

# 武汉市 2023 届高中毕业生四月调研考试

## 物理试卷

武汉市教育科学研究院命制

本试题卷共 8 页，16 题。全卷满分 100 分。考试用时 75 分钟。

★祝考试顺利★

注意事项：

- 1.答题前，先将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号填写在试卷和答题卡上，并将准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
- 2.选择题的作答：每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
- 3.非选择题的作答：用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
- 4.考试结束后请将本试卷和答题卡一并上交。

一、选择题：本题共 11 小题，每小题 4 分，共 44 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，第 8~11 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。

1.1947 年，中国科学家钱三强与何泽慧在利用中子轰击铀核的实验中，观察到铀核可能分裂为三部分或四部分，其中的一种裂变反应是  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{54}^{140}\text{Xe} + {}_{38}^{94}\text{Sr} + 2{}_0^1\text{n}$ 。关于铀核裂变，下列说法正确的是（ ）

- A.  ${}_{54}^{140}\text{Xe}$  的核子平均质量比  ${}_{92}^{235}\text{U}$  的小
- B. 裂变后与裂变前相比，总质量数增加
- C. 铀核容易俘获快中子而发生裂变释放核能
- D. 铀的纯度越高，其裂变的链式反应越难进行

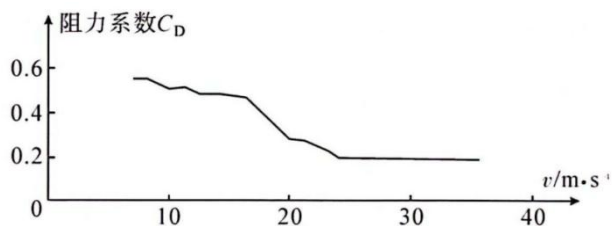
2. “夸父一号”卫星全称先进天基太阳天文台（ASO-S），是我国首颗综合性太阳探测专用卫星。已知“夸父一号”绕地球做匀速圆周运动，运行在距离地面高度约为 720km 的太阳同步晨昏轨道上，如图所示。与地球同步卫星相比，“夸父一号”（ ）



- A. 周期小
- B. 线速度小
- C. 加速度小
- D. 万有引力小

3.在 2022 年卡塔尔世界杯期间，“电梯球”（好像电梯一样急上急下）成为球迷们讨论的热门话题。某次训练中，一运动员在发“电梯球”时，踢在足球上较硬的部位，足球立即获得 30m/s 的速度飞出，由于气流的

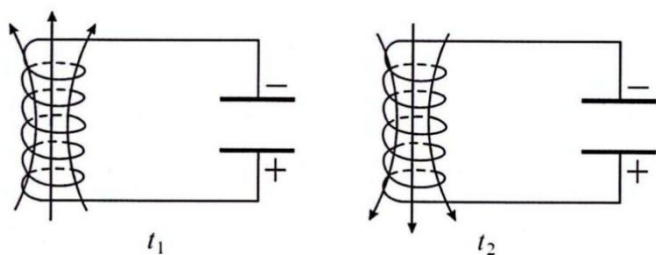
影响，足球在飞行过程中会颤动，最后以更大的陡度（斜坡的倾斜程度）急坠，飞进球门，测得“电梯球”在此过程中的阻力系数  $C_D$  随速度  $v$  的变化关系如图所示。下列说法正确的是（ ）



- A. 研究如何踢出足球时可将其看做质点
- B. 足球在上升过程中总是处于超重状态
- C. 足球在飞行过程中阻力系数逐渐减小，机械能减少
- D. 足球急坠，是因为速度减小到某一数值后阻力系数随速度减小而增大

4. 无线充电技术有电磁感应式、磁共振耦合、电磁谐振式等不同方式，不同方式各有千秋，但都使用了  $LC$  振荡电路。一振荡电路在  $t_1$  和  $t_2$  时刻自感线圈中磁感线方向和电容器中极板带电情况如图所示。若

$t_2 - t_1 = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$ ，选取时间微元  $\Delta t (\Delta t \rightarrow 0)$ ，则下列说法正确的是（ ）



