

# 雅礼中学 2025 年下学期期末考试试卷

## 高二物理

时量：75 分钟

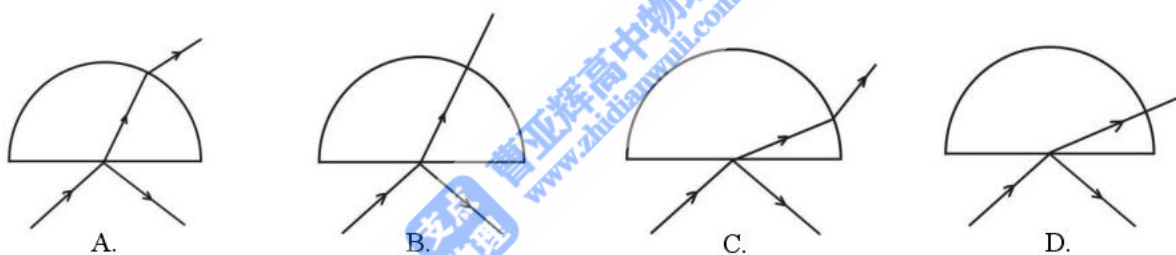
分值：100 分

一、单项选择题（本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分，每小题只有一个正确选项）。

1. 下列说法正确的是（ ）

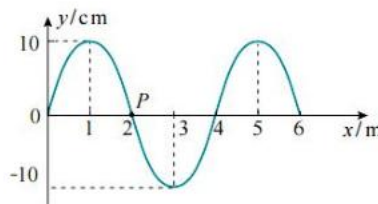
- A. 安全气囊的作用是通过延长作用时间从而减小冲击力
- B. “未见其人，先闻其声”描述的是声波的多普勒效应
- C. 磁通量有正负，所以磁通量是矢量
- D. 楞次通过实验发现通电导线能够产生磁场

2. 光线由空气射入半圆形玻璃砖的圆心，再由玻璃砖射入空气，则下列光路图最有可能的是（ ）



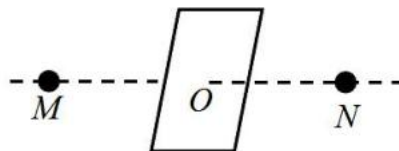
3. 一列简谐波在  $t=0$  时的波形图如图所示，介质中  $x=2\text{m}$  处的质点  $P$  沿  $y$  轴方向做简谐运动的表达式为  $y=10\sin(\pi t)\text{ cm}$ ，则下列说法正确的是（ ）

- A. 该波沿  $x$  轴负方向传播
- B. 该波的周期为 1s
- C. 该波的振幅为 20 cm
- D. 该波的传播速度为 2m/s



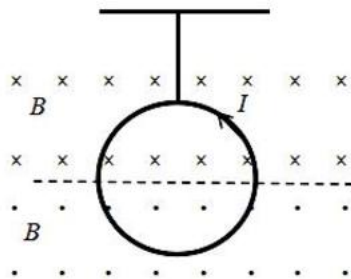
4. 如图所示，在磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中，放置一正方形通电线圈， $O$  为正方形中心，线圈平面与匀强磁场垂直。在线圈的轴线上有  $M$  和  $N$  两点，它们到  $O$  点的距离相等。已知  $M$  点的总磁感应强度大小为  $2B$ ，则  $N$  点的总磁感应强度大小为（ ）

- A. 0
- B.  $B$
- C.  $2B$
- D.  $3B$

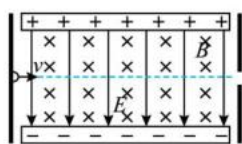


5. 如图所示，一半径为 $R$ 的圆环竖直悬挂，其上通有逆时针的电流 $I$ ，现在在其水平直径上方空间存在一垂直环面向里的匀强磁场，下方空间存在一垂直环面向外的匀强磁场，磁感应强度均为 $B$ 。则圆环所受安培力为（ ）

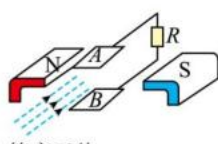
- A、0
- B、 $4BIR$ ，方向竖直向下
- C、 $2BIR$ ，方向竖直向下
- D、 $4BIR$ ，方向竖直向上



