

吉林省普通高中 G6 教考联盟 2023-2024 学年上学期期末考

试

高二年级 物理

本试卷共 8 页。考试结束后，将答题卡交回。

注意事项：1.答卷前，考生先将自己的姓名、准考证号码填写清楚，将条形码准确粘贴在考生信息条形码粘贴区。

2.答题时请按要求用笔。

3.请按照题号顺序在答题卡各题目的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效；在草稿纸、试卷上答题无效。

4.作图可先使用铅笔画出，确定后必须用黑色字迹的签字笔描黑。

5.保持卡面清洁，不要折叠，不要弄破、弄皱，不准使用涂改液、修正带、刮纸刀。

一、选择题：本题共 10 小题，共 46 分。在每小题所给的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，每小题 4 分；在第 8~10 题有多项符合题目要求，每小题 6 分，全部选对的得 6 分，选对但选不全得 3 分，有选错的得 0 分。

1. 在物理发展史的长河中，一些科学家做出了杰出的贡献，创造了历史，推动了社会的发展，生活在信息时代的我们，应该永远缅怀他们。下面关于物理史实正确的是（ ）

- A. 安培发现了电流的磁效应
- B. 法拉第发现了电磁感应现象
- C. 奥斯特发现了产生感应电流的条件
- D. 库仑认为磁感线是客观存在的

【答案】B

【解析】

【详解】A. 奥斯特发现了电流的磁效应，故 A 错误；

B. 奥斯特发现了电流的磁效应之后，法拉第通过不断的实验过程发现了电磁感应现象，故 B 正确；

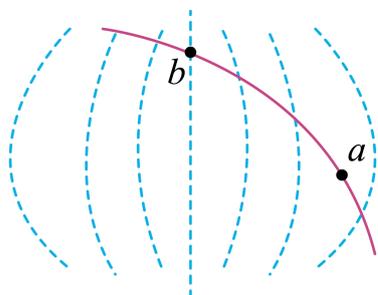
C. 法拉第发现了电磁感应现象，并总结了产生感应电流的条件，故 C 错误；

D. 磁场是真实存在的，而磁感线是为了形象描述看不见、摸不着的磁场而认为假想的，客观上不存在，库仑并没有认为磁感线是客观存在的，故 D 错误。

故选 B。

2. 2023 年 3 月，中国科学家通过冷冻电镜技术解析了晶态冰中蛋白质三维结构，电子显微

镜是冷冻电镜中的关键部分，其中一种电子透镜的电场分布如图所示，虚线为等势面，相邻等势面间电势差相等，一电子仅在电场力作用下的运动轨迹如图中实线所示， a 、 b 是轨迹上的两点，下列说法正确的是（ ）



- A. 电子在 b 点受到的电场力方向竖直向下
- B. a 点的电场强度小于 b 点的电场强度
- C. a 点的电势高于 b 点的电势
- D. 电子在 a 点的电势能小于在 b 点的电势能

【答案】B

【解析】

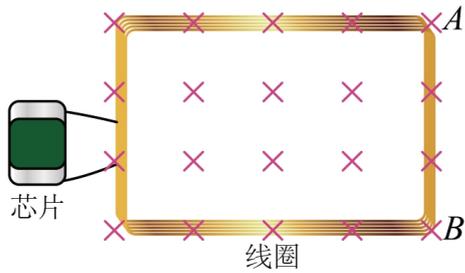
【详解】A. 电子做曲线运动，受到的电场力一定指向轨迹凹侧，且电子所受电场力方向一定与等势面垂直，则电子在 b 点受到的电场力方向水平向左，故 A 错误；

B. 由 $E = \frac{U}{d}$ 可知，等差等势面越密集的地方，电场强度越大，由题图可知， a 点的电场强度小于 b 点的电场强度，故 B 正确；

CD. 电子在 b 点受到的电场力方向水平向左，则 b 点电场强度方向向右，可知从左向右，等势面的电势依次降低，则 a 点的电势低于 b 点的电势，电子在 a 点的电势能大于在 b 点的电势能，故 CD 错误。

故选 B。

3. 如图是学生常用的饭卡内部实物图，其由线圈和芯片组成电路。当饭卡处于感应区域时，刷卡机会激发变化的磁场，从而在饭卡内线圈中产生感应电流来驱动芯片工作。已知线圈面积为 S ，共 n 匝。某次刷卡时，线圈平面与磁场垂直，且全部处于磁场区域内，在感应时间 t 内，磁感应强度方向向里且由 0 增大到 B_0 ，此过程中（ ）



