

2024 北京北大附中高二（上）期末

物 理

荣誉 3

注意事项

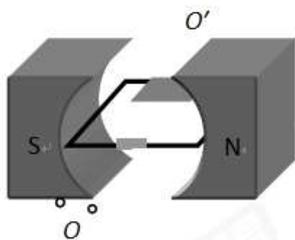
- 1、考试间：90 分钟。满分：100 分；
- 2、所有试题答案都写在答题卡的规定位置，超出范围无效；
- 3、使用黑色字迹的签字笔或钢笔答题，不得使用铅笔答题。不能使用涂改液、胶带纸、修正带修改；
- 4、只呈交答题纸，试卷自己留存。

一、单项选择题（共 10 小题，每题 3 分，共 30 分）

1. 把长 0.10 m 的直导线全部放入匀强磁场中，保持导线和磁场方向垂直。已知磁场的磁感应强度的大小为 $5.0 \times 10^{-3} \text{T}$ ，当导线中通过的电流为 3.0 A 时，该直导线受到的安培力的大小是（ ）

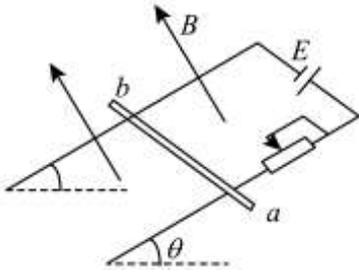
- A. $3.0 \times 10^{-3} \text{N}$ B. $2.5 \times 10^{-3} \text{N}$ C. $2.0 \times 10^{-3} \text{N}$ D. $1.5 \times 10^{-3} \text{N}$

2. 实验室常用到磁电式电流表。其结构可简化为如图所示的模型，最基本的组成部分是磁铁和放在磁铁两极之间的线圈， OO' 为线圈的转轴。忽略线圈转动中的摩擦。当静止的线圈中突然通有如图所示方向的电流时，顺着 OO' 的方向看（ ）



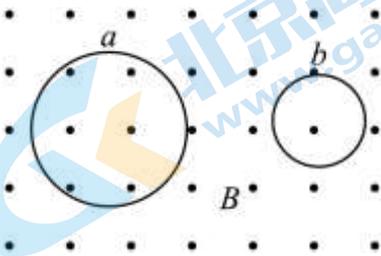
- A. 线圈保持静止状态
B. 线圈开始沿顺时针方向转动
C. 线圈开始沿逆时针方向转动
D. 线圈既可能顺时针方向转动，也可能逆时针方向转动

3. 如图所示，两根间距为 d 的平行光滑金属导轨间接有电源 E ，导轨平面与水平面间的夹角 $\theta = 30^\circ$ 。金属杆 ab 垂直导轨放置，导轨与金属杆接触良好。整个装置处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中。当磁场方向垂直导轨平面向上时，金属杆 ab 刚好处于静止状态，若将磁场方向改为竖直向上，要使金属杆仍保持静止状态，可以采取的措施是（ ）



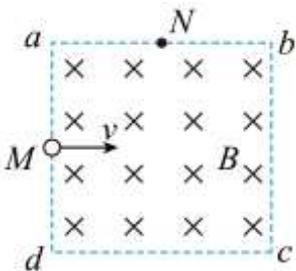
- A. 减小磁感应强度 B
- B. 调节滑动变阻器，使电流减小
- C. 减小导轨平面与水平面间的夹角 θ
- D. 将电源正负极对调使电流方向改变

4. 如图所示，匀强磁场中有两个导体圆环 a 、 b ，磁场方向与圆环所在平面垂直，磁感应强度 B 随时间均匀增大，两圆环半径之比为 $2:1$ ，圆环中产生的感应电动势分别为 E_a 和 E_b ，不考虑两圆环间的相互影响，下列说法正确的是()



- A. $E_a : E_b = 4 : 1$ ，感应电流均沿逆时针方向
- B. $E_a : E_b = 4 : 1$ ，感应电流均沿顺时针方向
- C. $E_a : E_b = 2 : 1$ ，感应电流均沿逆时针方向
- D. $E_a : E_b = 2 : 1$ ，感应电流均沿顺时针方向

5. 如图所示，边长为 L 的正方形区域 $abcd$ 中存在匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里。一带电粒子从 ad 边的中点 M 点以一定速度垂直于 ad 边射入磁场，仅在洛伦兹力的作用下，正好从 ab 边中点 N 点射出磁场。忽略粒子受到的重力，下列说法中正确的是()



- A. 该粒子带负电
- B. 洛伦兹力对粒子做正功
- C. 粒子在磁场中做圆周运动的半径为 $\frac{L}{4}$
- D. 如果仅使该粒子射入磁场的速度增大，粒子做圆周运动的半径也将变大

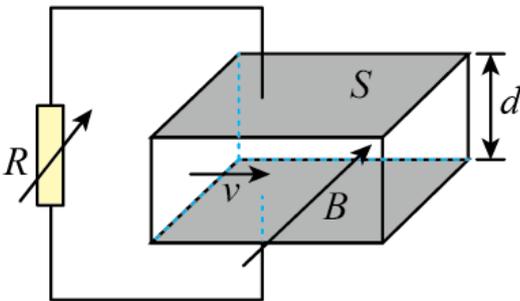
6. 如图所示，几位同学在做“摇绳发电”实验：把一条长导线的两端连在一个灵敏电流计的两个接线柱上，

形成闭合回路。两个同学迅速摇动 AB 这段“绳”。假设图中情景发生在赤道，地磁场方向与地面平行，由南指向北。图中摇“绳”同学是沿东西站立的，甲同学站在西边，手握导线的 A 点，乙同学站在东边，手握导线的 B 点。则下列说法正确的是