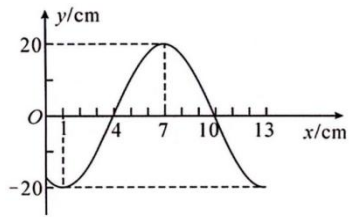
- A. 在  $t_1$  时刻，电容器正在放电
- B. 从  $t_1 \rightarrow t_1 + \Delta t$ ，电路中电流增大
- C. 从  $t_2 \rightarrow t_2 + \Delta t$ ，自感线圈中磁场减弱
- D. 从  $t_2 \rightarrow t_2 + \Delta t$ ，电容器两极板间电场减弱

5. “奋进号”潮流能发电机组是世界上单台容量最大的潮流能发电机组，它的吊装如图所示，其核心部件是“水下大风车”，它的叶片转动时可形成半径为  $5\text{m}$  的圆面。某次涨潮期间，该区域海水的潮流速度是  $1\text{m/s}$ ，流向恰好跟叶片转动的圆面垂直，已知海水密度为  $1 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，假设这台水轮机能将此圆面内  $20\%$  的潮流能转化为电能，则这台潮流能发电机发电的功率约为（ ）

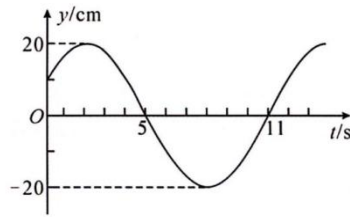


- A.  $3.9 \times 10^3 \text{W}$
- B.  $7.9 \times 10^3 \text{W}$
- C.  $3.9 \times 10^4 \text{W}$
- D.  $7.9 \times 10^4 \text{W}$

6.一简谐横波沿  $x$  轴正方向传播，图甲是  $t = 7\text{s}$  时刻的波形图，图乙是介质中某质点的振动图像，则该质点的  $x$  坐标合理的是（ ）



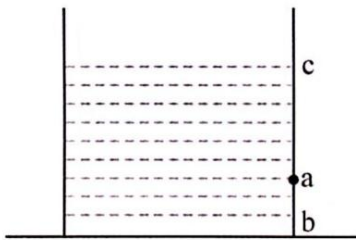
图甲



图乙

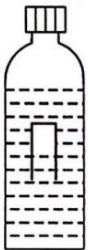
- A. 1m                      B. 2m                      C. 7m                      D. 12m

7.一敞口正方体水箱边长为  $2\text{m}$ ，水箱的右侧面上有一个小孔  $a$ （孔的大小忽略不计）， $a$  到水箱底的距离  $ab = 0.5\text{m}$ ，用塞子将  $a$  堵住，往水箱中注水至水面到达  $c$ ， $c$  到水箱底的距离  $cb = 1.5\text{m}$ ，如图所示。已知重力加速度大小为  $10\text{m/s}^2$ 。现使水箱以  $6\text{m/s}^2$  的加速度水平向右匀加速直线运动，同时打开小孔，则流出水箱的水的体积最多为（ ）



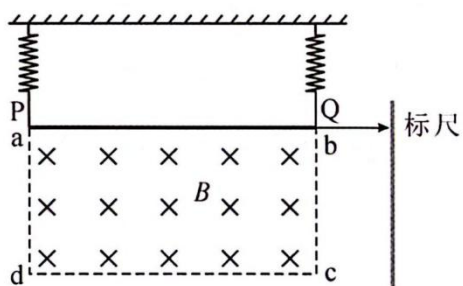
- A.  $0.8\text{m}^3$                       B.  $1.2\text{m}^3$                       C.  $1.6\text{m}^3$                       D.  $2\text{m}^3$

8.如图所示，密封的矿泉水瓶中，一开口向下的小瓶置于其中，小瓶内封闭一段空气。缓慢挤压矿泉水瓶，小瓶下沉，假设在下沉过程中矿泉水瓶内水面上方气体和小瓶内气体的温度均保持不变，则在此过程中（ ）



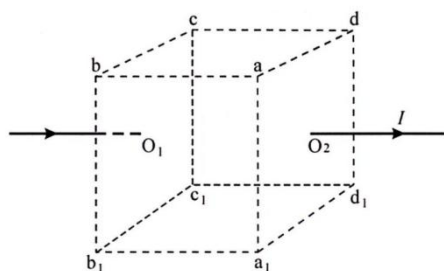
- A. 小瓶内气体对外界做正功                      B. 小瓶内气体向外界放出热量  
C. 矿泉水瓶内水面上方气体压强变大                      D. 矿泉水瓶内水面上方气体内能减少

