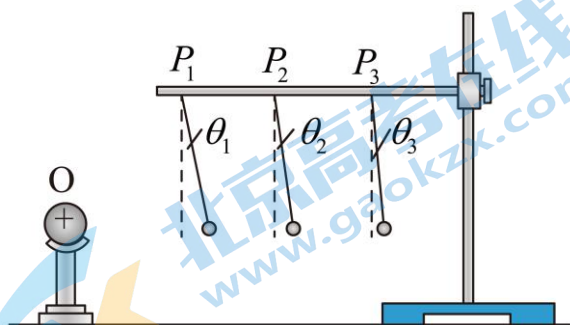


2022 北京清华附中高二（上）期中

物 理

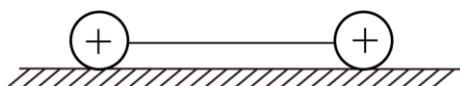
一、单项选择题（本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题意的。选对得 3 分，错选、多选，该小题不得分）

1. 在探究影响电荷之间相互作用力大小因素的过程中，老师做了如图所示的实验。 O 是一个带正电的绝缘导体球，将同一带电小球用绝缘细丝线分别挂在 P_1 、 P_2 、 P_3 不同的位置，调节丝线长度，使小球与带电导体球 O 的球心保持在同一水平线上，发现小球静止时细丝线与竖直方向的夹角不同，且 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ 。关于这个实验，下列说法中正确的是（ ）



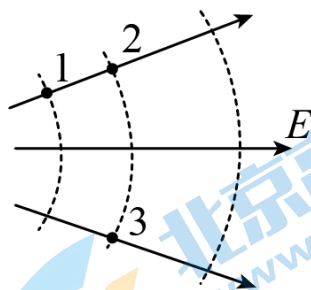
- A. 通过该实验的现象可知，小球带负电
- B. 该实验可以研究电荷间相互作用力大小与它们之间距离 否有关
- C. 该实验中细丝线与竖直方向的夹角越大，表示电荷之间的相互作用力越弱
- D. 通过该实验现象可知，电荷之间的相互作用力与电荷之间的距离的平方成反比

2. 如图所示，两个电荷量均为 $+q$ 的小球用长为 l 的轻质绝缘细绳连接，静止在光滑的绝缘水平面上。两个小球的半径 $r \ll l$ ， k 表示静电力常量。则轻绳的张力大小为（ ）



- A. 0
- B. $k \frac{q^2}{l^2}$
- C. $2k \frac{q^2}{l^2}$
- D. $k \frac{q}{l^2}$

3. 如图所示，实线表示某静电场的电场线，虚线表示该电场的等势面。下列判断正确的是（ ）

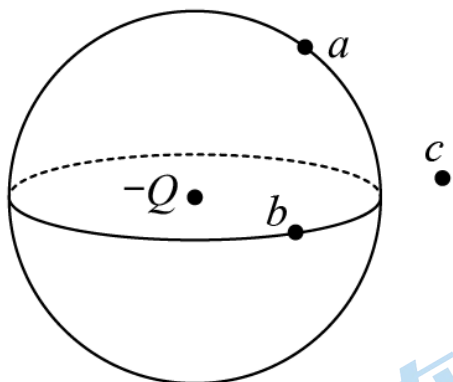


- A. 1、2 两点 电场强度相等
- B. 2、3 两点的电场强度大小相等

C. 1、2 两点的电势相等

D. 2、3 两点的电势相等

4. 如图所示， a 、 b 两点位于以负点电荷 $-Q$ ($Q>0$) 为球心的球面上， c 点在球面外，则



A. a 点场强的大小比 b 点大

B. b 点场强的大小比 c 点小

C. a 点电势比 b 点高

D. b 点电势比 c 点低

5. 比值定义法是定义物理概念常用的方法，下列哪个表达式属于比值定义式 ()

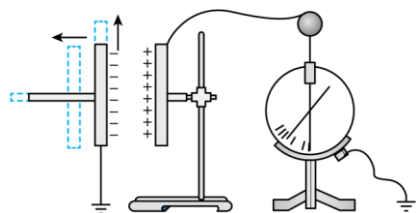
A. 电场强度 $E = \frac{U}{d}$

B. 电势 $\varphi = \frac{E_p}{q}$

C. 电容 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$

D. 电流 $I = \frac{U}{r}$

6. 用控制变量法，可以研究影响平行板电容器电容的因素 (如图)。设两极板正对面积为 S ，极板间的距离为 d ，静电计指针偏角为 θ ，实验中，极板所带电荷量不变，若 ()



A. 保持 S 不变，增大 d ，则 θ 变大

B. 保持 S 不变，增大 d ，则 θ 变小

C. 保持 d 不变，减小 S ，则 θ 变小

D. 保持 d 不变，减小 S ，则 θ 不变

7. 如图所示，把枕形导体 AB 放在带正电的金属小球 C 附近，将发生静电感应，则 ()



