

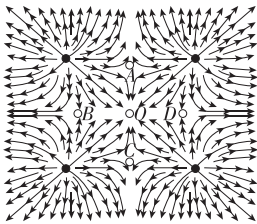


章末素养测评(一)

1. D 【解析】电荷守恒定律是物理学的基本定律之一,它指出,对于一个孤立系统,不论发生什么变化,其所有电荷的代数和永远保持不变,因此其是物理学中“守恒”思想的具体体现,A 正确;库仑定律的确立遵循了:类比→科学假说→实验验证的过程,由万有引力和静电力的类比,提出假说,最后用实验来验证,B 正确;比值法定义的基本特点是被定义的物理量往往反映物质最本质的属性,或基本运动特征,它不随定义所用的物理量的大小取舍而改变,此中电场强度大小和点电荷所带电荷量及所受电场力大小无关,C 正确;在研究带电体之间的相互作用时,若带电体的尺寸远小于它们之间的距离,就可以把带电体看作点电荷,这采用了理想模型法,并不是等效替代法,D 错误.

2. C 【解析】根据静电感应现象可知,最上方的硬币会带正电,硬币与小球相互吸引,丝线拉力变大,故 A、B 错误,C 正确;用不带绝缘手套的手触摸硬币,最上方硬币始终带正电,故 D 错误.

3. B 【解析】由点电荷场强公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 可知,四个等量同种电荷在正方形中心 O 点产生的合场强为零.如图所示,在正方形内部取 A 、 B 、 C 、 D 四个点,上方两个点电荷在 A 点产生的合场强竖直向下,下方两个点电荷在 A 点产生的合场强竖直向上,又因为 AO 间的电场线方向向下, A 点上方的电场线方向向上,则 A 点的场强应该为零,同理 B 、 C 、 D 三点的合场强也为零,则正方形内部电场强度为零的点的个数是 5 个,故 B 正确.



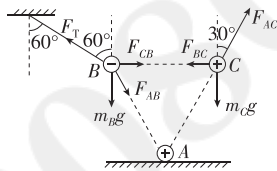
4. C 【解析】根据等量异种点电荷周围的电场分布, a 、 b 两点的电场强度的大小相等,方向相同, c 、 d 两点关于 O 点对称,场强大小相等,方向相同; MN 上的场强 O 点最大,向两边逐渐减小,所以试探电荷在 O 点受到的电场力最大,一试探电荷沿 MN 由 c 移动到 d ,所受电场力先增大后减小,故 C 正确,A、B、D 错误.

5. C 【解析】电量为 $-q$ 的试探电荷在 a 点受到的库仑力方向指向 Q ,故场源电荷 Q 带正电,故 A 错误;根据点电荷场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$,可知 b 、 c 两点电场强度大小相等,但方向不同,故 B 错误;根据点电荷场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$, a 、

b 两点与场源电荷间距之比为 $1:2$,则电场强度的大小之比为 $4:1$,故 C 正确;电场强度只与电场本身有关,与试探电荷无关,故将 a 处试探电荷电荷量变为 $+2q$,该处电场强度不会变,故 D 错误.

6. B 【解析】设圆环的电荷量为 Q ,将圆环分成 n 等份,则每一等份的电荷量为 $q = \frac{Q}{n}$,每一等份可看成点电荷,每个点电荷在 A 点处产生的电场强度大小均为 $E_1 = \frac{kq}{R^2 + (\sqrt{3}R)^2} = \frac{kq}{4R^2}$,该电场方向与 AO 的夹角为 30° ,根据电场的叠加原理知, A 点处的电场强度大小为 $E_A = nE_1 \cos 30^\circ = n \frac{kq}{4R^2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}kQ}{8R^2}$,同理可得, B 点处的电场强度大小为 $E_B = \frac{3kQ}{8R^2}$,所以 $\frac{E_A}{E_B} = \frac{1}{3}$,B 正确.

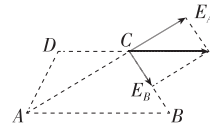
7. B 【解析】 B 、 C 两球受力分析如图所示,对 C 球由力的平衡条件可得 $F_{BC} = \frac{1}{2}F_{AC} = \frac{\sqrt{3}}{3}m_Cg = 2\sqrt{3}mg$,故 A 错误;对 B 球由力的平衡条件有 $F_T \cdot \sin 60^\circ = F_{AB} \cdot \sin 30^\circ + F_{CB}$, $F_T \cdot \cos 60^\circ = F_{AB} \cdot \cos 30^\circ + m_Bg$,解得 $F_{AB} = \sqrt{3}mg = \frac{1}{2}F_{BC}$, $F_T = 5mg$,故 B 正确,C 错误;由 $F_{BC} = \frac{1}{2}F_{AC}$, $F_{AB} = \frac{1}{2}F_{BC}$,以及库仑力公式 $F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$,可得 $q_A : q_B : q_C = 2 : 1 : 4$,D 错误.



8. BD 【解析】根据题意可知,很多优质的话筒线在构造上都采取了防备措施的原理是利用了静电屏蔽.在燃气灶中的电子点火器原理是尖端放电,故 A 错误;高压输电线的上方还有两条导线,这两条导线的作用是它们与大地相连,形成稀疏的金属“网”把高压线屏蔽起来,免遭雷击,这两条导线起到静电屏蔽作用,故 B 正确;使空气中的尘埃带电,在静电力作用下尘埃到达电极而被收集起来原理是静电除尘,属于静电的利用,故 C 错误;在超高压输电线路带电作业的工人穿戴含金属丝织物的工作服利用的是静电屏蔽原理,故 D 正确.

9. BC 【解析】由 $v-t$ 图像可知,电子从 A 到 B 做匀减速直线运动,加速度不变,所受静电力不变,电场为匀强电场;电子所受的静电力方向从 B 指向 A ,故可知电场线的方向从 A 指向 B .

10. CD 【解析】由于两点电荷在 C 点产生的合电场强度方向沿 DC 向右,根据矢量合成法则可知,两点电荷在 C 点产生的电场强度方向如图所示,由图中几何关系可知 $E_B < E_A$, A 点所放点电荷为正电荷, B 点所放点电荷为负电荷,且 A 点所放点电荷的电荷量的绝对值大于 B 点所放点电荷的电荷量的绝对值,选项 C、D 正确,A 错误;对两点电荷在 D 点产生的电场强度进行合成,由几何关系可知,其合电场强度方向为向右偏上,不沿 DC 方向,故 B 错误.