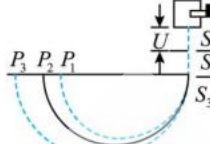
6. 关于下列四幅图的说法正确的是（ ）



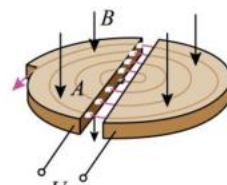
甲



乙  
等离子体



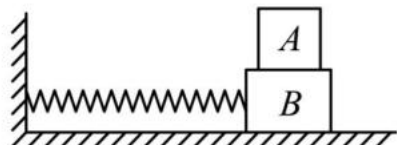
丙



丁

- A. 图甲是速度选择器示意图，能够沿直线匀速通过的粒子（不计重力）一定带正电
- B. 图乙是磁流体发电机结构示意图，由图可以判断出A极板是发电机的负极
- C. 图丙是质谱仪结构示意图，打在 $P_3$ 点的粒子比打在 $P_1$ 点的粒子比荷更大
- D. 图丁是回旋加速器示意图，增加电压 $U$ 可使粒子飞出加速器时的动能更大

7. 如图所示，质量为 $m$ 的物体A放置在质量为 $M$ 的物体B上，B与弹簧相连，弹簧的劲度系数为 $k$ 。A、B一起在光滑水平面上做简谐运动，振动过程中该简谐运动的最大位移为 $x$ ，且A、B之间无相对滑动，则A与B之间的动摩擦因数 $\mu$ 至少为（ ）（滑动摩擦力等于最大静摩擦力，重力加速度大小为 $g$ ）



- A.  $\frac{kx}{mg}$
- B.  $\frac{kx}{Mg}$
- C.  $\frac{kx}{(M+m)g}$
- D.  $\frac{kx}{(M-m)g}$

二、多项选择题（本题共3小题，每小题5分，共15分。每小题有多个选项符合题目要求，全部选对得5分，选对但不全得3分，有选错的得0分）。

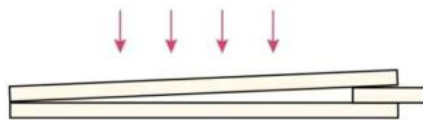
8. 劈尖干涉是一种薄膜干涉。如图所示，将一块平板玻璃板放置在另一平板玻璃之上，在右端夹入一张纸片，从而在两玻璃之间形成一个劈形空气薄膜，当光从上方入射后，从上往下可以观察到干涉条纹。下列说法正确的是（ ）

A. 形成的干涉条纹间距不均匀

B. 用绿光照射形成的条纹比红光更密集

C. 仅将纸片略微向左移动，条纹间距变小

D. 相邻两个亮条纹中心对应的薄膜厚度之差为  $\lambda$  ( $\lambda$  为入射光在空气中的波长)



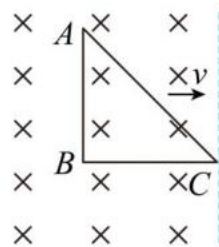
9. 如图所示，在垂直于纸面向里、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场区域中有一个单匝直角三角形线框。现使线框以恒定的速度  $v$  沿垂直于磁场方向向右运动，运动中线框的  $AB$  边始终与磁场右边界平行且与速度  $v$  垂直。已知  $AB=BC=l$ ，线框导线的总电阻为  $R$ 。则线框离开磁场的过程中（ ）

A. 线框中的感应电流为顺时针方向

B. 线框中的电动势随时间均匀减小

C.  $AB$  边出磁场前瞬间回路的瞬时功率为  $\frac{B^2 l^2 v^2}{R}$

D. 若线框的移动速度为  $2v$ ，则通过线框截面的电荷量是速度为  $v$  时的 2 倍



10. 2025 年 5 月 1 日，全球首个实现“聚变能发电演示”的紧凑型全超导托卡马克核聚变实验装置 (BEST) 在我国正式启动总装。如图是托卡马克环形容器的磁场截面的简化示意图，两个同心圆围成的环形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小为  $B$ ，内外圆半径分别为  $R$  和  $2R$ 。现内圆中有一粒子源可向纸面内各个方向均匀发射速度为  $v$  的带电粒子，已知粒子带正电，带电量为  $q$ ，质量为  $m$ 。图中  $O$  为圆心， $OP$  距离为  $\frac{R}{2}$ 。不考虑带电粒子所受的重力及粒子间的相互作用。下列说法正确的是（ ）