A. 导体 A 端感应出正电荷， B 端感应出负电荷

B. 小球 C 上的电荷在导体中 O 点产生的场强为零

C. 导体 AB 端的感应电荷在 O 点产生的场强方向向左

D. 导体两端的电势 $\varphi_A < \varphi_B$

8. 导体的电阻是 4Ω ，在 120s 内通过导体横截面的电荷量是 480C ，这时加在导体两端的电压是 ()

A. 960V

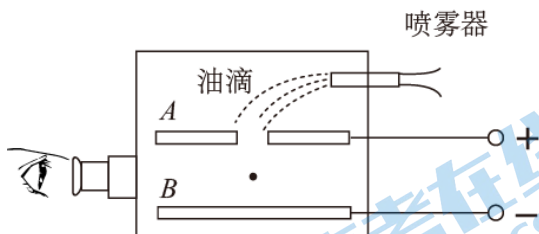
B. 16V

C. 1V

D. 60V

9. 元电荷 e 的数值最早是由物理学家密立根测得的。实验装置如图所示：两块金属板水平放置，间距为 d ，电压为 U ，质量为 m 的油滴悬浮在两板间保持静止。已知重力加速度 g ，两板间电场可视为匀强电场。

下列说法正确的是 ()



A. 悬浮油滴带正电

B. 悬浮油滴的电荷量为 $\frac{mgd}{U}$

C. 悬浮油滴的比荷为 $\frac{g}{U}$

D. 油滴的电荷量不一定是电子电荷量的整数倍

10. 某原子电离后其核外只有一个电子，若该电子在核的静电力作用下绕核做匀速圆周运动，那么电子运动 ()

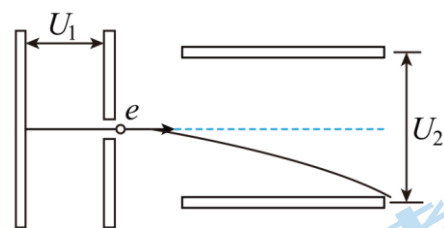
A. 半径越大，加速度越大

B. 半径越小，周期越大

C. 半径越大，角速度越小

D. 半径越小，线速度越小

11. 如图所示，电子由静止开始经加速电场加速后，沿平行于板面的方向射入偏转电场，并从另一侧射出。已知加速电场电压为 U_1 ，偏转电场可看做匀强电场，极板间电压为 U_2 。不计电子重力，现使 U_1 变为原来的 2 倍，要想使电子的运动轨迹不发生变化，应该 ()



A. 使 U_2 变为原来的 2 倍

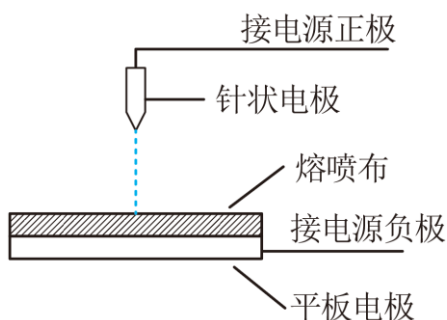
B. 使 U_2 变为原来的 4 倍

C. 使 U_2 变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍

D. 使 U_2 变为原来的 $\frac{1}{2}$

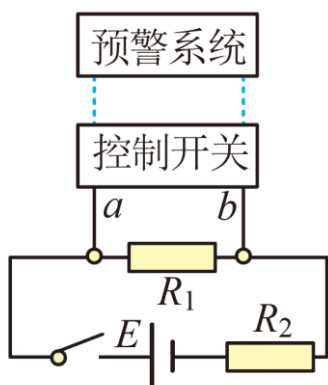
12. 口罩中使用的熔喷布经驻极处理后，对空气的过滤增加静电吸附功能。驻极处理装置如图所示，针状

电极与平板电极分别接高压直流电源正负极，针尖附近的空气被电离后，带电粒子在电场力作用下运动，熔喷布捕获带电粒子带上静电。平板电极表面为等势面，熔喷布带电后对电场的影响可忽略不计，下列说法正确的是（ ）



- A. 熔喷布上表面因捕获带电粒子将带正电
- B. 针状电极上，针尖附近的电场较弱
- C. 沿图中虚线向熔喷布运动的带电粒子，其速度和加速度均不断增大
- D. 两电极相距越远，熔喷布捕获的带电粒子速度越大

13. 某同学利用压力传感器设计水库水位预警系统。如图所示，电路中的 R_1 和 R_2 ，其中一个是定值电阻，另一个是压力传感器（可等效为可变电阻）。水位越高，对压力传感器的压力越大，压力传感器的电阻值越小。当 a 、 b 两端的电压大于 U_1 时，控制开关自动开启低水位预警；当 a 、 b 两端的电压小于 U_2 （ U_1 、 U_2 为定值）时，控制开关自动开启高水位预警。下列说法正确的是（ ）



- A. $U_1 < U_2$
- B. R_2 为压力传感器
- C. 若定值电阻的阻值越大，开启高水位预警时的水位越低
- D. 若定值电阻的阻值越大，开启低水位预警时的水位越高