- A. 通过线圈的磁通量变化量大小为 nB_0S B. 线圈中感应电流方向为逆时针方向
- C. AB 边受到的安培力方向向右 D. 线圈有扩张的趋势

【答案】B

【解析】

【详解】A. 通过线圈的磁通量变化量大小为

$$\Delta\Phi = B_0S - 0 = B_0S$$

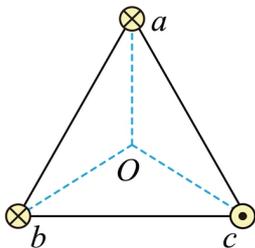
故 A 错误；

BC. 线圈内磁通量向里增加，根据楞次定律可知线圈中感应电流方向为逆时针，根据左手定则可知， AB 边受安培力方向向左，故 B 正确，C 错误；

D. 线圈内磁通量增加，根据楞次定律可知线圈有收缩的趋势，故 D 错误。

故选 B。

4. 如图所示， a 、 b 、 c 为三根与纸面垂直的固定长直导线，其截面位于等边三角形的三个顶点上， bc 沿水平方向，导线中均通有大小相等的电流，方向如图所示。 O 点为三角形的中心（ O 到三个顶点的距离相等），已知导线 a 在三角形中心点 O 处所产生的磁场的磁感应强度大小为 B_0 ，则（ ）



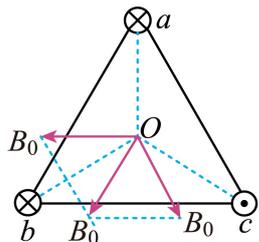
- A. O 点的磁感应强度为 $2B_0$
- B. O 点的磁场方向沿 Oc 连线方向指向 c
- C. 导线 a 受到的安培力方向水平向右

D. 导线 c 受到的安培力方向沿 Oc 连线方向指向 O

【答案】A

【解析】

【详解】AB. 根据右手螺旋定则，导线 a 在 O 处产生的磁场大小为 B_0 ，平行于 bc 向左，导线 b 在 O 处产生的磁场大小为 B_0 ，方向平行 ac 指向右下方，这两个场强的夹角为 120° ，因此合场强大小为 B_0 ，方向平行于 ab 斜向左下方，如图所示：

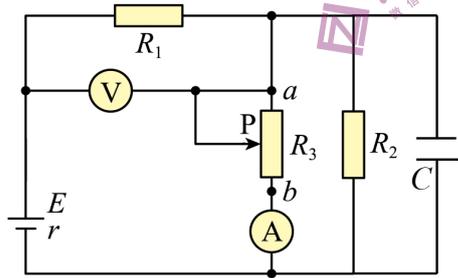


而导线 c 在 O 处产生的磁场大小也为 B_0 ，方向也平行 ab 指向左下方，因此 O 点合场强大小为 $2B_0$ ，方向平行于 ab 斜向左下方，A 正确，B 错误；

CD. 由于同方向的电流相互吸引，反方向的电流相互排斥，因此导线 a 受到导线 b 的吸引力和导线 c 的排斥力，两个力大小相等，合力沿水平向左；而导线 c 受到导线 a 和导线 b 的排斥力，合力方向沿 Oc 向外，CD 错误。

故选 A。

5. 在如图所示的电路中，电源电动势为 E 、内阻为 r ， R_1 、 R_2 均为定值电阻， R_3 为滑动变阻器， C 为电容器，A、V 分别为理想电流表和理想电压表. 在滑动变阻器的滑片 P 自一端向另外一端滑动的过程中，电压表的示数增大，则 ()



A. 电流表的示数减小

B. 电源的输出功率增大

C. 电容器所带电荷量增加

D. 电阻 R_2 的电功率减小

【答案】D

【解析】

【详解】A. 电压表测量定值电阻 R_1 两端的电压，电压表示数变大，说明通过 R_1 的电流变大，即干路电流 I_1 变大，电源内电压变大，可知 R_2 和 R_3 并联电路的电压减小，则通过 R_2 的电流 I_2 减小，又

$$I_1 = I_2 + I_3$$

可知通过 R_3 的电流 I_3 增大，即电流表示数增大，故 A 错误；

B. 电源内阻和外电路总电阻大小关系未知，不能确定电源的输出功率变化情况，故 B 错误；

C. 由上可知 R_2 两端的电压减小，电容不变，由

$$C = \frac{Q}{U}$$

可知，电容器所带电荷量减小，故 C 错误；

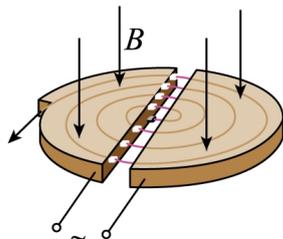
D. 由功率公式

$$P = I_2^2 R_2$$

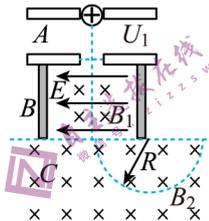
可知电阻 R_2 的电功率减小，故 D 正确。

故选 D。

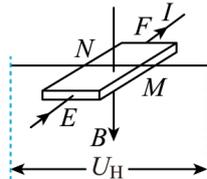
6. 图中关于磁场中的四种仪器的说法中错误的是 ()