9.某同学设计了一个测量匀强磁场磁感应强度大小的装置，如图所示。两轻弹簧上端固定，下端悬挂一根质量为  $m$  的均匀细金属杆  $PQ$ ，金属杆与弹簧绝缘。 $PQ$  的  $Q$  端连接一绝缘轻指针，可指示右侧标尺上的读数。在  $PQ$  下方的矩形区域  $abcd$  有匀强磁场，方向垂直于纸面向里。当  $PQ$  中没有电流通过且处于平衡状态时， $PQ$  与  $ab$  边重合，指针指在标尺的零刻线；当  $PQ$  中通以恒定电流  $I$ ，系统重新平衡时，指针示数可以表示磁感应强度大小。已知  $PQ$  始终保持水平状态，弹簧始终在弹性限度内，不计  $PQ$  中电流对磁场的影响，下列说法正确的是（ ）



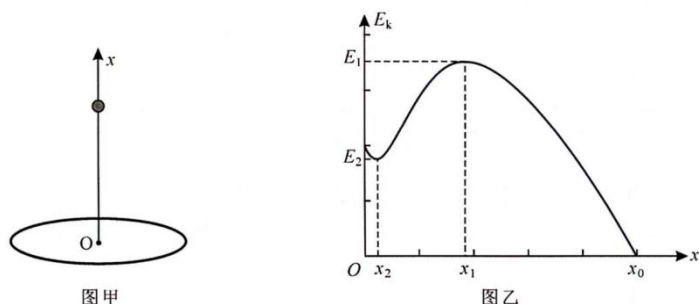
- A. 要使装置正常工作，则 PQ 中电流方向由 Q 到 P
- B. 若将标尺标上所对应的磁感应强度值，则刻度不均匀
- C. 该装置所能测量的磁感应强度范围与 PQ 的质量  $m$  有关
- D. 该装置所能测量的磁感应强度范围与通过 PQ 的电流  $I$  有关

10. 正方体  $abcd - a_1b_1c_1d_1$  的上表面水平，沿其中心线  $O_1O_2$  放置一根通有恒定电流  $I$  的长直导线，一闭合金属小圆环沿不同方向以相同速率做匀速直线运动，运动过程中圆环平面始终水平。下列说法正确的是 ( )



- A.  $a_1$  与  $c$  的磁感应强度大小相等，方向相反
- B. 小圆环的圆心从  $ad$  边的中点竖直向上运动时，小圆环中无感应电流
- C. 小圆环的圆心从  $b_1$  移到  $c_1$  过程中，穿过小圆环的磁通量先增加后减少
- D. 小圆环的圆心从  $a$  移到  $d$  与从  $a$  移到  $c$ ，小圆环的平均感应电动势相等

11. 如图甲所示，一均匀带电圆环放置在水平面内，取圆环中心  $O$  为原点，以垂直于环面的轴线为  $x$  轴，一带电小球从轴上  $x = x_0$  处由静止释放，小球运动过程中的动能  $E_k$  与位置  $x$  的变化关系如图乙所示，图线上  $x = x_1$  与  $x = x_2$  处的切线与  $x$  轴平行，小球在  $x_1$ 、 $x_2$  处的动能分别为  $E_1$ 、 $E_2$ ，不计空气阻力，下列说法正确的是 ( )

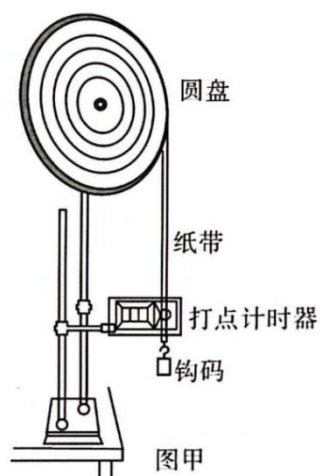


- A.  $x_1$  处与  $x_2$  处场强相同
- B. 小球从  $x_1$  运动到  $x_2$ ，电势能增加  $E_1 - E_2$
- C. 小球从  $x_1$  运动到  $x_2$ ，加速度先增大后减小
- D. 小球从  $x_0$  运动到  $O$  点，电势能与重力势能之和先减小后增大

## 二、非选择题：本题共 5 小题，共 56 分。

12. (7 分)