14. 金属导电是一个典型的导电模型，值得深入研究。一金属直导线电阻率为 ρ ，若其两端加电压，自由电子将在静电力作用下定向加速，但电子加速运动很短时间就会与晶格碰撞而发生散射，紧接着又定向加速，这个周而复始的过程可简化为电子以速度 v 沿导线方向匀速运动。我们将导线中电流与导线横截面积的比值定义为电流密度，其大小用 j 表示，可以“精细”描述导线中各点电流的强弱。设该导线内电场强度为 E ，单位体积内有 n 个自由电子，电子电荷量为 e ，电子在导线中定向运动时受到的平均阻力为 f 。则

下列表达式正确的是 ()

A. $j = nv\rho$

B. $\rho = nev$

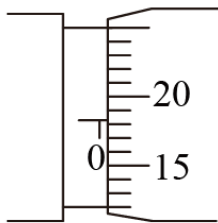
C. $E = \rho j$

D. $f = nev\rho$

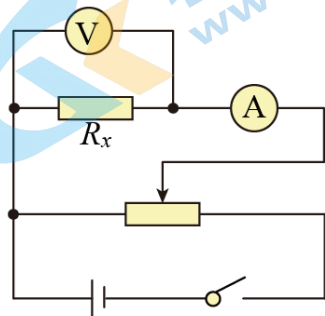
二、实验题 (共 18 分)

15. 物理实验一般都涉及实验目、实验原理、实验仪器、实验方法、实验操作、数据处理、误差分析等。例如：

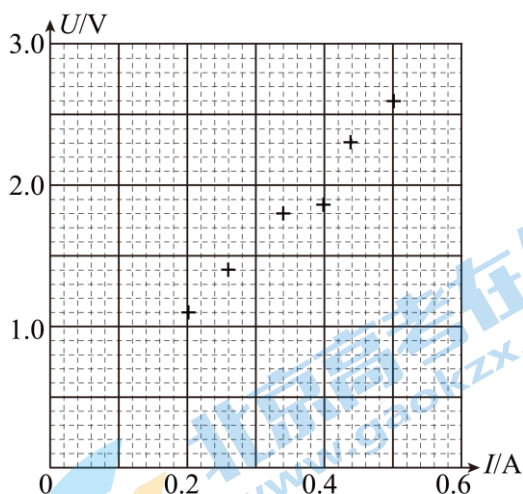
(1) 实验仪器。用螺旋测微器测量电阻丝的直径，示数如图所示。则该电阻丝的直径为_____mm。



(2) 误差分析。某同学用图所示的电路测量一段金属丝的电阻。不考虑偶然误差，测量值与真实值相比较将_____ (选填“偏大”、“偏小”或“不变”)，误差主要是由_____ (选填“电流表”或“电压表”)的内阻引起的。

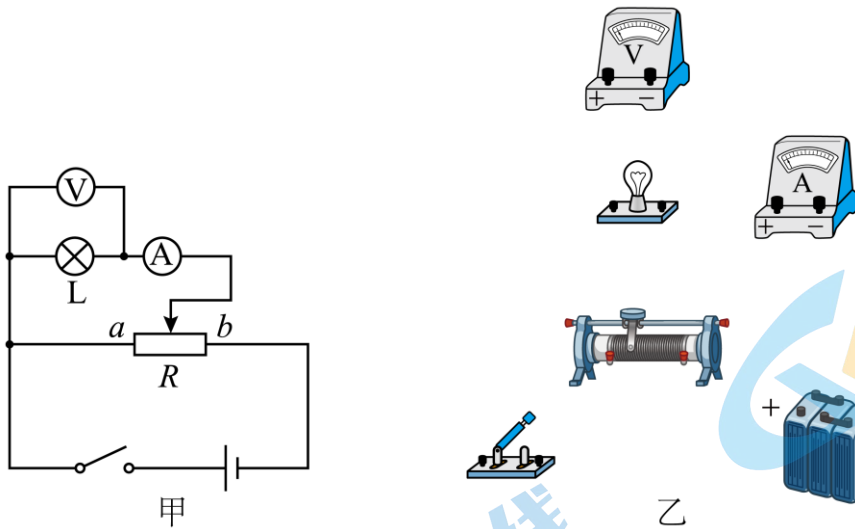


(3) 数据处理。某同学建立的 $U-I$ 坐标系如图所示，图中已标出了与测量数据对应的六个坐标点，请在答题纸的图中描绘出 $U-I$ 图线 ()。并由图线数据计算出金属丝的电阻为_____ Ω (保留两位有效数字)。



