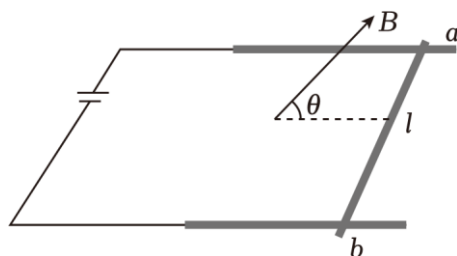


## 2022-2023 学年江苏省无锡市普通高中高二（下）期末物理试卷

一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意）

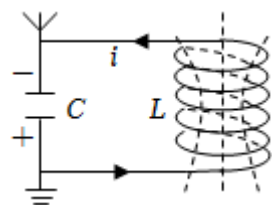
- 1.（4 分）如图所示，金属杆  $ab$  处在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，磁场方向与导轨平面成  $\theta$  角斜向上， $ab$  静止于水平导轨上。则关于金属杆所受安培力的方向，下列说法中正确的是（ ）



- A. 水平向左      B. 水平向右      C. 斜向上方      D. 斜向下方
- 2.（4 分）第一个人工放射性同位素  $^{30}_{15}\text{P}$ ，是由约里奥-居里夫妇用  $\alpha$  粒子轰击铝箔获得的，其核反应方程为  $^4_2\text{He} + ^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow X + ^{30}_{15}\text{P}$ ，其中  $X$  是（ ）
- A. 电子      B. 正电子      C. 质子      D. 中子
- 3.（4 分）如图所示，水黾静止在水面上。除重力外，水黾还受到的力有（ ）

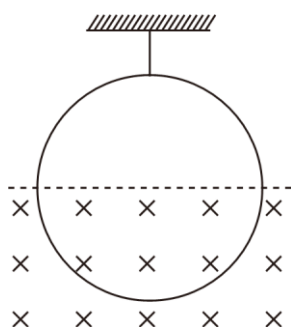


- A. 水面的支持力      B. 水的浮力
- C. 水的表面张力      D. 以上三个都有
- 4.（4 分）如图所示是电磁波发射的 LC 电磁振荡电路，某时刻电路中已形成如图所示方向的电流，此时电容器的上极板带负电。则以下说法正确的是（ ）

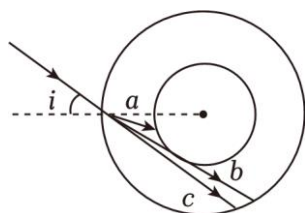


- A. 线圈中的磁场向上且正在减弱
- B. 电容器中的电场向上且正在增强
- C. 该时刻电路中的电流减小
- D. 若在线圈中插入铁芯，则发射电磁波的频率变小

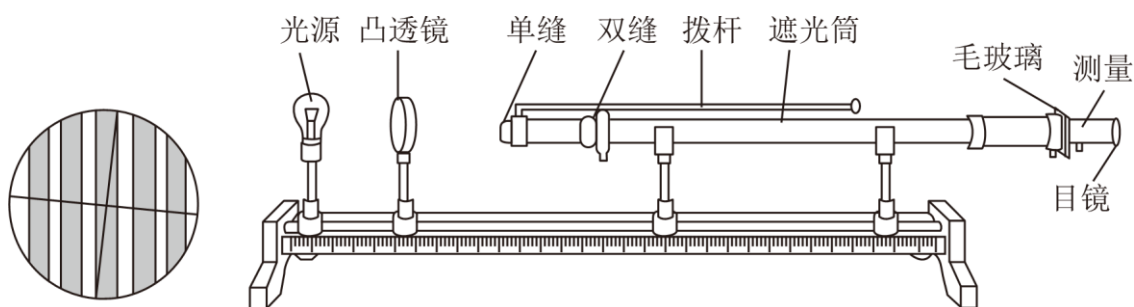
- 5.（4分）如图所示，质量为  $m$  的金属环用线悬挂起来，金属环有一半处于水平且与环面垂直的匀强磁场中，磁感应强度均匀减小，则在磁感应强度均匀减小的过程中，关于线拉力大小的下列说法中正确的是（ ）



- A. 大于环重力  $mg$ ，并逐渐增大  
 B. 大于环重力  $mg$ ，并逐渐减小  
 C. 小于环重力  $mg$ ，并逐渐减小  
 D. 小于环重力  $mg$ ，并逐渐增大
- 6.（4分）如图为一用透明材料做成的中心是空腔的球，其中空心部分半径与球的半径之比为  $1:2$ ，一细光束以  $i=45^\circ$  的入射角射入球中，其中折射光线  $b$  刚好与内壁相切，则下列说法正确的是（ ）



- A.  $a$  光的折射率小于  $\sqrt{2}$   
 B.  $c$  光的折射率小于  $\sqrt{2}$   
 C.  $b$  光线在空腔外表面可能发生全反射  
 D.  $c$  光线在空腔外表面可能发生全反射
- 7.（4分）如图所示，在“用双缝干涉测光的波长”实验中，下列说法正确的是（ ）