某实验小组利用图甲所示装置测量角速度等物理量，实验过程如下：

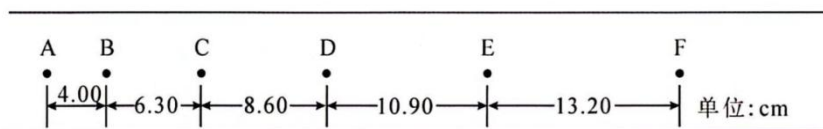


i. 按照图甲安装实验装置；

ii. 将纸带沿着圆盘缠绕一圈，用笔做好记号，将这一圈纸带取下来，沿着米尺展开，测得其长度为 78.50cm；

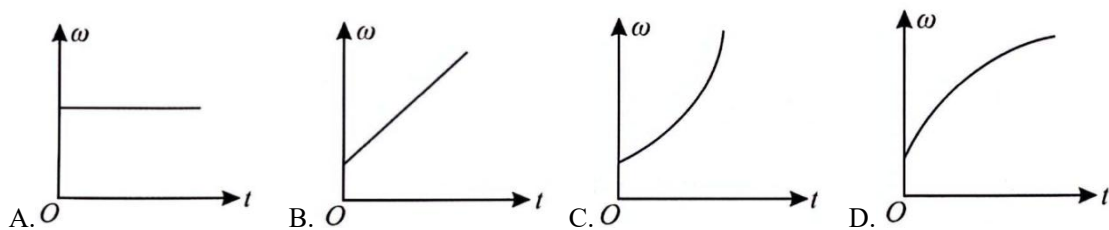
iii. 让纸带穿过打点计时器的限位孔，纸带上端用双面胶粘在圆盘上，下端连接一钩码。调节圆盘和打点计时器的相对位置，使圆盘所在的竖直面与打点计时器限位孔所在的竖直面垂直，保证纸带竖直悬挂；

iv. 转动圆盘，让部分纸带缠绕在圆盘上。接通电源，释放纸带，钩码通过纸带带动圆盘顺时针转动。实验得到的一段纸带如图乙所示，纸带上相邻计数点之间还有 4 个点未画出。已知打点计时器打点的周期为 0.02s， $\pi$  取 3.14。以下计算结果均保留 3 位有效数字。



图乙

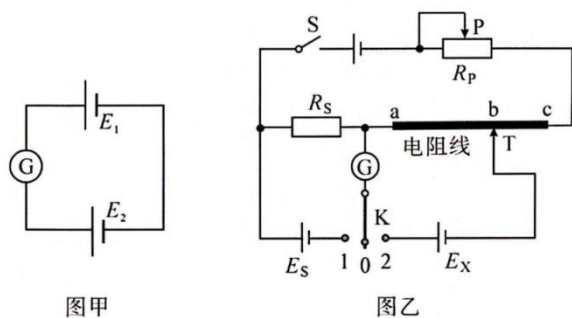
- (1) 在打出  $AB$  段纸带的时间内，钩码平均速度大小是\_\_\_\_\_ m/s
- (2) 在打出  $C$  点时，钩码速度大小是\_\_\_\_\_ m/s，圆盘转动的角速度大小是\_\_\_\_\_ rad/s；
- (3) 在打出  $AF$  段纸带的时间内，关于圆盘转动的角速度大小随时间的变化关系，下列可能正确的是\_\_\_\_\_。



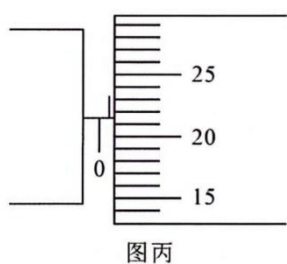
13. (9 分)

某实验小组通过查阅课外书了解到在如图甲所示的电路中，当两个电池的电动势相等，即  $E_1 = E_2$  时，灵敏电流计  $G$  示数为 0。

受此启发，他们从实验室中找来一些器材，设计了如图乙所示电路来测量一待测电源的电动势  $E_x$ 。图乙中，标准电源的电动势  $E_s$  和定值电阻的阻值  $R_s$  均为已知量， $G$  为灵敏电流计， $ac$  为一根粗细均匀的电阻线， $T$  为滑动触头，可在电阻线上移动，触点为  $b$ 。请回答下列问题：



(1) 查询教材可知电阻线的电阻率为  $\rho$ ，用螺旋测微器测量电阻线的横截面直径  $D$  如图丙所示，则  $D =$  \_\_\_\_\_ mm；