16. 某同学用图甲所示的电路测绘额定电压为 3.0V 的小灯泡伏安特性图线，并研究小灯泡实际功率及灯丝温度等问题。

(1) 根据电路图，将图乙中的实验仪器连成完整的实验电路。_____

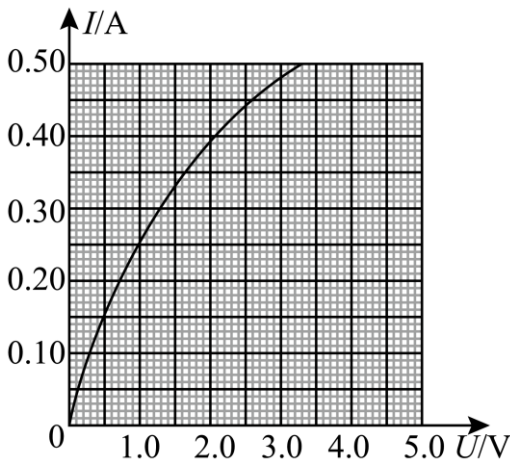


(2) 连好电路后，开关闭合前，图甲中滑动变阻器 R 的滑片应置于_____（填“ a 端”、“ b 端”或“ ab 正中间”）。

(3) 闭合开关，向 b 端调节滑动变阻器 R 的滑片，发现“电流表的示数为零，电压表的示数逐渐增大”，则分析电路的可能故障为_____。

- A. 小灯泡短路 B. 小灯泡断路
C. 电流表断路 D. 滑动变阻器断路

(4) 已知小灯泡灯丝在 27°C 时电阻是 1.5Ω ，并且小灯泡灯丝电阻值与灯丝温度的关系为 $R=k(273+t)$ ， k 为比例常数。



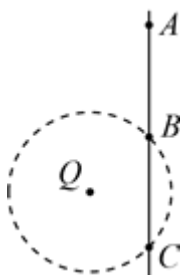
根据 $I-U$ 图线，估算小灯泡正常工作时灯丝的温度约为_____ $^\circ\text{C}$ 。

三、计算题（本题共 4 小题，共 40 分。要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。有数值计算的题，答案必须明确写出数值和单位）

17. 一接在 220V 电压的电路中正常工作的电风扇，通过风扇电动机的电流为 0.2A ，测得风扇电动机线圈电阻为 5Ω ，试求：

- (1) 电风扇的输入功率多大？
- (2) 电风扇每分钟消耗电能多少？
- (3) 风扇的电动机每分钟产生的电热多少？产生机械能多少？

18. 如图，光滑绝缘竖直细杆与以正电荷 Q 为圆心的圆周交于 B 、 C 两点。一质量为 m ，电量为 $-q$ 的空心小球从杆上 A 点从静止开始下落。设 $AB = BC = h$ ，小球滑一到 B 点时速度为 $\sqrt{3gh}$ 。试求：

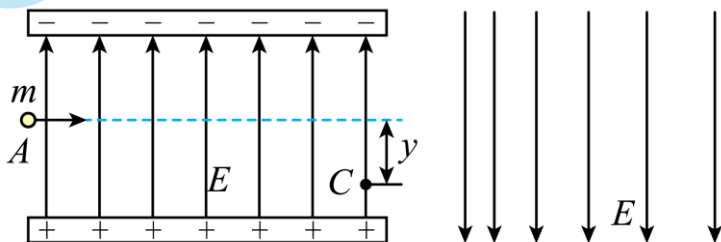


- (1) 小球从 A 滑至 B 电场力做的功；
- (2) 小球滑至 C 点的速度。

19. 静电场有很多性质，其中之一就是电场力做功只与电荷运动的初末位置有关，与运动的路径无关。

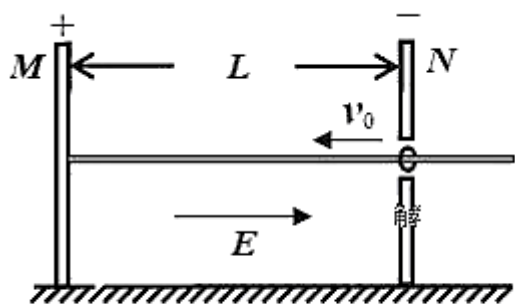
(1) 如图所示，电子以初速度 v_0 沿平行于板面的方向从 A 点射入偏转电场，并从另一侧的 C 点射出。已知电子质量为 m ，电荷量为 e 。偏转电场可以看成匀强电场，极板间电压为 U ，极板长度为 L ，板间距为 d 。忽略电子所受重力，求电子通过偏转电场的过程中，沿垂直板面方向偏移的距离 y 和电场力对电子所做的功 W ；

(2) 某同学认为在两个带电导体之间可以存在如图所示的静电场，它的电场线相互平行，但间距不等。请你结合静电场的基本性质，判断这种电场是否存在，并分析论证。



20. 如图所示，间距为 $L=0.45\text{m}$ 的带电金属板 M 、 N 竖直固定在绝缘平面上，板间形成匀强电场，场强 $E=1.5 \times 10^4 \text{V/m}$ 。 N 板接地（电势为零），其中央有一小孔，一根水平绝缘细杆通过小孔，其左端固定在极板 M 上。现有一质量 $m=0.05\text{kg}$ ，带电量 $q=+5.0 \times 10^{-6}\text{C}$ 的带正电小环套在细杆上，小环与细杆之间的动摩擦因数为 $\mu=0.1$ 。小环以一定的初速度对准小孔向左运动，若小环与金属板 M 发生碰撞，碰撞中能量不损失（即碰后瞬间速度大小不变）。设带电环大小不计且不影响金属板间电场的分布（ g 取 10m/s^2 ）。求：