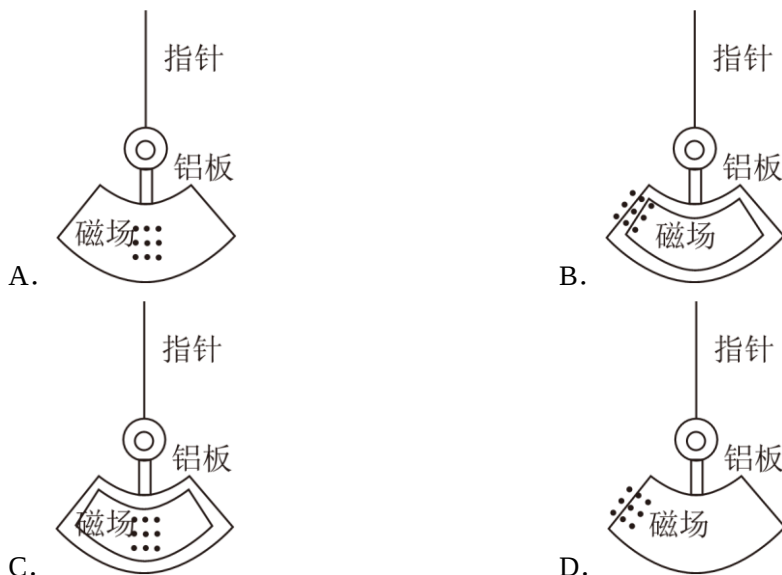


- A. 滤光片应置于单缝和双缝之间  
 B. 拨杆的作用是调节单缝的宽度

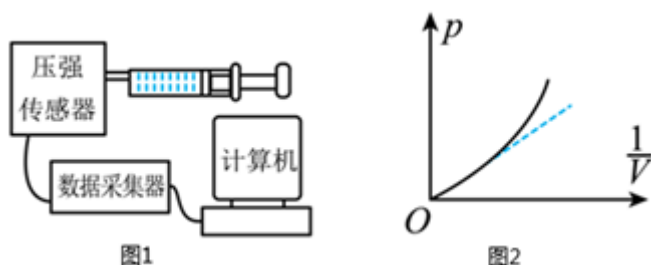
C. 实验中将 6 个条纹间距误数成 7 个，则波长测量值将偏小

D. 如图，若通过目镜发现里面的亮条纹与分划板竖线未对齐，可通过旋转双缝进行调整

8. (4 分) 某研究小组制作了一仪表，发现指针在示数附近的摆动很难停下，使读数变得困难。在指针转轴上装上扇形铝板或扇形铝框，在合适区域加上磁场，可以解决此困难。下列方案合理的是 ( )

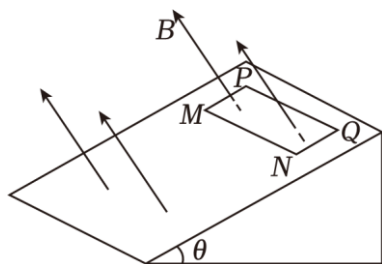


9. (4 分) “用 DIS 研究在温度不变时，一定质量气体压强与体积关系”的实验装置如图 1 所示。小张同学在实验中缓慢推动活塞，根据实验数据作出  $p - \frac{1}{V}$  图线如图 2 所示，图线弯曲的可能原因是 ( )



- A. 活塞与筒壁间存在摩擦  
B. 实验中用手握住了注射器前端  
C. 未在注射器活塞上涂润滑油  
D. 压强传感器与注射器的连接处漏气

10. (4 分) 如图所示，在倾角为  $\theta$  的光滑斜面上放置着单匝矩形金属线框，其中 MN 长为  $L_1$ ，PM 长为  $L_2$ ，金属线框的质量为  $m$ ，其电阻恒为  $R$ ，垂直于斜面向上的匀强磁场的磁感应强度  $B$  随时间的变化规律为  $B = B_0 + kt$  (其中  $B_0$ 、 $k$  均大于零)。  $t = 0$  时刻将线框由斜面顶端静止释放，若斜面很长，不计空气阻力，重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是 ( )



- A. 线框先加速运动最后匀速运动
- B. 线框产生的焦耳热等于机械能的减少量
- C.  $t=t_0$  时线框的热功率为  $\frac{(L_1 L_2 k)^2}{R}$
- D.  $t=t_0$  时重力的瞬时功率为  $mg^2 t_0 \sin \theta$

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。其中第 12 题～第 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；有数值计算时，答案中必须写出数值和单位。

11. (12 分) 在“用油膜法估测油酸分子的大小”的实验中，有下列实验步骤：

- ①往浅盆里倒入适量的水，待水面稳定后将适量的痱子粉均匀地撒在水面上。
- ②用注射器将事先配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待油膜形状稳定。
- ③将玻璃板平放在坐标纸上，计算出油膜的面积，从而估算出油酸分子直径的大小。
- ④将 8mL 的油酸溶于酒精中制成  $10^4$ mL 的油酸酒精溶液，用注射器将溶液一滴一滴的滴入量筒中，每滴入 100 滴，量筒内的溶液增加 1mL。
- ⑤将玻璃板放在浅盘上，然后将油膜的形状用彩笔描绘在玻璃板上。

(1) 上述步骤中，正确的顺序是 ④①\_\_\_\_\_ (填写步骤前面的数字，前两步已给出)；

(2) 完成本实验需要几点假设，以下假设与本实验无关的是 \_\_\_\_\_；

- A. 将油酸分子视为球形
- B. 油膜中分子沿直线排列
- C. 将油膜看成单分子层
- D. 油酸分子紧密排列无间隙

(3) 油膜形状稳定后，数得油膜所占格数约为 128 格 (已知坐标纸正方形小方格的边长为 1cm)，则可估算出油酸分子的直径约为 \_\_\_\_\_m (此空保留一位有效数字)；

(4) 实验后，某小组发现自己所测得的分子直径  $d$  明显偏小，出现这种情况的可能原因是 \_\_\_\_\_。

- A. 水面上痱子粉撒得太多，油膜没有充分展开
- B. 求每滴溶液体积时，1mL 溶液的滴数计多了

C. 将滴入的油酸酒精溶液体积作为油酸体积进行计算

D. 油酸酒精溶液久置，酒精挥发使溶液的浓度发生了变化

12. (10 分) 如图 1 所示为氢原子的能级图。一群氢原子处于量子数  $n=4$  的能级状态。

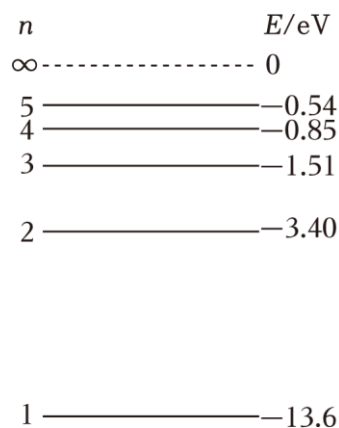


图1

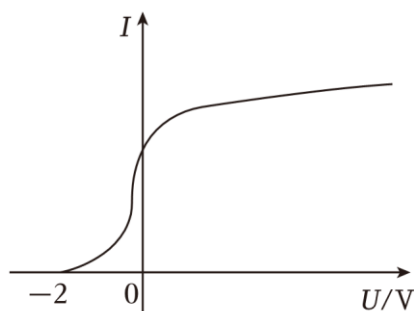


图2

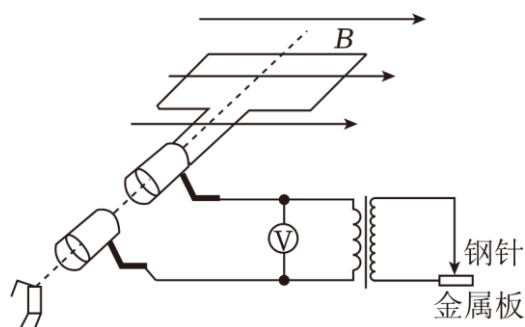
(1) 这群氢原子跃迁时能辐射出几种频率的光子？这些光子中波长最长的光子的能量为多少 eV？

(2) 用  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级辐射的光子照射某种金属，测得光电流与电压的关系如图 2 所示，求光电管阴极金属的逸出功  $W_0$ 。

