

# 2023 北京一六一中高二 12 月月考

## 物 理

班级\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_

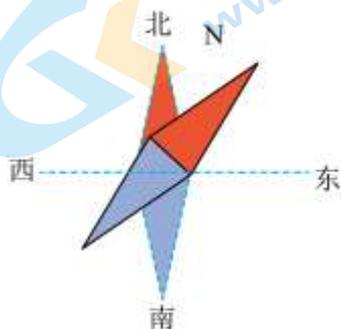
本试卷共 3 页，共 100 分。考试时长 60 分钟。考生务必将答案写在答题纸上，在试卷上作答无效。

一、单项选择题（本题共 8 个小题，每小题 4 分，共 32 分，把正确答案涂写在答题卡上相应的位置。）

1. 下列现象中，属于电磁感应现象的是（ ）

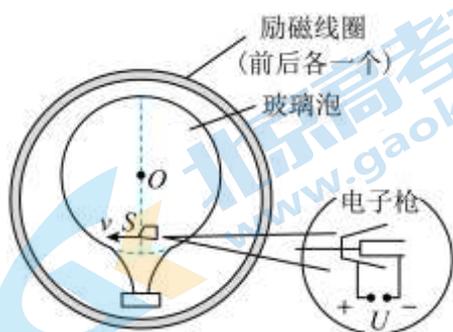
- A. 通电线圈在磁场中转动
- B. 闭合线圈在磁场中运动而产生电流
- C. 磁铁吸引小磁针
- D. 小磁针在通电导线附近发生偏转

2. 指南针静止时，其位置如图中虚线所示。若在其上方放置一水平方向的导线，并通以恒定电流，则指南针转向图中实线所示位置。据此可能是（ ）



- A. 导线南北放置，通有向北的电流
- B. 导线南北放置，通有向南的电流
- C. 导线东西放置，通有向西的电流
- D. 导线东西放置，通有向东的电流

3. 如图所示为洛伦兹力演示仪的结构示意图，演示仪中有一对彼此平行且共轴的励磁圆形线圈，通入电流  $I$  后，能够在两线圈间产生匀强磁场；玻璃泡内有电子枪，通过加速电压  $U$  对初速度为零的电子加速并连续发射。电子刚好从球心  $O$  点正下方的  $S$  点水平向左射出，电子通过玻璃泡内稀薄气体时能够显示出电子运动的径迹。则下列说法正确的是（ ）



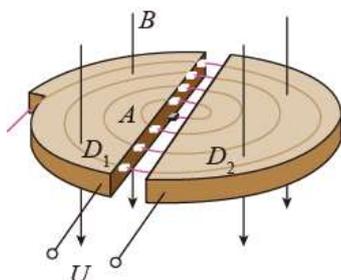
- A. 若要正常观察电子径迹，励磁线圈的电流方向应为逆时针（垂直纸面向里看）

B. 若保持  $U$  不变, 增大  $I$ , 则圆形径迹的半径变大

C. 若同时减小  $I$  和  $U$ , 则电子运动的周期减小

D. 若保持  $I$  不变, 减小  $U$ , 则电子运动的周期将不变

4. 回旋加速器是加速带电粒子的装置, 其核心部分是分别与高频电源的两极相连接的两个 D 形金属盒, 两盒间的狭缝中有周期性变化的电场, 使粒子在通过狭缝时都能得到加速, 两 D 形金属盒处于垂直于盒底的匀强磁场中, 如图所示, 则下列说法中正确的是 ( )



接交流电源

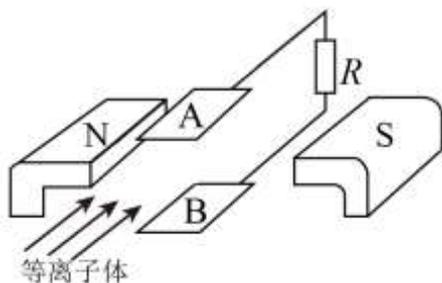
A. 只增大狭缝间的加速电压, 可增大带电粒子射出时的动能

B. 只增大狭缝间的加速电压, 可增大带电粒子在回旋加速器中运动的时间

C. 只增大磁场的磁感应强度, 可增大带电粒子射出时的动能

D. 用同一回旋加速器可以同时加速质子 ( ${}^1_1\text{H}$ ) 和氦核 ( ${}^3_2\text{H}$ )

5. 一种用磁流体发电的装置如图所示。已知等离子体 (即高温下电离的气体, 含有大量正、负带电粒子) 以速度  $v$  喷射入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中 (速度方向与磁场方向垂直), 在磁场中有两块平行金属板 A、B, 板间距离为  $d$ , 忽略粒子的重力及粒子间的相互作用, 下列说法正确的是 ( )