- (1) 带电小环以多大的初速度 v_0 进入电场，才能恰好到达金属板 M ？
- (2) 若带电小环以初速度 $v_1=1\text{m/s}$ 进入电场，当其动能等于电势能时，距离 N 板多远？
- (3) 小环至少以多大的初速度 v_2 进入电场，它在电场中运动时找不到动能与电势能相等的点？



参考答案

一、单项选择题

1. 【答案】B

【解析】【详解】A. 同种电荷相互排斥，所以小球带正电，故 A 错误；

B. 该实验仅仅改变了距离，可以利用控制变量法研究电荷间相互作用力大小与它们之间距离是否有关，故 B 正确；

C. 受力分析可知

$$\tan \theta = \frac{F}{mg}$$

所以电荷间相互作用力越大，夹角越大，故 C 错误；

D. 该实验定性研究了电荷之间的相互作用力的大小与距离的关系，没有记录距离准确值，无法得出定量关系，故 D 错误。

故选 B。

2. 【答案】B

【解析】【详解】根据小球平衡可知，绳子张力大小等于库仑力，因此有

$$F = k \frac{q^2}{l^2}$$

故选 B。

3. 【答案】BD

【解析】【详解】AB. 电场线的疏密反应场强的大小，因此点 1 处电场强度比 2 点处的大，2、3 两点的电场强度大小相等，A 错误，B 正确；

CD. 沿着电场线，电势降低，因此 1 点处的电势比 2 点处高，2、3 两点在等势线上，电势相等，C 错误，D 正确。

故选 BD。

4. 【答案】D

【解析】【详解】由点电荷场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 确定各点的场强大小，由点电荷的等势线是以点电荷为球心的球面和沿电场线方向电势逐渐降低确定各点的电势的高低。

由点电荷的场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 可知， a 、 b 两点到场源电荷的距离相等，所以 a 、 b 两点的电场强度大小相等，故 A 错误；由于 c 点到场源电荷的距离比 b 点的大，所以 b 点的场强大小比 c 点的大，故 B 错误；由于点电荷的等势线是以点电荷为球心的球面，所以 a 点与 b 点电势相等，负电荷的电场线是从无穷远处指向负点电荷，根据沿电场线方向电势逐渐降低，所以 b 点电势比 c 点低，故 D 正确。

5. 【答案】B

【解析】【详解】A. 比值定义法是用两个或多个基本物理量之比来定义一个新的物理量的方法，其中“比

值”必须表达出某种“属性”，且“比值”与表示“分子”与“分母”的物理量无关，即使表示的分子分母为0，所定义的物理量仍然存在。选项中的公式表示的是电场强度和电势差之间的关系，不属于比值定义法，故A错误；

B. 电势与放入电场的电荷无关，所以选项的公式属于比值定义法，故B正确；

C. 公式为电容器的决定式，电容与其中的介电常数、正对面积和板间距离均有关，故C错误；

D. 选项中的公式中，电流与电压成正比，与电阻成反比，不属于比值定义法，故D错误。

故选B。

6. 【答案】A

【解析】【详解】AB、电容器所带电荷量 Q 不变，由 $C = \frac{\epsilon_r \cdot S}{4\pi kd}$ 可知 S 不变，增大 d ，则 C 变小，而由 $C = \frac{Q}{U}$ 可得电容器的电压 U 变大，从而使得静电计的电压 U 变大，其指针的偏角 θ 变大，故A正确、B错误；

CD、同理可知保持 d 不变，减小 S ，则 C 变小，而由 $C = \frac{Q}{U}$ 可得电容器的电压 U 变大，使得静电计的电压 U 变大，其指针的偏角 θ 变大，故选项C、D均错误。

故选:A.

7. 【答案】C

【解析】【详解】A. 导体A端感应出负电荷，B端感应出正电荷，故A错误；

B. 小球C上的电荷在导体中O点产生的场强和枕形导体在O点产生的场强的矢量和为零，故B错误；

C. 小球C上的电荷在导体中O点产生的场强方向向右，因为O点合场强为零，导体A、B端的感应电荷在O点产生的场强方向向左，故C正确；

D. 处于静电平衡的导体是等势体，导体两端的电势 $\varphi_A = \varphi_B$ ，故D错误。

故选C。

8. 【答案】B

【解析】【详解】试题分析：由电流定义式 $I = \frac{q}{t}$ ，及欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ ，得 $\frac{q}{t} = \frac{U}{R}$ ，所以 $U = \frac{qR}{t} = \frac{480 \times 4}{120} = 16V$ ，

