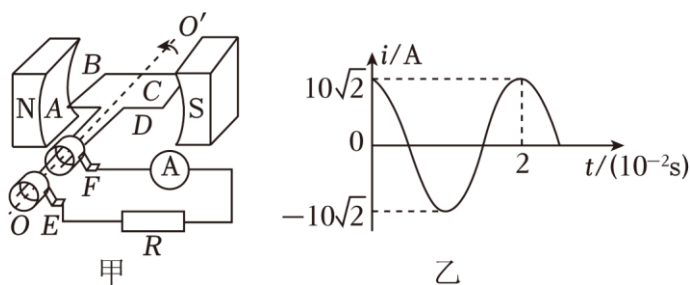
D. 如图所示，



线圈中振荡电流减小过程，电流的变化率增大，磁场变化率增大，故自感电动势正在增大，故 D 正确。

故选：D。

- 4.（4分）图甲是小型交流发电机的示意图，两磁极 N、S 间的磁场可视为水平方向的匀强磁场，线圈绕垂直于磁场的水平轴 OO' 沿逆时针方向匀速转动，从图示位置开始计时，产生的交变电流随时间变化的图像如图乙所示．以下判断正确的是（ ）



- A. 交变电流的有效值为 $10\sqrt{2}$ A
- B. $t=0.01$ s 时线圈位于中性面
- C. $t=0.02$ s 时线圈平面与磁场方向平行
- D. 1s 内电流方向改变 50 次

【答案】C

【分析】图读出最大值，电流表的读数为有效值 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ ；

0.01s 时，电流最大，磁通量为零，线圈平面与磁场方向平行；

0.02s 时，电流最大，磁通量为零，线框平面与中性面垂直；

根据图乙， $T=0.02$ s， $f=\frac{1}{T}$ ，从而得到电流方向改变次数。

【解答】解：A、正弦式交变电流的有效值为： $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\text{A} = 10\text{A}$ ，故 A 错误；

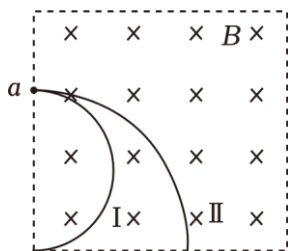
B、 $t=0.01$ s 时感应电流最大，线圈位于垂直于中性面的面，故 B 错误；

C、 $t=0.02$ s 时感应电流最大，线圈平面与磁场方向平行，故 C 正确；

D、根据频率与周期的关系可知： $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02}\text{Hz} = 50\text{Hz}$ ，所以 1s 内电流方向改变 100 次，故 D 错误；

故选：C。

5. (4 分) 如图所示，正方形区域内存在垂直纸面的匀强磁场。一带电粒子两次以不同速率垂直磁场边界从 a 点射入，两次运动轨迹分别为 I、II，对应入射速率分别为 v_1 、 v_2 ，在磁场中受到的洛伦兹力大小分别为 F_1 、 F_2 ，在磁场中运动的时间分别为 t_1 、 t_2 ，则下列正确的是 ()



- A. 粒子带正电
- B. $v_1 > v_2$

C. $F_1 > F_2$

D. $t_1 > t_2$

【答案】D

【分析】根据左手定则判断电性；根据半径大小结合洛伦兹力提供向心力分析速度大小；根据洛伦兹力的计算公式分析洛伦兹力大小；根据轨迹对应的圆心角分析时间。

【解答】解：A、开始粒子受到的洛伦兹力方向向下，根据左手定则可知粒子带负电，故 A 错误；

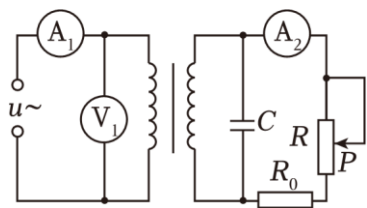
B、根据图示可知 I 的半径小于 II 的半径，根据洛伦兹力提供向心力可得 $R = \frac{mv}{qB}$ ，则 $v_1 < v_2$ ，故 B 错误；

