

# 2023 北京北师大附中高二（上）期中

## 物 理

### 考生须知

1. 本试卷有 22 道题，共 8 页。考试时长 90 分钟，满分 100 分。
2. 考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。
3. 考试结束后，考生应将答题纸交回。



### 第一部分

#### 一、单选题（本部分共 12 小题，每小题 3 分，共 36 分）

1. 下面物理量中属于标量的是（ ）

- A. 电场强度  
B. 磁感应强度  
C. 洛伦兹力  
D. 电动势

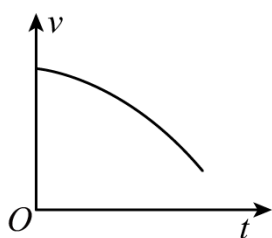
2. 用比值法定义物理量是物理学中一种很重要的思想方法，以下属于用比值法定义的表达式是（ ）

- A. 磁感应强度  $B = \frac{F}{IL}$   
B. 电场强度  $E = \frac{kQ}{r^2}$   
C. 电容  $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$   
D. 电阻  $R = \rho \frac{l}{S}$

3. 一个带电的金属球，当它带的电荷量增加一定数值后（稳定）与增加前比较，其内部的场强将（ ）

- A. 一定增强  
B. 不变  
C. 一定减弱  
D. 可能增强也可能减弱

4.  $A$ 、 $B$  是一条电场线上的两个点，一带正电的微粒仅在电场力作用下以一定初速度从  $A$  点沿电场线运动到  $B$  点，其速度-时间图象如图所示。则这一电场可能是下图中（ ）

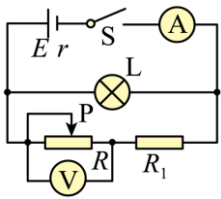


- A.
- B.
- C.
- D.

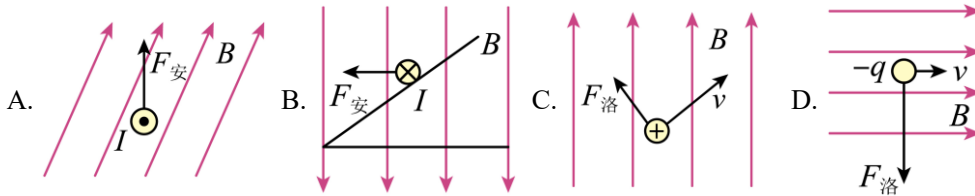
5. 有一横截面积为  $S$  的铜导线，流经其中的电流为  $I$ ，设每单位体积导线有  $n$  个自由电子，电子的电荷量为  $e$ ，此时电子的定向移动速度为  $v$ ，在  $\Delta t$  时间里，通过导线横截面的自由电子数目可表示为（ ）

- A.  $nvS\Delta t$   
B.  $nv\Delta t$   
C.  $\frac{Is\Delta t}{e}$   
D.  $\frac{I\Delta t}{Se}$

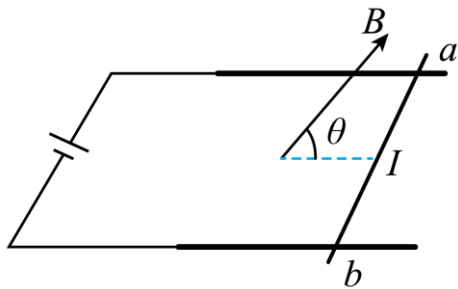
6. 在如图所示的电路中，电源的电动势为  $E$ ，内阻为  $r$ 。闭合开关  $S$ ，电灯  $L$  正常发光。两块电表均为理想电表。在滑片  $P$  向右移动的过程中，下列说法正确的是（ ）



- A. 电流表的示数变小  
 B. 电源的总功率变大  
 C. 灯泡  $L$  的亮度变大  
 D. 电压表的示数变大
7. 下列四幅图关于各物理量方向的关系中，正确的是（ ）

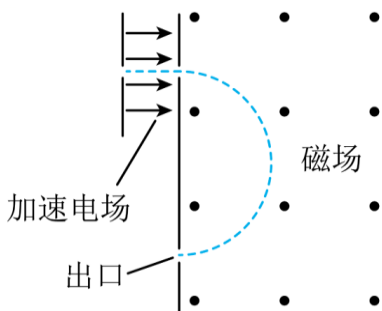


8. 如图所示，质量为  $m$ ，通电电流为  $I$  的金属棒  $ab$  置于磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中，磁场方向与宽为  $L$  的水平导轨平面夹角为  $\theta$ ，金属棒  $ab$  处于静止状态。下列说法正确的是（ ）



- A. 金属棒受到的安培力大小为  $BIL\sin\theta$   
 B. 金属棒受到的支持力大小为  $BIL\cos\theta$   
 C. 若只减小夹角  $\theta$ ，金属棒受到的摩擦力将减小  
 D. 若只改变电流方向，金属棒对导轨的压力将减小

9. 现代质谱仪可用来分析比质子重很多倍的离子，其示意图如图所示，其中加速电压恒定。质子 ( ${}^1_1\text{H}$ ) 在入口处从静止开始被电场加速，经匀强磁场偏转后从出口离开磁场。若换作  $\alpha$  粒子 ( ${}^4_2\text{He}$ ) 在入口处从静止开始被同一电场加速，为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场，需将磁感应强度增加到原来的倍数是（ ）



A.  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

B.  $\sqrt{2}$

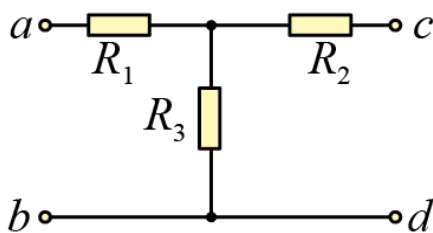
C. 2

D.  $\frac{1}{2}$

10. 用多用电表欧姆挡测电阻时，下列说法正确的是（ ）

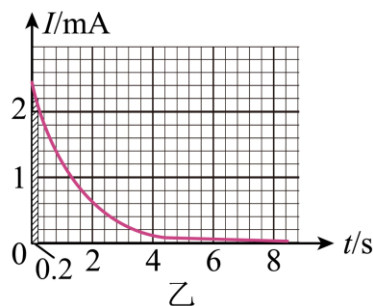
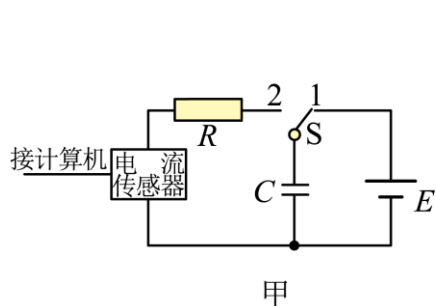
- A. 测量前必须欧姆调零，并且每次换挡都要重新欧姆调零
- B. 为了使测量值比较准确，应该用两手分别将两表笔与待测电阻两端紧紧捏在一起，以使表笔与待测电阻接触良好
- C. 待测电阻若是连接在电路中，不用把它与其他元件断开后再测量
- D. 测量二极管正向电阻时，应该把红表笔与二极管正极相连