故选项B正确。

考点：电流定义式 欧姆定律

9. 【答案】B

【解析】【详解】A. 由于液滴静止，故它受平衡力的作用，电场力的方向向上，而上极板带正电，故悬浮油滴带负电，选项A错误；

B. 因为

$$F_{\text{电}} = mg$$

即

$$\frac{U}{d} q = mg$$

故悬浮油滴的电荷量为 $\frac{mgd}{U}$ ，选项 B 正确；

C. 悬浮油滴的比荷为

$$\frac{q}{m} = \frac{gd}{U}$$

选项 C 错误；

D. 由于电子的电荷量是元电荷，故油滴的电荷量一定是电子电荷量的整数倍，选项 D 错误。

故选 B。

10. 【答案】C

【解析】【分析】根据库仑定律求出原子核与核外电子的库仑力，根据原子核对电子的库仑力提供向心力，由牛顿第二定律求出角速度，加速度，周期，线速度进行比较。

【详解】根据原子核对电子的库仑力提供向心力，由牛顿第二定律得

$$\frac{ke^2}{r^2} = ma = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}$$

可得 $a = \frac{ke^2}{mr^2}$

$$T = \sqrt{\frac{m4\pi^2 r^3}{ke^2}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{ke^2}{mr^3}}$$

$$v = \sqrt{\frac{ke^2}{mr}}$$

A、半径越大，加速度越小，故 A 错误；

B、半径越小，周期越小，故 B 错误；

C、半径越大，角速度越小，故 C 正确；

D、半径越小，线速度越大，故 D 错误。

故选 C。

【点睛】能够根据题意找出原子核与核外电子的库仑力提供向心力，并列等式求解。

对于等效环形电流，以一个周期为研究过程求解。

11. 【答案】A

【解析】【详解】要想使电子的运动轨迹不发生变化，则电子射出电场时的速度偏转角应该不变，根据动能定理

$$qU_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

根据类平抛运动规律

$$L = vt$$

$$v_y = at = \frac{qE}{m}t$$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v}$$

整理得

$$\tan \theta = \frac{EL}{2U_1} = \frac{U_2 L}{2dU_1}$$

使 U_1 变为原来的 2 倍，电子射出电场时的速度偏转角不变，则使 U_2 变为原来的 2 倍。

故选 A。

12. 【答案】A

【解析】【详解】A. 空气受电场影响被电离产生带电粒子，电场线方向从正极指向负极，正电荷沿电场线方向运动被熔喷布捕获带正电，故 A 正确；

BC. 导体尖端的电荷特别密集，所以电场强度比较大，远离尖端的地方电场强度逐渐减小，电场力减小，加速度也减小，故 BC 错误；

D. 带电粒子运动速度由动能定理可知与合外力做功有关，即电场力做功，根据 $W=Uq$ 可知，电场力做功只与电势差有关，和运动距离无关，故 D 错误。

故选 A。

13. 【答案】C

【解析】【详解】AB. 题意可知水位越高，对压力传感器的压力越大，压力传感器的电阻值越小。控制开关自动开启低水位预警，此时水位较低，压力传感器的电阻值较大，由于 a 、 b 两端的电压大于 U_1 ，根据串联电路电压分部特点可知， R_1 为压力传感器，故高水位时压力传感器的电阻值越小， R_1 压力传感器两端电压变小， $U_1 > U_2$ ，AB 错误；

CD. 根据闭合电路欧姆定律可知， a 、 b 两端的电压为

$$U = \frac{E}{R_1 + R_2} R_1 = \frac{E}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

若定值电阻的阻值越大，当开启低水位预警时 a 、 b 两端的电压大于 U_1 时， R_1 压力传感器阻值需要越大，

则水位越低；当 a 、 b 两端的电压小于 U_2 时开启高水位预警时， R_1 压力传感器阻值需要越大，则水位越低。C 正确，D 错误。

故选 C。

14. 【答案】C

【解析】【详解】AB. 电流微观表达式为 $I = neSv$ ，所以电流密度为

$$j = \frac{I}{S} = nev$$

AB 错误;

C. 根据电场强度与电压的关系有

$$E = \frac{U}{d} = \frac{IR}{d} = \frac{neSv \cdot \rho \frac{d}{S}}{d} = \rho nev = \rho j$$

C 正确;

D. 电子匀速运动, 有

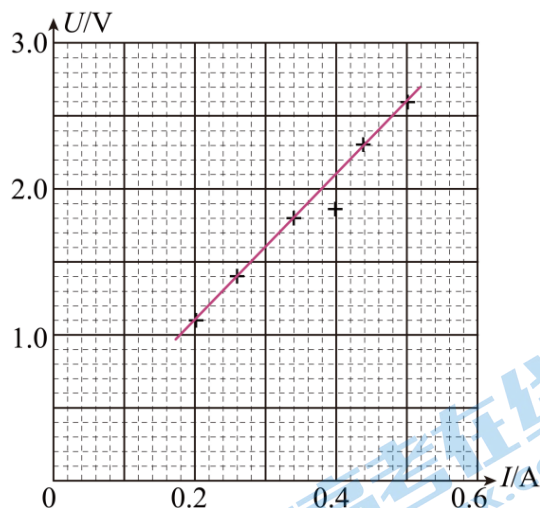
$$f = Ee = \rho je = \rho ne^2 v$$

D 错误。

故选 C。

二、实验题

15. 【答案】 ①. 0.183 ②. 偏小 ③. 电压表 ④.