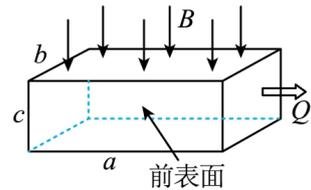
甲：回旋加速器



乙：质谱仪



丙：霍尔元件



丁：电磁流量计

- A. 甲图中要使粒子获得的最大动能增大，可以增大 D 形盒的半径
- B. 乙图中不改变质谱仪各区域的电场、磁场时击中光屏同一位置的粒子比荷相同
- C. 丙图是载流子为负电荷的霍尔元件通过如图所示电流和加上如图磁场时 N 侧带负电荷
- D. 丁图长宽高分别为 a 、 b 、 c 的电磁流量计加上如图所示磁场，若流量 Q 恒定，则前后两个金属侧面的电压与 a 、 b 、 c 均无关

【答案】D

【解析】

【详解】A. 在回旋加速器中，由洛伦兹力充当向心力有

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

可得

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

可知，在回旋加速度所处磁场一定的情况下，粒子射出回旋加速度的最终速度跟 D 形盒的半径有关，半径越大获得的速度越大，动能就越大，因此甲图中要使粒子获得的最大动能增大，可以增大 D 形盒的半径，故 A 正确；

B. 粒子经过质谱仪速度选择器时，只有满足

$$Eq = Bqv$$

的粒子才能被选择，可得

$$v = \frac{E}{B}$$

显然，经过质谱仪的速度选择器区域的粒子速度 v 都相同，经过偏转磁场时击中光屏同一位置的粒子在偏转磁场中做圆周运动的轨迹半径 R 相等，根据牛顿第二定律有

$$B_1qv = m \frac{v^2}{R}$$

可得

$$R = \frac{mv}{qB_1}$$

由此可知，打在同一位置的粒子的比荷 $\frac{q}{m}$ 都相同，故 B 正确；

C. 在霍尔元件中，因载流子带负电，而电流的方向为正电荷定向移动的方向，可知带负电的载流子移动方向与电流方向相反，根据左手定则可知，带负电的载流子在洛伦兹力的作用下向着霍尔元件的 N 侧偏转，使 N 侧带上负电，故 C 正确；

D. 经过电磁流量计的带电粒子会在洛伦兹力的作用下向着前后两个侧面偏转，时前后两个侧面产生电势差，从而形成电场，当前后两个侧面带上足够多的电荷后将形成稳定的电场，此时满足

$$Bqv = Eq$$

其中 v 表示液体的流速，即此时两侧电压达到最大值，则有

$$U = Eb$$

联立可得

$$U = Bvb$$

而流量

$$Q = bcv$$

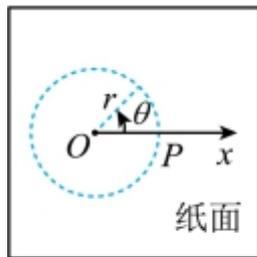
解得

$$U = \frac{BQ}{c}$$

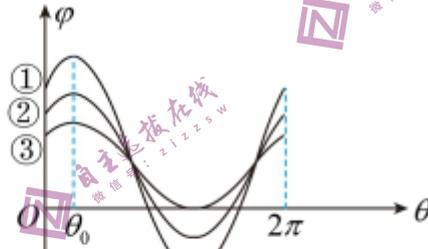
则前后两个金属侧面的电压与 a 、 b 无关，但与 c 有关，故 D 错误。

故此题选择错误选项，故选 D。

7. 为了测定某平行于纸面的匀强电场的场强，某同学进行了如下操作：取电场内某一位置为坐标原点 O 建立 x 轴，选取 x 轴上到 O 点距离为 r 的 P 点，以 O 为圆心， r 为半径作圆，如图甲所示。DIS 电压传感器的一个黑表笔保持与基准点接触，红表笔从 P 点起沿圆周逆时针逐点测圆上各点的电势 φ 并记录相应转过的角度 θ ，再用此数据绘制 $\varphi - \theta$ 图。当半径 r 分别取 $r_0, 2r_0, 3r_0$ 时，分别绘制出如图乙中所示的三条曲线，三条曲线均在 $\theta = \theta_0$ 时达到最大值，最大值分别为 $2\varphi_0, 3\varphi_0, 4\varphi_0$ ，且曲线③的最小值恰好为零，则下列说法正确的是()



甲



乙

- A. 曲线①对应的 r 取值为 r_0
- B. 电场方向沿 x 轴负方向
- C. 坐标原点 O 的电势为 φ_0
- D. 电场强度的大小为 $\frac{4\varphi_0}{3r_0}$

