

2022 年上海市高考物理试卷

一、单项选择题（共 40 分，第 1-8 小题，每题 3 分；第 9-12 小题，每题 4 分。）

1. (3 分) 某元素可表示为 ${}^Z_A X$ ，则下列可能为该元素同位素的是 ()

- A. ${}^Z_{A+1} X$ B. ${}^{Z+1}_{A+1} X$ C. ${}^{Z+1}_A A$ D. ${}^{Z+1}_{A-1} X$

2. (3 分) 麦克风静止在水平桌面上，下列能表示支架对话筒作用力的方向的是 ()



3. (3 分) 在单缝衍射实验中，仅减小单缝的宽度，则屏上 ()

- A. 条纹变宽，光强增强 B. 条纹变窄，光强增强
C. 条纹变宽，光强减弱 D. 条纹变窄，光强减弱

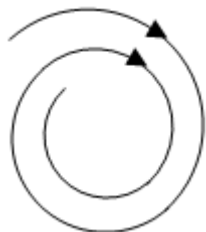
4. (3 分) 将一个乒乓球浸没在水中，当水温升高时，球内气体 ()

- A. 分子热运动平均动能变小，压强变小
B. 分子热运动平均动能变小，压强变大
C. 分子热运动平均动能增大，压强变小
D. 分子热运动平均动能增大，压强变大

5. (3 分) 某原子核发生核反应时放出一个正电子，则原子核内多了一个 ()

- A. 质子 B. 中子 C. 电子 D. 核子

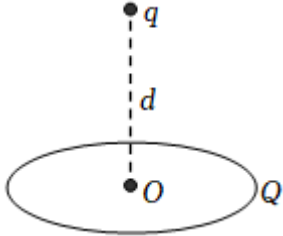
6. (3 分) 运动员滑雪时运动轨迹如图所示，已知该运动员滑行的速率保持不变，角速度为 ω ，向心加速度为 a 。则 ()



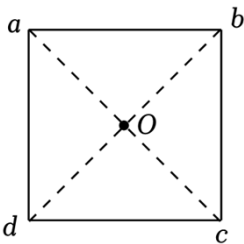
- A. ω 变小， a 变小 B. ω 变小， a 变大
C. ω 变大， a 变小 D. ω 变大， a 变大

7. (3 分) 在同一介质中有 a、b 两列机械波，它们的波形如图所示，两列波的频率分别为

为 d 的位置处有一带电量为 q 的点电荷。若点电荷受到的电场力为 F ，则 F _____ $k\frac{Qq}{d^2}$
 (k 为静电力恒量) (选填 “ $>$ ”、“ $<$ ” 或 “ $=$ ”)。静电力恒量 k 的单位可表示为
 (用 “SI 单位制” 中的基本单位表示)。



17. (4分) 四根电阻均匀分布的电阻丝连接成一个闭合的正方形线框， O 为正方形线框的中点。当强度为 I 的电流从 a 点流入 d 点流出时， ad 边在 O 点产生的磁场方向为
 (选填 “垂直于纸面向里” 或 “垂直于纸面向外”)。已知直导线在 O 点产生的磁场大小与流经导线的电流大小成正比，若 ad 边在 O 点产生的磁场磁感应强度为 B ，则整个线框在 O 点产生的磁场磁感应强度大小为 _____。



三、综合题 (共 40 分) 注意：第 19、20 题在列式计算、逻辑推理以及回答问题过程中，要求给出必要的图示、文字说明、公式、演算等。

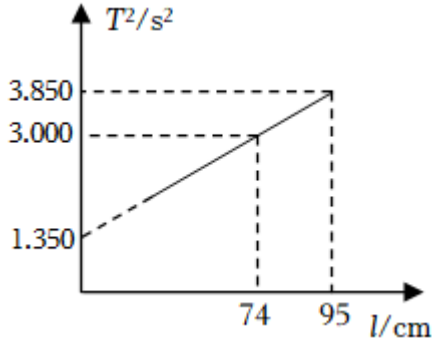
18. (10 分) 在 “用单摆测定当地的重力加速度” 的实验中：

(1) 摆线质量和摆球质量分别为 $m_{\text{线}}$ 和 $m_{\text{球}}$ ，摆线长为 l ，摆球直径为 d ，则 _____；

- (A) $m_{\text{线}} \gg m_{\text{球}}$ ， $l \ll d$
- (B) $m_{\text{线}} \gg m_{\text{球}}$ ， $l \gg d$
- (C) $m_{\text{线}} \ll m_{\text{球}}$ ， $l \ll d$
- (D) $m_{\text{线}} \ll m_{\text{球}}$ ， $l \gg d$