13. (10 分) 科学中心某款手摇点火器原理如图所示，当钢针和金属板间瞬时电压超过 5000V 时可以产生电火花。已知匀强磁场的磁感应强度  $B$  大小为 0.2T，手摇发电机线圈的面积为  $0.25\text{m}^2$ ，共 50 匝，不计内阻。变压器为理想变压器，其原副线圈匝数比为 1: 100。求：

(1) 当线圈转速等于 2r/s 时，电压表的示数为多少？

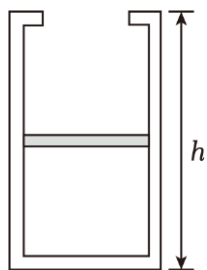
(2) 电压表的示数至少为多少，钢针和金属板间可产生电火花？



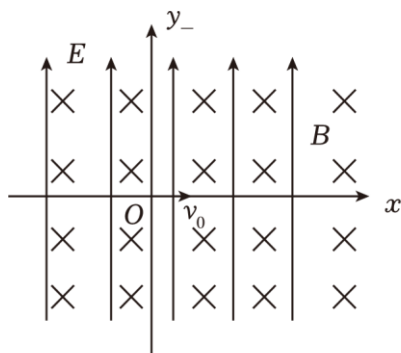
14. (13 分) 如图所示，导热性能良好的气缸放在水平面上，缸口有挡板，内部高度为  $h$ 。缸内一个厚度不计的活塞封闭一定量的理想气体，活塞的横截面积为  $S$ ，开始时活塞处于离气缸底部  $\frac{2}{3}h$  的高度，外界大气压强为  $p_0$ ，环境温度为  $T_0$ 。将气缸倒立竖直悬挂在空中，稳定时活塞离缸底的距离为  $\frac{5}{6}h$ 。活塞与气缸内壁无摩擦且不漏气，重力加速度为  $g$ 。

(1) 求活塞的质量；

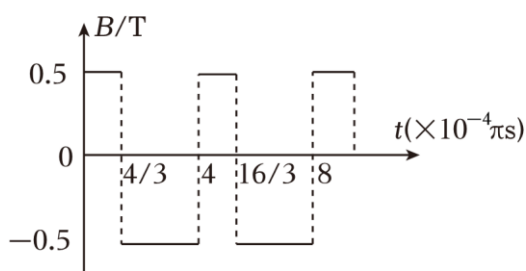
（2）在气缸正立时将环境温度缓慢升高，当温度升高至  $2T_0$  时，缸内气体的压强为多大？若已知此过程气体内能增量为  $\Delta U$ ，则此过程气体从外界吸收的热量是多少？



- 15.（15 分）如图甲所示的竖直平面坐标系  $xOy$  内，存在正交的匀强电场和匀强磁场，已知电场强度  $E = 2.0 \times 10^{-3} \text{ N/C}$ ，方向竖直向上；磁场方向垂直坐标平面，磁感应强度  $B$  大小为  $0.5 \text{ T}$ ，方向随时间按图乙所示规律变化（开始时刻，磁场方向垂直纸面向里）。 $t=0$  时刻，有一带正电的微粒以  $v_0 = 1.0 \times 10^3 \text{ m/s}$  的速度从坐标原点  $O$  沿  $x$  轴正向进入场区，恰做匀速圆周运动， $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。试求：



图甲



图乙

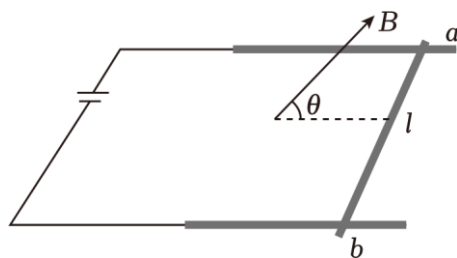
- （1）带电微粒的比荷；
- （2）带电微粒从开始时刻起经多长时间到达  $x$  轴，到达  $x$  轴上何处；
- （3）带电微粒能否返回坐标原点？如果可以，则经多长时间返回原点？

## 2022-2023 学年江苏省无锡市普通高中高二（下）期末物理试卷

### 参考答案与试题解析

#### 一、单项选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。每小题只有一个选项符合题意）

- 1.（4 分）如图所示，金属杆  $ab$  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， $ab$  静止于水平导轨上。则关于金属杆所受安培力的方向，下列说法中正确的是（ ）

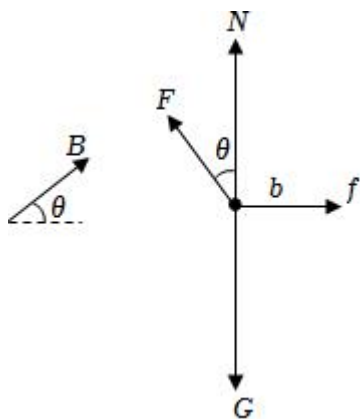


- A. 水平向左      B. 水平向右      C. 斜向上方      D. 斜向下方

【答案】C

【分析】根据左手定则判断安培力方向。

【解答】解：根据左手定则可知，金属杆所受安培力垂直于杆斜向上方，受力如图所示：



故 ABD 错误，C 正确。

故选：C。

- 2.（4 分）第一个人工放射性同位素  $^{30}_{15}\text{P}$ ，是由约里奥—居里夫妇用  $\alpha$  粒子轰击铝箔获得的，其核反应方

程为  $^4_2\text{He} + ^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow X + ^{30}_{15}\text{P}$ ，其中  $X$  是（ ）

- A. 电子      B. 正电子      C. 质子      D. 中子

【答案】D

【分析】核反应过程遵循质量数和电荷数守恒，据此分析作答；

【解答】解：设 X 的质量数为 A，电荷数为 Z

根据质量数守恒  $4+27=A+30$ ，解得  $A=1$

根据电荷数守恒  $2+13=Z+15$ ，解得  $Z=0$

因此，X 为中子，故 D 正确，ABC 错误。

故选：D。

- 3.（4 分）如图所示，水黾静止在水面上．除重力外，水黾还受到的力有（ ）



- A. 水面的支持力  
B. 水的浮力  
C. 水的表面张力  
D. 以上三个都有

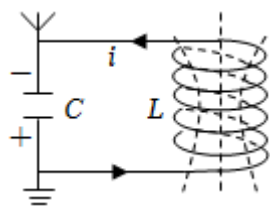
【答案】A

【分析】根据浮力、弹力和表面张力的特点分析水黾是否会受到这些力。

【解答】解：除重力外，水黾还受到水面的支持力，浸在水中或部分浸在水中时才受浮力，水黾静止在水面上故不受浮力，水的表面张力是表面层内的分子力的宏观表现，水的表面张力并不作用在水黾，故 BCD 错误，A 正确。