【答案】C

【解析】

【详解】B. 三条曲线均在 $\theta = \theta_0$ 时达到最大值，即圆周上电势最大点在 $\theta = \theta_0$ ，表明电场线不是沿着 x 轴，而是沿着与 x 轴正方向的夹角为 θ_0 的直线，根据沿电场线电势降低，可知电场线方向指向左下方，即电场强度的方向与 x 轴夹角为 θ_0 ，且指向左下方，故 B 错误；

A. 曲线①的最大值在三条图像中最大，只有半径越大， P 点绕原点逆时针转过 θ_0 时，逆着电场线走过的距离才越大，对应的电势才越高，所以曲线①对应的 r 取值为 $3r_0$ ，故 A 错误；

C. 根据上述可知，曲线③对应的 r 取值为 r_0 。根据题意，曲线③对应的最高电势和最低电势分别为 $2\varphi_0$ 、 0 ，由于坐标原点在最高电势点和最低电势点连线的中点，所以坐标原点 O 的电势为

$$\varphi_O = \frac{2\varphi_0 + 0}{2} = \varphi_0$$

故 C 正确；

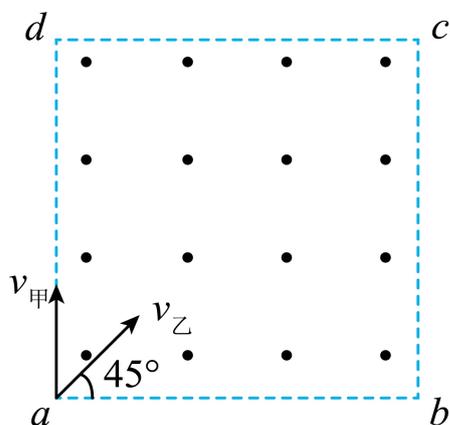
D. 取曲线③最高点电势和最低点电势来求电场强度

$$E = \frac{U}{d} = \frac{2\varphi_0 - 0}{2r_0} = \frac{\varphi_0}{r_0}$$

故 D 错误。

故选 C。

8. 如图所示，正方形 $abcd$ 区域内存在垂直于纸面向外的匀强磁场，两个质量相等、电荷量大小分别为 $+2q$ 和 $+q$ 的带电粒子甲、乙均从 a 点射入磁场，其中甲粒子沿 ad 边方向射入磁场后从 c 点射出，乙粒子沿与 ab 边成 45° 的方向射入磁场后从 b 点射出，不计粒子重力和粒子间的相互作用，则 ()

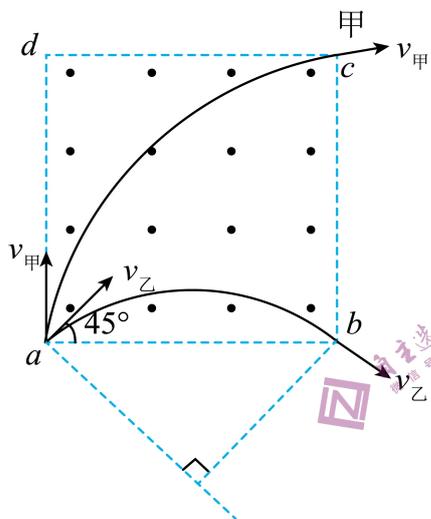


- A. 甲、乙两个粒子进入磁场的速率之比为 $2\sqrt{2}:1$
- B. 甲、乙两个粒子进入磁场的速率之比为 $1:2\sqrt{2}$
- C. 甲、乙两个粒子在磁场中的运动时间之比为 $2:1$
- D. 甲、乙两个粒子在磁场中的运动时间之比为 $1:2$

【答案】AD

【解析】

【详解】AB. 做出甲乙在磁场运动的轨迹如图



由几何关系可知

$$R_{\text{甲}} = L$$

$$R_{\text{乙}} = \frac{\sqrt{2}}{2}L$$

粒子在磁场做匀速圆周运动，由洛伦兹力提供向心力，有

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

得

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

可见甲、乙两个粒子进入磁场的速率之比为 $2\sqrt{2}:1$ ，故 A 正确，B 错误；

CD. 由几何关系有，甲在磁场运动的圆心角为

$$\theta_{\text{甲}} = 90^\circ$$

乙在磁场运动的圆心角为

$$\theta_Z = 90^\circ$$

由

$$Bqv = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R$$

$$t = \frac{\theta}{360^\circ} T$$

得粒子在磁场的运动时间为

$$t = \frac{\theta}{360^\circ} \frac{2\pi m}{Bq}$$

可见甲、乙两个粒子在磁场中的运动时间之比为 1: 2, 故 D 正确, C 错误。

故选 AD。

9. 下表列出了某品牌电动自行车及所用电动机的主要技术参数, 不计自身机械损耗, 若该车在额定状态下以最大速度行驶, 则下列选项正确的是 ()