11. 一个 T 型电路如图所示，电路中的电阻  $R_1=1\Omega$ ， $R_2=12\Omega$ ， $R_3=4\Omega$ ，另有一测试电源，电源提供的电压为 10V，内阻忽略不计，则（ ）



- A. 当  $cd$  端短路时， $ab$  之间的等效电阻是  $5\Omega$
- B. 当  $ab$  端短路时， $cd$  之间的等效电阻是  $4\Omega$
- C. 当  $ab$  两端接通测试电源时， $cd$  两端的电压为 8V
- D. 当  $cd$  两端接通测试电源时， $ab$  两端的电压为 9V

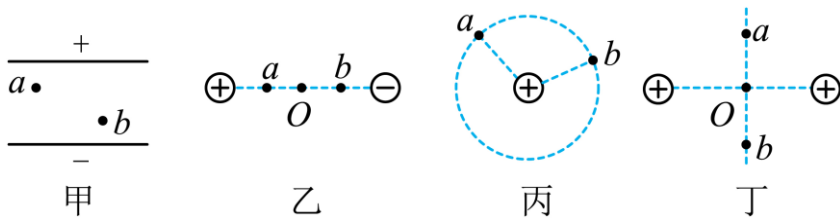
12. 利用电流传感器测量电容器电容的实验电路图如图甲所示。电源电动势  $E=8V$ ，先使开关 S 与 1 端相连，电源向电容器充电，然后把开关 S 掷向 2 端，电容器通过电阻  $R$  放电。电流传感器将电流变化的信息传入计算机，屏幕上显示出电流  $I$  随时间  $t$  变化的  $I-t$  曲线如图乙所示。下列说法中正确的是（ ）



- A. 图乙中紧靠纵轴的狭长矩形的面积表示 0.2s 内电容两端增加的电压
- B. 根据图乙，可以计算电容器在全部放电过程中释放的电荷量  $Q$
- C. 只更换电阻  $R$ ，图像下面所围的面积也会改变
- D. 根据已知条件和图像，不能计算电容器的电容  $C$

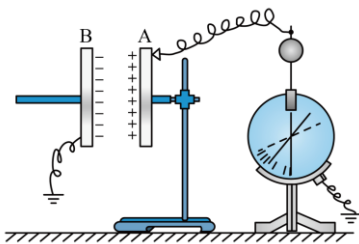
**二、多项选择题（本部分共 4 小题，每小题 3 分，少选得 2 分，错选不得分，共 12 分）**

13. 在如图所示的四种典型电场的情况中，电场中  $a$ 、 $b$  两点的电场强度相同的是（ ）



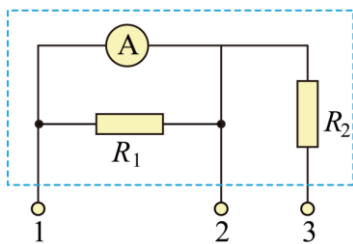
- A. 图甲中平行板电容器带电时，极板间除边缘附近外的任意两点  $a$ 、 $b$
- B. 图乙中两个等量异号点电荷的连线上，与连线中点  $O$  等距的两点  $a$ 、 $b$
- C. 图丙中离点电荷等距的任意两点  $a$ 、 $b$
- D. 图丁中两个等量同号点电荷的连线的中垂线上，与连线中点  $O$  等距的任意两点  $a$ 、 $b$

14. 在研究平行板电容器电容跟哪些因素有关的实验中，保持平行板电容器所带电荷量、极板的正对面积不变。则 ( )



- A. 只在两极板间插入玻璃板，会使静电计张角增大
- B. 只在两极板间插入玻璃板，会使静电计张角减小
- C. 只把 B 板向右移，会使平行板电容器的电容变大
- D. 只把 B 板向左移，会使两板间场强减小

15. 如图，其中电流表的量程为  $0.6\text{A}$ ，满偏电压为  $1\text{V}$ ，表盘均匀划分为  $30$  个小格，每一小格表示  $0.02\text{A}$ ， $R_1$  的阻值等于电流表内阻的  $\frac{1}{2}$ ； $R_2$  的阻值等于电流表内阻的  $3$  倍。若用电流表 A 的表盘刻度表示流过接线柱 1 的电流值和所用两接线柱间的电压，则下列分析正确的是 ( )

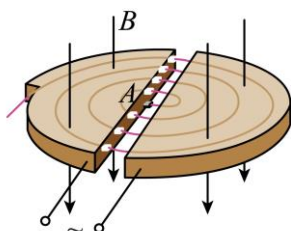


- A. 将接线柱 1、2 接入电路时，每一小格可以表示电流  $0.04\text{A}$
- B. 将接线柱 1、2 接入电路时，每一小格可以表示电压  $\frac{1}{30}\text{V}$
- C. 将接线柱 1、3 接入电路时，每一小格可以表示电流  $0.06\text{A}$
- D. 将接线柱 1、3 接入电路时，每一小格可以表示电压  $\frac{1}{3}\text{V}$

16. 如图为回旋加速器的示意图，两个靠得很近的 D 形金属盒处在与盒面垂直的匀强磁场中，磁场的磁感



应强度为  $B$ 。一质子 ( ${}^1_1\text{H}$ ) 从加速器的  $A$  处开始加速。已知 D 形盒的半径为  $R$ ，高频交变电源的电压为  $U$ ，频率为  $f$ ，质子质量为  $m$ ，电荷量为  $q$ 。已知质子在磁场中运动的周期等于交变电源的周期，下列说法正确的是 ( )