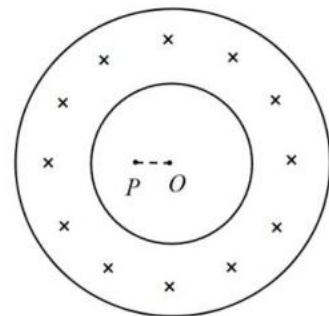
A. 粒子进入磁场后将顺时针旋转

B. 若圆心  $O$  为粒子源，要使粒子不从外圆射出磁场，则  $v$  不超过  $\frac{3qBR}{4m}$

C. 若点  $P$  为粒子源，要使粒子不从外圆射出磁场，则  $v$  不超过  $\frac{3qBR}{5m}$

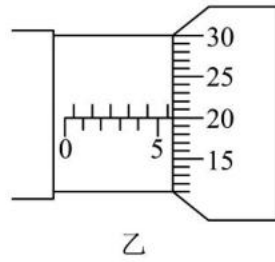
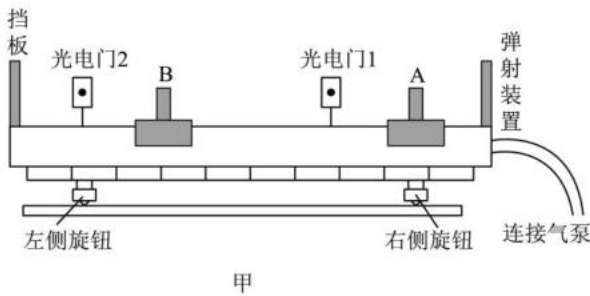
D. 若点  $P$  为粒子源，粒子不从外圆射出磁场的情况下，粒子第一次在磁

场中的运动时间  $t$  不短于  $\frac{2\pi m}{3qB}$



三、实验题（本题共 2 小题 8 个空，每空 2 分，共 16 分）。

11.如图甲所示，某探究小组利用气垫导轨做“验证动量守恒定律”实验。滑块 A 和滑块 B 的质量（包括遮光条）分别为  $m_1$  和  $m_2$ 。实验中弹射装置每次给 A 的初速度均相同，B 初始处于静止状态。A 的遮光条两次通过光电门 1 的挡光时间分别为  $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_3$ ，B 的遮光条通过光电门 2 的挡光时间为  $\Delta t_2$ 。



(1)打开气泵，先取走滑块 B，待气流稳定后将滑块 A 从气垫导轨右侧向左弹出，测得光电门 1 的挡光时间小于光电门 2 的挡光时间，为使导轨水平，可调节左侧底座旋钮，使轨道左端\_\_\_\_\_（填“升高”或“降低”）一些。

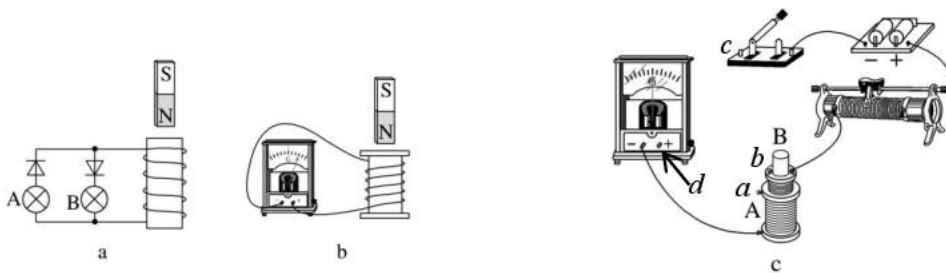
(2)用螺旋测微器测量遮光条的宽度  $d$ ，如图乙所示，其示数为\_\_\_\_\_mm。

(3)经测量，滑块 A、B 上遮光条宽度相同，则验证动量守恒定律的表达式为\_\_\_\_\_（用  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$ 、 $\Delta t_3$  表示）