C、根据洛伦兹力的计算公式可得： $F = qvB$ ，则 $F_1 < F_2$ ，故 C 错误；

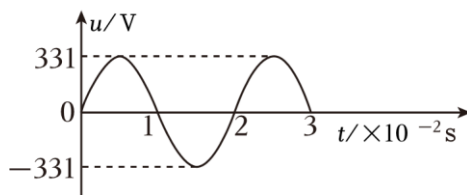
D、根据图示可知，I 轨迹对应的圆心角大于 II 轨迹对应的圆心角，根据 $t = \frac{\theta}{2\pi} \times \frac{2\pi m}{qB} = \frac{\theta m}{qB}$ 可知 $t_1 > t_2$ ，故 D 正确。

故选：D。

- 6.（4 分）如图甲所示电路，理想变压器原线圈输入电压如图乙所示，副线圈电路中 R_0 为定值电阻， R 是滑动变阻器， C 为耐压值为 22V 的电容器，所有电表均为理想电表。下列说法正确的是（ ）



甲



乙

- A. 副线圈两端电压的变化频率为 0.5Hz
 B. 副线圈的电流等于电流表 A_2 的示数
 C. 若原副线圈匝数比等于 10:1 时，则电容器 C 不会被击穿
 D. 滑动片 P 向下移时，副线圈增加的功率等于原线圈增加的功率

【答案】D

【分析】根据频率和周期的关系得出电压的频率；理解电容器对电路的影响；根据变压器的工作原理得出副线圈的最大电压，结合题意完成分析；原副线圈两端的功率相等，由此得出副线圈增加的功率与原线圈增加的功率的关系。

【解答】解：A. 根据图乙可知交流电的频率

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 10^{-2}} \text{Hz} = 50 \text{Hz}, \text{ 变压器不改变交流电的频率, 故 A 错误;}$$

B. 根据电容器通交流阻直流的特点，可知副线圈的电流不等于电流表 A_2 的示数，故 B 错误；

C. 若原副线圈匝数比等于 10: 1 时, 根据变压器的工作原理得:

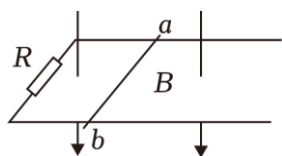
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

解得副线圈的最大电压为: $U_2 = 31.1V$, 电容器的耐压值为 22V, 故电容器 C 会被击穿, 故 C 错误;

D. 理想变压器原副线圈的功率相等, 因此滑动片 P 向下移时, 副线圈增加的功率等于原线圈增加的功率, 故 D 正确。

故选: D。

7. (4 分) 如图所示, 两根平行金属导轨置于水平面内, 导轨之间接有电阻 R。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好的接触, 整个装置放在匀强磁场中, 磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀增大, ab 始终保持静止, 下列说法正确的是 ()



- A. ab 中的感应电流方向由 a 到 b
- B. ab 中的感应电流逐渐增大
- C. ab 所受的安培力逐渐增大
- D. ab 所受的静摩擦力保持不变

【答案】C

【分析】根据楞次定律判断感应电流方向; 根据法拉第电磁感应定律分析感应电动势的变化情况, 从而判断感应电流的变化情况; 由 $F = BIL$ 分析安培力的变化情况, 由平衡条件分析静摩擦力的变化情况。

【解答】解: A、磁感应强度均匀增大, 穿过回路的磁通量向下增大, 根据楞次定律可知 ab 中的感应电流方向由 b 到 a, 故 A 错误;

B、由于磁感应强度均匀增大, $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 不变, 根据法拉第电磁感应定律知

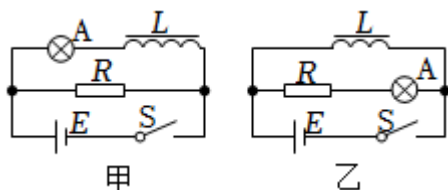
$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S$, 则知感应电动势恒定不变, 所以 ab 中的感应电流不变, 故 B 错误;

C、根据安培力公式 $F = BIL$, 由于感应电流 I 不变, ab 的长度 L 不变, 磁感应强度 B 均匀增大, 则 ab 所受的安培力逐渐增大, 故 C 正确;

D、ab 始终保持静止, 根据平衡条件可知, ab 所受的静摩擦力大小等于安培力大小, 则 ab 所受的静摩擦力渐增大, 故 D 错误。

故选: C。

- 8.（4分）如图甲、乙所示的电路中，电阻 R 和自感线圈 L 的电阻值都很小，且小于灯 A 的电阻，接通 S ，使电路达到稳定，灯泡 A 发光，则（ ）



- A. 在电路甲中，断开 S 后， A 将立即熄灭
 B. 在电路乙中，断开 S 后， A 将逐渐变暗
 C. 在电路乙中，断开 S 后， A 将先变得更亮，然后逐渐变暗
 D. 在电路甲中，断开 S 后， A 将先变得更亮，然后逐渐变暗