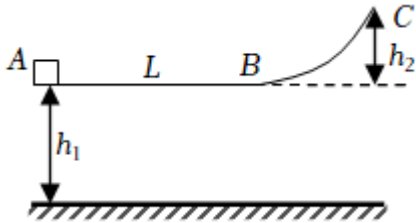
(2) 小明在测量后作出的 $T^2 - l$ 图线如图所示，则他测得的结果是 $g =$ _____ m/s^2 。(保留 2 位小数)

(3) 为了减小误差，应从最高点还是最低点开始计时，请简述理由。



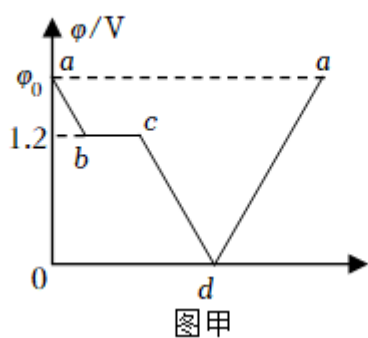
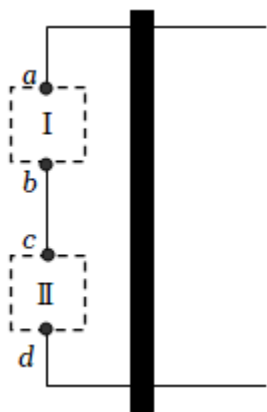
19. (14分) 如图所示, AB 为平直导轨, 长为 L , 物块与导轨间动摩擦因数为 μ , BC 为光滑曲面。A 与地面间高度差为 h_1 , BC 间高度差为 h_2 , 一个质量为 m 的物块在水平恒力作用下, 从 A 点由静止开始向右运动, 到达 B 点时撤去恒力, 物块经过 C 点后落地, 已知重力加速度为 g 。

- (1) 若物块落地时动能为 E_1 , 求其经过 B 点时的动能 E_{kB} ;
- (2) 若要物块落地时动能小于 E_1 , 求恒力必须满足的条件。

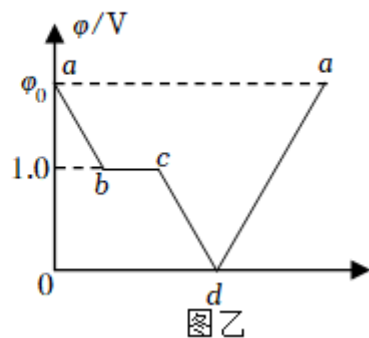


20. (16分) 宽 $L=0.75\text{m}$ 的导轨固定, 导轨间存在着垂直于纸面且磁感应强度 $B=0.4\text{T}$ 的匀强磁场。虚线框 I、II 中有定值电阻 R_0 和最大阻值为 20Ω 的滑动变阻器 R 。一根与导轨等宽的金属杆以恒定速率向右运动, 图甲和图乙分别为变阻器全部接入和一半接入时沿 $abcd$ 方向电势变化的图像。求:

- (1) 匀强磁场的方向;
- (2) 分析并说明定值电阻 R_0 在 I 还是 II 中, 并且 R_0 大小为多少;
- (3) 金属杆运动时的速率;
- (4) 滑动变阻器阻值为多少时变阻器的功率最大? 并求出该最大功率 P_m 。



图甲



图乙

2022 年上海市高考物理试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题（共 40 分，第 1-8 小题，每题 3 分；第 9-12 小题，每题 4 分。）

1. (3 分) 某元素可表示为 ${}^Z_A X$ ，则下列可能为该元素同位素的是 ()

- A. ${}^Z_{A+1} X$ B. ${}^{Z+1}_{A+1} X$ C. ${}^{Z+1}_A A$ D. ${}^{Z+1}_{A-1} X$

【答案】C

【分析】正确理解同位素的概念即可完成分析。

【解答】解：同位素的质子数相等且中子数不相等，即左下角的数值相等，而且左上角和左下角的差不相等，故 C 正确，ABD 错误；

故选：C。

【点评】本题主要考查了同位素的概念，熟记相应的特点即可，属于基础题型。

2. (3 分) 麦克风静止在水平桌面上，下列能表示支架对话筒作用力的方向的是 ()



【答案】A

【分析】话筒处于平衡状态，对话筒受力分析即可。

【解答】解：对话筒受力分析可知，话筒受重力和支架的作用力处于平衡状态，支架对话筒的作用力与重力等大、反向、共线，故 A 正确，BCD 错误；

故选：A。

【点评】本题考查对物体的受力分析应用，解题关键要知道二力平衡的条件。

3. (3 分) 在单缝衍射实验中，仅减小单缝的宽度，则屏上 ()