12.某小组设计如下实验探究感应电流的产生条件和影响感应电流方向的因素：

(1)图 a 中，将条形磁体从图示位置迅速向下移动一小段距离，出现的现象是\_\_\_\_\_。

- A.灯泡 A、B 均不发光
- B.灯泡 A 短暂发光、灯泡 B 不发光
- C.灯泡 B 短暂发光、灯泡 A 不发光
- D.灯泡 A、B 均短暂发光



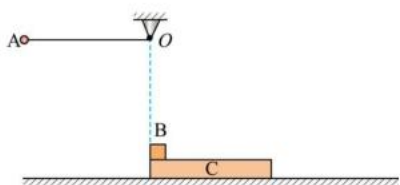
(2)通过实验得知：当电流从电流计的右端正接线柱流入时指针向右偏转，则图 b 中当条形磁体向下运动时，电流计指针\_\_\_\_\_（选填“向右”或“向左”）偏转。

(3)为进一步探究影响感应电流方向的因素,该小组设计了如图c的电路,其中c接线柱应与接线柱\_\_\_\_\_ (选填“a”或“b”)相连,d接线柱与a、b中的另一个相连。闭合开关前,为保护电路滑动变阻器的滑片应滑至最\_\_\_\_\_ (选填“左端”或“右端”)。闭合开关后,若匀速移动滑动变阻器的滑片,电流计指针\_\_\_\_\_ (选填“会”或“不会”)偏转

**四、解答题(本题共3小题,第13题12分,第14题12分,第15题17分,共41分)。**

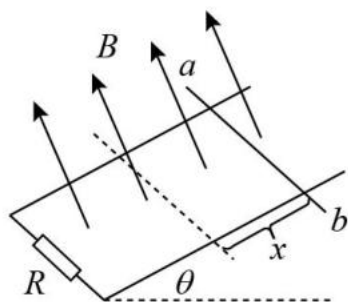
13.如图所示,质量 $m_c = 2m$ 的长木板C静止在光滑的水平面上,长木板C左端放一个质量 $m_b = m$ 的小物块B(可视为质点),与长木板C间的动摩擦因数为 $\mu$ 。在小物块B的正上方,用不可伸长、长度 $L$ 的轻绳将质量 $m_a = 2m$ 的小球A悬挂在固定点O。初始时,将轻绳拉直并处于水平状态,使小球A与O点等高,由静止释放。当小球A下摆至最低点时恰好与小物块B发生弹性碰撞(碰撞时间极短)。已知重力加速度为 $g$ 。

- (1) 小球A与小物块B碰后瞬间,求小球A的速度大小 $v_A$ 和小物块B的速度大小 $v_B$ ;
- (2) 为保证物块B不从长木板C右侧滑落,求长木板的最短长度 $x$ 。



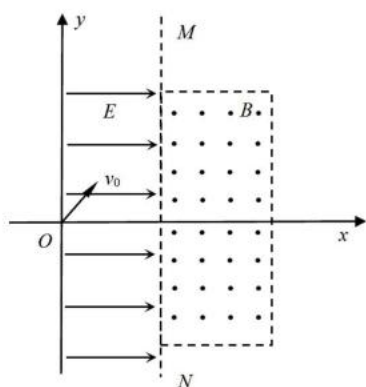
14.如图所示,两根足够长的光滑平行金属导轨相距为 $L=2\text{m}$ ,导轨平面与水平面成 $\theta=30^\circ$ 角,下端通过导线连接阻值为 $R=3.5\Omega$ 的电阻,阻值为 $r=0.5\Omega$ 的金属棒 $ab$ 放在两导轨上,棒与导轨垂直并保持良好接触,整个装置处在垂直导轨平面向上的匀强磁场中,磁感应强度大小为 $B=0.5\text{T}$ ,使金属棒沿导轨由静止下滑,当金属棒下滑距离 $x=3.2\text{m}$ 时,恰好达到最大速度。已知金属棒质量为 $m=0.2\text{kg}$ ,重力加速度为 $g=10\text{m/s}^2$ ,求在此过程中:

- (1) 金属棒达到的最大速率 $v_m$ ;
- (2) 通过电阻 $R$ 的电荷量 $q$ ;
- (3) 电阻 $R$ 产生的焦耳热 $Q_R$ 。



15. 如图所示，坐标原点  $O$  处有一粒子源可平行纸面向第一象限内各个方向发射速度为  $v_0$  的带电粒子， $y$  轴右侧距  $y$  轴  $\frac{8}{3}L$  的区域内有一沿  $x$  轴正方向的匀强电场，电场强度  $E = \frac{mv_0^2}{3qL}$ ，其右侧边界为  $MN$ ；在  $MN$  的右侧有一矩形磁场区域，区域左边界紧靠  $MN$ ，磁感应强度  $B = \frac{mv_0}{3qL}$ ，方向垂直纸面向外。已知粒子带正电，质量为  $m$ ，电荷量为  $q$ ，不考虑带电粒子所受的重力及粒子间的相互作用。

- (1) 若矩形磁场足够大，求沿  $x$  轴正方向射出的粒子进入磁场时的速度  $v$  以及该粒子在磁场中运动时间  $t$
- (2) 求沿  $y$  轴正方向射出的粒子第一次经过  $MN$  时离  $x$  轴的距离  $d$
- (3) 若所有粒子都能回到  $y$  轴，求矩形磁场区域的最小面积



# 雅礼中学 2025 年下学期期末考试

## 高二物理参考答案

|    |   |   |   |   |   |   |   |    |    |     |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10  |
| 答案 | A | B | D | C | B | B | C | BC | AC | BCD |

1 (\*\*\*) A

根据动量定理  $F\Delta t = m\Delta v$ ，延长作用时间，可以减小作用力  $F$ ，故 A 正确；  
 未见其人，先闻其声反映的是声波的衍射现象，故 B 错误；  
 磁通量虽然有正负，但磁通量是标量，故 C 错误；  
 奥斯特发现了电流磁效应，故 D 错误。

2 (\*) B

光从空气入射玻璃砖，玻璃砖中的折射角小于空气中的入射角，而光从玻璃射出时光线沿玻璃砖半径方向，故不发生偏折，故 B 正确。

3 (\*) D

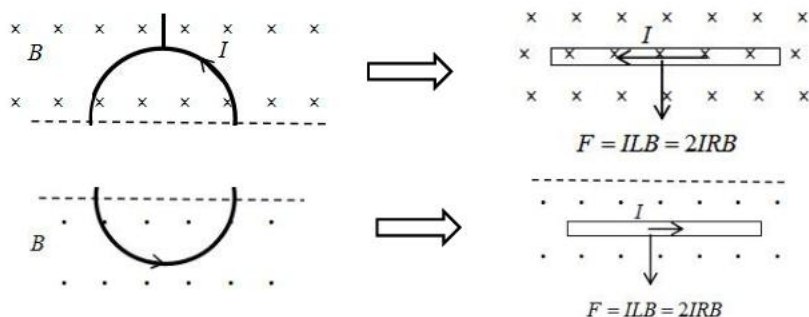
根据图像可知，该波的波长为  $\lambda = 4\text{m}$ ，其振幅为  $10\text{cm}$ ；再根据  $P$  点振动方程可知其振动周期  $T = 2\text{s}$ ， $t = 0$  时  $P$  质点往  $y$  正方向运动，故该波往  $x$  轴正方向传播，传播速度  $v = \frac{\lambda}{T} = 2\text{m/s}$ ，故 D 正确。

4 (\*\*\*) C

由对称性可知，通电线圈在两点产生的磁场大小与方向均相同，故两点的总磁场也相同，故 C 正确。

5 (\*) B

可将圆形线圈拆分成上下两部分，可知 B 正确



6 (\*) B

速度选择器中，只要满足  $qvB = Eq$  粒子都能向右匀速通过，与带电性质无关，故 A 错误；

乙图中，根据左手定则，负电荷受力指向 A 板，故 A 板电势低为负极，B 正确；

质谱仪中，粒子打到的位置与  $S_3$  的距离为  $x = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}}$ ，故打在  $P_3$  点的粒子比打在  $P_1$  点的粒子比荷更小，C 错误；