自重	40kg	额定电压	48V
载重	75kg	额定电流	12A
最大行驶速度	20km/h	额定输出功率	400W

A. 电动机的输入功率为 576W

B. 电动机的线圈电阻为 4Ω

C. 该车获得的牵引力为 104N

D. 该车受到的阻力为 72N

【答案】AD

【解析】

【详解】A. 电动机的输入功率为

$$P_{\lambda} = UI = 576W$$

故 A 项正确;

B. 由电路中的能量守恒有

$$P_{\text{入}} = P_{\text{出}} + P_{\text{热}}$$

$$P_{\text{热}} = I^2 r$$

整理有

$$r = \frac{11}{9} \Omega$$

故 B 项错误；

CD. 当电动车最大时，其牵引力等于阻力，有

$$P_{\text{出}} = F_{\text{牵}} v_{\text{m}} = f v_{\text{m}}$$

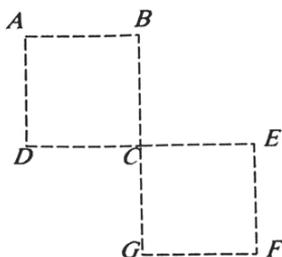
解得

$$F_{\text{牵}} = f = 72 \text{N}$$

故 C 错误，D 正确。

故选 AD。

10. 如图所示，边长均为 $L = 0.2 \text{m}$ 的正方形区域 $ABCD$ 和 $CEFG$ 位于同一竖直平面内， $ABCD$ 内存在竖直方向的匀强电场和垂直纸面的匀强磁场， $CEFG$ 内存在匀强电场。一质量 $m = 1.0 \times 10^{-6} \text{kg}$ 、电荷量 $q = +2.0 \times 10^{-4} \text{C}$ 的小球，从距 A 点正上方 $h = 0.2 \text{m}$ 的 O 点静止释放，进入 $ABCD$ 后做匀速圆周运动，之后恰好从 C 点沿水平方向进入 $CEFG$ ，取 $g = 10 \text{m/s}^2$ ，则 ()



- A. $ABCD$ 内的电场强度 $E_1 = 5 \times 10^{-2} \text{N/C}$ ，方向竖直向上
- B. 磁感应强度 $B = 5 \times 10^{-3} \text{T}$ ，方向垂直纸面向里
- C. 若 $CEFG$ 内存在竖直向下的匀强电场 E_2 ，恰好能使小球从 F 点飞出，则 CF 两点的电势差 $U_{CF} = 0.03 \text{V}$
- D. 若 $CEFG$ 内存在水平向左的匀强电场强度 $E_3 = \frac{mg}{q}$ ，则恰好能使小球从 G 点飞出

【答案】 AC

【解析】

【详解】 A. 小球进入 $ABCD$ 后做匀速圆周运动，则电场力与质量平衡，有

$$qE_1 = mg$$

解得

$$E_1 = \frac{mg}{q} = \frac{1.0 \times 10^{-6} \times 10}{2.0 \times 10^{-4}} \text{ N/C} = 5 \times 10^{-2} \text{ N/C}$$

方向竖直向上，故 A 正确；

B. 进入 $ABCD$ 后做匀速圆周运动，之后恰好从 C 点沿水平方向进入 $CEFG$ ，根据几何关系可知，小球在 $ABCD$ 区域内做匀速圆周运动的半径为

$$r = L = 0.2 \text{ m}$$

粒子进入 $ABCD$ 前做自由落体运动，则有

$$v = \sqrt{2gh} = 2 \text{ m/s}$$

根据洛伦兹力提供向心力可得

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

可得磁感应强度大小为

$$B = \frac{mv}{qr} = \frac{1.0 \times 10^{-6} \times 2}{2.0 \times 10^{-4} \times 0.2} = \times \text{ }^{-2} \text{ T}$$