【答案】C

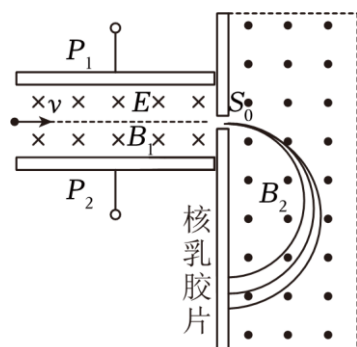
【分析】自感电动势总是阻碍电流的变化。线圈中的电流增大时，产生自感电流的方向跟原电流的方向相反，抑制增大；线圈中的电流减小时，产生自感电流的方向跟原电流的方向相同，抑制减小，并与灯泡构成电路回路。

【解答】解：AD、在电路甲中流过线圈 L 的电流与流过灯泡的电流是相等的，断开 S ，由于线圈阻碍电流变小，导致灯泡 A 将逐渐变暗，故 AD 错误；

BC、在电路乙中，由于电阻 R 和自感线圈 L 的电阻值都很小，所以电路中的电流稳定时通过灯泡的电流比线圈的电流小，断开 S 时，线圈产生自感电动势阻碍电流的减小，此时线圈与灯泡 A 以及电阻 R 组成自感回路，电流从开始时流过线圈的电流开始变小，导致 A 先变得更亮，然后逐渐变暗。故 B 错误，C 正确。

故选：C。

- 9.（4分）1922 年英国物理学家阿斯頓因质谱仪的发明、同位素的研究荣获了诺贝尔化学奖。若一束带电粒子由左端射入质谱仪后的运动轨迹如图所示，则下列说法中正确的是（ ）



- A. 该束带电粒子带负电

B. 速度选择器的 P_1 极板带负电

C. 能通过狭缝 S_0 的带电粒子的速率等于 $\frac{B_1}{E}$

D. 在 B_2 磁场中运动半径越大的粒子，比荷 $\frac{q}{m}$ 越小

【答案】D

【分析】首先，根据粒子的偏转结合左手定则判断带电粒子所带电性；

其次，根据带电粒子在速度选择器中受到洛伦兹力的方向判断带电粒子受到的电场力的方向，进而判断 P_1 极板所带电性；

接着，根据粒子做直线运动的条件，结合共点力平衡求出带电粒子的速度；

最后，分析粒子在 B_2 磁场中的运动，结合洛伦兹力提供向心力求出粒子的比荷和半径的关系，进而判断运动半径越大的粒子其比荷如何。

【解答】解：A、该束带电粒子在磁场中向下偏转，据左手定则可知，粒子带正电，故 A 错误；

B、该束带电粒子在速度选择器中做匀速直线运动，又因为带电粒子受到的洛伦兹力向上，则受到电场力应向下，则 P_1 极板带正电，故 B 错误；

C、能通过狭缝 S_0 的带电粒子满足

$$qvB_1 = qE$$

解得

$$v = \frac{E}{B_1}$$

故 C 错误；

D、在 B_2 磁场中，据洛伦兹力作为向心力可得

$$qvB_2 = m \frac{v^2}{r}$$

解得

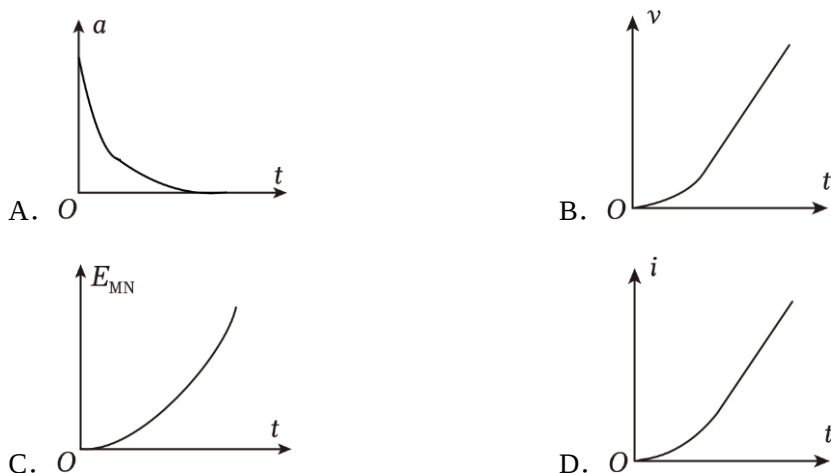
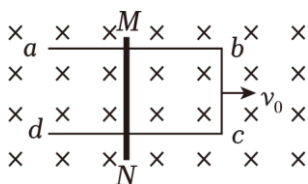
$$\frac{q}{m} = \frac{v}{rB_2}$$