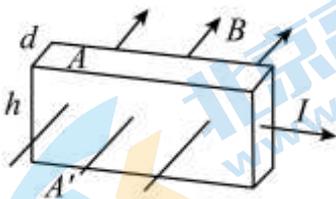
- A. 当“绳”摇到最高点时，“绳”中电流最大
- B. 当“绳”摇到最低点时，“绳”受到的安培力最大
- C. 当“绳”向下运动时，“绳”中电流从 A 流向 B
- D. 在摇“绳”过程中， A 点电势总是比 B 点电势高

7. 如图所示，长方体发电导管的前后两个侧面是绝缘体，上下两个侧面是电阻可忽略的导体电极，两极间距为 d ，极板面积为 S ，这两个电极与可变电阻 R 相连。在垂直前后侧面的方向上有一匀强磁场，磁感应强度大小为 B 。发电导管内有电阻率为 ρ 的高温电离气体，气体以速度 v 向右流动，并通过专用管道导出。由于运动的电离气体受到磁场的作用，将产生大小不变的电动势（设电阻定律适用于此物理过程）。若不计离子间相互作用及气体流动时的阻力，则可变电阻 R 消耗电功率的最大值为（ ）



- A. $\frac{v^2 B^2 d S}{3 \rho}$
- B. $\frac{v^2 B^2 d S}{4 \rho}$
- C. $\frac{v^2 B^2 d S}{5 \rho}$
- D. $\frac{v^2 B^2 d S}{6 \rho}$

8. 如图所示，金属板放在垂直于它的匀强磁场中，当金属板中有电流通过时，在金属板的上表面 A 和下表面 A' 之间会出现电势差，这种现象称为霍尔效应。若匀强磁场的磁感应强度为 B ，金属板宽度为 h 、厚度为 d ，通有电流 I ，稳定状态时，上、下表面之间的电势差大小为 U 。则下列说法中正确的是（ ）



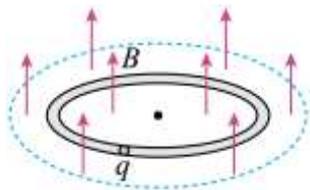
- A. 在上、下表面形成电势差的过程中，电子受到的洛伦兹力方向向下
- B. 达到稳定状态时，金属板上表面 A 的电势高于下表面 A' 的电势

C. 只将金属板的厚度 d 减小为原来的一半, 则上、下表面之间的电势差大小变为 $\frac{U}{2}$

D. 只将电流 I 减小为原来的一半, 则上、下表面之间的电势差大小变为 $\frac{U}{2}$

9. 如图所示, 在圆柱形区域内存在竖直向上的匀强磁场, 磁感应强度的大小 B 随时间 t 的变化关系为

$B = B_0 + kt$, 其中 B_0 、 k 为正的常数. 在此区域的水平面内固定一个半径为 r 的圆环形内壁光滑的细玻璃管, 将一电荷量为 q 的带正电小球在管内由静止释放, 不考虑带电小球在运动过程中产生的磁场, 则下列说法正确的是 ()



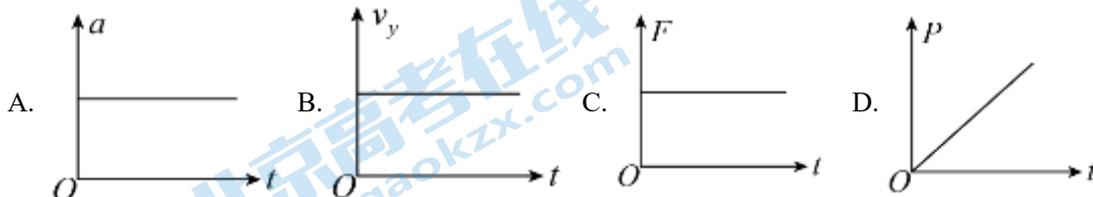
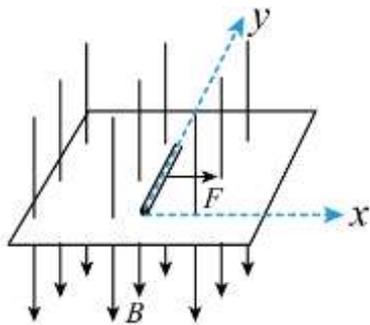
A. 从上往下看, 小球将在管内沿顺时针方向运动, 转动一周的过程中动能增量为 $2qk\pi r$

B. 从上往下看, 小球将在管内沿逆时针方向运动, 转动一周的过程中动能增量为 $2qk\pi r$

C. 从上往下看, 小球将在管内沿顺时针方向运动, 转动一周的过程中动能增量为 $qk\pi r^2$

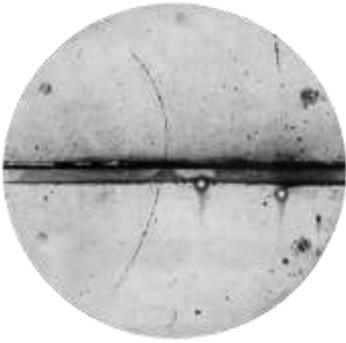
D. 从上往下看, 小球将在管内沿逆时针方向运动, 转动一周的过程中动能增量为 $qk\pi r^2$

10. 如图所示, 光滑的水平桌面处在方向竖直向下的匀强磁场中, 桌面上平放着一根一端开口、内壁光滑的绝缘细管, 细管封闭端有一带电小球, 小球直径略小于管的直径, 细管的中心轴线沿 y 轴方向. 在水平拉力 F 作用下, 试管沿 x 轴方向匀速运动, 带电小球能从细管口处飞出. 带电小球在离开细管前的运动过程中, 关于小球运动的加速度 a 、沿 y 轴方向的速度 v_y 、拉力 F 以及管壁对小球的弹力做功的功率 P 随时间 t 变化的图象分别如图所示, 其中正确的是 ()