根据左手定则可知，磁感应强度方向垂直纸面向里，故 B 错误；

C. 若 $CEFG$ 内存在竖直向下的匀强电场 E_2 ，恰好能使小球从 F 点飞出，则有

$$L = vt$$

$$L = \frac{1}{2} at^2, \quad a = \frac{qE_2 + mg}{m}$$

联立解得

$$E_2 = 15 \times 10^{-2} \text{ N/C}$$

则 CF 两点的电势差为

$$U_{CF} = EL = 0.03 \text{ V}$$

故 C 正确；

D. 若 $CEFG$ 内存在水平向左的匀强电场强度 $E_3 = \frac{mg}{q}$ ，设小球从 GF 边离开，则竖直方向有

$$L = \frac{1}{2}gt'^2$$

解得

$$t' = \sqrt{\frac{2L}{g}} = 0.2\text{s}$$

水平方向有

$$x = vt' - \frac{1}{2}at'^2, \quad a = \frac{qE_3}{m} = g = 10\text{m/s}^2$$

解得

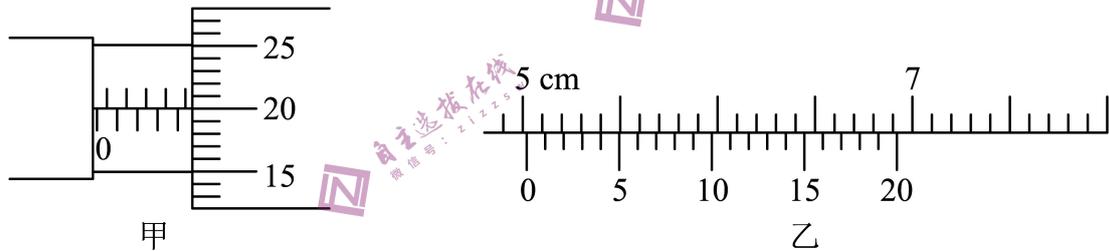
$$x = 0.2\text{m}$$

可知小球从 GF 边的中点飞出，故 D 错误。

故选 AC。

二、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. 高二某兴趣小组对纯净水质量进行了抽测，结果发现有不少样品的电导率不合格（电导率是电阻率的倒数，是检验纯净水是否合格的一项重要指标）。下面为该兴趣小组对某种纯净水样品进行的检验。



(1) 将采集的水样装满绝缘的圆柱形塑料容器，两端用金属圆片电极密封，利用螺旋测微器测量该容器的直径如图甲所示，则该容器直径的测量值 d 为 _____ mm；利用游标卡尺测量该容器的长度如图乙所示，则该容器长度的测量值 L 为 _____ cm。

(2) 小组同学用多用电表粗测该水样的电阻为 1200Ω 。为了准确测量该水样的电导率，小组同学准备利用以下器材进行研究：

- A. 电压表（0~3V，内阻约为 $1\text{k}\Omega$ ）
- B. 电压表（0~15V，内阻约为 $5\text{k}\Omega$ ）
- C. 电流表（0~10mA，内阻约为 1Ω ）

D.电流表（0~0.6A，内阻约为 10Ω ）

E.滑动变阻器（最大阻值为 100Ω ）

F.蓄电池（电动势约为 $12V$ ，内阻约为 2Ω ）

G.开关、导线若干

实验要求测量尽可能准确，电流表应选择_____电压表应选择_____（两空均填器材前面的字母序号）；

（3）该水样电导率的表达式为 $\sigma =$ _____（用测得的物理量的字母 U 、 I 、 d 、 L 表示）

【答案】 ①. 4.700 ②. 5.020 ③. B ④. C ⑤. $\frac{4IL}{\pi d^2 U}$

【解析】

【详解】（1）[1] 利用螺旋测微器测量该容器的直径，读书规则为：测量值(mm)=固定刻度数(mm)(注意半毫米刻度线是否露出)+可动刻度数(估读一位) $\times 0.01$ (mm)，由图可知该容器直径的测量值为

$$d = 4.5\text{mm} + 20.0 \times 0.01\text{mm} = 4.700\text{mm}$$

[2] 利用游标卡尺测量该容器的长度，读书规则为： $L = L_0 + kx$ ，其中 k 为精确度，由图可知该容器的长度为

$$L = 50\text{mm} + 4 \times 0.05\text{mm} = 50.20\text{mm} = 5.020\text{cm}$$

（2）[3] 由于该水样的电阻约为 1200Ω ，滑动变阻器阻值比待测电阻小得多，故滑动变阻器应采用分压接法，由于待测电阻远大于电流表内阻，故电流表应采用内接法，由于蓄电池的电动势约为 $12V$ ，则电压表应选择 B。

[4] 通过待测电阻的最大电流约为

$$I_m = \frac{E}{R} = \frac{12}{1200} \text{A} = 10\text{mA}$$

则电流表应选则 C。

（3）[5] 根据电阻定律可得

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

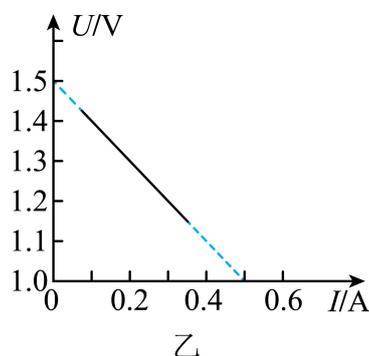
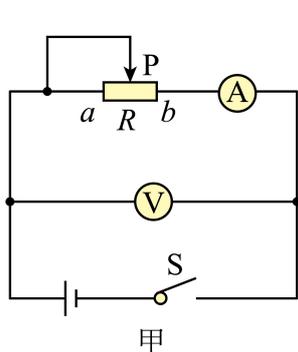
又由于