- A. 条纹变宽，光强增强 B. 条纹变窄，光强增强
C. 条纹变宽，光强减弱 D. 条纹变窄，光强减弱

【答案】C

【分析】衍射条纹的宽度和亮度与单缝的宽度有关，宽度越窄，光强越弱，条纹的宽度越宽，当缝的宽度与障碍物尺寸差不多或比障碍物尺寸小，可以发生明显的衍射。

【解答】解：衍射条纹的宽度与缝的宽度有关，缝变宽，条纹变窄，亮度增大，缝变窄，条纹变宽，光强减弱，故 C 正确，ABD 错误；

故选：C。

【点评】解决本题的关键掌握衍射条纹的宽度和亮度与缝的宽度的关系，以及知道发生明显衍射的条件。

4. (3分) 将一个乒乓球浸没在水中，当水温升高时，球内气体 ()

- A. 分子热运动平均动能变小，压强变小
- B. 分子热运动平均动能变小，压强变大
- C. 分子热运动平均动能增大，压强变小
- D. 分子热运动平均动能增大，压强变大

【答案】D

【分析】温度是分子平均动能大小的标志，温度越高运动越激烈，但每个分子的运动情况不同，由于分子之间的碰撞等原因，某些分子的动能可能很小，从统计规律来看，温度越高，分子平均动能越大；忽略乒乓球的体积变化，将一个乒乓球浸没在水中，当水温升高时，球内气体属于等容变化，温度升高，气体压强越大。

【解答】解：温度是分子平均动能大小的标志，温度越高，分子的平均动能增大；水温不会太高，压强不会太大，所以球内气体可以看成理想气体，乒乓球不漏气，则气体质量不变，在气体体积不变时，温度升高，压强变大，故 ABC 错误，D 正确。

故选：D。

【点评】本题主要考查了分子的平均动能与温度的关系及理想气体的等容变化等知识。

5. (3分) 某原子核发生核反应时放出一个正电子，则原子核内多了一个 ()

- A. 质子
- B. 中子
- C. 电子
- D. 核子

【答案】B

【分析】原子核反应遵循质量数守恒和核电荷数守恒；原子核出一个正电子是由核内质子转化而来的。

【解答】解：原子核出一个正电子是由核内质子转化而来的，设原子核内多出的未知粒子的质量数为 A，核电荷数为 z

质量数守恒，得：1=0+A ①

核电荷数守恒，得：1=1+z ②

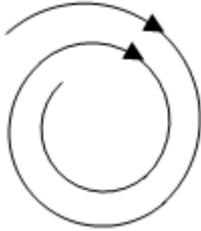
由①②解得：A=1，z=0

所以原子核内多了一个中子，故 ACD 错误，B 正确。

故选：B。

【点评】原子核反应遵循质量数守恒和核电荷数守恒；原子核出一个正电子是由核内质子转化而来的；要求熟记质子、中子、电子、正电子、 α 粒子、 β 粒子的符号。

6. (3 分) 运动员滑雪时运动轨迹如图所示，已知该运动员滑行的速率保持不变，角速度为 ω ，向心加速度为 a 。则 ()



- A. ω 变小， a 变小
B. ω 变小， a 变大
C. ω 变大， a 变小
D. ω 变大， a 变大

【答案】D

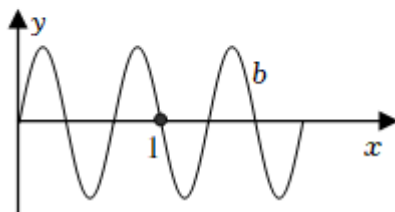
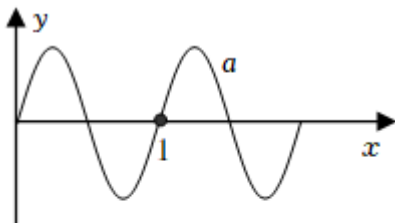
【分析】根据线速度和加速度的公式，结合半径的变化完成分析。

【解答】解：根据线速度的公式 $v = \omega r$ 可知，当速率不变，半径减小时，角速度增大，而 $a = \omega v$ 也会随之增大，故 D 正确，ABC 错误；

故选：D。

【点评】本题主要考查了圆周运动的相关公式，熟悉圆周运动公式即可完成分析，属于基础题型。

7. (3 分) 在同一介质中有 a、b 两列机械波，它们的波形如图所示，两列波的频率分别为 f_a 和 f_b ，波长分别为 λ_a 和 λ_b ，则 ()



- A. $\lambda_a > \lambda_b$ ， $f_a > f_b$
B. $\lambda_a > \lambda_b$ ， $f_a < f_b$

C. $\lambda_a < \lambda_b, f_a > f_b$

D. $\lambda_a < \lambda_b, f_a < f_b$

【答案】B

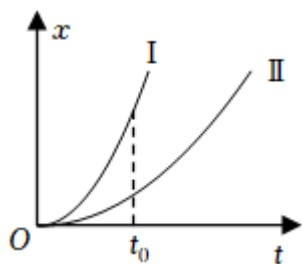
【分析】根据图像直接得出两列波的波长大小关系，结合公式 $v = \lambda f$ 和波速的特点得出频率的大小关系。