11. 密集 稀疏

【解析】用 P 与导体的尖端 C 点接触,再与不带电的验电器接触,发现验电器的金箔片张角最大,用 P 接触导体上的 A 点,再与不带电的验电器接触,发现验电器的金箔片张角较小,可知电荷在导体表面的分布是不均匀的,突出的位置,电荷比较密集;平坦的位置,电荷比较稀疏.

12. (1) $\frac{2}{5}g$ (2) $L\sqrt{\frac{mg}{k}}$

【解析】(1)对两球整体分析,两球一起向上做匀加速运动,设加速度为 a ,根据牛顿第二定律可得 $F - 2mg \sin \theta = 2ma$

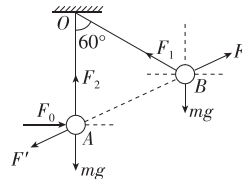
解得 $a = \frac{2}{5}g$

(2)设 A 球带电荷量为 q ,对 A 球受力分析,根据牛顿第二定律有 $k \frac{q^2}{L^2} - mg \sin \theta = ma$

解得 $q = L\sqrt{\frac{mg}{k}}$

13. (1) $\frac{mgL^2}{kq}$ (2) $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$

【解析】(1)当系统平衡时, B 球受到如图所示的三个力:重力 mg 、细线的拉力 F_1 、库仑斥力 F



由平衡条件得 $F \cos 30^\circ - F_1 \cos 30^\circ = 0$

$F \sin 30^\circ + F_1 \sin 30^\circ - mg = 0$

由库仑定律得 $F = k \frac{qq_B}{L^2}$

联立上述三式,可得 B 球的电荷量 $q_B = \frac{mgL^2}{kq}$.

(2) A 球受到如图所示的四个力作用,合力为零.

得 $F_0 = F' \cdot \cos 30^\circ$

而 $F' = F = mg$

所以 A 球受到的水平外力 $F_0 = mg \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$.

14. (1) $\frac{kQ}{r^2}$ 方向水平向右 (2) $\frac{2kQ}{r^2}$ $\frac{\sqrt{2}kQ}{r^2}$

【解析】(1)电荷量为 $-q$ 的试探电荷在 c 点处于平衡状态,受力分析可得 $k \frac{Qq}{r^2} = qE$

故匀强电场的电场强度大小为 $E = \frac{kQ}{r^2}$, 方向水平向右.

(2) 正点电荷在圆上的电场强度大小均为 $E = \frac{kQ}{r^2}$

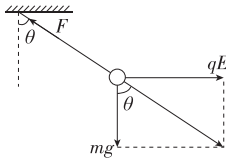
a 点的电场强度为两个等大、同方向的电场强度的合成, 大小为 $E_a = \frac{2kQ}{r^2}$

d 点的电场强度为两个等大、互相垂直的电场强度的合成, 大小为

$$E_d = \frac{\sqrt{2}kQ}{r^2}.$$

15. (1) 正电 $\frac{5\sqrt{3}}{3} \times 10^{-6} \text{ C}$ (2) 0.1 N (3) 0.1 s

【解析】(1) 受力分析图如图所示, 小球受到的静电力方向水平向右, 故小球带正电.



由平衡条件有 $Eq = mg \tan 60^\circ$

$$\text{解得 } q = \frac{5\sqrt{3}}{3} \times 10^{-6} \text{ C}.$$

(2) 由平衡条件得 $F = \frac{mg}{\cos 60^\circ}$

解得 $F = 0.1 \text{ N}$

(3) 剪断细线后, 小球在水平方向做初速度为零的匀加速直线运动, 竖直方向做自由落体运动

在水平方向上有 $a_x = \frac{Eq}{m}$

$$d = \frac{1}{2} a_x t^2$$

联立以上两式解得 $t = 0.1 \text{ s}$.

16. (1) 10 m/s^2 (2) 0.6 s

【解析】(1) 以两小球为研究对象, 沿斜面方向根据牛顿第二定律有

$$2mg \sin 30^\circ + q_2 E = 2ma$$

$$\text{解得 } a = 10 \text{ m/s}^2$$

两小球加速度大小相同, 均为 10 m/s^2

(2) 从静止释放到 B 球刚要进入电场时, 系统加速度为

$$a_1 = \frac{2mg \sin 30^\circ}{2m} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由 } d = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

$$\text{知 } t_1 = \sqrt{\frac{2d}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.4}{5}} \text{ s} = 0.4 \text{ s}$$

B 刚要进入电场时的速度为 $v = a_1 t_1 = 5 \times 0.4 \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$

从 B 刚进入匀强电场到 A 刚要进入匀强电场的过程中

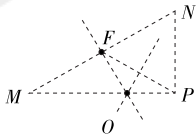
$$L = vt_2 + \frac{1}{2} at_2^2$$

解得 $t_2 = 0.2 \text{ s}$ (另一解 -0.6 s 舍去)

则总时间为 $t = t_1 + t_2 = 0.6 \text{ s}$

章末素养测评(二)