故选：A。

- 4.（4 分）如图所示是电磁波发射的 LC 电磁振荡电路，某时刻电路中正形成如图所示方向的电流，此时电容器的上极板带负电．则以下说法正确的是（ ）



- A. 线圈中的磁场向上且正在减弱  
B. 电容器中的电场向上且正在增强  
C. 该时刻电路中的电流减小  
D. 若在线圈中插入铁芯，则发射电磁波的频率变小

【答案】D

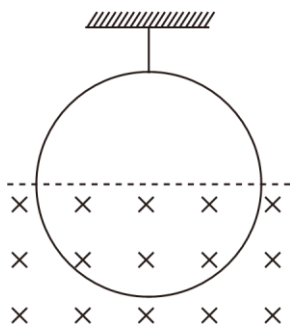
【分析】由回路中电流方向结合电容器的极板带电情况，判断电容器的充放电情况；电容器放电时电流

是增大的，电场减弱，磁场增强；根据  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，判断发射电磁波的频率变化。

【解答】解：ABC、由图可知电流由电容器的带正电的下极板经过线圈到电容器的上极板，可得电容器正在放电，其所带的电荷量减小，两极板间电压减小，电容器中的电场向上且正在减弱。电场能转化为磁场能，可知电流在增大，线圈中的磁场正在增强，由安培定则判断线圈中的磁场向上。故 ABC 错误；D、在线圈中插入铁芯，则线圈的自感系数变大，根据  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，因 L 变大，故发射电磁波的频率变小，故 D 正确。

故选：D。

- 5.（4分）如图所示，质量为  $m$  的金属环用线悬挂起来，金属环有一半处于水平且与环面垂直的匀强磁场中，磁感应强度均匀减小，则在磁感应强度均匀减小的过程中，关于线拉力大小的下列说法中正确的是（ ）



- A. 大于环重力  $mg$ ，并逐渐增大  
B. 大于环重力  $mg$ ，并逐渐减小  
C. 小于环重力  $mg$ ，并逐渐减小  
D. 小于环重力  $mg$ ，并逐渐增大

【答案】B

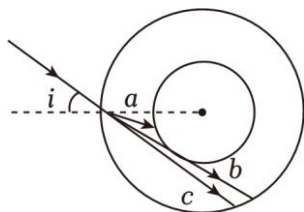
【分析】磁感应强度均匀减小，穿过回路的磁通量均匀减小，回路中产生恒定的电流，由左手定则可确定安培力的方向，再根据安培力  $F = BIL$ ，分析安培力的变化，由平衡条件即可求解。

【解答】解：磁感应强度均匀减小，穿过回路的磁通量均匀减小，根据法拉第电磁感应定律得知，回路中产生恒定的电动势，感应电流也恒定不变。由楞次定律可知，感应电流方向：顺时针，再由左手定则可得，安培力的合力方向：竖直向下。ab 棒所受的安培力  $F = BIL$ ，可知安培力  $F$  均匀减小，且方向向下，金属环 ab 始终保持静止，则拉力大于重力，由于磁感应强度均匀减小。所以拉力的大小也逐渐减小，故 B 正确，ACD 均错误。

故选：B。

- 6.（4分）如图为一用透明材料做成的中心是空腔的球，其中空心部分半径与球的半径之比为 1：2，一细

光束以  $i=45^\circ$  的入射角射入球中，其中折射光线 b 刚好与内壁相切，则下列说法正确的是（ ）



- A. a 光的折射率小于  $\sqrt{2}$
- B. c 光的折射率小于  $\sqrt{2}$
- C. b 光线在空腔外表面可能发生全反射
- D. c 光线在空腔外表面可能发生全反射

【答案】B

【分析】根据折射定律  $n = \frac{\sin i}{\sin \theta}$ ，结合折射率关系和几何光路，确定光的频率大小，根据光路的可逆性分析 CD。

【解答】解：AB. 令内圆半径为  $R$ ，则外圆半径为  $2R$ ，由于折射光线 b 刚好与内壁相切，令其折射角为  $\theta$ ，根据几何关系有

$$\sin \theta = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}$$

解得

$$\theta = 30^\circ$$

则光线 b 的折射率为

$$n_b = \frac{\sin i}{\sin \theta} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

根据图像可知，三种光线的入射角相等，折射角

$$\theta_a < \theta_b < \theta_c$$

则有

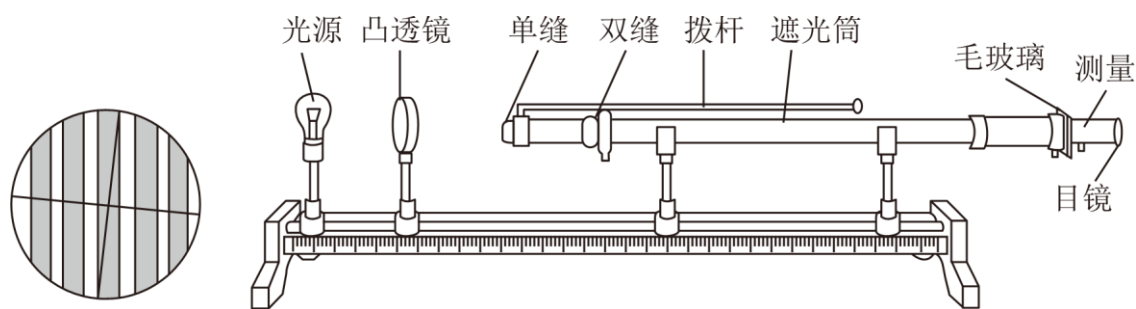
$$n_a > n_b > n_c$$

即 a 光的折射率大于  $\sqrt{2}$ ，c 光的折射率小于  $\sqrt{2}$ ，故 A 错误，B 正确；

CD. 对于 b、c 光线，根据几何关系可知从空气进入透明材料的折射角与从透明材料进入空气的入射角相等，根据光路可逆原理可知，b、c 光线在空腔外表面均不能发生全反射，故 CD 错误。

故选：B。

7.（4 分）如图所示，在“用双缝干涉测光的波长”实验中，下列说法正确的是（ ）



- A. 滤光片应置于单缝和双缝之间
- B. 拨杆的作用是调节单缝的宽度
- C. 实验中将 6 个条纹间距误数成 7 个，则波长测量值将偏小
- D. 如图，若通过目镜发现里面的亮条纹与分划板竖线未对齐，可通过旋转双缝进行调整