【解答】解：根据图像可知，两列波的波长关系为 $\lambda_a > \lambda_b$ ，因为在同一介质中波速相等，则根据公式 $v = \lambda f$ 可知， $f_a < f_b$ ，故 B 正确，ACD 错误；

故选：B。

【点评】本题主要考查了波长、频率和波速的关系，熟悉图像的物理意义，结合公式 $v = \lambda f$ 即可完成分析。

8. (3分) 两质点由静止开始做直线运动，它们的位移 x 与时间 t 的图像均为抛物线。 t_0 时刻它们的速度分别为 v_I 和 v_{II} ，加速度分别为 a_I 和 a_{II} 。则 ()



A. $v_I > v_{II}, a_I > a_{II}$

B. $v_I > v_{II}, a_I < a_{II}$

C. $v_I < v_{II}, a_I > a_{II}$

D. $v_I < v_{II}, a_I < a_{II}$

【答案】A

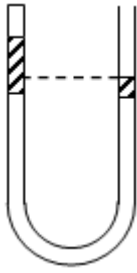
【分析】根据匀变速直线运动位移公式分析速度大小，根据速度—时间关系分析加速度大小。

【解答】解： $x - t$ 图的斜率代表速度，由图可知 $v_I > v_{II}$ ，又因为 I 和 II 两条曲线都是抛物线，由此可知两质点都在做匀变速直线运动。根据 $v = at$ 可知 $a_I > a_{II}$ ，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

【点评】本题考查匀变速直线运动图像关系，根据图像写出函数解析式，从而分析判断。

9. (4分) 如图所示，两根粗细相同的玻璃管下端用橡皮管相连，左管内封有一段长 30cm 的气体，右管开口，左管水银面比右管内水银面高 25cm，大气压强为 75cmHg，现移动右侧玻璃管，使两侧管内水银面相平，此时气体柱的长度为 ()



- A. 20cm B. 25cm C. 40cm D. 45cm

【答案】 A

【分析】 左管内封闭气体温度不变，根据题意求出封闭气体的状态参量，应用玻意耳定律可求出气体末状态的长度。

【解答】 解：设玻璃管横截面积为 S ，初始状态气柱长度为 $L_1 = 30\text{cm} = 0.3\text{m}$ ，密闭气体初始状态：压强 $P_1 = P_0 - P_h = (75 - 25)\text{cmHg} = 50\text{cmHg}$ ，体积 $V_1 = SL_1$ ，移动右侧玻璃管后，压强 $P_2 = P_0 = 75\text{cmHg}$ ，体积 $V_2 = SL_2$ ，根据玻意耳定律得：

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

代入数据解得： $L_2 = 0.2\text{m} = 20\text{cm}$ ，

故 A 正确，BCD 错误；

故选：A。

【点评】 本题考查了一定质量理想状态气体方程的应用，根据题意分析清楚气体状态变化过程，求出气体状态参量，应用玻意耳定律与几何关系即可解题。

10. (4分) 木卫一和木卫二都绕木星做匀速圆周运动。它们的周期分别为 42h46min 和 85h22min，它们的轨道半径分别为 R_1 和 R_2 ，线速度分别为 v_1 和 v_2 ，则 ()
- A. $R_1 < R_2$, $v_1 < v_2$ B. $R_1 > R_2$, $v_1 < v_2$
- C. $R_1 > R_2$, $v_1 > v_2$ D. $R_1 < R_2$, $v_1 > v_2$

【答案】 D

【分析】 根据万有引力公式结合周期的大小关系先得出半径的大小关系，再结合线速度的表达式分析出线速度的大小关系。

【解答】 解：根据万有引力提供向心力可得：

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R = \frac{mv^2}{R}$$

$$\text{解得： } T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}}, \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

根据题目可知，木卫一的周期小于木卫二的周期，则 $R_1 < R_2$ ；根据线速度的表达式可知，

$v_1 > v_2$ 。故 D 正确，ABC 错误；

故选：D。

【点评】 本题主要考查了万有引力定律的相关应用，理解物体做圆周运动的向心力来源，结合向心力公式即可完成分析，难度不大。

11. (4分) 神舟十三号在返回地面的过程中打开降落伞后，在大气层中经历了竖直向下的减速运动。若返回舱所受的空气阻力随速度的减小而减小，则加速度大小 ()

A. 一直减小

B. 一直增大

C. 先增大后减小

D. 先减小后增大

【答案】 A

【分析】 对返回舱进行受力分析，然后根据牛顿第二定律得出加速度的变化。

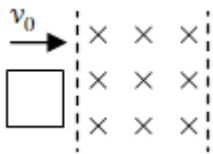
【解答】 解：返回舱受到重力和向上的空气阻力 f ，而竖直向下做减速运动，根据牛顿第二定律可得加速度大小为：