故运动半径越大的粒子，比荷 $\frac{q}{m}$ 越小，故 D 正确。

故选：D。

- 10.（4分）如图所示，一电阻可忽略的 U 形光滑金属框 abcd 置于水平绝缘平台上，ab、dc 足够长，一根电阻为 R 的导体棒 MN 置于金属框上，现给金属框水平向右的初速度 v_0 ，运动过程中，装置始终处于竖直向下的匀强磁场中，MN 与金属框保持良好接触，且与 bc 边保持平行。则金属棒加速度 a、速度 v、

产生的感应电动势 E_{MN} 、回路中电流强度 i 随时间 t 变化的关系图像可能正确的是（ ）



【答案】A

【分析】分别对金属框和导体棒进行受力分析，根据牛顿第二定律和感应电动势公式 $E=BLv$ 、闭合电路欧姆定律、安培力公式 $F=BIL$ 求出二者的加速度表达式，当加速度差值为零时，得到速度之差恒定，从而分析出各图像的大致形状。

【解答】解：ABD、金属框向右运动，由右手定则可知，bc 边产生的感应电流从 c 流向 b，由左手定则可知，金属棒 MN 受到向右的安培力作用，金属棒向右做加速运动，设金属框的加速度为 a_1 ，金属棒的加速度为 a_2 ，金属框的速度为 v_1 ，金属棒的速度为 v_2 ，ab、dc 间距为 L 。

根据法拉第电磁感应定律和闭合电路欧姆定律可得，回路的感应电流可表示为：
$$I = \frac{BLv_1 - BLv_2}{R}$$

设金属框的质量为 M ，金属棒的质量为 m ，对金属框由牛顿第二定律可得： $BIL = Ma_1$

对金属棒 MN，同理有： $BIL = ma_2$

金属框受向左的安培力而做减速运动，金属棒受向右的安培力而做加速运动，两者速度差逐渐减小，所以感应电流 I 逐渐减小，加速度均逐渐减小，且加速度的减小得越来越慢， $a-t$ 的斜率变小，当满足：

$$v_1 = v_2$$

感应电流为零，加速度均为零，金属框和金属棒均做匀速直线运动，故金属棒做加速度减小的加速运动，最后匀速运动，故 A 正确，BD 错误；

C、金属棒产生的感应电动势为： $E_{MN} = BLv_2$ ，可知其逐渐增大，最后保持不变，故 C 错误。

故选：A。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数据计算时，答案中必须写出数值和单位。

11. (10 分) 某实验小组使用如图所示的器材探究“电磁感应现象”中影响感应电流方向的因素。

(1) 在图中用实线代替导线完成实验电路连接 见解析；

(2) 连接好电路后，闭合开关，发现灵敏电流计 G 的指针向右偏了一下，保持开关闭合，依次进行以下操作：将铁芯迅速插入线圈 A 时，灵敏电流计指针将向 右（填“左”或“右”）偏；然后将滑动变阻器连入电路中的阻值调小，灵敏电流计指针将向 右（填“左”或“右”）偏。