【答案】C

【分析】根据实验中各光学元件的作用分析判断；根据相邻明条纹中心间距分析判断，根据测量头的工作原理分析判断。

【解答】解：A. 滤光片应置于凸透镜和单缝之间，使复色光变成单色光，故 A 错误；

B. 拨杆的作用是调节单缝的方向，故 B 错误

C. 实验中将 6 个条纹间距误数成 7 个，根据  $\Delta x = \frac{a}{n-1}$  可知相邻明条纹中心间距将减小，根据  $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$  可知波长测量值将偏小，故 C 正确；

D. 如图，若通过目镜发现里面的亮条纹与分划板竖线未对齐，可通过测量头手轮进行调整，故 D 错误。

故选：C。

8. （4 分）某研究小组制作了一仪表，发现指针在示数附近的摆动很难停下，使读数变得困难。在指针转轴上装上扇形铝板或扇形铝框，在合适区域加上磁场，可以解决此困难。下列方案合理的是（ ）





【答案】A

【分析】在指针转轴上装上扇形铝板或扇形铝框，在合适区域加上磁场，目的是使扇形铝板或扇形铝框在磁场中运动时产生涡流，进而产生电磁阻尼，使指针在示数附近的摆动很快停下，据此分析选择。

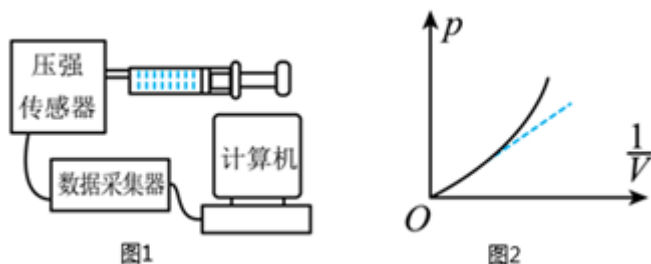
【解答】解：A、铝板运动时，在铝板中会产生涡流，安培力阻碍铝板运动。产生电磁阻尼现象，指针在示数附近的摆动很快停下，故 A 正确；

BC、当扇形铝框在不切割磁感线的位置附近摆动时，不会产生电磁感应现象，没有安培力阻碍铝框运动，指针在示数附近的摆动很难停下，故 BC 错误；

D、当铝板不在磁场区域运动时，不会产生涡流，有安培力阻碍铝板运动，指针在示数附近的摆动停下，故 D 错误。

故选：A。

- 9.（4 分）“用 DIS 研究在温度不变时，一定质量气体压强与体积关系”的实验装置如图 1 所示。小张同学在实验中缓慢推动活塞，根据实验数据作出  $p - \frac{1}{V}$  图线如图 2 所示，图线弯曲的可能原因是（ ）



- A. 活塞与筒壁间存在摩擦
- B. 实验中用手握住了注射器前端
- C. 未在注射器活塞上涂润滑油
- D. 压强传感器与注射器的连接处漏气

【答案】B

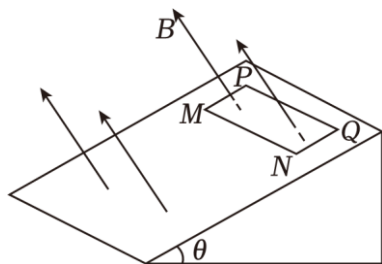
【分析】根据一定质量的理想气体状态方程结合图像的物理意义完成分析。

【解答】解：根据一定质量的理想气体公式  $pV = CT$  可知，图像的斜率  $k = CT$ ，根据图像可知，图像的斜率增大，则气体的质量变大或者温度升高，而活塞与筒壁间存在摩擦不会影响实验的进行，故 B 正

确，ACD 错误；

故选：B。

10. (4 分) 如图所示，在倾角为  $\theta$  的光滑斜面上放置着单匝矩形金属线框，其中 MN 长为  $L_1$ ，PM 长为  $L_2$ ，金属线框的质量为  $m$ ，其电阻恒为  $R$ ，垂直于斜面向上的匀强磁场的磁感应强度  $B$  随时间的变化规律为  $B=B_0+kt$ （其中  $B_0$ 、 $k$  均大于零）。 $t=0$  时刻将线框由斜面顶端静止释放，若斜面很长，不计空气阻力，重力加速度为  $g$ 。下列说法正确的是（ ）



- A. 线框先加速运动最后匀速运动  
 B. 线框产生的焦耳热等于机械能的减少量  
 C.  $t=t_0$  时线框的热功率为  $\frac{(L_1 L_2 k)^2}{R}$   
 D.  $t=t_0$  时重力的瞬时功率为  $mg^2 t_0 \sin \theta$

【答案】C

【分析】线框上下两边所受的安培力大小相等，方向相反，线框做匀加速直线运动；

线框在运动过程中只有重力做功，机械能守恒；

根据法拉第电磁感应定律得感应电动势大小，根据电功率的计算公式求解  $t=t_0$  时线框的热功率；

根据牛顿第二定律、运动学公式求解  $t=t_0$  时线框的速度大小，根据功率与速度的关系求解重力的瞬时功率。

【解答】解：A、线框上下两边所受的安培力大小相等，方向相反，可以知道线框所受的合力大小恒定，线框做匀加速直线运动，故 A 错误；

B、对于线框，在运动过程中只有重力做功，机械能守恒，根据能量守恒定律知，磁场能转化为焦耳热，故 B 错误；

C、根据法拉第电磁感应定律得感应电动势大小为： $E=\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}L_1 L_2=kL_1 L_2$

$t=t_0$  时线框的热功率为： $P=\frac{E^2}{R}=\frac{(L_1 L_2 k)^2}{R}$ ，故 C 正确；

D、根据牛顿第二定律可得线框下滑的加速度大小为： $a=g \sin \theta$

$t=t_0$  时线框的速度大小为： $v=at_0=gt_0\sin\theta$

重力的瞬时功率为： $P_{\text{重力}}=mgv\sin\theta=mg^2t_0\sin^2\theta$ ，故 D 错误。

故选：C。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。其中第 12 题～第 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；有数值计算时，答案中必须写出数值和单位。

11.（12 分）在“用油膜法估测油酸分子的大小”的实验中，有下列实验步骤：

- ①往浅盆里倒入适量的水，待水面稳定后将适量的痼子粉均匀地撒在水面上。
- ②用注射器将事先配好的油酸酒精溶液滴一滴在水面上，待油膜形状稳定。
- ③将玻璃板平放在坐标纸上，计算出油膜的面积，从而估算出油酸分子直径的大小。
- ④将 8mL 的油酸溶于酒精中制成  $10^4\text{mL}$  的油酸酒精溶液，用注射器将溶液一滴一滴的滴入量筒中，每滴入 100 滴，量筒内的溶液增加 1mL。
- ⑤将玻璃板放在浅盘上，然后将油膜的形状用彩笔描绘在玻璃板上。