回旋加速器的最大动能  $E_{Km} = \frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ ，与电压  $U$  无关，故 D 错误。

7 (✱) C

对 A、B 整体受力分析，系统简谐运动的最大位移为  $x$ ，对整体，由牛顿第二定律有

$$kx = (M + m)a$$

对 A 分析，由牛顿第二定律有

$$\mu mg = ma$$

由上两式解得

$$\mu = \frac{kx}{(M + m)g}$$

故正确。

8 (✱) BC

空气膜的上下表面分别反射的两列光相干叠加，其光程差为  $\Delta s = 2d$ ，即光程差为空气膜厚度的 2 倍，当光程差  $\Delta s = 2d = n\lambda$  时此处为亮条纹，故相邻亮条纹之间的空气层厚度差为  $\frac{\lambda}{2}$ ，D 错误。

某位置空气层厚度  $d$  与该位置到劈尖尖端距离  $x$  以及劈尖顶角  $\theta$  之间的关系为  $d = x \tan \theta$ ，故条纹间距  $\Delta x = \frac{\lambda}{2 \tan \theta}$ ，可知形成的条纹均匀，A 错误； $\lambda_{\text{绿}} < \lambda_{\text{红}}$ ，故绿光条纹比红光更密，垫片向左移动后劈尖顶角  $\theta$  变大，条纹间距将变小，故 BC 正确。

9 (✱) AC

根据楞次定律，出磁场时磁通量减小，感应电流产生的磁场与原磁场方向相同，故感应电流为顺时针，A 正确；

在拉出过程中，设时间  $t$  时刻，切割磁感线的有效长度为  $L = vt$

感应电动势为  $E = BLv = Bv^2t$  即线框中的电动势随时间均匀增大，故 B 错误；

AB 边出磁场前瞬间  $E = Blv$  所以  $P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}$ ，C 正确；

通过的电荷量为  $q = It = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t R} \Delta t = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{BS}{R} = \frac{Bl^2}{2R}$ ，与速度无关，D 错误；

10 (✱✱) BCD

由于粒子带正电，根据左手定则，粒子在磁场中逆时针旋转，A 错误；

若圆心 O 为粒子源，如图 1 所有粒子均沿半径方向入射磁场，虽然入射点不同，但根据对称性，所有的粒子运动情况完全相同，当粒子轨迹与外圆相切时，粒子速度最大，由图中几何关系有  $(2R - r_1)^2 = r_1^2 + R^2$ ，又  $qvB = m \frac{v^2}{r_1}$ ，得  $v = \frac{3qBR}{4m}$

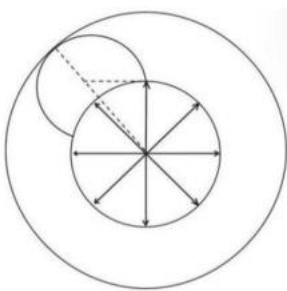


图 1

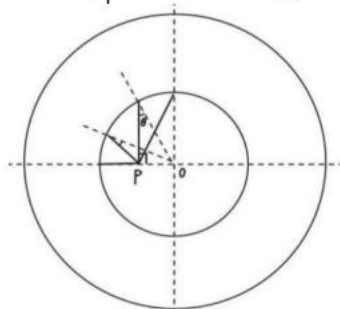


图 2

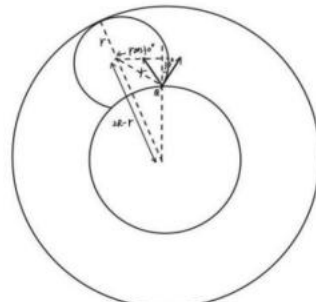


图 3

若  $P$  为粒子源,如图 2 所示粒子入射磁场时与对应半径的夹角为  $\theta$

由正弦定理可得:  $\frac{OP}{\sin \theta} = \frac{R}{\sin \angle P}$  可知当速度方向与  $OP$  垂直时,