(3) 实验中如果将电池换成低压交流电源，线圈 A 插入线圈 B 中，滑动变阻器滑片位置不变，闭合电键时灵敏电流计 G B。

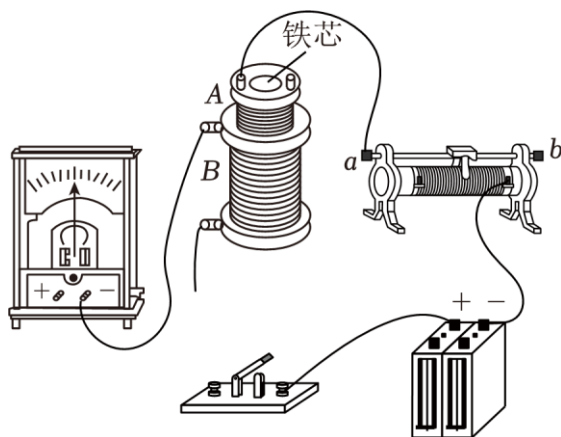
A. 指针始终处于刻度盘中央

B. 指针不停地左右摇摆

C. 指针偏转到某一位置，并保持不动

D. 在调节滑动变阻器的滑片位置时，示数无变化

(4) 根据以上实验探究过程，可以得到结论：闭合回路中磁场的方向及磁通量的变化是影响感应电流方向的因素。



【答案】(1) 见解析；(2) 右；右；(3) B；(4) 闭合回路中磁场的方向及磁通量的变化。

【分析】(1) 电流计和线圈 B 组成闭合回路，电池、开关、滑动变阻器和线圈 A 闭合回路，据此连接实物图；

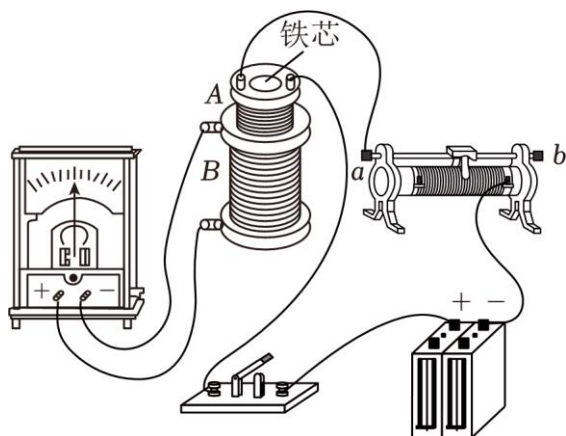
(2) 闭合开关，穿过线圈 B 的磁通量增大，线圈 B 中产生感应电流，此时发现灵敏电流计 G 的指针向右偏了一下；说明穿过线圈 B 的磁通量增大时，电流计指针右偏，据此分析插入铁芯和调节滑动变阻器滑动片时电流计指针的偏转情况；

(3) 低压交流电的大小和方向都在做周期性的变化，据此分析线圈 A 产生磁场以及穿过线圈 B 的磁通

量的大小和方向的变化情况，然后作答；

（4）根据实验探究过程的实验条件和实验现象分析后得出实验结论。

【解答】解：（1）电流计和线圈 B 组成闭合回路，电池、开关、滑动变阻器和线圈 A 闭合回路，实物连接图如图所示：



（2）闭合开关，穿过线圈 B 的磁通量增大，线圈 B 中产生感应电流，此时发现灵敏电流计 G 的指针向右偏了一下；说明穿过线圈 B 的磁通量增大时，电流计指针右偏；

将铁芯迅速插入线圈 A 时，通过线圈 B 的磁通量增大，因此灵敏电流计的指针将向右偏；

将滑动变阻器连入电路中的阻值调小，回路电流增大，穿过线圈 B 磁通量将增大，灵敏电流计的指针将向右偏；

（3）低压交流电的大小和方向都在做周期性的变化，如果将电池换成低压交流电源，线圈 A 产生磁场以及穿过线圈 B 的磁通量的大小和方向做周期性变化，因此电流计指针将不停地左右摇摆，故 ACD 错误，B 正确。

故选：B。

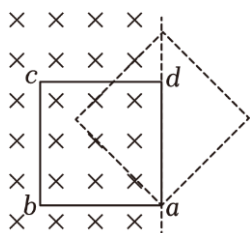
（4）根据以上实验探究过程，可以得到结论：闭合回路中磁场的方向及磁通量的变化是影响感应电流方向的因素。

故答案为：（1）见解析；（2）右；右；（3）B；（4）闭合回路中磁场的方向及磁通量的变化。

12.（10 分）如图所示，边长为 L 的正方形导线框 $abcd$ 放在纸面内，在 ad 边左侧有足够大的匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直纸面向里，导线框的总电阻为 R 。现使导线框从实线位置开始绕 a 点在纸面内顺时针匀速转动，经时间 Δt 第一次转到图中虚线位置。求：