高频交变电源

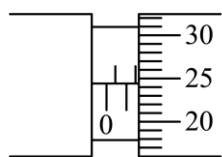
- A. 质子的最大速度不超过  $2\pi Rf$
- B. 质子的最大动能为  $\frac{q^2 B^2 R^2}{4m}$
- C. 把质子换为氦核 ( ${}^2_2\text{H}$ )，交流电的周期必须改为原来的 2 倍
- D. 若增大电压  $U$ ，质子的最大动能增大



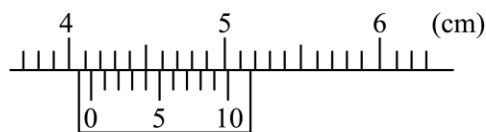
## 第二部分

三、解答题 (本部分共 6 小题，共 52 分。计算论述题必须有必要的方程、受力图和文字说明，否则不得分)

17. (1) 用螺旋测微器测量圆柱体的直径，用游标卡尺测量圆柱体的长度。分别如图甲和乙所示。



甲



乙

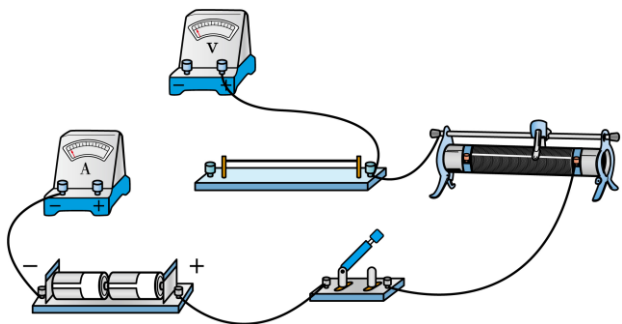
圆柱体的直径  $D$  为 \_\_\_\_\_ mm，长度  $L$  为 \_\_\_\_\_ mm。

(2) 在“测定金属的电阻率”实验中，小强同学将一段粗细均匀的金属丝 (阻值约为  $5\Omega$ ) 固定在带有刻度尺的木板上，准备精确测量其电阻 (要求电压可以从零开始调节)。现有电源 (电动势  $E$  为  $3.0\text{V}$ ，内阻不计)、开关和导线若干，以及下列器材：

- A. 电流表 (量程  $0\sim 0.6\text{A}$ ，内阻约  $0.125\Omega$ )
- B. 电压表 (量程  $0\sim 3\text{V}$ ，内阻约  $3\text{k}\Omega$ )
- C. 滑动变阻器 ( $0\sim 5\Omega$ ，额定电流  $10\text{A}$ )
- D. 滑动变阻器 ( $0\sim 100\Omega$ ，额定电流  $1\text{A}$ )

a. 为减小误差，且便于操作，在实验中滑动变阻器应选 \_\_\_\_\_ (选填器材前的字母)。

b. 如图所示，这是测量该金属丝电阻的实验电路实物图，图中已连接了部分导线，还有三根导线没有连接，请补充完成。 \_\_\_\_\_



c. 开关闭合前，滑动变阻器的滑片应调到最\_\_\_\_\_（选填“左”或“右”）端。

18. 利用电流表和电压表测定一节干电池的电动势和内电阻，要求尽量减小实验误差。

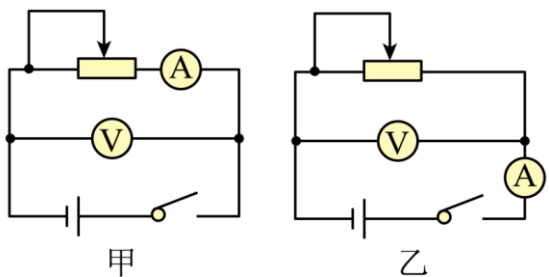


图1

(1) 应该选择的实验电路是图1中的\_\_\_\_\_（选填“甲”或“乙”）；

(2) 现有电流表（0~0.6A）、开关和导线若干，以及以下器材：

A. 电压表（0~15V）

B. 电压表（0~3V）

C. 滑动变阻器（0~20Ω）

D. 滑动变阻器（0~1500Ω）

实验中电压表应选用\_\_\_\_\_；滑动变阻器应选用\_\_\_\_\_；（选填相应器材前的字母）

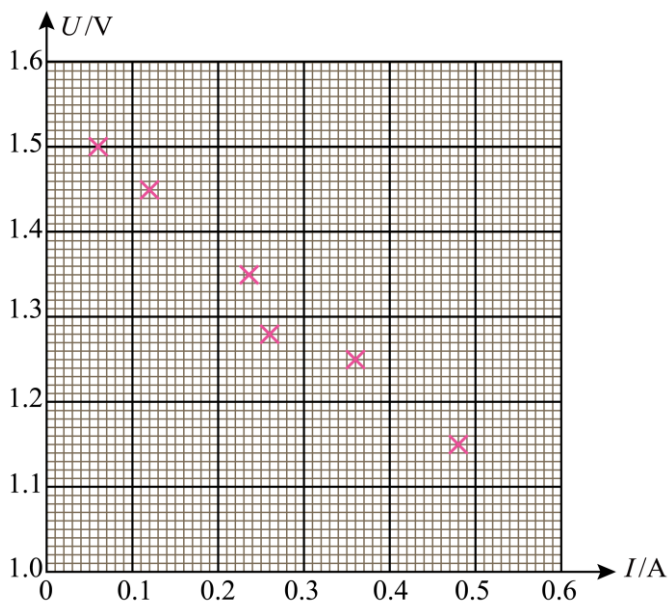


图2

序号	1	2	3	4	5	6
电压 $U$ (V)	1.50	1.45	1.35	1.28	1.25	1.15

电流 $I$ (A)	0.06	0.12	0.24	0.26	0.36	0.48
------------	------	------	------	------	------	------

(3) 某位同学记录的 6 组数据如上表所示, 其中 5 组数据的对应点已经标在图 2 的坐标纸上, 请标出余下的一组数据的对应点, 并画出  $U-I$  图线\_\_\_\_\_;

(4) 根据 (3) 中所画图线可得出干电池的电动势  $E=_____$  V, 内电阻  $r=_____$   $\Omega$  (结果保留 2 位小数);

(5) 某同学利用图像分析甲、乙两种方法中由电表内电阻引起的实验误差。在图 3 中, 实线是根据实验数据描点作图得到的  $U-I$  图像; 虚线是该电源的路端电压  $U$  随电流  $I$  变化的  $U-I$  图像 (没有电表内电阻影响的理想情况)。甲电路图对应的图像是\_\_\_\_\_, 乙电路图对应的图像是\_\_\_\_\_。