$\theta$  最大为  $30^\circ$ , 虽然入射点不同, 但根据对称性, 所有的粒子可等效为都从  $Q$  点射入磁场, 入射方向为  $Q$  点半径左右  $\theta$  角之内。如图 3 所示, 入射方向为  $Q$  点半径右侧  $\theta$  角的粒子轨迹与外圆相切时, 粒子速度最大, 由图中几何关系有

$$(2R - r_2)^2 = (r_2 \cos \theta)^2 + (R + r_2 \sin \theta)^2,$$

或者由余弦定理  $(2R - r_2)^2 = r_2^2 + R^2 - 2Rr_2 \cos(\frac{\pi}{2} + \theta)$

得  $r_2 = \frac{3}{5}R$  又  $qvB = m\frac{v^2}{r_2}$ , 得  $v = \frac{3qBR}{5m}$

由图 4 可知入射方向为  $Q$  点半径左侧  $\theta$  角方向的粒子速度越小, 弦切角越小, 运动时间越短, 当速度趋于 0 时, 弦切角趋于  $60^\circ$ , 其轨迹圆弧对应圆心角趋于  $120^\circ$ , 即运动时间趋于

$$t = \frac{T}{3} = \frac{2\pi m}{3qB}。故 BCD 正确。$$

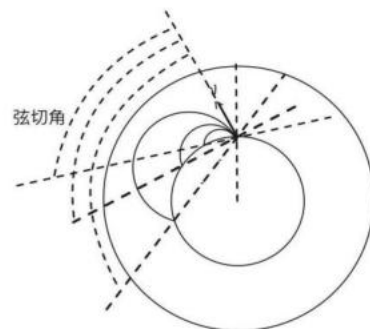


图 4

11 (\*) 降低 5.700  $\frac{m_1}{\Delta t_1} = \frac{m_2}{\Delta t_2} - \frac{m_1}{\Delta t_3}$

【详解】(1) 打开气泵, 先取走滑块 B, 待气流稳定后将滑块 A 从气垫导轨右侧向左弹出, 根据  $v = \frac{d}{\Delta t}$  测得光电门 1 的挡光时间小于光电门 2 的挡光时间, 表明滑块运动相同的距离时, 时间变长, 速度变小, 做减速运动, 为使导轨水平, 可调节左侧底座旋钮, 使轨道左端降低一些。

(2) 由图乙可知, 遮光条的宽度  $d = 5.5\text{mm} + 0.01\text{mm} \times 20.0 = 5.700\text{mm}$

(3) A 的遮光条两次通过光电门 1 的挡光速度分别为  $v_1 = \frac{d}{\Delta t_1}$ ,  $v_3 = \frac{d}{\Delta t_3}$

B 的遮光条通过光电门 2 的挡光速度为  $v_2 = \frac{d}{\Delta t_2}$

根据动量守恒定律得  $m_1 v_1 = m_2 v_2 - m_1 v_3$

联立可得  $\frac{m_1}{\Delta t_1} = \frac{m_2}{\Delta t_2} - \frac{m_1}{\Delta t_3}$

12 (\*) B 向左 b 右端 会

(1) 将条形磁铁迅速向下移动, 线圈向下的磁通量变大, 故回路中的感应电流为顺时针方向, 所以灯泡 A 短暂发光、灯泡 B 不发光, 选 A 项。

(2) 当条形磁体向下运动时, 线圈向下的磁通量变大, 线圈中的感应电流由下而上, 从“—”接线柱流入电流计, 故指针向左偏转

(3) 电源给线圈 B 供电，故 c 接线柱应与接线柱 b 相连，为保护电路，滑动变阻器应滑到最大，所以应滑到最右边。匀速滑动滑动变阻器，B 中电流会发生变化，所以 A 中会感应出电流，电流计指针会发生偏转。

$$13 (*) (1) v_A = \frac{\sqrt{2gL}}{3} \quad v_B = \frac{4\sqrt{2gL}}{3} \quad (2) x = \frac{32L}{27\mu}$$