（1） Δt 内导线框 $abcd$ 中平均感应电动势的大小；

（2） Δt 内通过导线截面的电荷量。



【答案】（1） Δt 内导线框 abcd 中平均感应电动势的大小为 $\frac{BL^2}{2\Delta t}$ ；

（2） Δt 内通过导线截面的电荷量为 $\frac{BL^2}{2R}$ 。

【分析】（1）根据法拉第电磁感应定律求解平均感应电动势大小。

（2）由欧姆定律求出平均感应电流，再求通过导线截面的电荷量。

【解答】解：（1） Δt 时间内穿过线框的磁通量变化量为

$$\Delta \Phi = BL^2 - \frac{1}{2}BL^2 = \frac{1}{2}BL^2$$

由法拉第电磁感应定律得

$$\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{BL^2}{2\Delta t}$$

（2）平均感应电流为

$$\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}$$

通过导线的电荷量为

$$q = \bar{I} \cdot \Delta t$$

$$\text{联立解得：} q = \frac{BL^2}{2R}$$

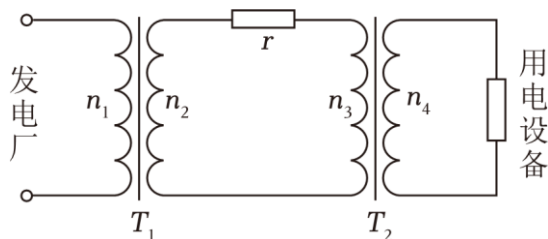
答：（1） Δt 内导线框 abcd 中平均感应电动势的大小为 $\frac{BL^2}{2\Delta t}$ ；

（2） Δt 内通过导线截面的电荷量为 $\frac{BL^2}{2R}$ 。

- 13.（10 分）如图所示为远距离输电的示意图（匝数如图），升压变压器 T_1 和降压变压器 T_2 均为理想变压器，输电线的电阻为 $r=20\Omega$ ，发电厂的发电机输出电压为 250V，输出功率为 50kW，输电线损耗的功率是输送功率的 4%，用电设备得到的电压为 220V，求：

（1）发电机输出的电流和输电线上的电流；

（2）降压变压器原、副线圈的匝数 n_3 、 n_4 之比。



【答案】（1）发电机输出的电流大小为 200A，输电线上的电流大小为 10A；

（2）降压变压器原、副线圈的匝数 n_3 、 n_4 之比为 $\frac{240}{11}$ 。

【分析】（1）根据发电厂的发电机输出电压为与输出功率结合电功率公式计算发电机输出的电流，根据 $P_{\text{损}} = I_2^2 r$ 计算输电线上的电流；

（2）根据升压变压器电流与匝数比、电压与匝数比求出输电线输送电压，根据 $U_{\text{损}} = I_2 r$ 求出输电线损失的电压，结合电压关系求出降压变压器 T_2 的原线圈的输入电压，根据电压与匝数比求出降压变压器 T_2 原、副线圈的匝数比。