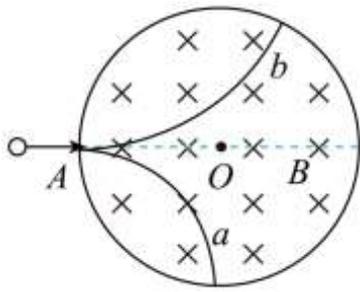
A. 金属板 A 是电源的正极

B. 稳定后, 发电机的电动势是  $Bdv$

C. 其他条件不变, 只增大磁感应强度, 发电机的电动势减小

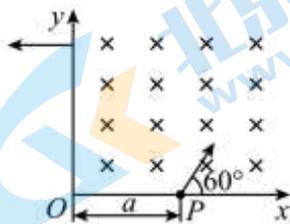
D. 其他条件不变, 只增大等离子体的射入速度, 发电机的电动势减小

6. 如图所示, 在一个圆形区域内有垂直于圆平面的匀强磁场, 现有两个质量相等、所带电荷量大小也相等的带电粒子  $a$  和  $b$ , 先后以不同的速率从圆边沿的 A 点对准圆形区域的圆心  $O$  射入圆形磁场区域, 它们穿过磁场区域的运动轨迹如图所示。粒子之间的相互作用力及所受重力和空气阻力均可忽略不计, 下列说法中正确的是 ( )



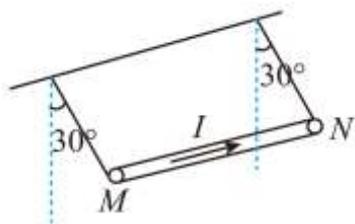
- A.  $a$ 、 $b$  两粒子所带电荷的电性可能相同
- B. 射入圆形磁场区域时  $a$  粒子的速率较大
- C. 穿过磁场区域的过程洛伦兹力对  $a$  做功较多
- D. 穿过磁场区域的过程  $a$  粒子运动的时间较长

7. 如图所示，在  $xOy$  坐标系的第一象限内存在匀强磁场。一带电粒子在  $P$  点以与  $x$  轴正方向成  $60^\circ$  的方向垂直磁场射入，并恰好垂直于  $y$  轴射出磁场。已知带电粒子质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ ， $OP = a$ 。不计重力。根据上述信息可以得出 ( )



- A. 带电粒子在磁场中运动的轨迹方程
- B. 带电粒子在磁场中运动的速率
- C. 带电粒子在磁场中运动的时间
- D. 该匀强磁场的磁感应强度

8. 如图所示，金属棒  $MN$  两端由等长的轻质绝缘细线悬挂，金属棒中通有由  $M$  到  $N$  的恒定电流，现在空间中加一匀强磁场，要使金属棒静止且绝缘细线与竖直方向成  $30^\circ$  角，则下列几种情况中磁感应强度最小的是 ( )

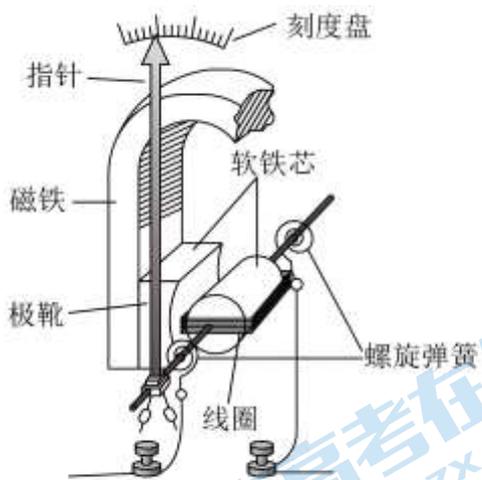


- A.
- B.
- C.
- D.