$a = \frac{f - mg}{m}$ ，由于质量不变，速度减小， f 减小，所以加速度减小，故 BCD 错误，A 正确。

故选：A。

【点评】 该题考查牛顿第二定律的应用，在解答的过程中注意空气阻力随速度的变化关系是解答的关键。

12. (4分) 如图，一个正方形导线框以初速 v_0 向右穿过一个有界的匀强磁场。线框两次速度发生变化所用时间分别为 t_1 和 t_2 ，以及这两段时间内克服安培力做的功分别为 W_1 和 W_2 ，则 ()



A. $t_1 < t_2$, $W_1 < W_2$

B. $t_1 < t_2$, $W_1 > W_2$

C. $t_1 > t_2$, $W_1 < W_2$

D. $t_1 > t_2$, $W_1 > W_2$

【答案】 B

【分析】 先根据动量定理结合运动学公式分析出时间的大小关系，结合动能定理分析出做功的大小关系。

【解答】 解：选向右的方向为正方向

线框进入磁场的过程中，根据动量定理得：

$$-BI_1 L t_1 = mv_1 - mv_0$$

$$-BI_2Lt_2 = mv_2 - mv_1$$

$$\text{又因为 } q = \frac{E}{R}t = \frac{BL\bar{v}}{R}t = \frac{BLx}{R} = I_1t_1 = I_2t_2$$

$$\text{可得: } v_1 - v_0 = v_2 - v_1$$

线框进入磁场和离开磁场的过程中都受到向左的安培力的作用而减速，进入过程平均速度大于离开过程平均速度，则根据 $x = \bar{v}t$ 可知： $t_1 < t_2$ ；

根据动能定理可得：

$$W_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2; W_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{解得: } \frac{W_1}{W_2} = \frac{v_0 + v_1}{v_1 + v_2} > 1, \text{ 故 B 正确, ACD 错误;}$$

故选：B。

【点评】 本题主要考查了法拉第电磁感应定律的相关应用，分析过程中涉及到了动量定理和动能定理，整体难度不大。

二、填空题（共 20 分）

13.（4分）在描述气体状态的参量中， 体积 是气体分子空间所能达到的范围。压强从微观角度来说，是 分子热运动 的宏观体现。

【答案】 体积；分子热运动

【分析】 理解气体压强的微观意义即可完成分析。

【解答】 解：在描述气体状态的参量中，体积是气体分子空间所能达到的范围。压强从微观角度来说，是分子热运动的宏观体现。

故答案为：体积；分子热运动

【点评】 本题主要考查了气体的相关概念，理解气体压强的微观意义即可完成分析，属于基础题型。

14.（4分）“玉兔号”月球车的电池中具有同位素“钷”。请补充该元素原子核发生的核反应方程式： ${}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + \underline{{}_2^4\text{He}}$ ；该反应属于 衰变 反应。（选填：“裂变”或“衰变”）

【答案】 ${}_2^4\text{He}$ ，衰变

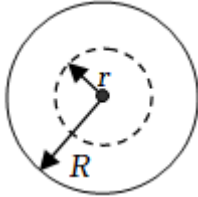
【分析】 先根据质量数守恒和电荷守恒分析出核子的类型，并分析出对应的反应类型。

【解答】 解：根据质量数守恒和电荷守恒可知， ${}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + {}_2^4\text{He}$ ，该反应属于衰变反应。

故答案为： ${}_2^4\text{He}$ ，衰变

【点评】 本题主要考查了衰变的相关应用，理解反应的类型和反应过程中的特点即可完成解答。

15. (4分) 半径为 R 的金属圆环里，有一个垂直于纸面向里且半径为 r 的圆形区域匀强磁场，磁感应强度的大小为 B 。若增大该区域内的磁感应强度，则金属圆环的感应电流方向为 逆时针 (选填：“顺时针”或“逆时针”)；若保持圆形区域内磁场的磁感应强度大小不变，方向变化 180° ，则金属圆环的磁通量变化的大小为 $2B\pi r^2$ 。



【答案】 逆时针； $2B\pi r^2$

【分析】 根据楞次定律分析出感应电流的方向；
理解磁通量的定义并得出磁通量变化的大小。

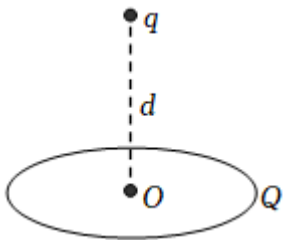
【解答】 解：根据楞次定律可知，若增大该区域内的磁感应强度，则垂直纸面向里的磁通量变大，由此可知金属圆环的感应电流方向为逆时针；