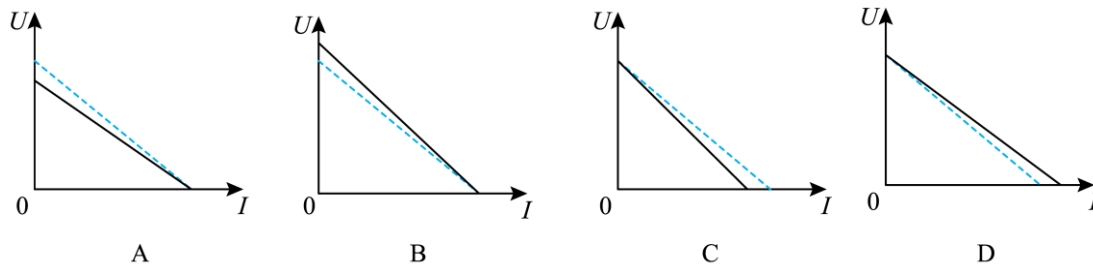
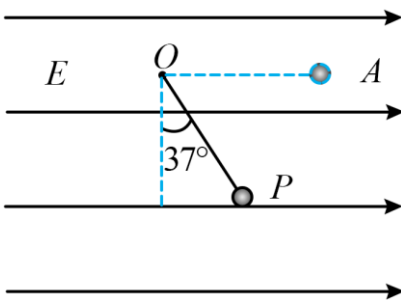


图3

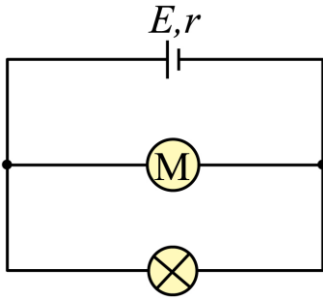
19. 在竖直平面内有水平向右、场强为  $E$  的匀强电场。在匀强电场中有一根长  $L$  的绝缘细线, 一端固定在  $O$  点, 另一端系一质量为  $m$  的带电小球, 它静止在  $P$  点时, 悬线与竖直方向成  $37^\circ$  角, 如图所示。若把小球拉到与  $O$  等高的  $A$  位置, 从静止释放, 已知重力加速度为  $g$ ,  $\sin 37^\circ=0.60$ ,  $\cos 37^\circ=0.80$ 。试求:

- (1)  $O$  和静止位置  $P$  间的电势差  $U_{OP}$ ;
- (2) 小球所带的电荷量  $q$ ;
- (3) 小球经过最低点时的动能。



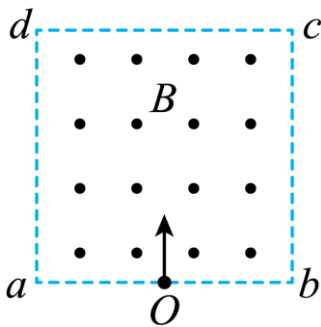
20. 如图, 电源电动势  $E=12\text{V}$ , 内电阻  $r=0.5\Omega$ 。将一盏标有“8V, 16W”字样的灯泡与一只线圈电阻为  $R_M=0.5\Omega$  的直流电动机并联后和电源相连, 灯泡刚好正常发光。求:

- (1) 通过电源的总电流多大?
- (2) 电源的输出功率是多少?
- (3) 电动机的机械功率是多少?



21. 如图, 边长为  $l$  的正方形  $abcd$  内存在匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ 。方向垂直于纸面 ( $abcd$  所在平面) 向外,  $ab$  边中点有一电子发射源  $O$ , 可向磁场内沿垂直于  $ab$  边的方向发射电子。已知电子的比荷为  $k$ , 求:

- (1) 从  $a$  点射出的电子在磁场中的运动时间  $t$ ;
- (2) 从  $d$  点射出的电子速度大小  $v$ ;
- (3) 若要电子射出后以速度  $v_0$  沿直线通过磁场区域, 可以在图中正方形区域加一个匀强电场, 求出此电场的电场强度大小和方向。

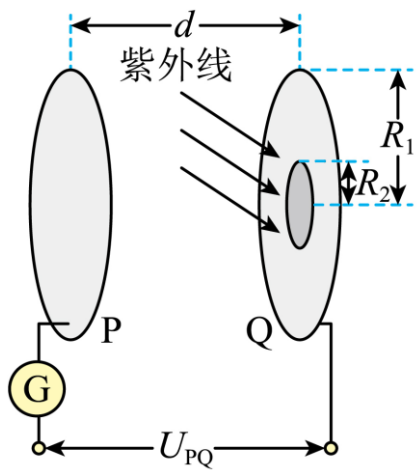


22. 真空中一对半径均为  $R_1$  的圆形金属板 P、Q 圆心正对平行放置, 两板距离为  $d$ , Q 板中心镀有一层半径为  $R_2$  ( $R_2 < R_1$ ) 的圆形锌金属薄膜。Q 板受到紫外线持续照射后, 只有锌薄膜中的电子可吸收光的能量而逸出。现将两金属板 P、Q 与两端电压  $U_{PQ}$  可调的电源、灵敏电流计 G 连接成如图所示的电路。

已知元电荷电量为  $e$ , 电子质量为  $m$ 。单位时间内从锌薄膜中逸出的电子数为  $n$ 、逸出时的最大动能为  $E_{km}$ ,  $n$ 、 $E_{km}$  只由光照和锌膜材料决定。且电子逸出的方向各不相同。忽略电子的重力以及电子之间的相互作用, 不考虑平行板的边缘效应, 光照条件保持不变。

- (1) 当电压为  $U_0$  时, 求电子逸出后加速度大小  $a$ ;
- (2) 调整电源两端电压, 使灵敏电流计示数恰好为零, 求此时电压  $U_c$ ;
- (3) 实验发现, 当  $U_{PQ}$  大于或等于某一电压值  $U_m$ , 时灵敏电流计示数始终为最大值  $I_m$  求  $I_m$  和  $U_m$ 。