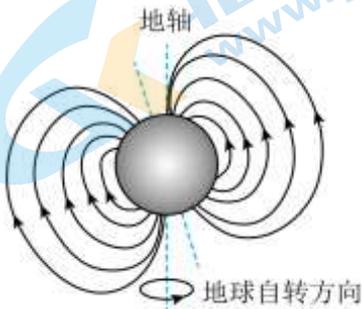
二、多项选择题 (共 6 小题, 每题 4 分, 共 24 分)

11. 如图所示为一次实验中拍摄到的云室中带电粒子运动轨迹图, 已知整个区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场, 图中水平粗黑线为一块铅板, 黑色细弧线为带电粒子的运动径迹. ()



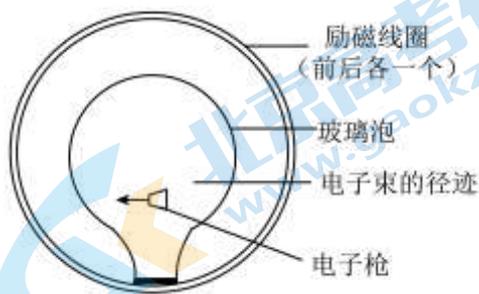
- A. 粒子带正电
- B. 粒子带负电
- C. 粒子从上向下穿过铅板
- D. 粒子从下向上穿过铅板

12. 中国宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中最早记载了地磁偏角：“以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。”进一步研究表明，地球周围地磁场的磁感线分布示意如图。结合上述材料，下列说法正确的是（ ）



- A. 地理南、北极与地磁场的南、北极不重合
- B. 地球内部也存在磁场，地磁南极在地理北极附近
- C. 地球表面任意位置的地磁场方向都与地面平行
- D. 地磁场对射向地球赤道的带电宇宙射线粒子有力的作用

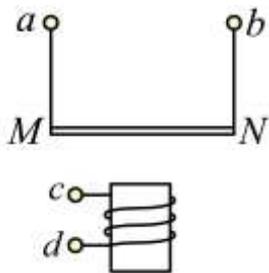
13. 如图所示，洛伦兹力演示仪由励磁线圈、玻璃泡、电子枪等部分组成。励磁线圈是一对彼此平行的共轴的圆形线圈，它能够在两线圈之间产生匀强磁场。玻璃泡内充有稀薄的气体，电子枪在加速电压下发射电子，电子束通过泡内气体时能够显示出电子运动的径迹。若电子枪垂直磁场方向发射电子，给励磁线圈通电后，能看到电子束的径迹呈圆形。若只增大电子枪的加速电压或励磁线圈中的电流，下列说法正确的是（ ）



- A. 增大电子枪的加速电压，电子束的轨道半径变大

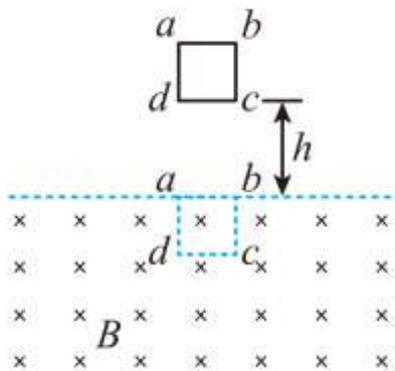
- B. 增大电子枪的加速电压，电子束的轨道半径变小
 C. 增大励磁线圈中的电流，电子束的轨道半径变大
 D. 增大励磁线圈中的电流，电子束的轨道半径变小

14. 如图所示，一金属直棒 MN 两端接有细导线，悬挂于线圈正上方，为使 MN 垂直纸面向外运动，可以将 ()



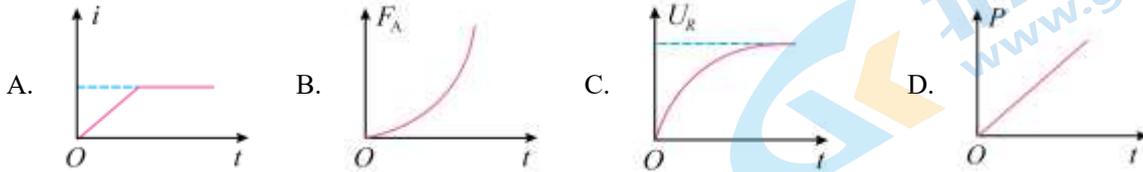
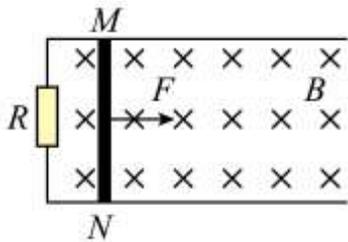
- A. a 、 c 端接电源正极， b 、 d 端接电源负极
 B. a 、 d 端接电源正极， b 、 c 端接电源负极
 C. b 、 d 端接电源正极， a 、 c 端接电源负极
 D. a 、 c 端用导线连接， b 端接电源正极， d 端接电源负极

15. 如图所示，一个正方形导线框 $abcd$ ，边长为 L ，质量为 m 。将线框从距水平匀强磁场上方 h 处由静止释放，在线框下落过程中，不计空气阻力，线框平面保持在竖直平面内，且 cd 边始终与水平的磁场边界平行。当 ab 边刚进入磁场时，线框速度为 v 。在线框进入磁场的整个过程中，下列说法正确的是 ()



- A. 线框可能做加速度减小的加速运动
 B. 线框可能做加速度减小的减速运动
 C. 安培力对线框的冲量大小一定为 mv
 D. 线框克服安培力做功一定为 $mg(h+L) - \frac{1}{2}mv^2$