1. D 【解析】正电荷的电场线方向指向无穷远, 沿电场线方向电势降低, 故 M 点电势低于 N 点电势, 从 M 到 N 的过程电场力做正功, 电势能降低. 故选 D.
2. D 【解析】电场力所做的功与路径无关, 与电势差有关, 所以 $W_1 = W_2$, A 错误; 由于 $OA = OB$, 由对称性可知 A 、 B 两处电势相同, 所以 $W_1 = W_3$, C 错误, D 正确; B 点电势高于 C 点电势, 因此正电荷从 B 运动到 C , 电场力做正功, B 错误.
3. D 【解析】离子所受的静电力向左, 由于电场强度的方向不能确定, 所以离子带电性质不确定, 可能带正电, 也可能带负电, 运动方向也不确定, 故 A、B、C 错误; 若带电离子从 a 到 b 点, 则静电力做正功, 所以离子在 a 点的动能一定小于在 b 点的动能, 故 D 正确.
4. B 【解析】由几何关系可知, AB 和 CD 的连线是平行线且 $AB = CD$, 在匀强电场中, 任意两平行直线上相等距离的电势差相等, 因此有 $U_{AD} = U_{BC}$, 即 $\varphi_A - \varphi_D = \varphi_B - \varphi_C$, 解得 $\varphi_D = 9 \text{ V}$, 故选 B.
5. D 【解析】任意两个等势点连线的垂直平分线都通过场源电荷所在位置, 根据题意, 点电荷 Q 必在 MN 的中垂线和 PF 的中垂线的交点处, 过 F 作 MN 的中垂线交 MP 于 O 点, 由几何关系可知 ON 恰好垂直平分 PF , 故点电荷 Q 一定位于 O 点, 选项 A 错误; 正点电荷的等势面是以点电荷为圆心的同心球面, 即等势面不是直线而是球面, 选项 B 错误; 因为是正点电荷形成的电场, 将正试探电荷从 P 点搬运到 N 点, 远离场源正电荷, 电场力做正功, 选项 C 错误; 根据几何关系可得 $OP < OM$, 距离场源正电荷越远电势越低, 所以 P 点电势大于 M 点电势, 选项 D 正确.



6. C 【解析】耗尽层中, N 型区带正电, P 型区带负电, 产生 N 型区指向 P 型区的内建电场, 所以 N 型区电势高于 P 型区电势. 故 A、B 错误; 若电子由 N 型区进入 P 型区, 电场力做负功, 电势能增大, 故 C 正确; 若质子由 N 型区进入 P 型区, 电场力做正功, 电势能减小, 故 D 错误.
7. B 【解析】 a 、 b 两点场强大小相等, 方向不同, A 错误; e 、 f 两点为 PQ 连线的中垂线对称点, 根据等量同种点电荷电势的分布, 可确定 e 、 f 两点电势相等, B 正确; 在 $abcd$ 组成的平面上, 电场方向由平面上各点指向 O 点, 根据顺着电场线方向电势降低, 可知 $abcd$ 组成的平面上电势不是处处相等的, 因此 $abcd$ 组成的平面不是等势面, C 错误; 将一正电荷由 e 点移动到 f 点, 电场力先做正功后做负功, 则电势能先减小后增大, D 错误.
8. AB 【解析】初态小球静止, 根据平衡可知 $\sin \theta = \frac{mg}{Eq}$, 所以电场力符合

$Eq = \sqrt{2}mg$, 从初态到最低点, 根据动能定理可知 $\Delta E_k = 0 = mgL - Eq \cdot \sqrt{2}L + W$, 解得外力做功 $W = mgL$, A 正确; 根据题意克服电场力做功 $W_{电} = Eq \cdot \sqrt{2}L = 2mgL$, 所以电势能增加 $2mgL$, B 正确; 因为缓慢移动, 所以小球动能不变, 但是重力势能减小了, 所以机械能减小, C 错误; 因为重力做正功, 所以重力势能减小了 mgL , D 错误.

9. AB 【解析】根据对称性, B 、 D 两点的电势相等, 电场强度大小相等, A 正确; 电场线的疏密反映了电场强度的大小, 由题图可知, A 点的电场强度小于 C 点的电场强度, 由于正点电荷与 C 之间电场线密集, 电势降落得快, 而正点电荷与 A 点间电场线稀疏, 电势降落得慢, 因此 C 点电势低于 A 点电势, B 正确; 由于 A 、 C 两点电势不等, 因此将一个试探电荷由 A 点移到 C 点, 电场力做功不为零, C 错误; 将一个带正电的不计重力的粒子从 B 点由静止释放, 由于电场线是弯曲的, 因此粒子不会沿电场线运动, D 错误.
10. BD 【解析】三个液滴在水平方向受到静电力作用, 水平方向不是匀速直线运动, 所以三个液滴在真空盒中不是做平抛运动, 选项 A 错误; 由于三个液滴在竖直方向做自由落体运动, 故三个液滴的运动时间相同, 选项 B 正确; 三个液滴落到底板时竖直分速度相等, 而水平分速度不相等, 所以三个液滴落到底板时的速率不相同, 选项 C 错误; 液滴 C 在水平方向位移最大, 说明液滴 C 在水平方向的加速度最大, 所带电荷量最多, 选项 D 正确.
11. (1) 变大 (2) 变大 (3) 变小

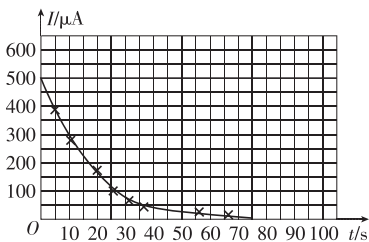
【解析】(1) 电容器所带电荷量一定, 正对面积减小时, 由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 知, 电容

C 减小, 由 $C = \frac{Q}{U}$ 知, 电势差 U 变大, 故静电计指针的偏转角度变大.

(2) 板间距离增大时, 由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 知, 电容 C 减小, 由 $C = \frac{Q}{U}$ 知, 电势差 U 变大, 故静电计指针的偏转角度变大.

(3) 插入电介质时, 由 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 知, 电容 C 变大, 由 $C = \frac{Q}{U}$ 知, 电势差 U 变小, 故静电计指针的偏转角度变小.