# 参考答案

## 第一部分

### 一、单选题（本部分共 12 小题，每小题 3 分，共 36 分）

#### 1. 【答案】D

【详解】矢量即有大小，又有方向，电场强度、磁感应强度、洛伦兹力都是矢量。标量只有大小，没有方向，电动势只有大小，没有方向，所以是标量。

故选 D。

#### 2. 【答案】A

【详解】A. 在磁场中垂直于磁场方向放置的通电导线，所受的磁场力  $F$  跟电流  $I$  和导线长度  $L$  的乘积  $IL$

的比值叫磁感应强度，即  $B = \frac{F}{IL}$  是比值法定义的表达式，故 A 正确；

B. 电场强度  $E = \frac{kQ}{r^2}$  是点电荷的电场强度的决定式，故 B 错误；

C. 电容  $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$  是电容的决定式，电容的比值定义式为  $C = \frac{Q}{U}$ ，故 C 错误；

D.  $R = \rho \frac{l}{S}$  是电阻定律，是电阻  $R$  的决定式，故 D 错误。

故选 A

#### 3. 【答案】B

【详解】导体处于静电平衡时，其内部场强处处为零，当金属球带的电荷量增加一定数值后（稳定）与增加前比较其内部的场强不变。

故选 B。

#### 4. 【答案】C

【详解】由  $v-t$  图像知从 A 到 B 微粒的速度在减小，加速度在增大，则所受电场力增大，则电场力方向与运动方向相反，且 B 点的电场强度大于 A 点的电场强度，结合选项可知 C 正确，ABD 错误。

故选 C。

#### 5. 【答案】A

【详解】根据电流的微观表达式

$$I = nevS$$

在  $\Delta t$  时间内通过导体横截面的自由电子的电量

$$q = I\Delta t$$

则在  $\Delta t$  时间内，通过导体横截面的自由电子的数目为

$$N = \frac{q}{e} = \frac{I\Delta t}{e} = nvS\Delta t$$

故选 A。



6. 【答案】B

【详解】A. 滑片  $P$  向右移动，滑动变阻器的阻值减小，则电路中的总电阻减小，所以干路电流变大，即电流表的示数变大，故 A 错误；

B. 电源的总功率为

$$P = EI$$

电源电动势  $E$  不变，干路电流  $I$  变大，则电源的总功率变大，故 B 正确；

C. 根据闭合电路欧姆定律有

$$U = E - Ir$$

电源电动势  $E$  和内阻  $r$  不变，干路电流  $I$  变大，则路端电压  $U$  变小，则灯泡的电压变小，所以灯泡 L 的亮度变暗，故 C 错误；

D. 灯泡 L 的亮度变暗，即灯泡 L 的电流变小，干路电流  $I$  变大，则电阻  $R_1$  的电流变大，所以电阻  $R_1$  的电压也变大，而路端电压  $U$  变小，则滑动变阻器的电压变小，所以电压表的示数变小，故 D 错误。

故选 B。

7. 【答案】B

【详解】A. 由左手定则可知，安培力的方向总是与磁感应强度的方向垂直，故 A 错误；

B. 磁场的方向向下，电流的方向向里，由左手定则可知安培力的方向向左，故 B 正确；

C. 由左手定则可知，洛伦兹力的方向总是与磁感应强度的方向垂直，故 C 错误；

D. 由图可知电荷运动的方向与磁感线的方向平行，电荷不受洛伦兹力，故 D 错误。

故选 B。

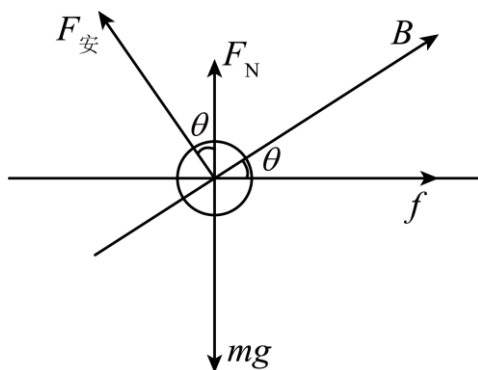
8. 【答案】C

【详解】A. 由图可知，金属棒  $ab$  与磁感应强度方向垂直，则金属棒受到的安培力大小为

$$F_{\text{安}} = BIL$$

故 A 错误；

B. 对金属棒受力分析，如下图所示



根据平衡条件有

$$F_{\text{安}} \cos \theta + F_{\text{N}} = mg$$

可得，金属棒受到的支持力大小为



$$F_N = mg - BIL \cos \theta$$

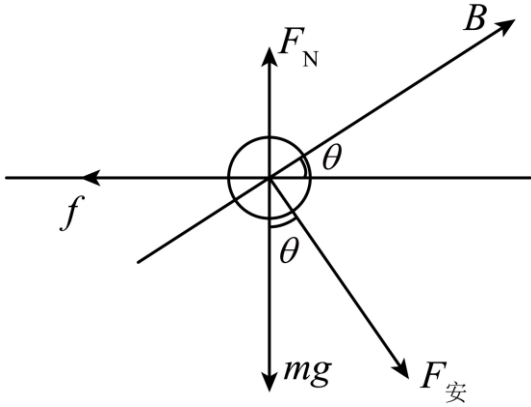
故 B 错误；

C. 根据平衡条件有

$$f = F_{\text{安}} \sin \theta = BIL \sin \theta$$

则若只减小夹角  $\theta$ ，金属棒受到的摩擦力将减小，故 C 正确；

D. 若只改变电流方向，则对金属棒受力分析，如下图所示



根据平衡条件可得，金属棒受到的支持力为

$$F_N = mg + BIL \cos \theta$$

则金属棒对导轨的压力将增大，故 D 错误。

故选 C。

9. 【答案】B

【详解】电场中的直线加速过程根据动能定理得

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

得

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

离子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，根据牛顿第二定律，有

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

有

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

联立可得

$$B = \sqrt{\frac{2mU}{qR^2}}$$

质子与  $\alpha$  粒子经同一加速电场则  $U$  相同，同一出口离开磁场则  $R$  相同，则  $B \propto \sqrt{\frac{m}{q}}$ ，可得



$$\frac{B_{\alpha}}{B_H} = \sqrt{\frac{4}{1} \times \frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

即

$$B_{\alpha} = \sqrt{2}B_H$$

故选 B。

10. 【答案】A

【详解】A. 用多用电表欧姆挡测电阻时测量前必须欧姆调零，并且每次换挡都要重新欧姆调零，故 A 正确；

B. 人是导体，人与导体接触时，人与导体并联，并联阻值小于导体电阻值，为了使测量值比较准确，不能用两手将两表笔与待测电阻两端紧紧捏在一起，故 B 错误；

C. 待测电阻若是连接在电路中，应把它与其他元件断开后再测量，故 C 错误；

D. 测量二极管正向电阻时，黑表笔为欧姆挡干电池正极，应该把黑表笔与二极管正极相连，故 D 错误。

故选 A。

11. 【答案】C

【详解】A. 当  $cd$  端短路时， $ab$  之间的结构是  $R_2$ 、 $R_3$  并联后和  $R_1$  串联，等效电阻为

$$R = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1 = \frac{12 \times 4}{16} \Omega + 1 \Omega = 4 \Omega$$