(2) 按图乙连接实物电路。单刀多掷开关  $K$  从 “0” 挡调到 “1” 挡，再调节滑动变阻器  $R_p$  的滑片  $P$ ，使灵敏电流计  $G$  示数为 0，此时，标准电源的内阻两端电压是 \_\_\_\_\_，定值电阻  $R_s$  两端电压是 \_\_\_\_\_，通过定值电阻  $R_s$  的电流强度是 \_\_\_\_\_。

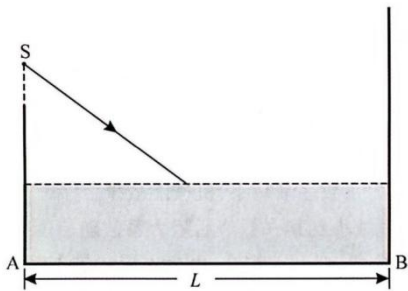
(3) 保持滑动变阻器  $R_p$  的滑片  $P$  不动，将  $K$  置于 “2” 挡，调节 \_\_\_\_\_，使灵敏电流计  $G$  示数为 0，并测量 \_\_\_\_\_。用已知量和测量的符号表示待测电源的电动势为  $E_x =$  \_\_\_\_\_。

14. (9 分)

如图所示，长方体容器底部涂有镜面反光漆，盛水后置于水平桌面上，竖直光屏固定在容器的右侧面，容器底

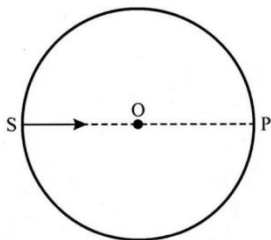


面边长  $AB$  为  $L = 0.9\text{m}$ ，在  $A$  点正上方高度  $H = 0.5\text{m}$  处有一激光源  $S$ ，从  $S$  发出的一束激光以入射角  $i = 53^\circ$  射入水中，经镜面反光漆反射后再从水中射出，打在光屏上的  $P$  点（图中未画出）。已知水深  $h = 0.2\text{m}$ ，水的折射率  $n = \frac{4}{3}$ ， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ ，不计容器壁厚度，求  $P$ 、 $B$  间的距离。

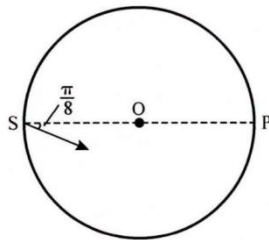


15. (15 分)

如图所示，一刚性的固定光滑圆环圆心为  $O$ ，半径为  $R$ ， $SP$  为直径，其内部充满匀强磁场，磁场方向垂直于圆面指向纸外。一带正电粒子沿垂直于磁场方向从  $S$  点射入磁场，在  $P$  点，圆环上有一小孔，只要粒子到达  $P$  点，粒子便从小孔穿出磁场区域。已知粒子在磁场中做圆周运动的周期为  $T$ ，粒子与圆环的每次碰撞都是极为短暂的弹性碰撞，且粒子电荷量保持不变，不计粒子重力。



图甲



图乙

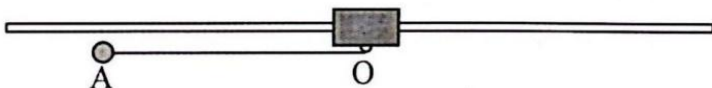
(1) 如图甲所示，若粒子沿  $SP$  方向射入，与圆环仅发生 1 次碰撞后从  $P$  点射出，求粒子射入磁场时速度的大小；

(2) 如图甲所示，若粒子沿  $SP$  方向射入，仅在  $SP$  的一侧运动，最后从  $P$  点射出，求粒子射入磁场时速度的大小；

(3) 如图乙所示，粒子斜向下射入方向与  $SP$  的夹角为  $\frac{\pi}{8}$ ，与圆环碰撞 3 次后从  $P$  点射出，求粒子射入磁场时速度的大小。（结果用  $\frac{\pi}{8}$  的三角函数表示）

16. (16 分)

如图所示，在水平地面上方固定一足够长水平轨道，质量为  $M$  的滑块套在水平轨道上，一不可伸长的轻绳一端固定在滑块底部  $O$  点，另一端连接质量为  $m$  的小球。已知  $O$  点到地面的高度为  $H$ ，重力加速度大小为  $g$ ，不计小球与滑块受到的空气阻力。现将小球拉至与  $O$  点等高的  $A$  处（ $A$  在水平轨道正下方），轻绳伸直后由静止释放。



(1) 若水平轨道光滑, 轻绳 OA 长度为  $\frac{H}{2}$ , 当小球摆动到最低点时, 迅速剪断轻绳, 小球运动一段时间后落地 (不反弹), 小球落地时与滑块间的水平距离是多少?