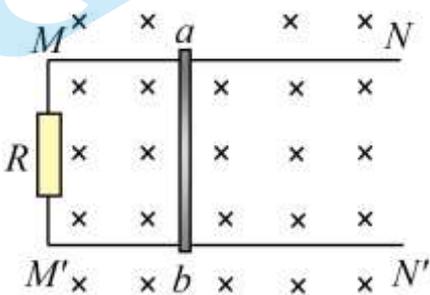
16. 如图所示，电阻不计、间距为 l 的光滑平行金属导轨水平放置于磁感应强度为 B 、方向竖直向下的匀强磁场中，导轨左端接一定值电阻 R 。质量为 m 、电阻为 r 的金属棒 MN 置于导轨上，受到垂直于金属棒的水平外力 F 的作用由静止开始运动，外力 F 与金属棒速度 v 的关系是 $F=F_0+kv$ (F_0 、 k 是常量)，金属棒与导轨始终垂直且接触良好。金属棒中感应电流为 i ，受到的安培力大小为 F_A ，电阻 R 两端的电压为 U_R ，感应电流的功率为 P ，它们随时间 t 变化图象可能正确的有



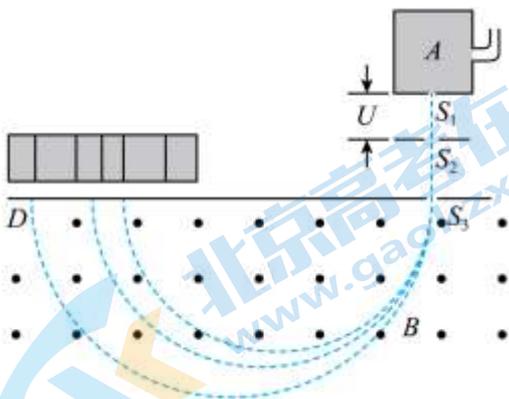
三、计算题（共 5 小题，共 46 分）

17. 如图所示，两根光滑的金属导轨 MN 、 $M'N'$ 平行固定于同一水平面内，导轨间距为 $l=0.50\text{m}$ ，电阻不计。 M 、 M' 间接有阻值 $R=1.6\Omega$ 的电阻。金属棒 ab 垂直于导轨放置。导轨处于磁感应强度 $B=0.20\text{T}$ 、方向竖直向下的匀强磁场中。金属棒 ab 在外力作用下向右匀速运动，速度 $v=10\text{m/s}$ ，运动过程中金属棒 ab 与导轨保持良好接触。已知金属棒 ab 接入电路部分的阻值 $r=0.40\Omega$ 。求：

- (1) 金属棒 ab 中电流 I 的大小和方向；
- (2) 1min 内电阻 R 上产生的热量 Q 。



18. 质谱仪是一种精密仪器，是测量带电粒子的质量和分析同位素的重要工具。图中所示的质谱仪是由加速电场和偏转磁场组成。带电粒子从容器 A 下方的小孔 S_1 飘入电势差为 U 的加速电场，其初速度几乎为 0 ，然后经过 S_3 沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，最后打到照相底片 D 上。不计粒子重力。



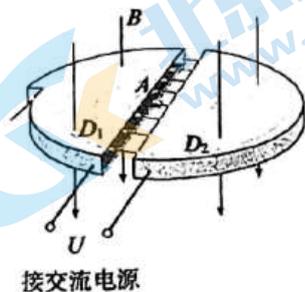
- (1) 若由容器 A 进入电场的是质量为 m 、电荷量为 q 的粒子，求：

- a. 粒子进入磁场时的速度大小 v ;
 b. 粒子在磁场中运动的轨道半径 R .

(2) 若由容器 A 进入电场的是互为同位素的两种原子核 P_1 、 P_2 ，由底片上获知 P_1 、 P_2 在磁场中运动轨迹的直径之比是 $\sqrt{2} : 1$ 。求 P_1 、 P_2 的质量之比 $m_1 : m_2$ 。

19. 1932 年，劳伦斯和利文斯顿设计出了回旋加速器。回旋加速器的工作原理如图所示，置于高真空中的 D 形金属盒半径为 R ，两盒间接交流电源，两盒间的狭缝很小，带电粒子穿过狭缝的时间可以忽略不计，磁感应强度为 B 的匀强磁场与盒面垂直， A 处粒子源产生的质子，质量为 m 、电荷量为 q ，（质子初速度很小，可以忽略）在加速器中被加速，加速电压为 U 。加速过程中不考虑相对论效应和重力作用，求：

- (1) 离子第一次进入磁场中的速度 v ;
 (2) 粒子在电场中最多被加速多少次;
 (3) 要使质子每次经过电场都被加速，则交流电源的周期为多大。在实际装置设计中，可以采取哪些措施尽量减少带电粒子在电场中的运行时间。



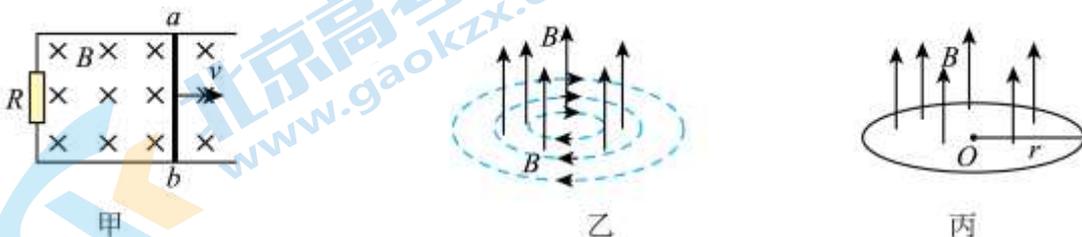
20. 在电磁感应现象中，感应电动势分为动生电动势和感生电动势两种。产生感应电动势的那部分导体就相当于“电源”，在“电源”内部非静电力做功将其它形式的能转化为电能。