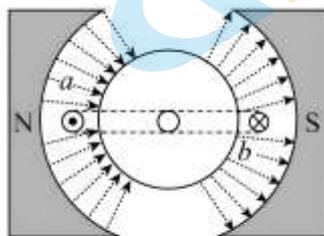
二、多项选择题 (本题共 4 个小题，每小题 4 分，共 16 分。在每个小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的，全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，错选得 0 分。把正确答案

涂写在答题卡上相应的位置。)

9. 实验室经常使用的电流表是磁电式仪表。这种电流表的构造如图甲所示。蹄形磁铁和铁芯间的磁场是均匀地辐向分布的。当线圈通以如图乙所示的电流，下列说法正确的是 ( )



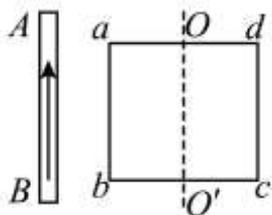
图甲



图乙

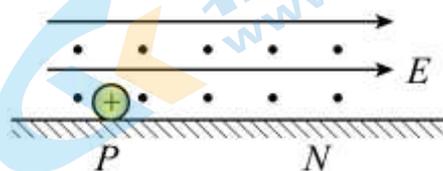
- A. 线圈转动时，在电流确定的情况下，它所受的安培力大小不变
- B. 线圈转动时，螺旋弹簧被扭动，阻碍线圈转动
- C. 当线圈转到如图乙所示的位置， $b$ 端受到的安培力方向向上
- D. 当线圈转到如图乙所示的位置，安培力的作用使线圈沿顺时针方向转动

10. 如图所示，矩形闭合线圈  $abcd$  竖直放置， $OO'$  是它的对称轴，通电直导线  $AB$  与  $OO'$  平行。若要在线圈中产生感应电流，可行的做法是 ( )



- A.  $AB$  中电流  $I$  逐渐增大
- B.  $AB$  中电流  $I$  先增大后减小
- C. 以  $AB$  为轴，线圈绕  $AB$  顺时针转  $90^\circ$  (俯视)
- D. 线圈绕  $OO'$  轴逆时针转动  $90^\circ$  (俯视)

11. 如图，空间存在水平向右的匀强电场和垂直纸面向外的匀强磁场，粗糙绝缘的水平面上有一带正电小球，从  $P$  点由静止释放后向右运动，运动过程中会经过  $N$  点。已知小球质量  $m$ 、电荷量  $q$ ，电场强度大小  $E$ ，磁感应强度大小  $B$ ，小球与水平面间动摩擦因数  $\mu$ ，重力加速度  $g$ ， $PN=L$ 。则关于小球的运动，下列说法正确的是 ( )



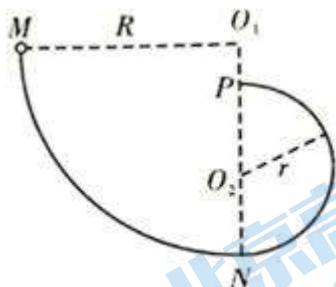
A. 小球先做加速运动，后做减速运动，最后静止

B. 小球能够达到的最大速度为  $\frac{qE - \mu mg}{\mu qB}$

C. 小球运动到  $N$  点时合外力做的功为  $qEL - \mu mgL$

D. 若小球带负电，小球先向左做加速运动，最后做匀速直线运动

12. 竖直放置的固定绝缘光滑轨道由半径分别为  $R$  的四分之一圆周  $MN$  和半径  $r$  的半圆周  $NP$  拼接而成，两段圆弧相切于  $N$  点， $R > 2r$ ，小球带正电，质量为  $m$ ，电荷量为  $q$ 。已知将小球由  $M$  点静止释放后，它刚好能通过  $P$  点，重力加速度为  $g$ ，不计空气阻力。下列说法正确的是（ ）



A. 若整个轨道空间加竖直向上的匀强电场  $E$  ( $Eq < mg$ )，则小球仍能通过  $P$  点

B. 若整个轨道空间加竖直向下的匀强电场，则小球不能通过  $P$  点

C. 若整个轨道空间加垂直纸面向里的匀强磁场，则小球一定不能通过  $P$  点

D. 若整个轨道空间加垂直纸面向外的匀强磁场，则小球可能不能通过  $P$  点

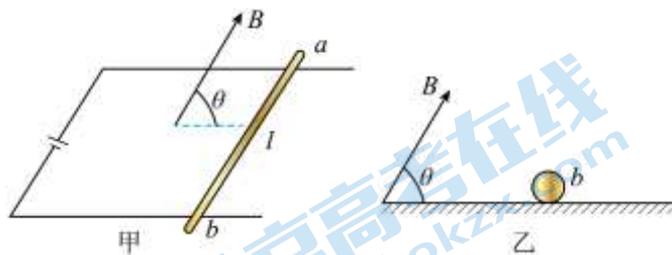
三、论述和计算题（本题共 4 个小题，共 52 分，解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤，只写出最后答案的不能得分。）