12. (2) 3.5 (4) 如图所示 8.5×10^{-3} (5) $C = \frac{Q_0}{U_0}$



【解析】(2) 由欧姆定律有 $U_0 = I_0 (R_g + R)$, 解得 $R_g = \frac{U_0}{I_0} - R =$

$$\frac{6.0}{500 \times 10^{-6}} \Omega - 8.5 \times 10^3 \Omega = 3.5 \times 10^3 \Omega = 3.5 \text{ k}\Omega.$$

(4) 用平滑曲线连接各点, 如图所示, $\Delta Q = I \cdot \Delta t$ 即为曲线与坐标轴所围图形的面积, 利用数格子方法, 估算出电容器两端电压为 U_0 时的电荷量 $Q_0 =$

$$34 \times 2.5 \times 10^{-4} \text{ C} = 8.5 \times 10^{-3} \text{ C}.$$

(5) 利用 $C = \frac{Q_0}{U_0}$ 可求出电容 C .

$$13. \quad (1) \frac{1}{2}gt^2 \quad (2) 4g \quad \frac{3mg}{q} \quad (3) 2m(v_0^2 + g^2t^2)$$

【解析】(1) 小球 A 在竖直方向做自由落体运动, 因此高度差为

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

(2) 设电场强度的大小为 E , 小球 B 运动的加速度为 a . 根据牛顿第二定律、运动学公式和题给条件, 有

$$mg + qE = ma$$

$$\frac{1}{2}a\left(\frac{t}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{解得 } a = 4g, E = \frac{3mg}{q}$$

(3) 设 B 从 O 点发射时的速度为 v_1 , 到达 P 点时的动能为 E_k , O 、 P 两点的高度差为 h , 根据动能定理有

$$E_k - \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh + qEh$$

$$\text{且有 } v_1 \frac{t}{2} = v_0 t$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{联立得 } E_k = 2m(v_0^2 + g^2t^2).$$

$$14. \quad (1) 11 \text{ N, 方向竖直向下} \quad (2) 3 \text{ m} \quad (3) 2 \text{ m}$$

【解析】(1) B 到 C 过程, 由动能定理得

$$-mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\text{在 } B \text{ 点, 由牛顿第二定律有 } F_N - mg = \frac{mv_B^2}{R}$$

$$\text{联立解得 } F_N = 11 \text{ N}$$

由牛顿第三定律可得, 小物块对轨道压力大小为 11 N , 方向竖直向下

(2) 小物块由静止开始到 B 点过程, 由动能定理得

$$qEx = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

$$\text{解得 } x = 3 \text{ m}$$

$$(3) \text{ 在倾斜轨道上由于 } \mu mg \cos 37^\circ < mg \sin 37^\circ$$

小物块不会静止在倾斜轨道上, 最终在 C 点以下做往复运动

小物块从第一次到 C 点至到达 C 点速度为零过程, 由动能定理得

$$-\mu mg s \cos 37^\circ = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\text{解得 } s = 2 \text{ m}$$

$$15. \quad (1) \frac{d^2}{\varphi_0 T^2} \quad (2) 3 \quad 3\varphi_0$$

【解析】(1) 根据题意, 当 N 板电势为 0 时, 粒子沿着两板中线做匀速直线

运动, 当 N 板电势为 φ_0 时, 粒子在 M 、 N 板间做类平抛运动, 设其在垂直 M 、 N 板的方向做初速度为零的匀加速直线运动, 加速度为 a , 则有

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

$$\text{其中 } a = \frac{(\varphi_0 - 0)}{d} \cdot \frac{q}{m}$$

$$\text{联立解得 } \frac{q}{m} = \frac{d^2}{\varphi_0 T^2}$$

(2) 粒子从 $0 \sim \frac{T}{2}$ 的过程中, 竖直向上做初速度为 0 的匀加速直线运动, 设

其加速度大小为 a_1 , 加速结束时的末速度大小为 v_1 , 则有

$$v_1 = a_1 \cdot \frac{T}{2}$$

由于粒子水平方向上所受合外力为零, 因此水平方向上始终做匀速直线运

动, 穿过平行板电容器的时间为 T , 因此可知, 在 $\frac{T}{2} \sim T$ 时间内粒子在竖直

方向上先做匀减速直线运动, 后做匀加速直线运动, 设加速度大小为 a_2 , 粒子从 Q 点离开平行板时竖直方向的末速度大小为 v_2 , 则有

$$-v_2 = v_1 - a_2 \cdot \frac{T}{2}$$

两个阶段粒子在竖直方向上发生的位移大小相等、方向相反, 因此有

$$\frac{1}{2}a_1\left(\frac{T}{2}\right)^2 = -\left[v_1 \cdot \frac{T}{2} - \frac{1}{2}a_2\left(\frac{T}{2}\right)^2\right]$$

$$\text{联立可得 } \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}, \frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$$

根据牛顿第二定律有

$$a_1 = \frac{\varphi_1 q}{dm}, a_2 = \frac{k\varphi_1 q}{dm}$$

$$\text{由此可知 } k = 3$$

当 φ_1 最大时, 粒子在竖直方向速度减为 0 时恰好达到上极板, 则竖直方向加速时的位移

$$y_1 = \frac{1}{2}a_1\left(\frac{T}{2}\right)^2$$

竖直方向减速到 0 时的位移

$$y_2 = \frac{v_1^2}{2a_2}$$

竖直方向的总位移

$$\frac{d}{2} = y_1 + y_2$$

$$\text{联立解得 } a_1 = \frac{3d}{T^2}$$

$$\text{而根据 (1) 中可得 } d = aT^2$$

$$\text{解得 } a_1 = 3a$$

$$\text{因此可知 } \varphi_{1\max} = 3\varphi_0$$

章末素养测评(三)

1. C 【解析】在探究电阻与材料、长度和横截面积三者之间的关系时, 应用了

控制变量法, A 正确; 在研究带电体时, 满足一定条件可以把带电体看成点电荷, 这利用了理想模型法, B 正确; 在研究电场时, 常用电场线来描述真实的电场, 用的是假设法, C 错误; 在电路中, 用几个合适的小电阻串联来代替一个大电阻, 这利用了等效法, D 正确.

2. B 【解析】由单位时间内通过乙导体横截面的电荷量是甲的 2 倍, 可知通过乙导体的电流是甲的 2 倍, 故 A 错误, B 正确. 因为 $I = neSv$, 所以 $v = \frac{I}{neS}$, 因为不知道甲、乙两导体的性质 (n 、 e 不知道), 所以无法判断 v 的大小, 故 C、D 错误.

3. D 【解析】“ $3000 \text{ mA} \cdot \text{h}$ ”为该电池的电荷量, 故 A 错误; 手机通话时的电流为 $I_1 = \frac{Q}{t_1} = \frac{3000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{5 \text{ h}} = 0.6 \text{ A}$, 手机待机时的电流为 $I_2 = \frac{Q}{t_2} = \frac{3000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{100 \text{ h}} = 0.03 \text{ A}$, 故 B、C 错误; 以 2 A 电流给该电池充电, 根据 $t = \frac{Q}{I_3} = \frac{3000 \text{ mA} \cdot \text{h}}{2 \text{ A}} = 1.5 \text{ h}$, 可知充满电最多需要 1.5 h , 故 D 正确.