若保持圆形区域内磁场的磁感应强度大小不变，方向变化 180° ，则金属圆环的磁通量变化的大小为 $\Delta\Phi = 2BS = 2B\pi r^2$ 。

故答案为：逆时针； $2B\pi r^2$

【点评】 本题主要考查了楞次定律的相关应用，熟练掌握楞次定律分析出感应电流的方向，同时要注意磁通量公式中的面积的物理意义，属于易错题。

16. (4分) 水平面上有一带电量为 Q 的均匀带电圆环，圆心为 O 。其中央轴线上距离 O 点为 d 的位置处有一带电量为 q 的点电荷。若点电荷受到的电场力为 F ，则 F $<$ $k\frac{Qq}{d^2}$ (k 为静电力恒量) (选填 “ $>$ ”、“ $<$ ” 或 “ $=$ ”)。静电力恒量 k 的单位可表示为 $\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-4}\cdot\text{A}^{-2}$ (用 “SI 单位制” 中的基本单位表示)。



【答案】 $<$ ； $\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-4}\cdot\text{A}^{-2}$ 。

【分析】 根据库仑定律结合几何关系得出点电荷受到的电场力。

【解答】解：将带电圆环平均分成无数份，则都可以看成点电荷，则与点电荷 q 的距离为

$$r = \sqrt{d^2 + r^2}$$

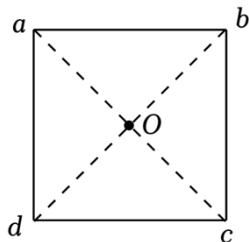
根据对称性可知，圆环上的电荷对 q 位置处的场强水平分量被抵消，只剩竖直分量，且距离大于 d ，因此 $F < k \frac{Qq}{d^2}$ 。

用“SI 单位制”中的基本单位表示 F 的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ ，距离的单位是 m ，电荷量的单位是 $\text{A} \cdot \text{s}$ ，故静电力常量 k 的单位可表示为 $\text{kg} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-4} \cdot \text{A}^{-2}$ 。

故答案为：<； $\text{kg} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-4} \cdot \text{A}^{-2}$ 。

【点评】本题主要考查了库仑定律的相关应用，根据库仑定律和对称性定性地分析出电场强度的大小关系即可。

17. (4 分) 四根电阻均匀分布的电阻丝连接成一个闭合的正方形线框， O 为正方形线框的中点。当强度为 I 的电流从 a 点流入 d 点流出时， ad 边在 O 点产生的磁场方向为 垂直于纸面向外 (选填“垂直于纸面向里”或“垂直于纸面向外”)。已知直导线在 O 点产生的磁场大小与流经导线的电流大小成正比，若 ad 边在 O 点产生的磁场磁感应强度为 B ，则整个线框在 O 点产生的磁场磁感应强度大小为 0。



【答案】垂直于纸面向外；0

【分析】根据 $B = k \frac{I}{r}$ 知，等距下电流所产生的 B 的大小与电流成正比，得出各电流在 O 点所产生的 B 的大小关系，由安培定则确定出方向，再利用矢量合成法则求得 B 的合矢量的大小和方向。

【解答】解：电流 I_{ad} 在正方形的几何中心 O 点处产生的磁感应强度大小为 B ，四根通电导线到 O 点的距离相等，结合题意： $I_{ad} = I_0$ ， $I_{bc} = I_{cd} = I_{ab} = \frac{1}{3}I_0$ ，由公式 $B = k \frac{I}{r}$ ，可得 ab 、 bc 、 cd 在 O 点产生的磁感应强度大小分别为 $\frac{1}{3}B$ 、 $\frac{1}{3}B$ 、 $\frac{1}{3}B$ 。

由安培定则可知， ab 导线在中心 O 点产生的磁感应强度方向由垂直于纸面向里， bc 导线在中心 O 点产生的磁感应强度方向由垂直于纸面向里， cd 导线在中心 O 点产生的磁感应

强度方向由垂直于纸面向里。

根据矢量的合成法则可知，ab、bc、cd 三根导线在 O 点产生的合磁感应强度大小为 $3 \times \frac{1}{3} B = B$ ，垂直于纸面向里，而 ad 在 O 点产生的磁感应强度为 B，垂直于纸面向外，所以 O 点处实际的磁感应强度大小为 0。

故答案为：垂直于纸面向外；0

【点评】 本题是信息题，要能根据 $B = k \frac{I}{r}$ 分析各处通电导线在 O 点产生的磁感应强度的大小，这是解决本题的关键，同时要熟练运用安培定则判断磁场的方向，灵活运用平行四边形定则。