13. 如图甲所示，金属杆  $ab$  的质量为  $m$ ，两导轨间距为  $l$ ，通过的电流为  $I$ ，处在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，磁场方向与导轨平面成  $\theta$  角斜向上，此时  $ab$  静止于水平导轨上。由  $b$  向  $a$  的方向观察得到图乙所示的平面图，重力加速度为  $g$ 。

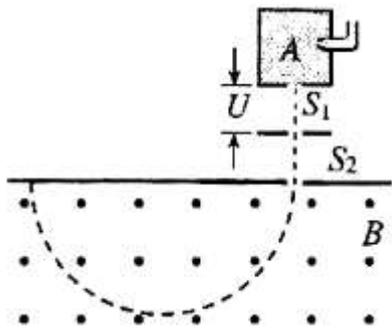
(1) 在乙图中画出电流的方向及金属杆受力的示意图；

(2) 求金属杆对导轨的压力大小；

(3) 若图中  $\theta = 0$ ，当磁感应强度变为多大时  $ab$  所受弹力为零。



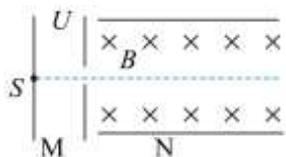
14. 如图所示，质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子，从容器 A 下方的小孔  $S_1$  不断飘入加速电场，其初速度几乎为零，粒子经过小孔  $S_2$  沿着与磁场垂直的方向进入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，做半径为  $R$  的匀速圆周运动，随后离开磁场，不计粒子的重力及粒子间的相互作用。



- (1) 求粒子在磁场中运动的速度大小  $v$ ;
- (2) 求加速电场的电压  $U$ ;
- (3) 粒子离开磁场时被收集, 已知时间  $t$  内收集到粒子的质量为  $M$ , 求这段时间内粒子束离开磁场时的等效电流  $I$ .

15. 如图所示,  $M$  为粒子加速器;  $N$  为速度选择器, 两平行导体板之间有方向相互垂直的匀强电场和匀强磁场, 磁场的方向垂直纸面向里, 磁感应强度为  $B$ 。从  $S$  点释放一初速度为 0、质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子, 经  $M$  加速后恰能以速度  $v$  沿直线 (图中平行于导体板的虚线) 通过  $N$ 。不计重力。

- (1) 求速度选择器  $N$  两板间的电场强度  $E$  的大小和方向;
- (2) 仍从  $S$  点释放另一初速度为 0、质量为  $2m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子, 离开  $N$  时粒子偏离图中虚线的距离为  $d$ , 通过计算分析说明粒子偏转的方向 (“向上” 或者 “向下”), 并求该粒子离开  $N$  时的动能  $E_k$ 。

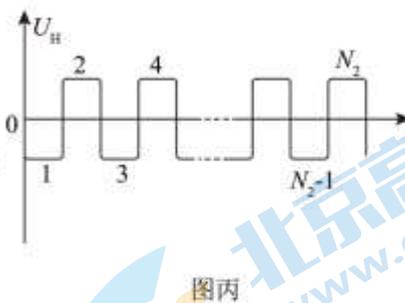
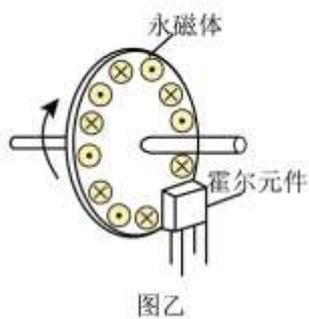
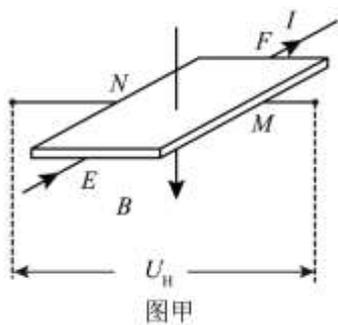


16. 在匀强磁场中放置一个矩形截面的载流导体, 当磁场方向与电流方向垂直时, 导体在与磁场、电流方向都垂直的方向上出现电势差, 这个现象被称为霍尔效应, 所产生的电势差被称为霍尔电势差或霍尔电压。

(1) 如图甲所示, 将厚度为  $d$  的矩形薄片垂直置于磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中。薄片上有四个电极  $E$ 、 $F$ 、 $M$ 、 $N$ , 在  $E$ 、 $F$  间通以电流强度为  $I$  的恒定电流。已知薄片内自由电荷的电荷量为  $q$ , 单位体积内自由电荷的数量为  $n$ 。请你推导出  $M$ 、 $N$  间霍尔电压的表达式  $U_H$ 。(推导过程中需要用到、但题目中没有的物理量, 要做必要证明)

(2) 霍尔元件一般采用半导体材料制成。目前广泛应用的半导体材料分为两大类: 一类是“空穴”(相当于带正电的粒子) 导电的  $P$  型半导体, 另一类是电子导电的  $N$  型半导体。若图甲中所示为半导体薄片, 请你简要说明如何判断薄片是哪类半导体?