⑤. 5.1

【解析】【详解】(1) [1]螺旋测微器读数为

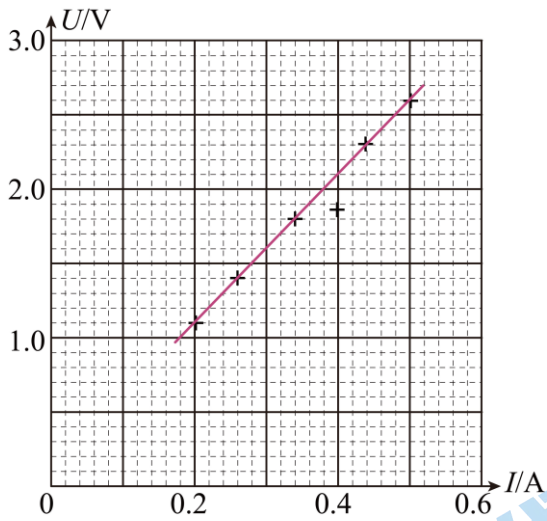
$$0\text{mm} + 18.3 \times 0.01\text{mm} = 0.183\text{mm}$$

(2) [2][3]电压表测得的电压为待测电阻两端电压, 但电流表测得的电流为通过电压表和电阻的总电流, 根据

$$R = \frac{U}{I}$$

可知测量值与真实值相比较将偏小, 这是由于电压表分流引起的。

(3) [3]描绘出 $U-I$ 图线如图所示



[3]根据图像中的数据可得，金属丝的电阻为

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{2.60 - 1.08}{0.50 - 0.20} \Omega \approx 5.1 \Omega$$

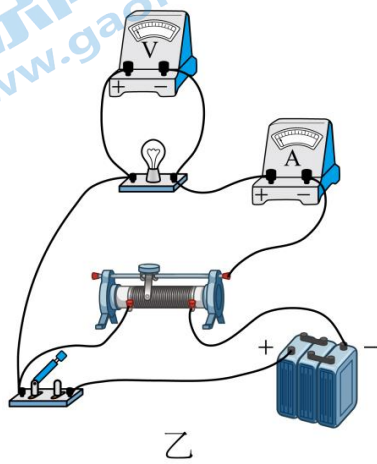
16. 【答案】

①.

②. a 端

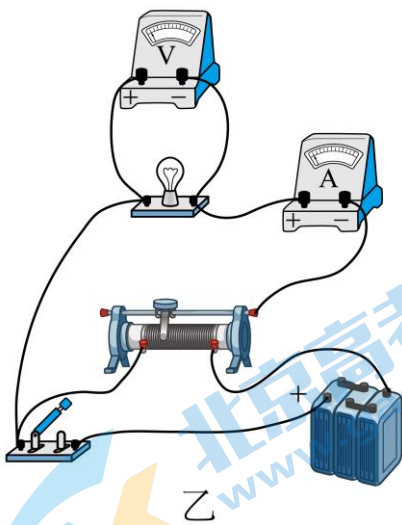
③. B

④. 977°C



【解析】

【详解】(1) 根据电路图连接实物电路图，实物电路图如图所示



(2)[2] 由电路图可知，闭合开关前，滑片应置于 a 端，此时分压电路分压最小

(3)[3] ACD. 若灯泡短路、电流表和滑动变阻器断路，则电压表的读数均为零，故 ACD 错误；

B. 如果灯泡断路，则电压表与电流表组成分压电路，向 b 端调节滑动变阻器 R 的滑片，发现“电流表的示数为零，电压表的示数逐渐增大，故电路故障是灯泡断路，故 B 正确。

故选 B。

(4)[4] 小灯泡灯丝在 27°C 时电阻是 1.5Ω ，根据 $R = k(273 + t)$ 得

$$k = 0.005\Omega/^{\circ}\text{C}$$

由图象可知，灯泡额定电压 3V 对应的电流为 0.48A，当灯泡正常工作时电阻

$$R_L = \frac{3\text{V}}{0.48\text{A}} = 6.25\Omega$$

则

$$t = \frac{R_L}{k} - 273 = \frac{6.25}{0.005} - 273 = 977^{\circ}\text{C}$$

三、计算题

17. 【答案】(1) 44W (2) 2640J (3) 12J；2628

【解析】【详解】(1) 电风扇的输入功率是 $P = UI = 220\text{V} \times 0.2\text{A} = 44\text{W}$ ；

(2) 电风扇每分钟消耗的电能 $W = Pt = 44\text{W} \times 60\text{s} = 2640\text{J}$ ；

(3) 风扇每分钟产生的电热是 $Q = I^2Rt = (0.4\text{A})^2 \times 5\Omega \times 60\text{s} = 12\text{J}$ ，