三、综合题（共 40 分）注意：第 19、20 题在列式计算、逻辑推理以及回答问题过程中，要求给出必要的图示、文字说明、公式、演算等。

18.（10 分）在“用单摆测定当地的重力加速度”的实验中：

（1）摆线质量和摆球质量分别为 $m_{\text{线}}$ 和 $m_{\text{球}}$ ，摆线长为 l ，摆球直径为 d ，则 （D）；

（A） $m_{\text{线}} \gg m_{\text{球}}$ ， $l \ll d$

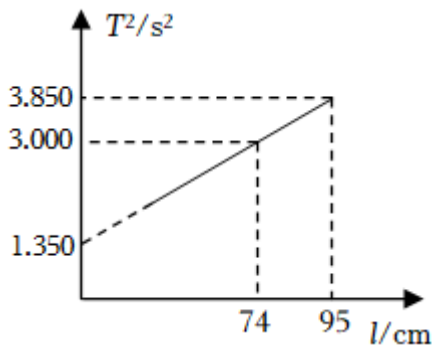
（B） $m_{\text{线}} \gg m_{\text{球}}$ ， $l \gg d$

（C） $m_{\text{线}} \ll m_{\text{球}}$ ， $l \ll d$

（D） $m_{\text{线}} \ll m_{\text{球}}$ ， $l \gg d$

（2）小明在测量后作出的 $T^2 - l$ 图线如图所示，则他测得的结果是 $g = \underline{9.75} \text{ m/s}^2$ 。（保留 2 位小数）

（3）为了减小误差，应从最高点还是最低点开始计时，请简述理由。



【答案】（1）（D）；（2）9.75；（3）见解析

【分析】（1）根据实验原理解摆线和摆球应该满足的关系；

（2）根据单摆的周期公式结合图像的斜率得出重力加速度的数值；

（3）根据实验原理分析出减小误差的方法。

【解答】解：（1）根据实验原理可知，摆线质量要远小于摆球质量，而摆线长度要远大于摆球直径，故（D）正确，（ABC）错误；

故选：（D）。

（2）根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知，

$$T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g}$$

$$\text{即图像中的斜率为 } k = \frac{4\pi^2}{g} = \frac{3.850 - 3.000}{0.95 - 0.74}$$

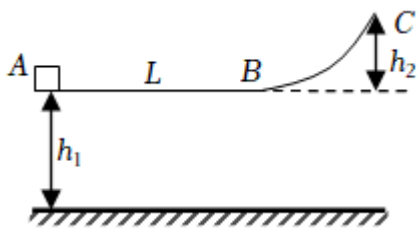
解得： $g = 9.75 \text{ m/s}^2$ 。

（3）为了减小误差，应从最低点开始计时，因为单摆在摆动过程中经过最低点速度最大，最高点速度最小，在最低点计时误差比较小。

故答案为：（1）（D）；（2）9.75；（3）见解析

【点评】本题主要考查了单摆测量重力加速度的实验，根据实验原理掌握正确的实验操作，结合单摆的周期公式和图像即可完成分析。

19.（14分）如图所示，AB为平直导轨，长为L，物块与导轨间动摩擦因数为 μ ，BC为光滑曲面。A与地面间高度差为 h_1 ，BC间高度差为 h_2 ，一个质量为m的物块在水平恒力作用下，从A点由静止开始向右运动，到达B点时撤去恒力，物块经过C点后落地，已知重力加速度为g。



（1）若物块落地时动能为 E_1 ，求其经过 B 点时的动能 E_{kB} ；

（2）若要物块落地时动能小于 E_1 ，求恒力必须满足的条件。

【答案】（1）若物块落地时动能为 E_1 ，求其经过 B 点时的动能为 $E_1 - mgh_1$ ；

（2）若要物块落地时动能小于 E_1 ，求恒力必须满足的条件为 $\frac{\mu mgL + mgh_2}{L} < F < \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$ 。

【分析】（1）根据机械能守恒定律得出动能的大小；

（2）根据动能定理分析出恒力需要满足的范围。

【解答】解：（1）从 B 到落地过程中机械能守恒，设地面为零势能面，则

$$mgh_1 + E_{kB} = E_1$$

化简得： $E_{kB} = E_1 - mgh_1$

(2) 整个过程中根据动能定理得：

$$F_{\max}L - \mu mgL + mgh_1 = E_1$$

所以 $F_{\max} = \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$

若物体恰能达到 C 点，根据动能定理得：

$$F_{\min}L - \mu mgL - mgh_2 = 0$$

解得： $F_{\min} = \frac{\mu mgL + mgh_2}{L}$

综上所述可得： $\frac{\mu mgL + mgh_2}{L} < F < \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$

答：(1) 若物块落地时动能为 E_1 ，求其经过 B 点时的动能为 $E_1 - mgh_1$ ；

(2) 若要物块落地时动能小于 E_1 ，求恒力必须满足的条件为 $\frac{\mu mgL + mgh_2}{L} < F < \frac{E_1 + \mu mgL - mgh_1}{L}$ 。