（1）上述步骤中，正确的顺序是 ④① ②⑤③ （填写步骤前面的数字，前两步已给出）；

（2）完成本实验需要几点假设，以下假设与本实验无关的是 B；

- A. 将油酸分子视为球形
- B. 油膜中分子沿直线排列
- C. 将油膜看成单分子层
- D. 油酸分子紧密排列无间隙

（3）油膜形状稳定后，数得油膜所占格数约为 128 格（已知坐标纸正方形小方格的边长为 1cm），则可估算出油酸分子的直径约为  $6\times 10^{-10}$  m（此空保留一位有效数字）；

（4）实验后，某小组发现自己所测得的分子直径  $d$  明显偏小，出现这种情况的可能原因是 BD。

- A. 水面上痼子粉撒得太多，油膜没有充分展开
- B. 求每滴溶液体积时，1mL 溶液的滴数计多了
- C. 将滴入的油酸酒精溶液体积作为油酸体积进行计算
- D. 油酸酒精溶液久置，酒精挥发使溶液的浓度发生了变化

【答案】（1）②⑤③；（2）B；（3） $6\times 10^{-10}$ ；（4）BD

【分析】（1）根据实验的操作原理和方法安排实验步骤；

（2）根据实验原理分析无关假设；

（3）采用估算的方法求油膜的面积，通过数正方形的个数，近似算出油酸膜的面积，根据浓度按比例算出纯油酸的体积；

(4) 根据计算油酸分子直径公式  $d = \frac{V}{S}$  分析，结果偏大的可能原因。

**【解答】**解：(1) “油膜法估测油酸分子的大小”实验步骤为：配置油酸酒精溶液 (④) → 准备浅水盆，撒上痱子粉 (②) → 滴入油酸酒精溶液，形成油膜 (②) → 描绘油膜边缘 (⑤) → 测量油膜面积，计算分子直径 (③)，故正确顺序为：④①②⑤③；

(2) 该实验中的理想化假设是：把在水面上尽可能扩散开的油膜视为单分子油膜；不需要考虑分子间隙，把形成油膜的分子看作紧密排列的球形分子；将油酸分子视为球体模型，与本实验无关的是 B，故选 B。

(3) 一滴油酸酒精溶液的体积为

$$V_0 = \frac{1}{100} \text{mL}$$

一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积为

$$V_1 = \frac{8}{10^4} \times \frac{1}{100} \text{mL} = 8 \times 10^{-6} \text{mL} = 8 \times 10^{-12} \text{L}$$

油膜所占格数约为 128 格，故油膜的面积为

$$S = 128 \times 1 \times 1 \text{cm}^2 = 128 \text{cm}^2 = 0.0128 \text{m}^2$$

油酸分子的直径

$$d = \frac{V_1}{S} = \frac{8 \times 10^{-12}}{0.0128} \text{m} \approx 6 \times 10^{-10} \text{m};$$

(4) A.水面上痱子粉撒得太多，油膜没有充分展开，则测量的面积 S 偏小，导致结果偏大，故 A 错误；

B.求每滴溶液体积时，1mL 溶液的滴数计多了，则一滴油酸的体积减小了，会导致计算结果偏小，故 B 正确；

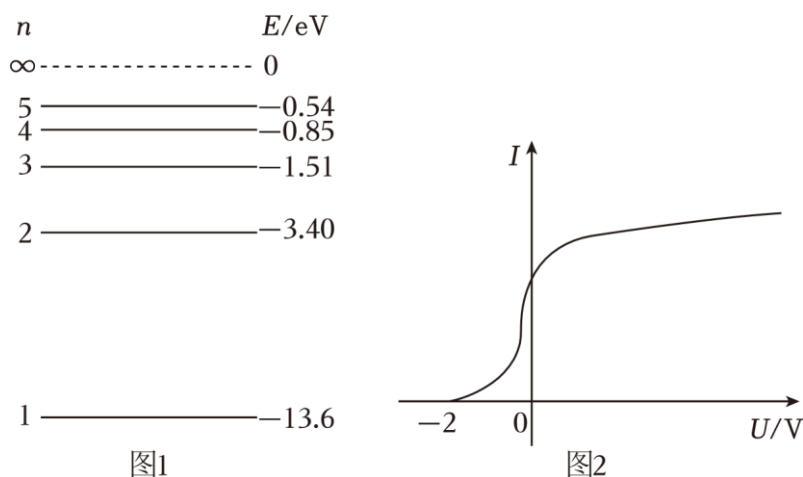
C.将滴入的油酸酒精溶液体积作为油酸体积进行计算，则计算时所用的体积数值偏大，会导致结果偏大，故 C 错误；

D.油酸酒精溶液久置，酒精挥发使溶液的浓度变大，则会导致计算结果偏小，故 D 正确。

故选：BD。

故答案为：(1) ②⑤③；(2) B；(3)  $6 \times 10^{-10}$ ；(4) BD

12. (10 分) 如图 1 所示为氢原子的能级图。一群氢原子处于量子数  $n=4$  的能级状态。



- (1) 这群氢原子跃迁时能辐射出几种频率的光子？这些光子中波长最长的光子的能量为多少 eV？
- (2) 用  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级辐射的光子照射某种金属，测得光电流与电压的关系如图 2 所示，求光电管阴极金属的逸出功  $W_0$ 。

**【答案】**(1) 这群氢原子跃迁时能辐射出 6 种频率的光子；这些光子中波长最长的光子的能量为 0.66eV。

(2) 用  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级辐射的光子照射某种金属，测得光电流与电压的关系如图 2 所示，光电管阴极金属的逸出功为 0.55eV。

**【分析】**(1) 根据数学知识得出光子频率的种类，结合玻尔的能级公式得出光子的能量大小；

(2) 根据图像得出遏止电压，结合光电效应方程得出金属的逸出功。

**【解答】**解：(1) 根据题意，由  $C_4^2=6$  可知，跃迁时能辐射出 6 种频率的光子。由公式  $E=h\nu=\frac{hc}{\lambda}$  可知，波长最长的光子能量最小，对应跃迁的能级差也最小，所以从  $n=4$  向  $n=3$  跃迁，发出的光子波长最长，即有

$$\Delta E_{43}=E_4-E_3=-0.85\text{eV}-(-1.51\text{eV})=0.66\text{eV}$$

(2)  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级辐射的光子能量为  $\Delta E_{42}=E_4-E_2=-0.85\text{eV}-(-3.4\text{eV})=2.55\text{eV}$