产生的机械能为 $W_1 = W - Q = 2640\text{J} - 12\text{J} = 2628\text{J}$ 。

点睛：本题考查功率、消耗电能、产生热量、产生机械能的计算，关键是知道哪些是在纯电阻电路中使用的公式，哪些不是。

18. 【答案】(1) $\frac{1}{2}mgh$ (2) $\sqrt{5gh}$

【解析】【详解】(1) 小球从 A 滑至 B 过程中，根据动能定理： $mgh + W_{AB} = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$ ，

解得： $W_{AB} = \frac{1}{2}mgh$ ；

(2) 因为 B、C 是在电荷 Q 产生的电场中处于同一等势面上的两点，即 $\varphi_B = \varphi_C$

B 到 C 过程，由动能定理得： $mgh = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}m \cdot 3gh$

解得： $v_C = \sqrt{5gh}$ 。

点睛：电势差是表示电场的能的性质的物理量，与电场力做功有关，常常应用动能定理求解电势差；小球由 A 到 B 重力和电场力做功，由动能定理求得小球从 A 点到 B 点的过程中电场力做的功；由题，B、C 两点在以正电荷 Q 为圆心的同一圆周上，电势相等，小球从 B 运动到 C 过程，电场力做功为零，根据动能定理可以求出到达 C 点的速度。

19. 【答案】(1) $y = \frac{eUL^2}{2mv_0^2d}$ ， $W = \frac{e^2U^2L^2}{2mv_0^2d^2}$ ；(2) 见解析

【解析】【详解】(1) 电子做类平抛运动

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

$$a = \frac{eE}{m}$$

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

$$t = \frac{L}{v_0}$$

解得

$$y = \frac{eUL^2}{2mv_0^2d}$$

电场力对电子所做的功 W

$$W = eEy$$

解得

$$W = \frac{e^2U^2L^2}{2mv_0^2d^2}$$

(2) 因为等势面与电场线垂直，做两个等势面 AB 、 CD ，与两条电场线的交点为 A 、 B 、 C 、 D 。由于左侧电场线比右侧密，所以

$$E_{左} > E_{右}$$

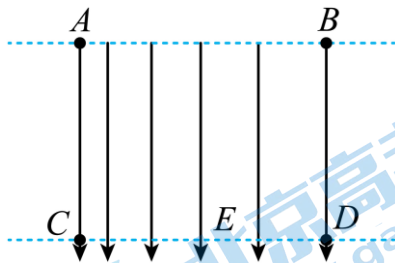
因为 $AC = BD$ ，距离相等时，电场强度越大电势差越大，所以

$$U_{AC} > U_{BD}$$

因为 A 、 B 在同一等势面上， C 、 D 在同一等势面上，所以

$$U_{AC} = U_{BD}$$

$U_{AC} > U_{BD}$ 与 $U_{AC} = U_{BD}$ 矛盾，所以电场线平行时，电场线间距一定相等，一定是匀强电场。电场线平行且电场线间距不相等的电场是不存在的。



20. 【答案】(1) 1.5m/s (2) 0.125m 或 0.05m (3) $v_2 > 1.9m/s$

【解析】

【详解】(1) 小环进入电场后，在电场力和摩擦力共同作用下减速直到 M 板，速度变为零，根据动能定理

有： $-qEL - \mu mgL = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得： $v_0 = \sqrt{\frac{2(qE + \mu mg)L}{m}} = 1.5\text{m/s}$;

(2) ①带电小环以初速度 $v_1 = 1\text{m/s}$ 进入电场后先做减速运动，当其动能和电势能相等时，设它距离 N 板为 x

则根据能量守恒定律有： $\frac{1}{2}mv_1^2 - qEx - \mu mgx = qEx$ ，解得： $x = \frac{mv_1^2}{4qE + 2\mu mg} = 0.125\text{m}$;

②当带电小环以初速度 $v_1 = 1\text{m/s}$ 进入电场后先做减速运动到达左边最远点后，向右返回到小孔的过程中，也可能会出现动能等于电势能，设它向左运动的最远距离为 d ，根据动能定理有：

$-qEd - \mu mgd = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$ ，解得： $d = \frac{mv_1^2}{2(qE + \mu mg)} = 0.2\text{m}$;

当其动能等于电势能时，设它距离 N 板为 y ，则根据动能定理得：

$qE(d - y) - \mu mg(d - y) = qEy$ ，解得： $y = \frac{(qE - \mu mg)d}{2qE - \mu mg} = 0.05\text{m}$;

(3) 小环以初速度 v_2 进入电场后，若它运动到 M 板时的动能大于其电势能，则它在电场中运动时找不到动能与电势能相等的点

则： $\frac{1}{2}mv_2^2 - (qE + \mu mg)L > qEL$

解得： $v_2 > \sqrt{\frac{2(qE + \mu mg)L}{m}} \approx 1.9\text{m/s}$

关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