4. B 【解析】将四分之一圆形薄合金片看成一个电阻, 设阻值为 R , 图甲中等效为两个电阻并联, $R_{\text{甲}} = \frac{R}{2}$, 图乙中等效为两个电阻串联, $R_{\text{乙}} = 2R$, 所以 $R_{\text{甲}} = \frac{1}{4}R_{\text{乙}}$, 所以 B 正确.

5. C 【解析】金属棒的电阻 $R = \rho \frac{l}{S}$, 自由电子定向移动形成的电流 $I = neSv$, 金属棒两端电压 $U = IR$, 故金属棒内的电场强度大小为 $E = \frac{U}{l} = \frac{neSv\rho l}{lS} = \rho nev$, 故选 C.

6. B 【解析】由于两个电压表是用相同的电流计改装的, 当两个电压表串联合使用时, 通过两表的电流是相同的, 所以表头指针偏转的角度是相同的; 刻度盘上的示数表示的是电压表两端的电压, 与满偏电压成正比, 故选项 B 正确, 选项 A、C、D 错误.

7. D 【解析】 a 、 b 两点间加上恒定的电压 U 后, 三个电阻并联, 理想电流表 A_1 测量的是通过 R_2 和 R_3 的电流, 理想电流表 A_2 测量的是通过 R_2 和 R_1 的电流, 根据 $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 2 : 3$, 可得通过三个电阻的电流之比为 $6 : 3 : 2$, 所以 $I_1 : I_2 = 5 : 9$, A、B 错误; 将 A_1 、 A_2 换成理想电压表 V_1 、 V_2 , 此时三个电阻串联, 通过它们的电流相等, 根据欧姆定律可得 V_1 、 V_2 的示数之比为 $3 : 5$, C 错误, D 正确.

8. AB 【解析】由图可知, A 的阻值随电流的增大而增大, 电阻 B 阻值不变, 故 A 正确; 两图像的交点处, 电流和电压均相同, 则由欧姆定律可知, 两电阻的阻值大小相等, 故 B 正确, C、D 错误.

9. BC 【解析】改装电流表的原理是并联分流, 可知用 Oa 两端时可作为电流表, 其电流最大测量值为 $I_g + \frac{I_g R_g}{R_1} = 600 \text{ mA}$, A 错误, B 正确; 改装电压表的原理是串联分压, 可知用 Ob 两端时可作为电压表, 其电压最大测量值为

$$I_g R_g + \left(I_g + \frac{I_g R_g}{R_1} \right) R_2 = 250 \text{ V}, \text{C 正确, D 错误.}$$

10. AD **【解析】** 由题意可得 $U_{AB} = U_{AC} = U$, 说明 A、B 分别与电源的正、负极接通. 若 BC 段完好, 则 AB 段断路; 若 BC 段短路, 则 AB 段可能断路, 也可能完好, 故选 A、D.

11. (1)机械调零 (2)③ (3)1.49(1.47~1.49 均可) (4)a、c

【解析】 (1)由题图甲所示电流表可知, 指针没有指在零刻线上, 在实验前要先对电流表进行机械调零.

(2)(3)滑动变阻器采用分压接法, 由题图乙所示电路可知, 连线③连接错误; 电压表选用的量程为 0~3 V, 故电压表读数为 $14.9 \times 0.1 \text{ V} = 1.49 \text{ V}$.

(4)探究电阻与导体横截面积的关系, 应控制导体的材料与长度相等而横截面积不同, 由题表中数据可知, 应选用 a、c 两种金属丝进行对比.

12. (1)①S 正对左侧零刻度 ②×1 19.0 ③“OFF”挡或交流电压最高挡 (2)正极

【解析】 (1)①电表在测量之前要先进行机械调零, 调节题图甲所示旋钮 S, 使指针正对左侧零刻度;

②欧姆挡选择×10 挡时指针偏转角度太大, 说明电阻较小, 要使指针指示数值变大, 则应降低倍率, 故选择×1 挡; 指针指在题图乙中的 b 位置对应的电阻为 $R_x = 19.0 \times 1 \Omega = 19.0 \Omega$.

(2)选择“×1 k”挡测量某二极管的阻值, 指针指在题图乙中的 c 位置表示电阻很大, 测的是二极管的反向电阻, 电流从二极管的负极流入正极流出经过 A 表笔, 则 A 表笔相连的是二极管的正极.

13. (1) $2.5 \times 10^{-4} \Omega$ (2)10 A (3)40 A

【解析】 (1)该导线的电阻

$$R = \rho \frac{L}{S} = 1.75 \times 10^{-8} \times \frac{5}{3.5 \times 10^{-4}} \Omega = 2.5 \times 10^{-4} \Omega$$

(2)该导线中的电流 $I = \frac{U}{R} = 10 \text{ A}$

(3)导线对折后, $L' = \frac{L}{2}$, $S' = 2S$

$$\text{则 } R' = \rho \frac{L'}{S'} = \frac{R}{4}$$

$$I' = \frac{U}{R'} = 4I = 40 \text{ A}$$

14. 2 A

【解析】 设触头上部分电阻为 $x \Omega$, 则触头下部分电阻为 $(5-x) \Omega$,

上方支路的总电阻为 $(2+x) \Omega$, 下方支路的总电阻为

$$(3+5-x) \Omega = (8-x) \Omega,$$

$$\text{则电路总电阻 } R = \frac{(2+x)(8-x)}{2+x+8-x} \Omega = \frac{(2+x)(8-x)}{10} \Omega,$$

由数学知识可知当 $2+x=8-x$, 即 $x=3$ 时, R 最大, 电流表的示数最小

$$\text{此时 } R_{\max} = \frac{5 \times 5}{10} \Omega = 2.5 \Omega, I_{\min} = \frac{5}{2.5} \text{ A} = 2 \text{ A}.$$