(2) 若水平轨道粗糙, 滑块受到的最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 小球在摆动过程中, 滑块始终保持静止;

i. 当小球所受重力的功率最大时, 轻绳与水平方向的夹角的正弦值是多少?

ii. 滑块与水平轨道间的动摩擦因数至少是多少?

## 武汉市 2023 届高中毕业生四月调研考试

### 物理试卷答案及评分参考

一、选择题: 本题共 11 小题, 每小题 4 分, 共 44 分.

1.A 2.A 3.D 4.D 5.B 6.B 7.C 8.BC 9.AD 10.AB 11.AC

二、非选择题: 本题共 5 小题, 共 56 分。

12. (7 分)

(1) 0.400 1 分

(2) 0.745 5.96 4 分

(3) B 2 分

13. (9 分)

(1) 0.715 2 分

(2) 0  $E_s$   $\frac{E_s}{R_s}$  3 分

(3) 滑动触头 T  $ab$  段电阻线的长度  $L$   $\frac{4\rho LE_s}{\pi D^2 R_s}$  4 分

14. (9 分)

光路如图所示, 根据折射定律, 有  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  ① 2 分

根据几何关系, 有

$\overline{AD} + 2\overline{DO} + \overline{EF} = L$  ② 1 分

$\overline{AD} = (H - h)\tan i$  ③ 1 分

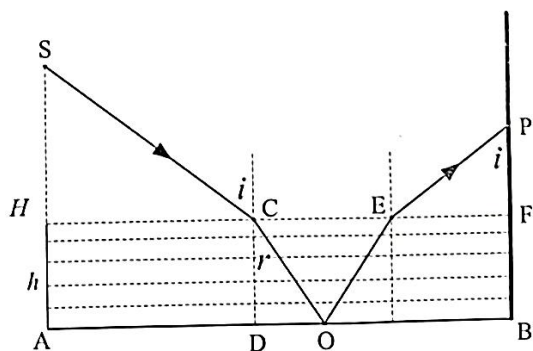
$\overline{DO} = h\tan r$  ④ 1 分

$\overline{EF} = \overline{PF}\tan i$  ⑤ 1 分

$\overline{PB} = \overline{PF} + h$  ⑥ 1 分

联立解得  $\overline{PB} = 0.35\text{m}$  ⑦ 2 分





15. (15 分)

(1) 设粒子射入磁场时速度大小为  $v_1$ , 在磁场中做匀速圆周运动的半径为  $r_1$ , 有

$$qv_1B = \frac{mv_1^2}{r_1} \quad \text{①} \quad 1 \text{ 分}$$

粒子在  $A$  点与圆环发生第 1 次碰撞, 有

$$r_1 = R \quad \text{②} \quad 1 \text{ 分}$$

粒子做圆周运动周期为  $T$ , 有  $T = \frac{2\pi m}{qB}$  ③ 1 分

$$\text{联立解得 } v_1 = \frac{2\pi R}{T} \quad \text{④} \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 设粒子射入磁场时速度大小为  $v_2$ , 在磁场中做匀速圆周运动的半径为  $r_2$ , 有

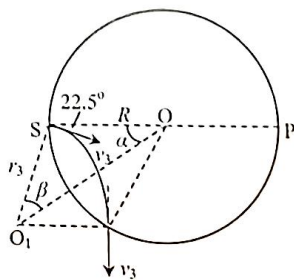
$$qv_2B = \frac{mv_2^2}{r_2} \quad \text{⑤} \quad 1 \text{ 分}$$

粒子从  $S$  点射入, 从  $P$  点射出, 设粒子与圆环碰撞  $N$  次, 将半圆  $SP$  等分为  $N+1$  段, 每段所对的圆心角为  $\theta$ ,

$$\text{有 } (N+1)\theta = \pi \quad (N=1, 2, 3, 4, \dots) \quad \text{⑥} \quad 2 \text{ 分}$$