A 错误；

B. 当  $ab$  端短路时， $cd$  之间的结构是  $R_1$ 、 $R_3$  并联后和  $R_2$  串联，等效电阻为

$$R = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2 = \frac{1 \times 4}{5} \Omega + 12 \Omega = 12.8 \Omega$$

B 错误；

C. 当  $ab$  两端接通测试电源时， $cd$  两端的电压等于电阻  $R_3$  两端电压，为

$$U_3 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} E = \frac{4}{5} \times 10 \text{V} = 8 \text{V}$$

C 正确；

D. 当  $cd$  两端接通测试电源时， $ab$  两端的电压等于电阻  $R_3$  两端电压，为

$$U_3 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} E = \frac{4}{12 + 4} \times 10 \text{V} = 2.5 \text{V}$$

D 错误。

故选 C。

12. 【答案】B

【详解】A. 根据  $Q = It$  可知，图乙中紧靠纵轴的狭长矩形的面积表示 0.2s 内电容两端减少的电荷量，故 A 错误；

B. 根据图乙，结合  $Q = It$  可以计算电容器在全部放电过程中释放的电荷量  $Q$ ，故 B 正确；



C. 电容器放电时, 电阻  $R$  的作用相当于导体, 只更换电阻  $R$ , 图像下面所围的面积不会改变, 故 C 错误;

D. 开关  $S$  与 1 端相连, 电源向电容器充电, 充电结束时电容器的电压为

$$U = E = 8V$$

则再根据图乙中的面积关系, 可计算电容器在全部放电过程中释放的电荷量  $Q$ , 再根据  $C = \frac{Q}{U}$  可计算电容器的电容  $C$ , 故 D 错误。

故选 B。

## 二、多项选择题 (本部分共 4 小题, 每小题 3 分, 少选得 2 分, 错选不得分, 共 12 分)

13. 【答案】AB

【详解】A.  $a$ 、 $b$  是匀强电场中的两点, 电场强度相同, 故 A 正确;

B. 两个等量异号点电荷的连线上, 据电场线的对称性可知,  $a$ 、 $b$  两点电场强度相同, 故 B 正确;

C. 离点电荷  $Q$  等距的任意两点  $a$ 、 $b$  电场强度大小相等, 但方向不同, 则电场强度不同, 故 C 错误;

D. 两个等量同号点电荷连线的中垂线上, 与中点  $O$  等距的任意两点  $a$ 、 $b$  场强大小相等, 但方向相反, 所以电场强度不同, 故 D 错误。

14. 【答案】BC

【详解】AB. 只在两极板间插入玻璃板, 根据  $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$  可知, 电容器的电容增大, 则根据  $C = \frac{Q}{U}$  可知, 电容器所带电荷量  $Q$  不变, 则电容器的电势差  $U$  减小, 所以静电计张角减小, 故 A 错误, B 正确;

C. 只把 B 板向右移, 电容板间的距离  $d$  减小, 根据  $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$  可知, 电容器的电容变大, 故 C 正确;

D. 只把 B 板向左移, 电容板间的距离  $d$  增大, 则根据

$$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{dC} = \frac{Q}{d \frac{\epsilon S}{4\pi kd}} = \frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$$

可知, 两板间场强与  $d$  无关, 则只把 B 板向左移, 两板间场强不变, 故 D 错误。

故选 BC。

15. 【答案】CD

【详解】AB. 将接线柱 1、2 接入电路时,  $R_1$  与电流表并联, 由并联分流可知, 并联电路电流之比等于电阻的反比, 则此时流过  $R_1$  的电流为电流表的 2 倍, 由此可得干路电流, 即流过接线柱 1 的电流值为电流表的 3 倍, 因此表盘每一格表示的电流值为

$$I_0 = 0.02 \times 3A = 0.06A$$

故 AB 错误;

CD. 将接线柱 1、3 接入电路时,  $R_1$  与电流表并联, 整体与  $R_2$  串联, 则由串并联电流规律可知, 并联电



路电流之比等于电阻的反比，则此时流过  $R_1$  的电流为电流表的 2 倍，串联电路电流相等，则由此可得干路电流，即流过接线柱 1 的电流值为电流表的 3 倍，因此表盘每一格表示的电流值为

$$I_1 = 0.02 \times 3A = 0.06A$$

电流表内阻为

$$R_A = \frac{U_A}{I_A} = \frac{1}{0.6} \Omega = \frac{5}{3} \Omega$$

将接线柱 1、3 接入电路时，总电阻为

$$R_{\text{总}} = R_2 + \frac{R_1 R_A}{R_1 + R_A} = \frac{50}{9} \Omega$$

则每一小格可以表示电压

$$U_{\text{总}} = I_1 R_{\text{总}} = 0.06 \times \frac{50}{9} V = \frac{1}{3} V$$



故 CD 正确。

故选 CD。

16. 【答案】AC

【详解】A. 质子在磁场中做匀速圆周运动，根据线速度与频率的关系可知，运动半径最大时，速度最大，则质子的最大速度为

$$v = 2\pi Rf$$

故 A 正确；

B. 根据洛伦兹力提供向心力有

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

半径最大时速度最大为

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

则质子的最大动能为

$$E_{\text{km}} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{B^2 q^2 R^2}{2m}$$

故 B 错误；

C. 质子在磁场中做匀速圆周运动的周期为

$$T = \frac{2\pi m}{Bq}$$

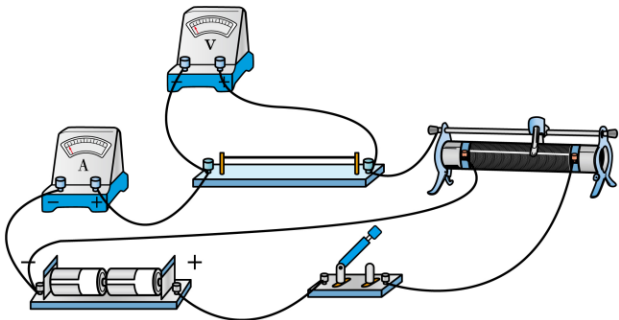
则把质子换为氦核 ( ${}^2_1\text{H}$ )，交流电的周期必须改为原来的 2 倍，故 C 正确；