(1) 利用图甲所示的电路可以产生动生电动势。设匀强磁场的磁感应强度为 B ，导体棒 ab 的长度为 L ，在外力作用下以速度 v 水平向右匀速运动。请从法拉第电磁感应定律出发推导动生电动势 E 的表达式；

(2) 磁场变化时会在空间激发感生电场，该电场与静电场不同，其电场线是一系列同心圆，如图乙中的虚线所示。如果此刻空间存在导体，就会在导体中产生感应电流。如图丙所示，一半径为 r 、单位长度电阻为 R_0 的金属导体环垂直放置在匀强磁场中，当磁场均匀增强时，导体环中产生的感应电流为 I 。请你判断

导体环中感应电流的方向（俯视）并求出磁感应强度随时间的变化率 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ ；

(3) 请指出在 (1) (2) 两种情况下，“电源”内部的非静电力分别是哪一种作用力；并分析说明在感生电场中能否像静电场一样建立“电势”的概念。



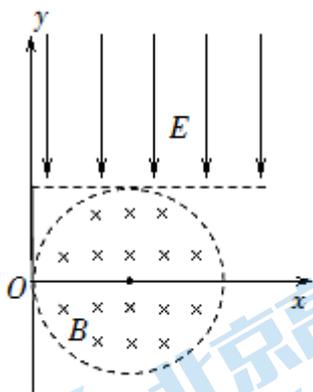
21. 如图所示，在 xOy 坐标系中，以 $(r, 0)$ 为圆心、 r 为半径的圆形区域内存在匀强磁场，磁场的磁感应

强度大小为 B ，方向垂直于纸面向里。在 $y > r$ 的足够大的区域内，存在沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E 。从 O 点以相同速率向不同方向发射质子，质子的运动轨迹均在纸面内，且质子在磁场中运动的轨迹半径也为 r 。已知质子的电荷量为 q ，质量为 m ，不计质子所受重力及质子间相互作用力的影响。

(1) 求质子射入磁场时速度的大小；

(2) 若质子沿 x 轴正方向射入磁场，求质子从 O 点进入磁场到第二次离开磁场经历的时间；

(3) 若质子沿与 x 轴正方向成夹角 θ 的方向从 O 点射入第一象限的磁场中，求质子在磁场中运动的总时间。



参考答案

一、单项选择题（共 10 小题，每题 3 分，共 30 分）

1. 【答案】D

【分析】

【详解】由于导线和磁场方向垂直，导体棒在磁场中受到的安培力

$$F = BIL = 5.0 \times 10^{-3} \times 3.0 \times 0.1 \text{N} = 1.5 \times 10^{-3} \text{N}$$

故选 D。

2. 【答案】B

【详解】试题分析：A、当线圈中通有电流后，由于磁铁间的磁场从右到左，所以线圈的两个边受安培力，会使线圈转动；错误

BCD、根据左手定则可以判定，线圈此时开始沿顺时针方向转动；B 正确 CD 错误

故选 B

考点：左手定则

点评：判断安培力的方向一定要找到磁场的方向和电流的反向，用左手定则判定。

3. 【答案】C

【详解】当磁场方向垂直导轨平面向上，金属杆 ab 刚好处于静止状态时，根据力的平衡条件有

$$F_A = mg \sin \theta$$

AB. 若导轨平面与水平面间的夹角不变，当磁场方向变为竖直向上，仍要保持平衡，则

$$F'_A \cos \theta = mg \sin \theta$$

所以

$$F'_A > F_A$$

由安培力公式 $F = BIL$ 知，减小磁感应强度 B ，会导致安培力减小，不能平衡，调节滑动变阻器使电流减小，会减小安培力，不能平衡，故 AB 错误；

C. 若安培力大小不变，当磁场方向变为竖直向上，仍要保持平衡，则

$$F_A \cos \theta' = mg \sin \theta'$$

所以

$$\sin \theta \cos \theta' = \sin \theta'$$

所以

$$\theta > \theta'$$

减小导轨平面与水平面间的夹角，可能平衡，故 C 正确；

D. 将电源正负极对调使电流方向改变，安培力方向变为水平向左，不可能平衡，故 D 错误。

故选 C。

4. 【答案】B

【详解】根据法拉第电磁感应定律可得

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$$

根据题意可得

$$\frac{S_a}{S_b} = \frac{4}{1}$$

故

$$E_a : E_b = 4 : 1$$

感应电流产生的磁场要阻碍原磁场的增大，即感应电流产生向里的感应磁场，根据楞次定律可得，感应电流均沿顺时针方向。

故选 B。

5. 【答案】D

【详解】A. 粒子进入磁场后向上偏转，说明 M 点受到洛伦兹力竖直向上，根据左手定则判断粒子带正电，A 错误；

B. 洛伦兹力始终与速度垂直，洛伦兹力不做功，B 错误；

C. 根据洛伦兹力与速度垂直，M 点受洛伦兹力沿 Ma 方向，在磁场中做匀速圆周运动，从 N 点出磁场，MN 即为所对应的一条弦，则 MN 的垂直平分线与 Ma 的交点即 a 点就是圆周运动的圆心，根据几何关系可

得半径 $R = \frac{L}{2}$ ，C 错误；

D. 根据洛伦兹力提供向心力

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

可得圆周运动半径 $R = \frac{mv}{qB}$ ，粒子速度越大，圆周运动半径越大，D 正确。

故选 D。

6. 【答案】C

【详解】试题分析：地球的周围存在磁场，且磁感线的方向是从地理的南极指向地理的北极，当两个同学在迅速摇动电线时，总有一部分导线做切割磁感线运动，电路中就产生了感应电流，根据绳子转动方向与地磁场方向的关系，判断感应电动势和感应电流的大小，从而判断安培力的大小，由右手定则判断感应电流的方向和电势高低。