【解答】解：（1）由题意知，输电线损耗的功率为：

$$P_{\text{损}} = 50 \times 10^3 \times 4\% \text{ W} = 2000 \text{ W}$$

输电线中电流为 I_2 ，根据 $P_{\text{损}} = I_2^2 r$ 得：

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_{\text{损}}}{r}}$$

代入数据得： $I_2 = 10 \text{ A}$

发电机输出电流为：

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1}$$

代入数据得： $I_1 = 200 \text{ A}$

（2）输送电压为 U_2 ，根据

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

联立解得： $U_2 = 5000 \text{ V}$

输电线损失的电压为：

$$U_{\text{损}} = I_2 r$$

$$\text{代入数据得：} U_{\text{损}} = 200 \text{V}$$

因此降压变压器输入电压为：

$$U_3 = U_2 - U_{\text{损}}$$

$$\text{代入数据得：} U_3 = 4800 \text{V}$$

则有

$$\frac{n_3}{n_4} = \frac{U_3}{U_4}$$

$$\text{代入数据得：} \frac{n_3}{n_4} = \frac{240}{11}$$

答：（1）发电机输出的电流大小为 200A，输电线上的电流大小为 10A；

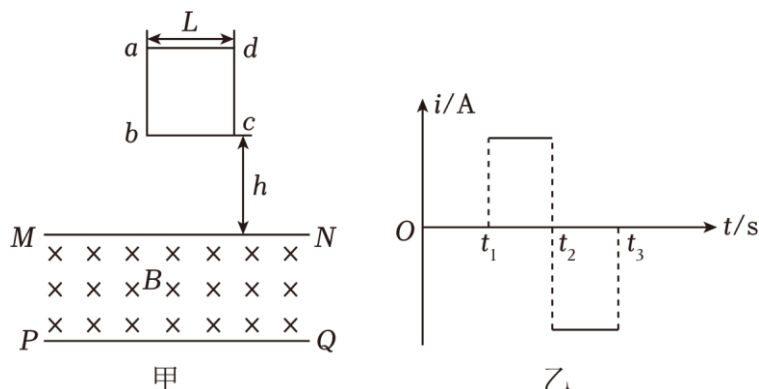
（2）降压变压器原、副线圈的匝数 n_3 、 n_4 之比为 $\frac{240}{11}$ 。

- 14.（14 分）如图甲，abcd 是位于竖直平面内的正方形闭合金属线框，在金属线框的下方有一匀强磁场区域，MN、PQ 是匀强磁场区域的上、下水平边界，并与线框的 bc 边平行，磁场方向垂直于线框平面向里。现使金属线框从 MN 上方某一高度处由静止开始下落（bc 边始终与 MN 平行），并以此时为计时起点，图乙是金属线框由开始下落到离开匀强磁场的过程中，线框中感应电流随时间变化的 $i-t$ 图像（图中 t_1 、 t_2 、 t_3 未知）。已知金属线框边长为 L ，质量为 m ，开始下落时 bc 边距离边界 MN 的高度为 h ，匀强磁场的磁感应强度为 B ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。求：

（1）bc 边进入匀强磁场区域时，bc 两点间电压；

（2）金属线框电阻 R ；

（3）在 $t_1 \sim t_3$ 时间内，金属线框产生的热量 Q 。



【答案】（1）bc 边进入匀强磁场区域时，bc 两点间电压为 $\frac{3BL}{4}\sqrt{2gh}$ ；

(2) 金属线框电阻 R 为 $\frac{B^2 L^2 \sqrt{2gh}}{mg}$;

(3) 在 $t_1 \sim t_3$ 时间内, 金属线框产生的热量 Q 为 $2mgL$ 。

【分析】(1) 由自由落体运动规律求出下落 h 后进入磁场的速度, 再根据法拉第电磁感应定律和欧姆定律求 bc 两点间的电压;

(2) 根据安培力公式与平衡条件求出线框中电流, 根据欧姆定律求线框的电阻;

(3) 线框进入磁场过程做匀速直线运动, 减小的重力势能转化为焦耳热, 根据图象中的信息由能量守恒定律可以求出线框产生的热量。

【解答】解: (1) 线框进入磁场前做自由落体运动, 根据速度—位移规律有: $v^2 = 2gh$

解得 bc 边进入匀强磁场区域时的速度大小为: $v = \sqrt{2gh}$

bc 边进入匀强磁场区域时产生的电动势为: $E = BLv = BL\sqrt{2gh}$

根据串联电路电压的关系可得, bc 两点间电压为: $U_{bc} = U_{外} = \frac{3}{4}E = \frac{3BL}{4}\sqrt{2gh}$

(2) 根据 $i-t$ 图像可知, 线框进入磁场区域过程做匀速运动, 根据受力平衡可得: $F_{安} = mg$

又根据安培力公式: $F_{安} = BIL$

再根据闭合电路欧姆定律有: $I = \frac{E}{R}$

联立解得金属线框电阻为: $R = \frac{B^2 L^2 \sqrt{2gh}}{mg}$

(3) 从 $i-t$ 图像可知, 线框匀速进入磁场, 并匀速离开; 根据能量守恒可知, 在 $t_1 \sim t_3$ 时间内, 线框中产生的热量 Q 等于线框 bc 边进入磁场至 ad 边离开磁场的过程中线框减少的重力势能, 则有: $Q = 2mgL$

答: (1) bc 边进入匀强磁场区域时, bc 两点间电压为 $\frac{3BL}{4}\sqrt{2gh}$;

(2) 金属线框电阻 R 为 $\frac{B^2 L^2 \sqrt{2gh}}{mg}$;