(3) 利用霍尔效应可以制成多种测量器件。图乙是霍尔测速仪的示意图, 将非磁性圆盘固定在转轴上, 圆盘的周边等距离地嵌装着  $N_1$  个永磁体, 相邻永磁体的极性相反。霍尔元件置于被测圆盘的边缘附近。当圆盘匀速转动时, 霍尔元件输出的电压脉冲信号图像如图丙所示。若在时间  $t$  内, 霍尔元件输出的脉冲电压数目为  $N_2$ , 请你导出圆盘转速  $N$  的表达式。



## 参考答案

一、单项选择题（本题共 8 个小题，每小题 4 分，共 32 分，把正确答案涂写在答题卡上相应的位置。）

1. 【答案】B

【详解】A. 通电线圈在磁场中发生转动属于电流受到安培力的作用产生的，不是电磁感应现象，故 A 错误；

B. 闭合线圈靠近磁铁时，闭合回路磁通量发生变化，产生感应电流，是电磁感应现象，故 B 正确；

C. 磁铁吸引小磁针属于磁现象，不是电磁感应现象，故 C 错误；

D. 小磁针在通电导线附近发生偏转是由于电流产生磁场引起的，不是电磁感应现象，故 D 错误。

故选 B。

2. 【答案】B

【详解】指南针静止时北极指北，通电后向东转，即电流在其下方产生的磁场方向向东，据安培定则可知，导线南北放置，电流应向南，B 正确，ACD 错误。

故选 B。

3. 【答案】D

【详解】A. 若要正常观察电子径迹，则电子需要受到向上的洛伦兹力，根据左手定则可知，玻璃泡内的磁场应向里，根据安培定则可知，励磁线圈的电流方向应为顺时针，故 A 错误；

B. 电子在磁场中，向心力由洛伦兹力提供，则有

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

可得

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

而电子进入磁场的动能由电场力做功得到，即

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

即  $U$  不变，则  $v$  不变。由于  $m$ 、 $q$  不变，而当  $I$  增大时， $B$  增大，故半径减小，故 B 错误；

C. 因为  $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{eB}$ ，所以电子运动的周期与  $U$  无关，当减小电流  $I$  时，则线圈产生的磁场  $B$  也减小，则电子运动的周期  $T$  增大，故 C 错误；

D. 由 C 中分析可知， $I$  不变， $U$  减小， $T$  不变，故 D 正确。

故选 D。

4. 【答案】C

【详解】AC. 根据洛伦兹力提供向心力有

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

可得

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m}$$

可通过增大金属盒半径或磁场强度来增大粒子出射时的最大动能，故 A 错误，C 正确；

B. 增大狭缝间的加速电压可以减少粒子做圆周运动的圈数，从而减少运动时间，故 B 错误；

D. 粒子运动周期为

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

因此，两种粒子的周期不同，不能同时被加速，故 D 错误。

故选 C。

### 5. 【答案】B

【详解】A. 根据左手定则可知，带正电的粒子向下偏转，则金属板 B 是电源的正极，故 A 错误；

B. 稳定后，洛伦兹力与电场力平衡

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

发电机的电动势

$$U = Bdv$$

故 B 正确；

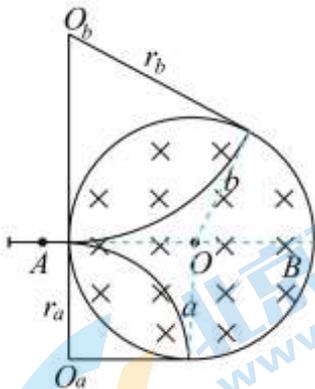
CD. 由上式可知，其他条件不变，只增大磁感应强度或只增大等离子体的射入速度，发电机的电动势增大，故 CD 错误。