解：A、当“绳”摇到最高点时，绳转动的速度与地磁场方向平行，不切割磁感线，感应电流最小，故 A 错误。

B、当“绳”摇到最低点时，绳转动的速度与地磁场方向平行，不切割磁感线，感应电流最小，绳受到的安培力也最小，故 B 错误。

C、当“绳”向下运动时，地磁场向北，根据右手定则判断可知，“绳”中电流从 A 流向 B。故 C 正确。

D、在摇“绳”过程中，当“绳”向下运动时，“绳”中电流从 A 流向 B，A 点相当于电源的负极，B 点相当于电

源正极，则 A 点电势比 B 点电势低；当“绳”向上运动时，“绳”中电流从 B 流向 A，B 点相当于电源的负极，A 点相当于电源正极，则 B 点电势比 A 点电势低；故 D 错误。

故选 C

【点评】本题要建立物理模型，与线圈在磁场中转动切割相似，要知道地磁场的分布情况，能熟练运用电磁感应的规律解题。

7. 【答案】B

【详解】运动的电离气体，受到磁场的作用，将产生大小不变的电动势，相当于电源，其内阻为

$$r = \rho \frac{d}{S}$$

根据数学知识可知，当外电阻等于电源的内阻，即 $R = r$ 时，外电阻消耗的电功率最大，此时

$$R = \rho \frac{d}{S}$$

根据平衡有

$$qvB = q \frac{E}{d}$$

解得电源的电动势

$$E = Bdv$$

代入电功率

$$P = \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 R$$

中得到最大电功率为

$$P_m = \frac{v^2 B^2 d S}{4\rho}$$

故选 B。

8. 【答案】D

【详解】AB. 电流向右、磁场向内，根据左手定则，安培力向上；电流是电子的定向移动形成的，故洛伦兹力也向上，故上极板聚集负电荷，下极板带正电荷，故下极板电势较高；AB 错误；

CD. 电子最终达到平衡，有

$$evB = e \frac{U}{h}$$

电流的微观表达式

$$I = nevS = nevhd$$

所以

$$U = \frac{BI}{ned}$$

只将金属板的厚度 d 减小为原来的一半，则上、下表面之间的电势差大小变为 $2U$ ；只将电流 I 减小为原

来的一半，则上、下表面之间的电势差大小变为 $\frac{U}{2}$ ，C 错误，D 正确。

故选 D。

9. 【答案】C

【详解】试题分析：根据磁感应强度 $B=B_0+kt$ 可判断磁场均匀增大，从上往下看，产生顺时针方向的感应电场，正电荷受力方向与电场方向相同，所以电荷顺时针方向运动，选项 BD 错。根据楞次定律产生的感应电动势 $U = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = s \frac{\Delta B}{\Delta t} = \pi r^2 \times k$ ，电荷转动一周电场力做功等于动能增量即 $\Delta E_k = qu = q\pi r^2 k$ ，选项 C 对。

对。

考点：电磁感应定律

10. 【答案】AD

【详解】A. 在 x 轴方向上的速度不变，则在 y 轴方向上受到大小一定的洛伦兹力，根据牛顿第二定律，小球的加速度不变。故 A 正确。

B. 在 y 轴方向做匀加速直线运动，速度均匀增大。故 B 错误。

C. 管子在水平方向受到拉力和球对管子的弹力，球对管子的弹力大小等于球在 x 轴方向受到的洛伦兹力大小，在 y 轴方向的速度逐渐增大，则在 x 轴方向的洛伦兹力逐渐增大，所以 F 随时间逐渐增大。故 C 错误。

D. 管壁对小球的弹力等于小球在 x 轴方向受到的洛伦兹力，大小随时间均匀增大，根据 $P=Fv$ ，知弹力做功的功率 P 随时间 t 均匀增大。故 D 正确。

故选 AD。

二、多项选择题（共 6 小题，每题 4 分，共 24 分）

11. 【答案】AD

【详解】根据洛伦兹力提供向心力

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

可得

$$r = \frac{mv}{qB}$$

粒子经过铅板后速度减小，由图可知下方的轨迹半径大，则粒子是从下向上运动穿过铅板的，再根据左手定则，可知粒子带正电。

故选 AD。

12. 【答案】ABD

【详解】A. 根据题意可知，地理南、北极与地磁场存在一个夹角，为磁偏角，故两者不重合，A 正确；

B. 磁感线是闭合的，所以地球内部也存在磁场，由图磁场方向可知地磁南极在地理的北极附近，地磁北极在地理的南极附近，B 正确；

- C. 由于地磁场的磁场方向沿磁感线切线的方向，故只有赤道处地磁场的磁场方向才与地面平行，C错误；
D. 射线是带电的粒子，在赤道处，运动方向垂直磁场方向，根据左手定则可得射向赤道的粒子受到洛伦兹力的作用，D正确。

故选 ABD。

13. 【答案】AD

【详解】根据电子所受洛伦兹力的方向结合右手定则判断励磁线圈中电流方向是顺时针方向，电子在加速电场中加速，由动能定理有

$$eU = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$$

电子在匀强磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力充当向心力，有

$$ev_0B = m\frac{v_0^2}{r}$$

解得

$$r = \frac{mv_0}{eB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{e}}$$

AB. 增大电子枪的加速电压，由半径公式可知电子束的轨道半径变大，故 A 正确，B 错误；

CD. 增大励磁线圈中的电流，电流产生磁场的磁感应强度 B 增强，由半径公式可得，电子束的轨道半径变小，故 C 错误；D 正确。

故选 AD。

14. 【答案】BD

【详解】A. a 、 c 端接电源正极， b 、 d 端接电源负极，根据安培定则可知，线圈产生的磁场方向向下，再根据左手定则可知 MN 受到的安培力向里，则 MN 垂直纸面向里运动，不符合题意要求，故 A 错误；