根据几何关系, 有  $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{r_2}{R}$  ⑦ 1 分

$$\text{联立解得 } v_2 = \frac{2\pi R}{T} \tan \frac{\pi}{2(N+1)} \quad (N=1, 2, 3, 4, \dots) \quad \text{⑧} \quad 1 \text{ 分}$$



(3) 如图所示, 设粒子绕圆心  $O$  转动的圈数为  $k$ , 已知粒子与圆环碰撞次数  $n=3$ , 有

$$2\alpha \cdot (n+1) = (2k+1)\pi \quad (k=0, 1, 2, 3, \dots) \quad \textcircled{9} \quad 1 \text{ 分}$$

根据几何关系, 有  $\frac{\pi}{8} + \alpha + \beta = \frac{\pi}{2} \quad \textcircled{10} \quad 1 \text{ 分}$

联立⑨⑩解得  $\beta = \frac{1-k}{4}\pi \quad \textcircled{11} \quad 1 \text{ 分}$

根据  $0 < \beta < \frac{\pi}{2}$ , 联立解得

$$k=0, \quad \alpha = \frac{\pi}{8}, \quad \beta = \frac{\pi}{4}$$

设粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为  $r_3$ , 在  $\triangle SOO_1$  中, 根据正弦定理, 有

$$r_3 \sin \beta = R \sin \alpha \quad \textcircled{12} \quad 1 \text{ 分}$$

设粒子在磁场中做匀速圆周运动的速度大小为  $v_3$ , 有  $qv_3 B = \frac{mv_3^2}{r_3} \quad \textcircled{13} \quad 1 \text{ 分}$

联立解得  $v_3 = \frac{2\sqrt{2}\pi R}{T} \sin \frac{\pi}{8} \quad \textcircled{14} \quad 1 \text{ 分}$

16. (16 分) (1) 设小球摆到最低点时速度大小为  $v_1$ , 滑块速度大小为  $v_2$ , 根据水平方向系统动量守恒, 有

$$mv_1 = Mv_2 \quad \textcircled{1} \quad 1 \text{ 分}$$

根据系统机械能守恒, 有  $mg \cdot \frac{H}{2} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_2^2 \quad \textcircled{2} \quad 1 \text{ 分}$

剪断轻绳后, 滑块做匀速运动, 小球做平抛运动, 经时间  $t$  落地, 有

$$H - \frac{H}{2} = \frac{1}{2}gt^2 \quad \textcircled{3} \quad 1 \text{ 分}$$

小球落地时与滑块间的水平距离  $d = (v_1 + v_2)t \quad \textcircled{4} \quad 2 \text{ 分}$

联立解得  $d = H\sqrt{\frac{m+M}{M}} \quad \textcircled{5} \quad 1 \text{ 分}$

(2) 设轻绳长度为  $L$ , 轻绳与水平方向夹角为  $\theta$  时, 绳中张力为  $F$ , 小球速度为  $v$ 。

对小球, 根据动能定理, 有  $mgL\sin\theta = \frac{1}{2}mv^2 \quad \textcircled{6} \quad 1 \text{ 分}$

根据牛顿第二定律, 有  $F - mg\sin\theta = m\frac{v^2}{L} \quad \textcircled{7} \quad 1 \text{ 分}$

小球重力的功率  $P_G = mgv_y \quad \textcircled{8} \quad 1 \text{ 分}$

重力功率最大时, 小球速度的竖直分量  $v_y$  最大, 即小球加速度的竖直分量  $a_y = 0$ , 则

$$F\sin\theta = mg \text{ ⑨ } \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{联立解得 } \sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ ⑩ } \quad 1 \text{ 分}$$

ii.对滑块，根据力的平衡，有

$$\text{水平方向 } F_f = F\cos\theta \text{ ⑪ } \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{竖直方向 } F_N = Mg + F\sin\theta \text{ ⑫ } \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{滑块始终保持静止，有 } F_f \leq \mu F_N \text{ ⑬ } \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{联立解得 } \frac{3}{2}m(\sin 2\theta + \mu \cos 2\theta) \leq \mu \left( M + \frac{3}{2}m \right) \text{ ⑭ } \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{则 } \frac{3}{2}m\sqrt{1+\mu^2} \leq \mu \left( M + \frac{3}{2}m \right)$$

$$\text{解得 } \mu \geq \frac{3m}{2\sqrt{M(M+3m)}} \text{ ⑮ } \quad 1 \text{ 分}$$