$$R = \frac{U}{I}, S = \frac{\pi d^2}{4}, \sigma = \frac{1}{\rho}$$

该水样电导率的表达式为

$$\sigma = \frac{4IL}{\pi d^2 U}$$

12. 某同学用图甲所示的电路测定电源的电动势和内阻。



(1) 为防止电流表过载, 在闭合开关 S 之前, 滑动变阻器滑片 P 应置于滑动变阻器的 _____ (填“a”或“b”) 端。

(2) 实验中根据电表的示数描点作图得到题图乙, 根据图像可知电源的电动势 $E =$ _____ V (结果保留两位有效数字)。

(3) 根据题图乙, 可知电源的内阻 $r =$ _____ Ω (结果保留两位有效数字)。

【答案】 ①. a ②. 1.5 ③. 1.0

【解析】

【详解】(1) [1] 滑动变阻器采用限流式, 为防止电流表过载, 在闭合开关 S 之前, 滑动变阻器接入电阻应最大, 即在闭合开关 S 之前, 滑动变阻器滑片 P 应置于滑动变阻器的 a 端。

(2) [2] 根据路端电压与干路电流的关系有

$$U = E - Ir$$

结合图像, $U - I$ 图像中纵轴的截距表示电动势, 可知

$$E = 1.5 \text{ V}$$

(3) [3] 根据路端电压与干路电流的关系有

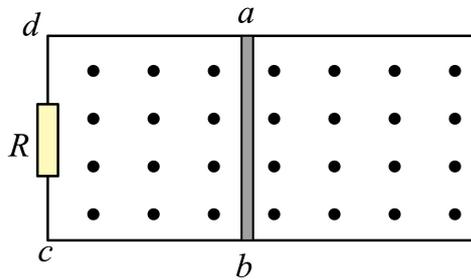
$$U = E - Ir$$

结合图像, $U - I$ 图像中图像斜率的绝对值表示电源内阻, 则有

$$r = \frac{1.5 - 1.0}{0.5} \Omega = 1.0 \Omega$$

13. 如图所示, 水平放置的两根平行金属导轨与定值电阻 R 、金属棒 ab 组成正方形回路, 放在竖直向上匀强磁场中 (图中为俯视图), 磁感应强度 $B = 0.2 \text{ T}$, 定值电阻 $R = 1.5 \Omega$, 金属棒电阻 $r = 0.5 \Omega$, 棒长 $l = 0.1 \text{ m}$, 导轨的电阻不计。

- (1) 若棒 ab 固定不动，磁场以 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.1\text{T/s}$ 均匀增加，求电阻 R 的电流大小和方向；
- (2) 若棒 ab 不固定，且受到水平力 F 向右匀速运动，速度大小 $v=5\text{m/s}$ ，求水平力 F 大小。



【答案】(1) $5.0 \times 10^{-4}\text{A}$ ，电流方向为 $c \rightarrow d$ ；(2) $1.0 \times 10^{-3}\text{N}$

【解析】

【详解】(1) 棒 ab 固定不动，根据法拉第电磁感应定律有

$$E_1 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = l^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

解得

$$E_1 = 0.001\text{V}$$

根据闭合电路欧姆定律有

$$I_1 = \frac{E_1}{R+r}$$

解得

$$I_1 = 5.0 \times 10^{-4}\text{A}$$

根据楞次定律可知，电阻 R 的电流方向为 $c \rightarrow d$ 。

(2) 棒 ab 不固定，金属棒切割磁感线，感应电动势为

$$E_2 = Blv$$

感应电流

$$I_2 = \frac{E_2}{R+r}$$

根据平衡条件有

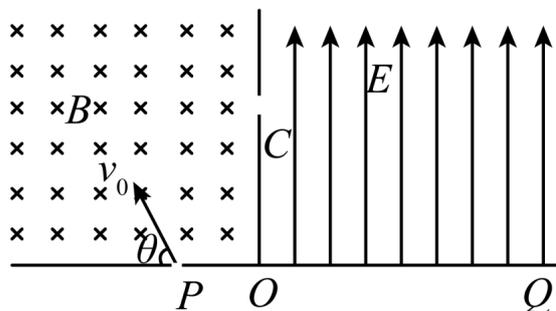
$$F = BI_2l$$

解得

$$F = 1.0 \times 10^{-3}\text{N}$$

14. 如图所示的区域中， OM 左边为垂直纸面向里的匀强磁场，右边是一个电场强度大小未

知的匀强电场，其方向平行于 OM ，且垂直于磁场方向。一个质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的带电粒子从小孔 P 以初速度 v_0 沿垂直于磁场方向进入匀强磁场中，初速度方向与边界线的夹角 $\theta=60^\circ$ ，粒子恰好从小孔 C 垂直于 OC 射入匀强电场，最后打在 Q 点，已知 $OC=L$ ， $OQ=2L$ ，不计粒子的重力，求：