故选 B。

### 6. 【答案】D

【详解】A. 粒子的运动偏转轨迹相反，根据左手定则可知，粒子电性相反，故 A 错误；

B. 粒子沿圆形磁场的直径飞入，根据径向对称定圆心如图所示



由图可知

$$r_a < r_b$$

粒子在磁场中，洛伦兹力提供向心力

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

解得

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

两粒子的质量和电荷量大小相等，所以  $v_a < v_b$ ，故 B 错误；

C. 根据左手定则可知洛伦兹力始终与速度垂直，不做功，故 C 错误；

D. 粒子在磁场中运动的周期

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

圆心角为  $\alpha$ ，在磁场中运动的时间

$$t = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot T$$

两粒子的质量和电荷量大小相等，所以周期相等，因为  $\alpha_a > \alpha_b$ ，所以穿过磁场区域过程中所用时间：

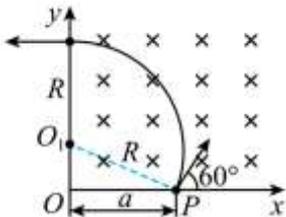
$t_a > t_b$ ，故 D 正确。

故选 D。

7. 【答案】A

【分析】

【详解】粒子恰好垂直于 y 轴射出磁场，做两速度的垂线交点为圆心  $O_1$ ，轨迹如图所示



A. 由几何关系可知

$$OO_1 = a \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$R = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3} a$$

因圆心的坐标为  $(0, \frac{\sqrt{3}}{3} a)$ ，则带电粒子在磁场中运动的轨迹方程为

$$x^2 + (y - \frac{\sqrt{3}}{3} a)^2 = \frac{4}{3} a^2$$

故 A 正确；

BD. 洛伦兹力提供向心力，有

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

解得带电粒子在磁场中运动的速率为

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

因轨迹圆的半径  $R$  可求出，但磁感应强度  $B$  未知，则无法求出带电粒子在磁场中运动的速率，故 BD 错误；

C. 带电粒子圆周的圆心角为  $\frac{2}{3}\pi$ ，而周期为

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

则带电粒子在磁场中运动的时间为

$$t = \frac{\frac{2}{3}\pi}{2\pi} T = \frac{2\pi m}{3qB}$$

因磁感应强度  $B$  未知，则运动时间无法求得，故 C 错误；

故选 A。

8. 【答案】A

【详解】A 图中，根据平衡条件可得

$$B_1 IL = mg \sin 30^\circ$$

解得，磁感应强度大小应为

$$B_1 = \frac{mg}{2IL}$$

B 图中，根据左手定则判断，安培力竖直向上，根据平衡条件可知必须满足

$$mg = B_2 IL$$

可得

$$B_2 = \frac{mg}{IL}$$

C 图中，根据平衡条件和几何关系可得，

$$B_3 IL = mg \tan 30^\circ$$

解得，磁感应强度大小

$$B_3 = \frac{\sqrt{3}mg}{3IL}$$

D 图中，金属棒所受安培力竖直向下，无法使金属棒保持平衡。由以上分析可知磁感应强度最小的是 A 图。

故选 A。

二、多项选择题（本题共 4 个小题，每小题 4 分，共 16 分。在每个小题给出的四个选项中，有多个选项是符合题意的，全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，错选得 0 分。把正确答案涂写在答题卡上相应的位置。）

9. 【答案】ABD

【详解】A. 磁场是均匀地辐向分布的，所以线圈转动时，在电流确定的情况下，根据左手定则，它两边所受的安培力大小均为

$$F = BIL$$

方向相反，所以所受的安培力大小不变，故 A 正确；

B. 线圈转动时，螺旋弹簧被扭动产生弹力，弹力方向与扭动方向相反，阻碍线圈转动，故 B 正确；

C. 当线圈转到如图乙所示的位置，根据左手定则， $b$  端受到的安培力方向向下， $a$  端受到的安培力方向向上，安培力的作用使线圈沿顺时针方向转动，故 C 错误 D 正确。

故选 ABD。

10. 【答案】ABD

【详解】AB. 只要  $AB$  中电流发生变化，无论是大小变，还是方向变，还是大小和方向同时变，都可以使线圈内的磁通量发生变化，从而产生感应电流，故 AB 正确；