D. 由上述分析可知，质子的最大动能与电压  $U$  无关，故 D 错误。

故选 AC。

## 第二部分

三、解答题（本部分共 6 小题，共 52 分。计算论述题必须有必要的方程、受力图和文字说明，否则不得分）

17. 【答案】 ①. 1.745 ②. 41.4 ③. C ④.  ⑤. 左

【详解】(1) [1]圆柱体的直径  $D$  为

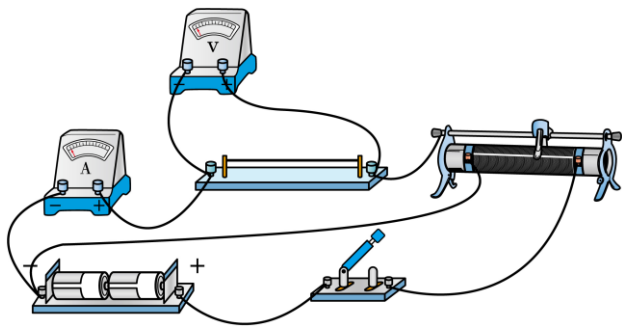
$$D = 1.5\text{mm} + 24.5 \times 0.01\text{mm} = 1.745\text{mm}$$

[2]长度  $L$  为

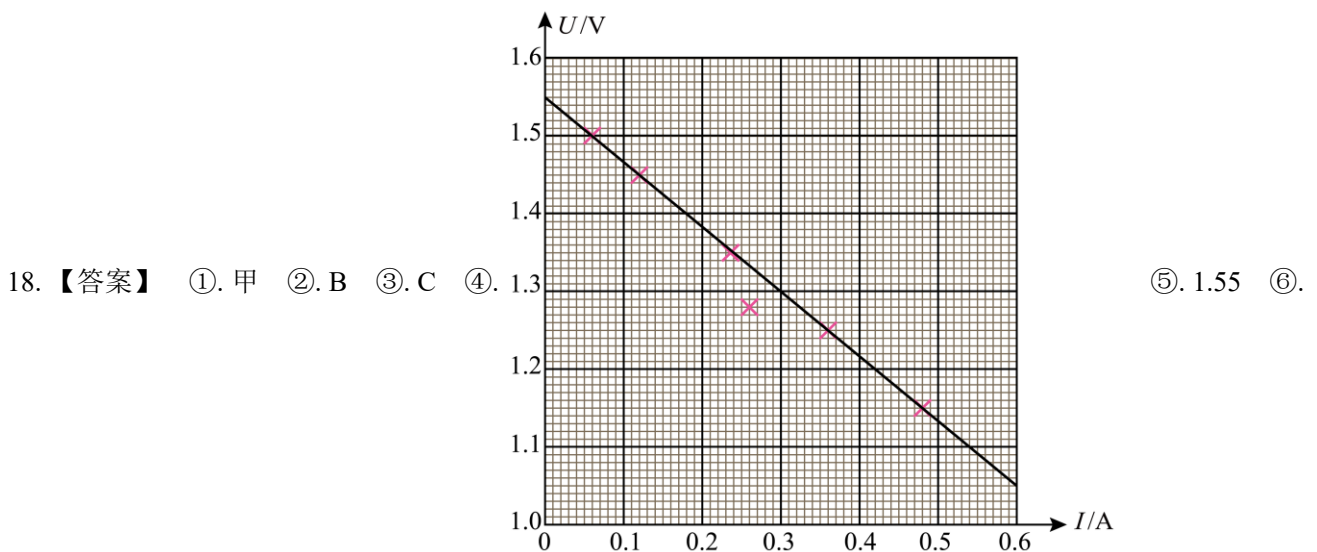
$$L = 41\text{mm} + 4 \times 0.1\text{mm} = 41.4\text{mm}$$

[3]电阻两端电压可以从零开始调节，在实验中滑动变阻器应采用分压式接法，为减小误差，且便于操作，在实验中滑动变阻器应选最大阻值为  $5\Omega$  的滑动变阻器。故选 C。

(2) [4]电压表的内阻远大于待测电阻的阻值，为减小实验误差，电流表采用外接法，电阻两端电压可以从零开始调节，在实验中滑动变阻器应采用分压式接法，实验电路实物图如图所示。



[5]开关闭合前，为保护电表，电阻两端电压应为零，滑动变阻器的滑片应调到最左端。





0.83 ⑦. A ⑧. C

【详解】(1) [1]一节干电池的电动势和内电阻较小，则实验电路是图 1 中的甲图的测量误差相等较小，所以应该选择的实验电路是图 1 中的甲。

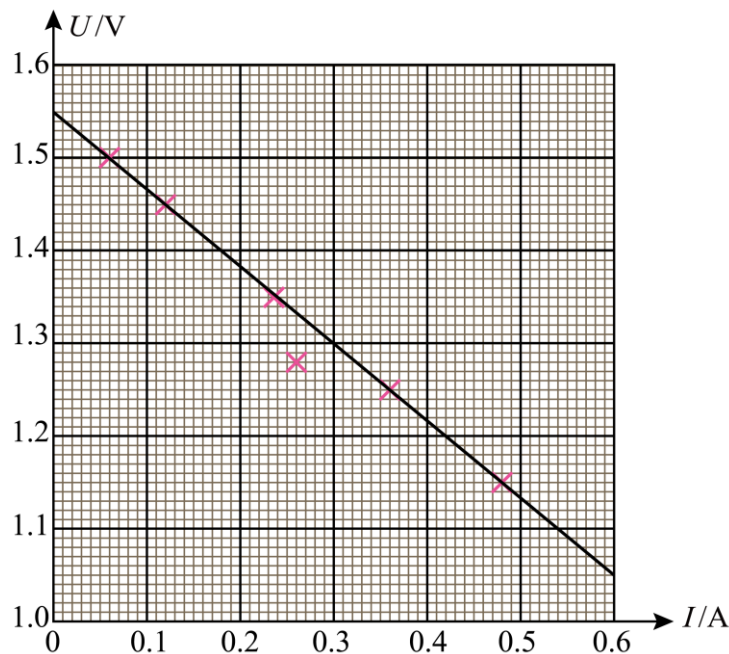
(2) [2]一节干电池的电动势约为 1.5V，则应选择量程较小的电压表，所以实验中电压表应选用 B。