(1) 小球 A 由静止到最低点的过程，根据机械能守恒定律有

$$m_A g L = \frac{1}{2} m_A v_0^2 \quad (2分)$$

解得

$$v_0 = \sqrt{2gL}$$

以向右为正方向，由动量守恒定律得

$$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B \quad (2分)$$

由机械能守恒定律得

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \quad (2分)$$

解得

$$v_A = \frac{\sqrt{2gL}}{3} \quad v_B = \frac{4\sqrt{2gL}}{3} \quad (1分)$$

(2) 设 B、C 获得共同速度为  $v_1$ ，以水平向右为正方向，由动量守恒定律有

$$m_B v_B = (m_B + m_C) v_1 \quad (2分)$$

解得

$$v_1 = \frac{4\sqrt{2gL}}{9}$$

B 和 C 组成的系统能量守恒有：

$$\mu m_B g x = \frac{1}{2} m_B v_B^2 - \frac{1}{2} (m_B + m_C) v_1^2 \quad (2分)$$

解得：

$$x = \frac{32L}{27\mu} \quad (1分)$$

14 (★) (1) 4m/s; (2) 0.8C; (3) 1.4J

【详解】(1) 根据电磁感应定律, 可得金属棒产生的感应电动势为

$$E = BLv \quad (1分)$$

由闭合电路的欧姆定律可得:  $I = \frac{E}{R+r}$

金属棒受到的安培力为:  $F = BIL$

联立得:  $F = \frac{B^2 L^2 v}{R+r}$  (1分)

当金属棒所受合外力为零时, 速度最大, 有  $mg \sin\theta = F$  (1分)

解得:  $v = \frac{mg(R+r)\sin\theta}{B^2 L^2} = 4\text{m/s}$  (1分)

(2) 根据电荷量的公式, 可得通过电阻的电荷量为  $q = \bar{I}t$  (1分)

电路中的平均感应电流为:  $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r}$  (1分)

平均感应电动势为:  $\bar{E} = \frac{BLx}{t}$  (1分)

联立方程, 代入数据解得:  $q = \frac{BLx}{R+r} = 0.8\text{C}$  (1分)

(3) 根据能量守恒定律, 可得:  $mgx \sin\theta = \frac{1}{2}mv_m^2 + Q$  (2分)

根据串联规律有:  $Q_R = \frac{R}{R+r}Q$  (1分)

联立方程, 代入数据解得:  $Q_R = 1.4\text{J}$  (1分)

15 (★★) (1)  $v = \frac{5}{3}v_0$      $t = \frac{3\pi L}{v_0}$     (2)  $d = 4L$     (3)  $S = 112L^2$

(1) 沿x轴正方向射出的粒子在电场中加速, 由动能定理有:

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Eq \times \frac{8}{3}L \quad (2分)$$

解得:  $v = \frac{5}{3}v_0$  (1分)

进入磁场时粒子速度与边界垂直, 故粒子处磁场时速度也垂直边界, 即粒子在磁场中运动了半个周期, 由圆周运动知识

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad ; \quad qvB = m\frac{v^2}{R} \quad (2分)$$

得:  $t = \frac{1}{2}T = \frac{3\pi L}{v_0}$  (2分)

(2) 沿y轴正方向射出的粒子在电场中做类平抛运动

在x方向上  $a = \frac{qE}{m} = \frac{v_0^2}{3L}$  (2分)

由  $\frac{8}{3}L = \frac{1}{2}at^2$  (2分)

得  $t = \frac{4L}{v_0}$

所以粒子第一次进入磁场时离x轴的距离

$$d = v_0 t = 4L \quad (2分)$$

(3) 根据动能定理, 所有粒子进入磁场时速度均为  $v = \frac{5}{3}v_0$

再由  $qvB = m\frac{v^2}{R}$  可知粒子轨迹半径均为  $R = 5L$

如图所示, 沿y轴正方向入射的粒子其速度与MN的夹角最

小为  $\theta$  且  $\tan\theta = \frac{at}{v_0} = \frac{4}{3}$

磁场上边界和右边界与该轨迹相切即可保证粒子不会从上边界和右边界射出。

可得上边界与x轴的距离为  $R$ , 右边界与MN的距离为  $R + R\cos\theta$

磁场下边界只需保证沿x轴正方向射出的粒子能回到y轴即可, 可知其从下边界射出时速度与MN的夹角为  $\theta$  恰好能回到y轴。

如图可得下边界与x轴的距离为  $R + R\sin\theta$

综上所述可得:  $S = (R + R + R\sin\theta)(R + R\cos\theta) = 112L^2$  (4分)