B. a 、 d 端接电源正极， b 、 c 端接电源负极，根据安培定则可知，线圈产生的磁场方向向上，再根据左手定则可知 MN 受到的安培力向外，则 MN 垂直纸面向外运动，符合题意要求，故 B 正确；

C. b 、 d 端接电源正极， a 、 c 端接电源负极，根据安培定则可知，线圈产生的磁场方向向上，再根据左手定则可知 MN 受到的安培力向里，则 MN 垂直纸面向里运动，不符合题意要求，故 C 错误；

D. a 、 c 端用导线连接， b 端接电源正极， d 端接电源负极，根据安培定则可知，线圈产生的磁场方向向下，再根据左手定则可知 MN 受到的安培力向外，则 MN 垂直纸面向外运动，符合题意要求，故 D 正确。

故选 BD。

15. 【答案】ABD

【详解】AB. 若线框下落进入磁场时的速度较小，产生的感应电流较小，安培力较小，线框的加速度向下做加速运动，随着速度的增加，安培力变大，加速度减小，即线圈做加速度减小的加速运动；若线框下落进入磁场时的速度较大，产生的感应电流较大，安培力较大，线框的加速度向上做减速运动，随着速度的减小，安培力减小，加速度减小，即线圈做加速度减小的减速运动；故选项 AB 正确；

C. 对从线圈开始下落到全部进入磁场的整个过程运用动量定理可得

$$I_G - I_{安} = mv$$

故安培力对线框的冲量大小不是 mv ，选项 C 错误；

D. 对整个过程运用能量守恒得

$$mg(h+L) - W_{安} = \frac{1}{2}mv^2$$

故线框克服安培力做功一定为

$$W_{安} = mg(h+L) - \frac{1}{2}mv^2$$

选项 D 正确。

故选 ABD。

16. 【答案】BC

【分析】对金属棒受力分析，根据法拉第电磁感应定律、闭合电路欧姆定律和牛顿第二定律得出 $F_{合}$ 表达式，分情况讨论加速度的变化情况，分三种情况讨论：匀加速运动，加速度减小的加速，加速度增加的加速，再结合图象具体分析。

【详解】设金属棒在某一时刻速度为 v ，由题意可知，感应电动势 $E = BLv$ ，环路电流 $I = \frac{E}{R+r} = \frac{BL}{R+r}v$ ，即 $I \propto v$ ；

安培力，方向水平向左，即

$$F_{安} = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$$

$F_{安} \propto v$ ；

R 两端电压

$$U_R = IR = \frac{BLR}{R+r}v$$

即 $U_R \propto v$ ；

感应电流功率

$$P = EI = \frac{B^2 L^2}{R+r}v^2$$

即 $P \propto v^2$ 。

分析金属棒运动情况，由力的合成和牛顿第二定律可得：

$$F_{合} = F - F_{安} = F_0 + kv - \frac{B^2 L^2}{R+r}v = F_0 + (k - \frac{B^2 L^2}{R+r})v$$

即加速度 $a = \frac{F_{合}}{m}$ ，因为金属棒从静止出发，所以 $F_0 > 0$ ，且 $F_{合} > 0$ ，即 $a > 0$ ，加速度方向水平向右。

(1) 若 $k = \frac{B^2 L^2}{R+r}$, $F_{\text{合}} = F_0$, 即 $a = \frac{F_0}{m}$, 金属棒水平向右做匀加速直线运动. 有 $v = at$, 说明 $v \propto t$,

也即是 $I \propto t$, $F_{\text{安}} \propto t$, $U_R \propto t$, $P \propto t^2$, 所以在此情况下没有选项符合.

(2) 若 $k > \frac{B^2 L^2}{R+r}$, $F_{\text{合}}$ 随 v 增大而增大, 即 a 随 v 增大而增大, 说明金属棒做加速度增大的加速运动,

速度与时间呈指数增长关系, 根据四个物理量与速度的关系可知 B 选项符合;

(3) 若 $k < \frac{B^2 L^2}{R+r}$, $F_{\text{合}}$ 随 v 增大而减小, 即 a 随 v 增大而减小, 说明金属棒在做加速度减小的加速运

动, 直到加速度减小为 0 后金属棒做匀速直线运动, 根据四个物理量与速度关系可知 C 选项符合.

三、计算题 (共 5 小题, 共 46 分)

17. 【答案】(1) $I = 0.5\text{A}$, 方向 $b \rightarrow a$; (2) $Q = 24\text{J}$

【详解】(1) 设金属棒 ab 切割磁感线产生的感应电动势为 E , 根据法拉第电磁感应定律有

$$E = Blv = 0.2 \times 0.5 \times 10\text{V} = 1\text{V}$$

由闭合电路欧姆定律可得电路中感应电流为

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{1}{1.6+0.4}\text{A} = 0.5\text{A}$$

根据右手定则可知电流方向 $b \rightarrow a$;

(2) 金属棒匀速切割产生的是恒定电流, 根据焦耳定律有

$$Q = I^2 R t = 0.5^2 \times 1.6 \times 60\text{J} = 24\text{J}$$

18. 【答案】(1) $\sqrt{\frac{2qU}{m}}$, $\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$; (2) 2:1

【分析】

【详解】(1) a. (5 分) 粒子在电场中加速根据动能定理

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

解得速度

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

b. 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 根据牛顿第二定律和洛仑力公式

$$qvB = m\frac{v^2}{R}$$

解得半径

$$R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

(2) 由以上计算可知

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

有

$$\frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

代入已知条件得

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{1}$$

19. 【答案】(1) $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$; (2) $N = \frac{qB^2 R^2}{2mU}$; (3) $T_{\text{变}} = \frac{2\pi m}{Bq}$, 提高加速电压或适当减小两 D 型盒