15. (1) 4.08Ω 0.4Ω (2) 0.41Ω 3.67Ω (3)见解析

【解析】 (1)按图甲接法, 由并联电路中电流跟电阻成反比, 可得

$$R_1 = \frac{I_g}{0.1 \text{ A} - I_g} R_g = \frac{2 \times 10^{-3}}{0.1 - 2 \times 10^{-3}} \times 200 \Omega \approx 4.08 \Omega$$

$$R_2 = \frac{I_g}{1 \text{ A} - I_g} R_g = \frac{2 \times 10^{-3}}{1 - 2 \times 10^{-3}} \times 200 \Omega \approx 0.4 \Omega.$$

(2)按图乙接法, 量程为 0~1 A 时, R_4 和 R_g 串联后与 R_3 并联; 量程为 0~0.1 A 时, R_3 和 R_4 串联后与 R_g 并联, 分别得

$$I_g(R_g + R_4) = (1 \text{ A} - I_g)R_3$$

$$I_g R_g = (0.1 \text{ A} - I_g)(R_3 + R_4)$$

$$\text{解得 } R_3 \approx 0.41 \Omega, R_4 \approx 3.67 \Omega.$$

(3)乙图接法较好.

甲图中, 若因开关接触不良而没有接通, 或换量程的过程中, 电流将全部流经表头, 可能把表头烧坏.

16. (1)1400 N/C, 方向竖直向下 (2)0.9 A (3)27 V

【解析】 (1)带电油滴静止在电场中, 由受力平衡有

$$mg = |qE|$$

可得两金属板间的电场强度大小为

$$E = \left| \frac{mg}{q} \right| = \frac{7 \times 10^{-8} \times 10}{5 \times 10^{-10}} \text{ N/C} = 1400 \text{ N/C}$$

由于上极板带正电, 则两金属板间的电场强度方向竖直向下.

(2)电容器两端的电压为 $U_3 = Ed = 1400 \times 1.5 \times 10^{-2} \text{ V} = 21 \text{ V}$

$$\text{流过 } R_3 \text{ 的电流为 } I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{21}{35} \text{ A} = 0.6 \text{ A}$$

$$\text{流过 } R_1 \text{ 的电流为 } I_1 = I - I_3 = 1.5 \text{ A} - 0.6 \text{ A} = 0.9 \text{ A}$$

(3)电阻 R_1 两端的电压为

$$U_1 = I_3(R_2 + R_3) = 0.6 \times (10 + 35) \text{ V} = 27 \text{ V}$$

章末素养测评(四)

1. C **【解析】** 笔记本电脑的指纹加密用到的是电容传感器, 而不是用到磁场, 其余三种情况都用到了磁场. 故选 C.

2. D **【解析】** 根据楞次定律可知, 当穿过闭合导体回路的磁通量发生变化时, 闭合导体回路中就能够产生感应电流, 故 A 不符合题意; 根据麦克斯韦的电磁场理论, 变化的磁场产生了电场, 变化的电场产生了磁场, 故 B 不符合题意; 赫兹最早用实验证实光是一种电磁波——传播着的电磁场, 光具有能量, 故 C 不符合题意; 微观世界的某些极少数带电微粒的能量的变化不是连续的, 而是一份一份的辐射或吸收的, 故 D 符合题意.

3. C **【解析】** 太阳能电池每秒提供的电能 $W = EIt = 0.6 \times 0.1 \times 1 \text{ J} = 0.06 \text{ J}$, 所以照射到这种太阳能电池上的太阳光能量 $W' = \frac{W}{0.23} \approx 0.26 \text{ J}$, C 正确.

4. A **【解析】** 不接负载时两极间电压为 22.0 V, 则电池的电动势为 22.0 V; 根据闭合电路欧姆定律有 $E = \frac{U}{R} \cdot r + U$, 代入数据解得 $r \approx 3.7 \Omega$, 故选 A.

5. B **【解析】** 由电路图可知, 开关 S_1 、 S_2 都闭合时电动机 M 和电热丝同时接入电路, 电吹风吹热风, A 错误; 开关 S_1 、 S_2 都闭合时电热丝的功率为 $P =$

$$P_2 - P_1 = 990 \text{ W} - 110 \text{ W} = 880 \text{ W}, \text{通过电热丝的电流为 } I = \frac{P}{U} = \frac{880}{220} \text{ A} =$$

4 A, B 正确, C 错误; 若电动机为纯电阻, 其电阻为 $r = \frac{U^2}{P_1} = 440 \Omega$, 由于电动机正常工作时为非纯电阻, 则电阻不为 440 Ω , D 错误.

6. C **【解析】** 滑动变阻器 R 的滑片稍向下滑动时, 滑动变阻器 R 接入电路的阻值变大, 外电路总电阻变大, 根据闭合电路欧姆定律知, 干路电流 I 减小, A 灯变暗; B 灯的电压 $U_B = E - I(r + R_A)$, I 减小, U_B 增大, 则 B 灯变亮; 通过 C 灯的电流 $I_C = I - I_B$, I 减小, I_B 增大, 则 I_C 减小, C 灯变暗, 选项 C 正确.

7. A **【解析】** 若 R_1 短路, 则外部电路的电阻只有 R_3 , 故总电阻减小, 总电流变大, 电流表的示数变大, 电压表的示数变大, A 正确; 若 R_2 短路, 则电流表的示数为零, B 错误; 若 R_3 短路, 则电压表的示数为零, C 错误; 若 R_1 断路, 则电流表的示数为零, D 错误.

8. ABC **【解析】** 电源 1 与电源 2 的电动势为图线的纵轴截距, 即 $E_1 : E_2 = 10 : 10 = 1 : 1$, 电源 1 与电源 2 的内阻为图线斜率的绝对值, 即 $r_1 : r_2 = \frac{10}{8} : \frac{10}{12} = 3 : 2$, A、B 正确; 该小灯泡分别与电源 1、电源 2 单独连接时, 其图

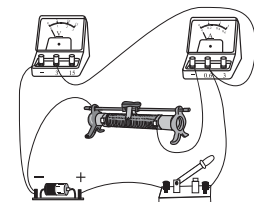
线的交点即为电路中干路电流和路端电压, 有 $R_1 = \frac{3.5}{5} \Omega$, $R_2 = \frac{5}{6} \Omega$, 所以

在这两种连接状态下, 小灯泡的电阻之比是 $R_1 : R_2 = 21 : 25$, C 正确; 根据 $P = UI$, 可得在这两种连接状态下, 小灯泡消耗的功率之比是 $P_1 : P_2 = (3.5 \times 5) : (5 \times 6) = 7 : 12$, D 错误.