C. 以  $AB$  为轴，线圈绕  $AB$  顺时针转  $90^\circ$  的过程中，磁感应强度的大小和线圈的有效面积都没变，磁通量不变，不能产生感应电流，故 C 错误；

D. 以  $OO'$  为轴逆时针转  $90^\circ$  的过程中，线圈的有效面积发生了变化，磁通量变化，能产生感应电流，故 D 正确。

故选 ABD。

11. 【答案】BD

【详解】A. 小球运动过程中受到重力  $mg$ 、水平向右的电场力  $qE$ 、地面向左的摩擦力  $f$ 、洛伦兹力  $Bqv$  和地面的支持力  $F_N$ ，根据左手定则判断可知，洛伦兹力方向竖直向下，则在竖直方向上有

$$mg + Bqv = F_N$$

在水平方向上，根据牛顿第二定律有

$$qE - f = ma$$

又

$$f = \mu F_N$$

可知，开始时小球做加速运动，速度  $v$  越来越大，地面对小球的支持力  $F_N$  逐渐增大，则地面的摩擦力也逐渐增大，故小球的加速度  $a$  逐渐减小，所以小球做加速度逐渐减小的加速运动，当加速度  $a$  减小到零后，小球做匀速直线运动，故 A 错误；

B. 由上述分析可知，当加速度  $a$  减小到零时，小球速度最大，联立上式解得小球能够达到的最大速度为

$$v = \frac{qE - \mu mg}{\mu qB}$$

故 B 正确；

C. 小球从  $P$  点运动到  $N$  点的过程中，只有电场力和摩擦力做功，电场力做正功为  $qEL$ ，摩擦力做负功为  $fL$ ，然而摩擦力  $f \neq \mu mg$ ，所以小球运动到  $N$  点时合外力做的功不等于  $qEL - \mu mgL$ ，故 C 错误；

D. 若小球带负电，则小球运动向左运动的过程中受到重力  $mg$ 、水平向左的电场力  $qE$ 、地面向右的摩擦力  $f$ 、洛伦兹力  $Bqv$  和地面的支持力  $F_N$ ，根据左手定则判断可知，洛伦兹力方向仍然竖直向下，则在竖直方向上仍有

$$mg + Bqv = F_N$$

在水平方向上，根据牛顿第二定律仍有

$$qE - f = ma$$

又

$$f = \mu F_N$$

可知，开始时小球向左做加速运动，速度  $v$  越来越大，地面对小球的支持力  $F_N$  逐渐增大，则地面的摩擦力也逐渐增大，故小球的加速度  $a$  逐渐减小，所以小球向左做加速度逐渐减小的加速运动，当加速度  $a$  减小到零后，小球做匀速直线运动，即小球先向左做加速运动，最后做匀速直线运动，故 D 正确。

故选 BD。

## 12. 【答案】AC

【详解】A. 设  $M$ 、 $P$  间的高度差为  $h$ ，小球从  $M$  到  $P$  过程由动能定理得

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

解得

$$v = \sqrt{2gh}$$

小球恰好通过  $P$  点，重力提供向心力，由牛顿第二定律得

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

已知  $r = 2h$ ；若加竖直向下的匀强电场  $E$  ( $Eq < mg$ )，小球从  $M$  到  $P$  过程由动能定理得

$$(mg - qE)h = \frac{1}{2}mv'^2 - 0$$

解得

$$v' = \sqrt{\frac{2(mg - qE)h}{m}}$$

则

$$m\frac{v'^2}{r} = mg - qE$$

小球恰好通过  $P$  点，故 A 正确；

B. 若加竖直向上的匀强电场，小球从  $M$  到  $P$  过程由动能定理得

$$(mg + qE)h = \frac{1}{2}mv'^2 - 0$$

解得

$$v' = \sqrt{\frac{2(mg + qE)h}{m}}$$

则

$$m \frac{v'^2}{r} = mg + qE$$

小球恰好通过  $P$  点，故 B 错误；

C. 若加垂直纸面向里的匀强磁场，小球到达  $P$  点的速度  $v$  不变，洛伦兹力竖直向下，则

$qvB + mg > m \frac{v^2}{r}$ ，小球不能通过  $P$  点，故 C 正确；

D. 若加垂直纸面向外的匀强磁场，小球到达  $P$  点的速度  $v$  不变，洛伦兹力竖直向上，则

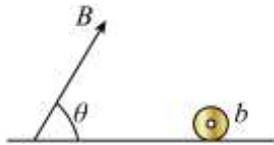
$mg - qvB < m \frac{v^2}{r}$ ，小球对轨道有压力，小球能通过  $P$  点，故 D 错误。