【点评】 本题主要考查了动能定理的相关应用，选择合适的过程和研究对象即可完成分析，整体难度不大。

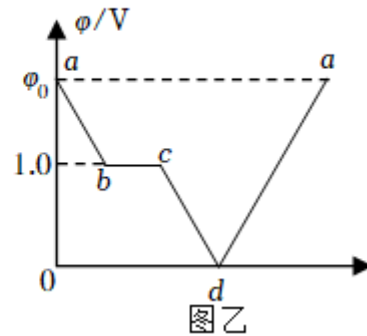
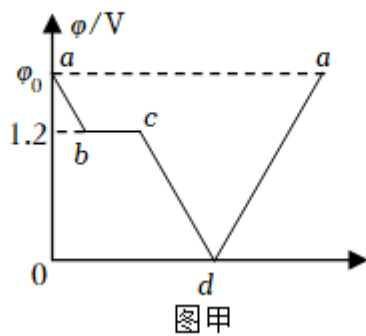
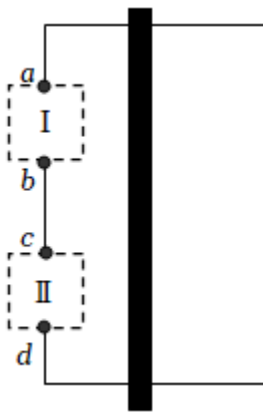
20. (16 分) 宽 $L = 0.75\text{m}$ 的导轨固定，导轨间存在着垂直于纸面且磁感应强度 $B = 0.4\text{T}$ 的匀强磁场。虚线框 I、II 中有定值电阻 R_0 和最大阻值为 20Ω 的滑动变阻器 R 。一根与导轨等宽的金属杆以恒定速率向右运动，图甲和图乙分别为变阻器全部接入和一半接入时沿 abcda 方向电势变化的图像。求：

(1) 匀强磁场的方向；

(2) 分析并说明定值电阻 R_0 在 I 还是 II 中，并且 R_0 大小为多少；

(3) 金属杆运动时的速率；

(4) 滑动变阻器阻值为多少时变阻器的功率最大？并求出该最大功率 P_m 。



【答案】 (1) 匀强磁场的方向垂直纸面向里

(2) 定值电阻 R_0 在 I 中, 定值电阻 $R_0=5\Omega$

(3) 金属杆运动时的速率为 5m/s

(4) 滑动变阻器阻值为 5Ω 时变阻器的功率最大, 最大功率为 0.1125W

【分析】 由导体棒电势高低并结合右手定则确定磁场方向; 根据欧姆定律与电阻上电压情况即可确定定值电阻位置与阻值, 导体棒切割磁感线产生的电动势也可以求出, 根据 $E=BLv$ 即可求解, 先列出变阻器上消耗功率表达式, 有均值不等式求解滑动变阻器的功率最值。

【解答】 解 (1) a 点电势比 d 点电势高, 说明导体棒上端为电源正极, 导体棒切割磁感线产生感应电流向上, 根据右手定则判断得出匀强磁场的方向垂直纸面向里

(2) 滑动变阻器从全部接入到一半接入电路, 回路里电流变大, 定值电阻 R_0 上电压变大, 图甲的 U_{cd} 小于图乙的 U_{cd} , 可以推理得定值电阻在 I 内, 滑动变阻器在 II

根据欧姆定律得: 甲图中回路电流 $I_{\text{甲}} = \frac{1.2}{R} = \frac{1.2}{20}\text{A} = 0.06\text{A}$, 乙图中回路电流 $I_{\text{乙}} = \frac{1.0}{\frac{R}{2}} = \frac{1.0}{10}\text{A} = 0.1\text{A}$

甲图中定值电阻 R_0 上电压 $\varphi_0 - 1.2 = 0.06R$

乙图中定值电阻 R_0 上电压 $\varphi_0 - 1.0 = 0.1R$

联立解得: $R=5\Omega$, $\varphi_0=1.5\text{V}$

(3) 金属杆产生的感应电动势 $E=BLv$, $E=\varphi_0$

联立解得 $v = \frac{\varphi_0}{BL} = \frac{1.5}{0.4 \times 0.75}\text{m/s} = 5\text{m/s}$

(4) 根据甲乙两图可知导体棒电阻不计, 由闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E}{R_0+R}$

滑动变阻器上的功率 $p = I^2R = \frac{E^2R}{(R_0+R)^2} = \frac{2.25}{\frac{25}{R} + R + 10}$, 当 $R=5\Omega$ 时, 滑动变阻器有最大

功率 $P_m = 0.1125\text{W}$

答：（1）匀强磁场的方向垂直纸面向里

（2）定值电阻 R_0 在 I 中，定值电阻 $R_0 = 5\Omega$

（3）金属杆运动时的速率为 5m/s

（4）滑动变阻器阻值为 5Ω 时变阻器的功率最大，最大功率为 0.1125W

【点评】 本题考查闭合电路欧姆定律、电磁感应与电路、右手定则、用数学处理物理问题的能力，题目基础中透露着综合。