(1)磁感应强度 B 的大小；

(2)电场强度 E 的大小。

【答案】(1) $\frac{3mv_0}{2qL}$ (2) $\frac{mv_0^2}{2qL}$

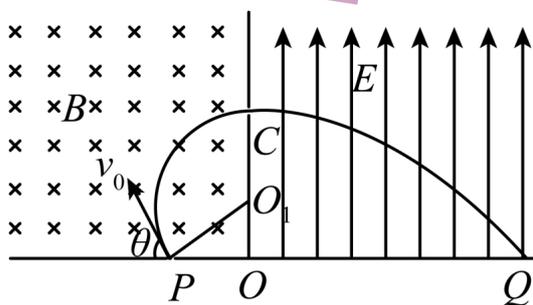
【解析】

【详解】(1)画出粒子运动的轨迹如图所示 (O_1 为粒子在磁场中圆周运动的圆心)： $\angle PO_1C=120^\circ$

设粒子在磁场中圆周运动的半径为 r ， $r+r\cos 60^\circ=OC=L$

得 $r=2L/3$

粒子在磁场中圆周运动洛伦兹力充当向心力 $qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$



解得 $B = \frac{mv_0}{qr} = \frac{3mv_0}{2qL}$

(2) 粒子在电场中类平抛运动，加速度为 a

由牛顿第二定律得 $a = \frac{qE}{m}$

水平方向 $2L = v_0 t$

竖直方向 $L = \frac{1}{2} a t^2$

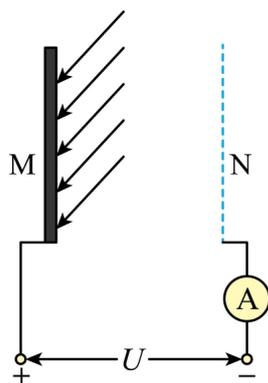
解得 $E = \frac{m v_0^2}{2qL}$

15. 某种金属板 M 受到一束紫外线连续照射时会不停地发射电子，金属板 M 被照区域近似看成圆形，其半径 r 为 1cm，从 M 板射出的电子沿各个方向运动，速度大小也不相同。在 M 旁放置一个金属网 N，M、N 间距 d 为 1cm。如果用导线将 M、N 连起来，从 M 射出的电子落到 N 上便会沿导线返回 M，从而形成电流。电子的质量 $m = 9.0 \times 10^{-31} \text{kg}$ ，所带的电荷量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 。（重力不计）

(1) 在用导线连接 M、N 时，测得通过导线的电流大小为 $3.2 \mu\text{A}$ ，求：金属板 N 每秒接收到电子的数目；

(2) 现在不把 M、N 直接相连，而按图那样在 M、N 之间加电压 U ，发现当 $U = 20\text{V}$ 时电流表中恰好没有电流。则被这束紫外线照射出的电子，其最大速度是多少；（保留 2 位有效数字）

(3) 现把加在 M、N 之间的电压反向，且射出的电子的最大速度与 (2) 问中的相等，求：所加电压 $U = 20\text{V}$ 时，金属板 N 上能接收到电子的区域的最大面积。（保留 2 位有效数字）（ π 值取 3）（注：从 M 板射出的电子，其初速度与所加电压无关）



【答案】(1) 2×10^{13} (个)；(2) $2.7 \times 10^6 \text{m/s}$ ；(3) 27cm^2

【解析】

【详解】(1) 根据

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{ne}{t}$$

解得

$$n = \frac{It}{e} = \frac{3.2 \times 10^{-6} \times 1}{1.6 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{13} \text{ (个)}$$

(2) 若在 M、N 之间加电压 U ，当 $U=20\text{V}$ 时电流表中恰好没有电流，即电子克服电场力做功，恰好运动不到 N 板，则由动能定理

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

代入相关已知数据求得

$$v_m = 2.7 \times 10^6 \text{ m/s}$$

(3) 射出的电子速度沿板方向，则电子在 M、N 之间做类平抛运动，根据平抛规律沿板方向的位移为

$$x = v_m t$$

垂直板方向有

$$d = \frac{1}{2}at^2$$

根据牛顿第二定律有

$$\frac{U}{d}e = ma$$

联立代入相关已知数据解得

$$x = 2\text{cm}$$

金属板 N 上能接收到电子的区域的最大半径为

$$r_m = r + x = 3\text{cm}$$

可得金属板 N 上能接收到电子的区域的最大面积为

$$S_{\max} = \pi r_m^2 = 27\text{cm}^2$$