故选 AC。

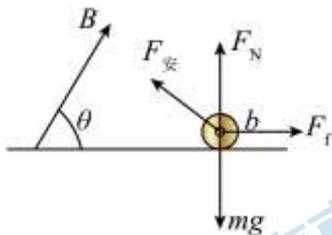
三、论述和计算题（本题共 4 个小题，共 52 分，解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤，只写出最后答案的不能得分。）

13. 【答案】(1) 见详解；(2)  $F_{\text{压}} = mg - BIl \cos \theta$ ；(3)  $B' = \frac{mg}{Il}$

【详解】(1) 在电源外部电流由电源的正极流向负极，所以电流方向由  $a$  指向  $b$ ，见下图。



根据左手定则可以判断安培力的方向垂直于磁感应强度  $B$ ，也垂直于杆  $ab$  指向左上方，金属杆  $ab$  还受重力、支持力、静摩擦力。则受力示意图见下图。



(2)  $ab$  静止于水平导轨上，根据平衡条件得

$$\begin{cases} F_N + BIl \cos \theta = mg \\ BIl \sin \theta = F_f \end{cases}$$

解得

$$F_N = mg - BIl \cos \theta$$

根据牛顿第三定律得，金属杆对导轨的压力大小为

$$F_{\text{压}} = mg - BIl \cos \theta$$

(3)  $\theta = 0$ ，则  $ab$  的安培力竖直向上， $ab$  所受弹力为零，则重力与安培力二力平衡，设此时磁感应强度大小为  $B'$ ，则有

$$mg = B'Il$$

得

$$B' = \frac{mg}{Il}$$

14. 【答案】 (1)  $v = \frac{BqR}{m}$  (2)  $U = \frac{B^2 qR^2}{2m}$  (3)  $I = \frac{Mq}{mt}$

【详解】 (1) 洛伦兹力提供向心力  $Bqv = m \frac{v^2}{R}$ ，解得速度  $v = \frac{BqR}{m}$

(2) 根据动能定理  $qU = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得  $U = \frac{B^2 qR^2}{2m}$

(3) 设时间  $t$  内收集到粒子数为  $N$ ，根据题意有  $M = Nm$

根据电流定义有  $I = \frac{Nq}{t}$ ，联立解得等效电流  $I = \frac{Mq}{mt}$

15. 【答案】 (1)  $Bv$ ，垂直导体板向下；(2) 向下， $\frac{1}{4}mv^2 + Bvqd$

【详解】 (1) 电场力与洛伦兹力平衡

$$qE = qBv$$

得

$$E = Bv$$

由左手定则判定洛伦兹力向上，则电场力方向向下，所以电场的方向垂直导体板向下。

(2) 释放第一个粒子时，在加速电场中，根据动能定理可得

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

释放另一粒子时，在加速电场中，根据动能定理可得

$$qU = \frac{1}{2} \times 2mv_1^2$$

解得

$$v_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}v$$

进入  $N$  后，因为

$$qE > qBv_1$$

电场力大，粒子向下偏转，离开  $N$  时粒子偏离图中虚线的距离为  $d$ ，根据动能定理

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = Eqd$$

解得

$$E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{4}mv^2 + Bvqd$$

16. 【答案】(1)  $U_H = \frac{BI}{nqd}$ ; (2) 见解析; (3)  $N = \frac{N_2}{N_1 t}$

【详解】(1) 设  $M$ 、 $N$  间的宽度为  $L$ ，薄片中通有恒定电流  $I$  时，自由电荷定向运动的速度为  $v$ ，则有

$$I = nq d L v$$

霍尔电场为

$$E_H = \frac{U_H}{L}$$

薄片中的移动电荷所受电场力与洛伦兹力处处相等时有

$$qE_H = qvB$$

联立可得

$$U_H = \frac{BI}{nqd}$$

(2) 根据  $M$ 、 $N$  两点的电势高低判断半导体材料的类型，如果  $\varphi_N > \varphi_M$ ，薄片材料是  $P$  型半导体材料，如果  $\varphi_N < \varphi_M$  薄片材料是  $N$  型半导体材料

(3) 由于时间  $t$  内，霍尔元件输出的脉冲数目为  $N_2$ ，则有

$$N_2 = N_1 N t$$

圆盘转速为

$$N = \frac{N_2}{N_1 t}$$

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 50W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承“精益求精、专业严谨”的建设理念，不断探索“K12 教育+互联网+大数据”的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供“衔接和桥梁纽带”作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数千场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。

推荐大家关注北京高考在线网站官方微信公众号：**京考一点通**，我们会持续为大家整理分享最新的高中升学资讯、政策解读、热门试题答案、招生通知等内容！