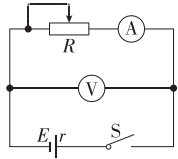
9. ACD **【解析】** 当开关闭合后, 灯泡 L_1 两端的电压 $U_1 = 3 \text{ V}$, 由题图乙读出其电流 $I_1 = 0.25 \text{ A}$, 则灯泡 L_1 的电阻 $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 12 \Omega$, 功率 $P_1 = U_1 I_1 = 0.75 \text{ W}$, 故 A、C 正确; 灯泡 L_2 、 L_3 串联, 电压 $U_2 = U_3 = 1.5 \text{ V}$, 由题图乙读出其电流 $I_2 = I_3 = 0.20 \text{ A}$, 灯泡 L_2 、 L_3 的功率 $P = 1.5 \text{ V} \times 0.20 \text{ A} = 0.30 \text{ W}$, 故 B 错误, D 正确.

10. BC **【解析】** 断开 S_2 , 电路总电阻变大, 根据电流 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ 可知, 电流变小, 而路端电压 $U_1 = E - Ir$, 所以电压表 V_1 的示数变大, A 错误; 电容器 C 两端电压 $U_C = U_{R1} = IR_1$, I 变小, U_C 变小, 而电容器所带电荷量 $Q = CU_C$, 所以带电荷量减少, B 正确; 电压表 V_2 的示数 $U_2 = E - I(R_1 + r)$, 所以电压表 V_2 的示数变化量与电流表的示数变化量之比 $\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = -(R_1 + r)$, 比值不变, C 正确; 当 $R_{\text{外}} = r$ 时, 电源的输出功率有最大值, 但电源内阻未知, 因此不能确定当外电阻增大时, 电源的输出功率是变大还是变小, D 错误.

11. (1)如图所示 (2)D (3)1.5 1.0



【解析】(1)测定电源电动势和内电阻的电路图如图所示,对照电路图连线如下:



(2)滑动变阻器 E 最大阻值较大,操作不方便,同时允许通过的最大电流太小,故应选最大阻值较小的滑动变阻器 D.

(3)电源的 $U-I$ 图像的纵轴截距表示电源的电动势,故 $E=1.5\text{ V}$. 斜率的绝对值表示电源的内电阻,故 $r=\left|\frac{\Delta U}{\Delta I}\right|=\frac{1.5\text{ V}-0.8\text{ V}}{0.7\text{ A}}=1.0\text{ }\Omega$.

12. (1)8 W (2)50.4 W (3) $2.34\times 10^{-3}\text{ C}$

【解析】(1)根据闭合电路欧姆定律,干路电流为

$$I_1=\frac{E-U_M}{r+R_1}$$

$$\text{流过灯泡的电流 } I_2=\frac{U_M}{R_2}$$

$$\text{流过电动机的电流 } I_M=I_1-I_2$$

则电动机的输出功率为

$$P_{\text{出}}=U_M I_M-I_M^2 R_M$$

$$\text{联立解得 } P_{\text{出}}=8\text{ W}$$

(2)电动机卡住后,设电动机与灯泡并联电阻为 $R_{\text{并}}$,则有

$$\frac{1}{R_{\text{并}}}=\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_M}$$

$$\text{干路电流 } I'=\frac{E}{r+R_1+R_{\text{并}}}$$

$$\text{电源总功率为 } P_{\text{总}}=EI'$$

$$\text{联立解得 } P_{\text{总}}=50.4\text{ W}$$

(3)断开 S 前,电容器两端电压

$$U_C=E-I'r$$

$$\text{电容器带电荷量 } Q=C\cdot U_C$$

断开 S 后电容器放电,流过电动机的电荷量为

$$q_M=\frac{R_2}{R_2+R_M}Q$$

$$\text{代入数据联立解得 } q_M=2.34\times 10^{-3}\text{ C}$$

13. (1)12 Ω (2)78 J (3)2 V 1 W

【解析】(1)A 灯正常发光,则

$$U_{\text{A实}}=U_{\text{A额}}=6\text{ V}$$

$$P_{\text{A实}}=P_{\text{A额}}=3\text{ W}$$

$$\text{由 } P=\frac{U^2}{R} \text{ 得, A 灯正常发光时灯丝的电阻为}$$

$$R_A=\frac{(U_{\text{A实}})^2}{P_{\text{A实}}}=\frac{(6\text{ V})^2}{3\text{ W}}=12\text{ }\Omega$$

(2)若将 A、B 两盏小灯泡并联在可调电压电源两端,电源电压调节为 6 V,

$$\text{则 } U=U_{\text{A额}}=U_{\text{B额}}=6\text{ V}, P_{\text{A额}}=3\text{ W}, P_{\text{B额}}=4.8\text{ W}$$

$$\text{电路总功率 } P=P_{\text{A额}}+P_{\text{B额}}=3\text{ W}+4.8\text{ W}=7.8\text{ W}$$

经过 10 s,两盏小灯泡消耗的总电能

$$W=Pt=7.8\text{ W}\times 10\text{ s}=78\text{ J}$$

(3)由于串联电路中电流处处相等,A 灯正常发光时,由 $P=UI$ 得,电路中的

$$\text{电流 } I=\frac{P_{\text{A额}}}{U_{\text{额}}}=\frac{3\text{ W}}{6\text{ V}}=0.5\text{ A}$$

由图可知,当电流 $I=0.5\text{ A}$ 时,C 灯的实际电压 $U_C=2\text{ V}$,则 C 灯的实际功

$$\text{率 } P_C=U_C I=2\text{ V}\times 0.5\text{ A}=1\text{ W}$$

14. (1) $R=-0.4F+300(\Omega)$ (2)见解析

【解析】(1)根据表中数据可知,R 的阻值随压力 F 的增大线性减小,设它们的关系式为 $R=kF+b$

把 $F=50\text{ N}, R=280\text{ }\Omega$ 和 $F=100\text{ N}, R=260\text{ }\Omega$ 代入得

$$280=50k+b$$

$$260=100k+b$$

联立方程解得

$$k=-0.4, b=300$$

所以它们的关系式为 $R=-0.4F+300(\Omega)$

(2)根据闭合电路欧姆定律,可得

$$I=\frac{E}{R+R_0}$$

把 $R=-0.4F+300, E=6\text{ V}, R_0=300\text{ }\Omega$ 代入上式化简得

$$F=1500-\frac{15}{I}$$

所以压力和电流不成一次函数关系,故该测力显示器的刻度是不均匀的.