[3]电流表的最大量程为 0.6A，则电路中总电阻的最小值约为

$$R_{\min} = \frac{1.5\text{V}}{0.6\text{A}} = 2.5\Omega$$

则 0~20Ω 滑动变阻器足够保护电路且方便调节，故滑动变阻器应选用 C。

(3) [4]作出  $U-I$  图线如下图所示



(4) [5][6]根据闭合电路欧姆定律有

$$U = E - Ir$$

结合图像可得，干电池的电动势为

$$E = 1.55\text{V}$$

干电池的内电阻为

$$r = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1.55 - 1.05}{0.6 - 0} \Omega \approx 0.83\Omega$$

(5) [7]甲电路图的误差是由电压表分流引起的误差，则电流表测量的电流值小于电源电流的真实值，所以甲电路图对应的图像是 A。

[8]乙电路图的误差是由电流表分压引起的误差，则电压表测量的电压值小于电源路端电压的真实值，所以乙电路图对应的图像是 C。

19. 【答案】(1)  $\frac{3}{5}EL$ ; (2)  $\frac{3mg}{4E}$ ; (3)  $\frac{1}{4}mgL$

【详解】(1)  $O$  和静止位置  $P$  间的电势差为

$$U_{OP} = Ed = EL \sin 37^\circ = \frac{3}{5}EL$$

(2) 小球静止在  $P$  点, 则有

$$Eq = mg \tan 37^\circ$$

可得小球所带的电荷量为

$$q = \frac{3mg}{4E}$$

(3) 根据动能定理有

$$mgL - EqL = E_k$$

可得, 小球经过最低点时的动能为

$$E_k = mgL(1 - \tan 37^\circ) = \frac{1}{4}mgL$$

20. 【答案】(1) 8A; (2) 64W; (3) 30W

【详解】(1) 灯泡刚好正常发光, 可得电路中路端电压为  $U=8V$ , 通过电源的总电流为

$$I = \frac{E - U}{r} = 8A$$

(2) 电源的输出功率是

$$P_{\text{输出}} = EI - I^2r = 64W$$

(3) 电动机的机械功率是

$$P_{\text{机}} = UI_M - I_M^2R_M$$

流过电动机的电流为

$$I_M = I - \frac{P_{\text{灯泡}}}{U} = 6A$$

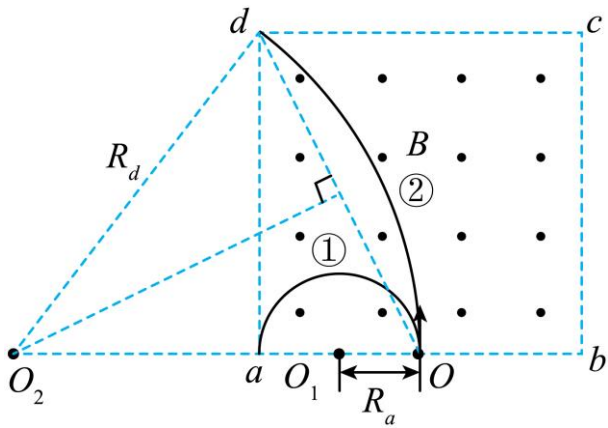
联立, 解得

$$P_{\text{机}} = 30W$$

21. 【答案】(1)  $\frac{\pi}{kB}$ ; (2)  $\frac{5kBl}{4m}$ ; (3)  $Bv_0$ , 方向垂直速度方向向上

【详解】(1) 从  $a$  点射出的电子, 运动轨迹如①所示





根据洛伦兹力提供向心力

$$qv_a B = m \frac{v_a^2}{r_a}$$

从  $a$  点射出的电子，运动半径为

$$r_a = \frac{l}{4}$$

可得

$$v_a = \frac{qBr_a}{m}$$

从  $a$  点射出的电子在磁场中的运动时间

$$t = \frac{\pi r_a}{v_a} = \frac{\pi m}{Bq} = \frac{\pi}{kB}$$

(2) 从  $b$  点射出的电子，运动轨迹如②所示，根据几何关系有

$$\left(r_d - \frac{l}{2}\right)^2 + l^2 = r_d^2$$

解得

$$r_d = \frac{5}{4}l$$

根据洛伦兹力提供向心力

$$qv_d B = m \frac{v_d^2}{r_d}$$

从  $d$  点射出的电子速度大小

$$v_d = \frac{qBr_d}{m} = \frac{5kB l}{4m}$$

(3) 电子射出后以速度  $v_0$  沿直线通过磁场区域，可知电子做匀速直线运动，根据平衡条件有

$$qv_0 B = Eq$$

电场的电场强度大小为

$$E = Bv_0$$



方向垂直速度方向向上。

22. 【答案】(1)  $\frac{eU_0}{md}$ ; (2)  $\frac{E_{km}}{e}$ ; (3)  $ne, \frac{4d^2E_{km}}{e(R_1 - R_2)^2}$

【详解】(1) 当电压为  $U_0$  时, 金属板 P、Q 间的电场强度为

$$E = \frac{U_0}{d}$$

根据牛顿第二定律有

$$Ee = ma$$

可得, 电子逸出后加速度大小为

$$a = \frac{eU_0}{md}$$

(2) 调整电源两端电压, 使灵敏电流计示数恰好为零, 则根据动能定理有

$$eU_c = E_{km}$$

可得, 求此时电压为

$$U_c = \frac{E_{km}}{e}$$

(3) 当从锌薄膜边缘平行 Q 板逸出的动能最大的电子做类平抛运动刚好能到达 P 板边缘时, 则所有电子均能达到 P 板, 此时的电流和电压最大, 电流的最大值为

$$I_m = ne$$

根据牛顿第二定律可得, 此时逸出的电子做类平抛运动的加速度大小为

$$a = \frac{eU_m}{md}$$

设逸出电子的初速度为  $v$ , 运动时间为  $t$ , 则平行金属板方向有

$$R_1 - R_2 = vt$$

垂直于金属板方向有

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

又

$$E_{km} = \frac{1}{2}mv^2$$

联立可得, 此时的最大电压为

$$U_m = \frac{4d^2E_{km}}{e(R_1 - R_2)^2}$$