(3) 在 $t_1 \sim t_3$ 时间内, 金属线框产生的热量 Q 为 $2mgL$ 。

15. (16 分) 加速器在核物理和粒子物理研究中发挥着巨大作用, 回旋加速器是其中的一种, 如图 1 所示为回旋加速器的工作原理示意图, 它由两个铝制“D”形金属盒组成, 两个“D”正中间有一条狭缝, 两个“D”形盒处在匀强磁场中并接在高频交变电源上, 在 D_1 盒中心 A 处有粒子源, 它发出的粒子(初速度可视为零)经狭缝电场加速后, 进入 D_2 盒中, 已知磁场的磁感应强度大小为 B , 高频交变电源的电压为 U , 两个“D”形盒的半径为 R , 粒子质量为 m , 电荷量为 $+q$ 。忽略狭缝宽度和粒子在缝隙间的运动时间、不考虑相对论效应和重力作用。求:

- (1) 粒子离开加速器时获得的最大动能 E_{km} ；
- (2) 粒子在回旋加速器中运动的时间；
- (3) 某同学在分析带电粒子运动轨迹时，画出了如图 2 所示的轨迹图，他认为两个 D 形盒中粒子加速前后相邻轨迹间距 Δd 是相等的。请通过计算分析该轨迹是否合理？若不合理，请描述合理的轨迹其间距会有怎样的变化趋势。

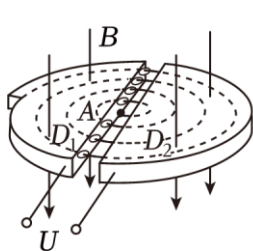


图1

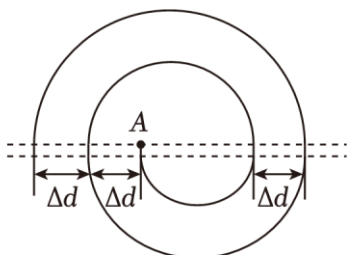


图2

【答案】(1) 粒子离开加速器时获得的最大动能 E_{km} 为 $\frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ ；

(2) 粒子在回旋加速器中运动的时间为 $\frac{\pi B R^2}{2U}$ ；

(3) 该同学画的轨迹不合理。正确的画法是：轨迹间距不相等，轨迹半径越大， Δd 越小，轨迹越密。

【分析】(1) 粒子在半圆金属盒内做匀速圆周运动，粒子离开加速器时，速度达到最大值，根据洛伦兹力提供向心力求解离开加速器时的速度，根据动能公式求解最大动能；

(2) 根据带电粒子每转动半周电场对它做功 qU ，根据动能定理可知动能增加 qU ，根据最大动能可知加速的次数，从而求出时间；

(3) 根据动能定理和洛伦兹力提供向心力求解粒子加速 n 次时半径的通式，然后写出粒子的轨迹之间的间距的通式，最后做出判断即可。

【解答】解：(1) 根据牛顿第二定律得

$$qv_m B = m \frac{v_m^2}{R}$$

根据动能的公式

$$E_{km} = \frac{1}{2} m v_m^2$$

解得，粒子离开加速器时获得的最大动能为

$$E_{km} = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$$

(2) 粒子在磁场中运动的周期为

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

粒子在回旋加速器中运动的时间为

$$t = \frac{E_{km}}{qU} \cdot \frac{T}{2}$$

解得

$$t = \frac{\pi BR^2}{2U}$$

（3）第 n 次加速后，根据动能定理得

$$nqU = \frac{1}{2}mv_n^2$$

在磁场中做匀速圆周运动，根据牛顿第二定律得

$$qv_n B = m \frac{v_n^2}{r_n}$$

解得

$$r_n = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2nmU}{q}}$$

第 $n+1$ 次加速后的轨迹半径为

$$r_{n+1} = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2(n+1)mU}{q}}$$

相邻轨迹间距 Δd

$$\Delta d = 2r_{n+1} - 2r_n$$

解得

$$\Delta d = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}} (\sqrt{n+1} - \sqrt{n})$$

通过上面的计算分析可知，该同学画的轨迹不合理。正确的画法是：轨迹间距不相等，轨迹半径越大， Δd 越小，轨迹越密。

答：（1）粒子离开加速器时获得的最大动能 E_{km} 为 $\frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ ；

（2）粒子在回旋加速器中运动的时间为 $\frac{\pi BR^2}{2U}$ ；

（3）该同学画的轨迹不合理。正确的画法是：轨迹间距不相等，轨迹半径越大， Δd 越小，轨迹越密。