由光电流与电压的关系图可知，遏止电压为  $U_c=2\text{V}$

逸出光电子的最大初动能  $E_{km}=eU_c=2\text{eV}$

光电管阴极金属的逸出功是  $W_0=\Delta E_{42}-E_{km}=2.55\text{eV}-2\text{eV}=0.55\text{eV}$

答：(1) 这群氢原子跃迁时能辐射出 6 种频率的光子；这些光子中波长最长的光子的能量为 0.66eV。

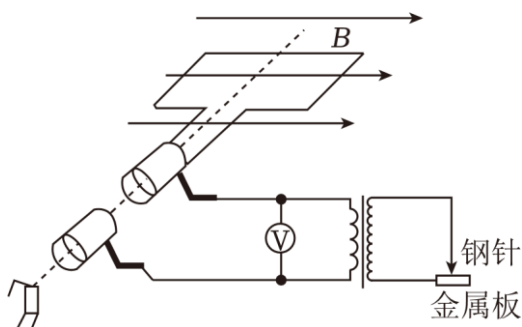
(2) 用  $n=4$  的能级跃迁到  $n=2$  的能级辐射的光子照射某种金属，测得光电流与电压的关系如图 2 所示，光电管阴极金属的逸出功为 0.55eV。

13. (10 分) 科学中心某款手摇点火器原理如图所示，当钢针和金属板间瞬时电压超过 5000V 时可以产生电火花。已知匀强磁场的磁感应强度  $B$  大小为 0.2T，手摇发电机线圈的面积为  $0.25\text{m}^2$ ，共 50 匝，不计

内阻。变压器为理想变压器，其原副线圈匝数比为 1：100。求：

（1）当线圈转速等于  $2\pi/\text{s}$  时，电压表的示数为多少？

（2）电压表的示数至少为多少，钢针和金属板间可产生电火花？



**【答案】**（1）当线圈转速等于  $2\pi/\text{s}$  时，电压表的示数为  $5\sqrt{2}\pi\text{V}$ ；

（2）电压表的示数至少为  $25\sqrt{2}\text{V}$  时，钢针和金属板间可产生电火花。

**【分析】**（1）根据角速度与转速的关系求解线圈转动的角速度，根据正弦式交变电流的规律求解电动势的峰值，电压表的示数为有效值，根据正弦式交变电流规律求解电压表的示数；

（2）钢针和金属板间刚好产生电火花时，副线圈电压的峰值为  $5000\text{V}$ ，根据正弦式交变电流规律求解有效值，根据理想变压器原副线圈电压比等于匝数比求解电压表的示数。

**【解答】**解：（1）线圈转动的角速度  $\omega = 2\pi n = 2\pi \times 2\text{rad/s} = 4\pi\text{rad/s}$

电动势的峰值为  $E_m = nBS\omega = 50 \times 0.2 \times 0.25 \times 4\pi\text{V} = 10\pi\text{V}$

电压表的示数为  $U = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{10\pi}{\sqrt{2}}\text{V} = 5\sqrt{2}\pi\text{V}$

（2）钢针和金属板间刚好产生电火花时，副线圈电压的峰值恰好为  $U_{2m} = 5000\text{V}$

有效值为  $U_2 = \frac{U_{2m}}{\sqrt{2}} = \frac{5000}{\sqrt{2}}\text{V} = 2500\sqrt{2}\text{V}$

由理想变压器变压规律得：  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$

代入数据解得：  $U_1 = 25\sqrt{2}\text{V}$

故电压表的示数至少为  $25\sqrt{2}\text{V}$ ，钢针和金属板间可产生电火花。

答：（1）当线圈转速等于  $2\pi/\text{s}$  时，电压表的示数为  $5\sqrt{2}\pi\text{V}$ ；

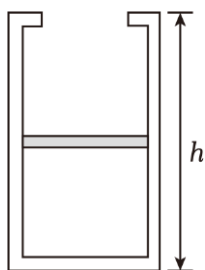
（2）电压表的示数至少为  $25\sqrt{2}\text{V}$  时，钢针和金属板间可产生电火花。

- 14.（13 分）如图所示，导热性能良好的气缸放在水平面上，缸口有挡板，内部高度为  $h$ 。缸内一个厚度不计的活塞封闭一定量的理想气体，活塞的横截面积为  $S$ ，开始时活塞处于离气缸底部  $\frac{2}{3}h$  的高度，外

界大气压强为  $p_0$ ，环境温度为  $T_0$ 。将气缸倒立竖直悬挂在空中，稳定时活塞离缸底的距离为  $\frac{5}{6}h$ 。活塞与气缸内壁无摩擦且不漏气，重力加速度为  $g$ 。

（1）求活塞的质量；

（2）在气缸正立时将环境温度缓慢升高，当温度升高至  $2T_0$  时，缸内气体的压强为多大？若已知此过程气体内能增量为  $\Delta U$ ，则此过程气体从外界吸收的热量是多少？



【答案】（1）活塞的质量为  $\frac{p_0 S}{9g}$ ；

（2）当温度升高至  $2T_0$  时，缸内气体的压强为  $\frac{40}{27}p_0$ ，若已知此过程气体内能增量为  $\Delta U$ ，则此过程气体从外界吸收的热量为  $(\Delta U + \frac{10}{27}p_0 Sh)$ 。

【分析】（1）以封闭气体为研究对象，对活塞进行受力分析，根据共点力平衡条件表示始末状态的压强，结合题设条件根据玻意耳定律求出活塞质量；

（2）根据题意找出开始时气体的体积和压强，设温度升高到  $T$  时，活塞刚好到达汽缸口，封闭气体做等压变化，根据盖—吕萨克定律求出温度；根据加热的温度分析封闭气体先做等压变化，活塞到达汽缸口之后做等容变化，由查理定律和理想气体状态方程求出当温度升到  $2T_0$  时的压强。再根据热力学第一定律和题设条件求吸收的热量  $Q$ 。

【解答】解：（1）设活塞的质量为  $m$ ，开始时缸内的压强： $p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