间距

【详解】(1) 依题意, 质子第一次进入磁场中的速度为 v

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

(2) 当质子在磁场中做圆周运动的轨道半径 $r = R$ 时, 其速率达到最大 v_m , 则有

$$qv_m B = \frac{mv_m^2}{R}$$

得到质子能够达到的最大速率为

$$v_m = \frac{BRq}{m}$$

质子的最大动能为

$$E_{\text{Km}} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$$

设质子被加速的次数为 N , 则有

$$NqU = \frac{1}{2}mv_m^2$$

解得

$$N = \frac{qB^2 R^2}{2mU}$$

(3) 质子每次经过电场都被加速, 则交流电源的周期

$$T_{\text{磁}} = T_{\text{变}} = \frac{2\pi m}{Bq}$$

依题意，质子在磁场中速度大小不变、只在电场中加速且匀加速度大小不变，假定两 D 型盒间距为 d ，则质子在电场中运行的时间为

$$t = \frac{v_m}{a} = \frac{v_m}{\frac{qU}{md}} = \frac{BqR}{U}$$

同理可知在实际装置设计中，可以采取提高加速电压或适当减小两 D 型盒间距以减少带电粒子在电场中运行的时间。

20. 【答案】(1) 见解析；(2) 顺时针， $\frac{2IR_0}{r}$ ；(3) 见解析

【详解】(1) 根据法拉第电磁感应定律

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BLvt}{t} = BLv$$

(2) 根据楞次定律可知，磁场均匀增强时，感应电流磁场向下，所以感应电流方向为顺时针，由闭合电路的欧姆定律可得

$$I = \frac{E}{2\pi rR_0}, \quad E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \times \pi r^2$$

解得

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{2IR_0}{r}$$

(3) (1) 情况下，非静电力是洛伦兹力，(2) 情况下非静电力是感生电场力。电势的定义是电势能与电荷量的比值，电势能又是根据静电力做功与路径无关才引入的，而感生电场为涡旋电场，其电场线是一系列同心圆，如果我们沿着不同路径将电荷从一点移动到另一个点，感生电场力做的功不同，即感生电场力做功与路径有关，所以感生电场不能像静电场一样建立“电势”的概念。

21. 【答案】(1) $\frac{qBr}{m}$ ；(2) $\frac{\pi m}{qB} + \frac{2Br}{E}$ ；(3) $\frac{\pi m}{qB}$

【分析】

【详解】(1) 质子射入磁场后做匀速圆周运动，有

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

解得

$$v = \frac{qBr}{m}$$

(2) 质子沿 x 轴正向射入磁场后，在磁场中运动了 $\frac{1}{4}$ 个圆周后，以速度 v 逆着电场方向进入电场，原路径返

回后，再射入磁场，在磁场中运动了 $\frac{1}{4}$ 个圆周后离开磁场，在磁场中运动周期

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

质子在磁场中运动的时间

$$t_1 = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$$

进入电场后做匀变速直线运动，加速度大小

$$a = \frac{qE}{m}$$

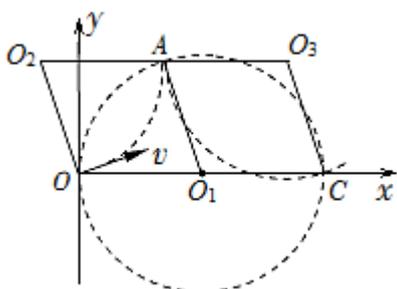
质子在电场中运动的时间

$$t_2 = \frac{2v}{a} = \frac{2Br}{E}$$

所求时间为

$$t = t_1 + t_2 = \frac{\pi m}{qB} + \frac{2Br}{E}$$

(3)当质子沿与 x 轴正方向成夹角 θ 的方向从第一象限射入磁场时，设质子将从 A 点射出磁场，如图所示，其中 O_1 、 O_2 分别为磁场区域圆和质子轨迹圆的圆心。由于轨迹圆的半径等于磁场区域圆的半径，所以 OO_1AO_2 为菱形，即 AO_2 平行 x 轴，说明质子以平行 y 轴的速度离开磁场，也以沿 y 轴负方向的速度再次进入磁场



由几何关系可知 $\angle O_2 = 90^\circ - \theta$ ，所以质子第一次在磁场中运动的时间

$$t'_1 = \frac{90^\circ - \theta}{360^\circ} T$$

此后质子轨迹圆的半径依然等于磁场区域圆的半径，设质子将从 C 点再次射出磁场，如图所示，其中 O_1 、 O_3 分别为磁场区域圆和质子轨迹圆的圆心， AO_3 平行 x 轴。由于 O_1AO_3C 为菱形，即 CO_1 平行 AO_3 ，即平行 x 轴，说明 C 就是磁场区域圆与 x 轴的交点。这个结论与 θ 无关。所以 OO_2O_3C 为平行四边形，则 $\angle O_3 = 90^\circ + \theta$ ，质子第二次在磁场中运动的时间

$$t'_2 = \frac{90^\circ + \theta}{360^\circ} T$$

质子在磁场中运动的总时间

$$t' = t'_1 + t'_2 = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB}$$

北京高一高二高三期末试题下载

京考一点通团队整理了【**2024年1月北京各区各年级期末试题&答案汇总**】专题，及时更新最新试题及答案。

通过【**京考一点通**】公众号，对话框回复【**期末**】或者点击公众号底部栏目<**试题专区**>，进入各年级汇总专题，查看并下载电子版试题及答案！



微信搜一搜