当气缸倒立时，缸内的气体的压强： $p_2 = p_0 - \frac{mg}{S}$

气体发生等温变化，则由玻意耳定律有： $p_1 \cdot \frac{2}{3}hS = p_2 \cdot \frac{5}{6}hS$

联立解得： $m = \frac{p_0 S}{9g}$

（2）在气缸正立时将环境温度缓慢升高的过程中，设当活塞刚好到达挡板时，环境温度为  $T$ ，则此过程

程中缸内气体发生等压变化，则由盖—吕萨克定律有： $\frac{\frac{2}{3}hS}{T_0} = \frac{hS}{T}$

代入数据解得： $T = \frac{3}{2}T_0 < 2T_0$

因此当温度升高到  $2T_0$  时，设缸内气体压强为  $p$ ，根据理想气体状态方程： $\frac{p_1 \cdot \frac{2}{3}hS}{T_0} = \frac{phS}{2T_0}$

代入数据解得： $p = \frac{4}{3}p_1 = \frac{40}{27}p_0$

此过程中，气体对外做功： $W = -p_1 S \cdot \frac{1}{3}h = -\frac{10}{27}p_0 Sh$

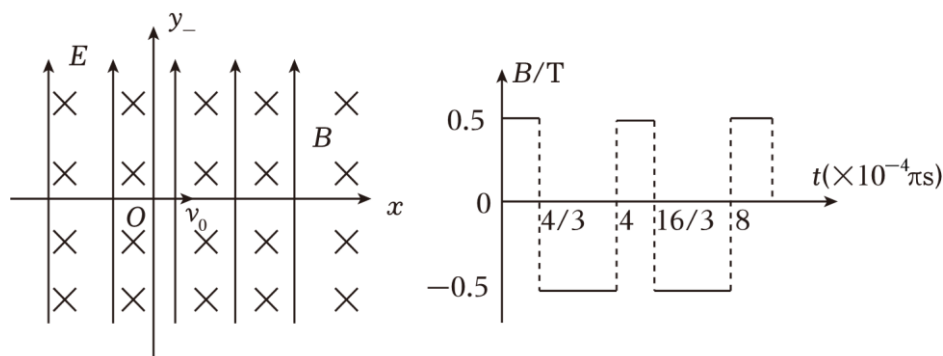
根据热力学第一定律： $\Delta U = W + Q$

则气体吸收的热量： $Q = \Delta U + \frac{10}{27}p_0 Sh$

答：（1）活塞的质量为  $\frac{p_0 S}{9g}$ ；

（2）当温度升高至  $2T_0$  时，缸内气体的压强为  $\frac{40}{27}p_0$ ，若已知此过程气体内能增量为  $\Delta U$ ，则此过程气体从外界吸收的热量为  $(\Delta U + \frac{10}{27}p_0 Sh)$ 。

- 15.（15 分）如图甲所示的竖直平面坐标系  $xOy$  内，存在正交的匀强电场和匀强磁场，已知电场强度  $E = 2.0 \times 10^{-3} \text{N/C}$ ，方向竖直向上；磁场方向垂直坐标平面，磁感应强度  $B$  大小为  $0.5 \text{T}$ ，方向随时间按图乙所示规律变化（开始时刻，磁场方向垂直纸面向里）。 $t=0$  时刻，有一带正电的微粒以  $v_0 = 1.0 \times 10^3 \text{m/s}$  的速度从坐标原点  $O$  沿  $x$  轴正向进入场区，恰做匀速圆周运动， $g$  取  $10 \text{m/s}^2$ 。试求：



图甲

图乙

- （1）带电微粒的比荷；
- （2）带电微粒从开始时刻起经多长时间到达  $x$  轴，到达  $x$  轴上何处；
- （3）带电微粒能否返回坐标原点？如果可以，则经多长时间返回原点？

**【答案】**（1）带电微粒的比荷为  $5.0 \times 10^3 \text{C/kg}$ ；

（2）带电微粒从开始时刻起经  $8 \times 10^{-4} \pi \text{s}$  的时间到达  $x$  轴，到达  $x$  轴上的  $\frac{4\sqrt{3}}{5} \pi$  位置；

（3）带电微粒能返回坐标原点，经  $2.4 \times 10^{-3} \pi \text{s}$  的时间返回原点。

- 【分析】（1）粒子在场区做匀速圆周运动，则电场力和重力相等，列式得出微粒的比荷；
- （2）根据题意得出粒子的运动轨迹，结合牛顿第二定律和几何关系得出对应的时间和距离；
- （3）根据运动轨迹的特点结合上述分析，得出微粒回到坐标原点的时间。

【解答】解：（1）带电微粒在场区内做匀速圆周运动，则电场力与重力平衡，则

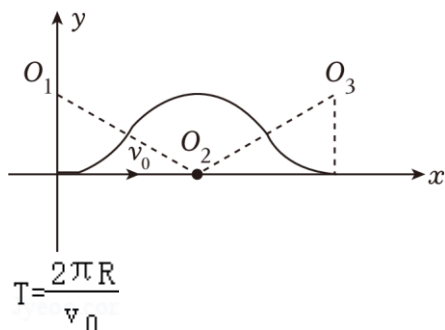
$$qE = mg$$

代入数据可得： $\frac{q}{m} = 5.0 \times 10^3 \text{C/kg}$

（2）微粒做圆周运动，粒子受到的洛伦兹力提供向心力，则

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

根基几何关系可得： $R = 0.4\text{m}$



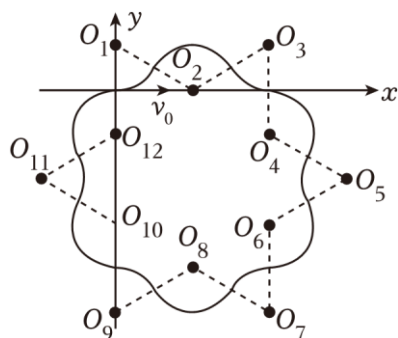
联立解得： $T = 8 \times 10^{-4} \pi \text{s}$

微粒先逆时针偏转 $\frac{\pi}{3}$ ，再顺时针偏转 $\frac{2\pi}{3}$ ，后逆时针偏转 $\frac{\pi}{3}$ ，到达 x 轴上 P 点，则

$$x_P = 4R \sin \frac{\pi}{3}$$

代入数据解得： $x_P = \frac{4\sqrt{3}}{5} \pi$

（3）微粒能够返回坐标原点，如图所示：



则  $t_{\text{总}} = 3T = 3 \times 8 \times 10^{-4} \pi \text{s} = 2.4 \times 10^{-3} \pi \text{s}$

答：（1）带电微粒的比荷为  $5.0 \times 10^3 \text{C/kg}$ ；

（2）带电微粒从开始时刻起经  $8 \times 10^{-4} \pi \text{s}$  的时间到达 x 轴，到达 x 轴上的  $\frac{4\sqrt{3}}{5} \pi$  位置；

（3）带电微粒能返回坐标原点，经  $2.4 \times 10^{-3} \pi \text{s}$  的时间返回原点。