模块综合测评

1. B 【解析】奥斯特首先发现了电流的磁效应,A 错误;麦克斯韦建立了电磁场理论并预言了电磁波的存在,赫兹用实验证实了电磁波的存在,B 正确;法拉第首先发现了电磁感应现象,C 错误;量子是由普朗克首先提出的,D 错误.

2. B 【解析】接触前两个点电荷之间的库仑力大小为 $F=k\frac{Q\cdot 4Q}{r^2}=4k\frac{Q^2}{r^2}$,两球接触后分开各自带电荷量为 $+\frac{3}{2}Q$,距离又变为原来的 $\frac{1}{2}$,则库仑力为

$$F'=k\frac{\frac{3}{2}Q\cdot \frac{3}{2}Q}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}=9k\frac{Q^2}{r^2}=\frac{9}{4}F, \text{ B 正确.}$$

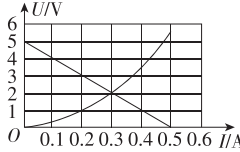
3. A 【解析】根据 $C=\frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$,当极板间距离增大时,电容 C 减小,B 错误;电容器保持与直流电源两极连接,电压 U 保持不变,C 错误;根据 $Q=CU$,结合上述,电容减小,则 Q 变小,A 正确;根据 $E=\frac{U}{d}$,极板间距离增大,则场强 E 变小,D 错误.

$$4. \text{ D } \quad \text{【解析】} \text{ 设 } AB=BO=OD=d, \text{ 则 } E_B=\frac{2kQ}{d^2}, E_D=\frac{kQ}{d^2}-\frac{kQ}{(3d)^2}=\frac{8kQ}{9d^2},$$

可知 $E_B>E_D$,故 A 错误;取无穷远处为零势能面,B 点的电势为零,D 点的电场线由无穷远指向 $-Q$,因沿电场线方向电势逐渐降低,故 D 点的电势 $\varphi_D<0$,即 $\varphi_B>\varphi_D$,故 B 错误;因为 $F_B=qE_B, F_D=qE_D$,又 $E_B>E_D$,所以 $F_B>F_D$,故 C 错误;因为 $E_{pB}=q\varphi_B, E_{pD}=q\varphi_D$,又 $\varphi_B>\varphi_D$,所以 $E_{pB}>E_{pD}$,故 D 正确.

5. A 【解析】结合电场线和等势线的关系可知,实线是等势线,虚线是电场线,故 a、b 两点电势相等,c、d 两点电场强度不同,A 正确,B 错误;结合感应起电知识可知,金属板上的感应电荷分布不均匀,C 错误;金属棒所带电荷的电性未知,无法判断 c、a 两点的电势关系,电子从 c 移到 a,电场力的做功情况未知,D 错误.

6. B 【解析】设每盏小灯泡两端的电压为 U,通过的电流为 I,则干路的电流为 2I,根据闭合电路的欧姆定律有 $E=U+2I(R+r)$,即 U、I 满足 $U=5-10I$,在小灯泡的 $U-I$ 图像中作出对应的函数图线,如图所示,则两个图线的交点即为小灯泡在电路中的工作点,所以通过小灯泡的电流 $I\approx 0.3\text{ A}$,对应灯泡两端的电压 $U\approx 2\text{ V}$,每盏小灯泡的功率 $P=UI\approx 0.6\text{ W}$,B 正确.



7. A 【解析】滑动变阻器滑片向上移动时,滑动变阻器接入电路的电阻变小,电路中的总电阻减小,总电流增大,外电压减小, R_1 两端的电压增大, R_2, R_3 两端的电压减小, R_2, R_3 中电流减小,灯泡中电流增大,灯泡变亮,A 正确; R_3 两端的电压减小,电容器两端的电压减小,由 $Q=CU$ 知电容器的带电荷量减小,B 错误;由于无法判断外电路电阻与电源内电阻的大小关系,因此无法判断电源的输出功率是增大还是减小,C 错误;电源的效率 $\eta=\frac{IE-I^2 r}{IE}=\left(1-\frac{Ir}{E}\right)$,由于电流增大,因此电源的效率变小,D 错误.

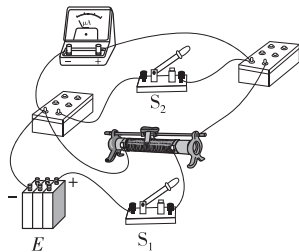
8. CD 【解析】根据电势的定义式 $\varphi=\frac{E_p}{q}$,是比值定义, φ 与 E_p 和 q 的大小均无关,A 错误;根据电容的定义式 $C=\frac{Q}{U}$,可知电容器的电容等于电容器极板所带电荷量与电势差的比值,电容器的电容决定于电容器本身,与电容器所带电荷量无关,B 错误;安培认为在物质内部总存在着一种环形电流——分子电流,提出分子电流假设,C 正确;电动势是表征电源将其他形式能转化为电能本领的物理量,D 正确.

9. ACD 【解析】根据装置图可知,水量减少,弹簧压缩量减少,滑片上移,A 正确;若电表为电压表,其测的是滑动变阻器上部分对应的电压值,示数减小,说明滑片上移,水量减少,B 错误;若电表为电流表,电流表测的是整个电路的电流,电流表示数变大,说明滑动变阻器接入电路的阻值减小,即滑片下移,水量增多,C 正确;如果选择电流表,水太多时 R 接入电路的阻值很小,

电路中电流很大,此时 R_0 串联在干路中,起到保护电路(电流表)的作用,D 正确.

10. BC **【解析】** 根据对称性可知, M 点和 P 点的电场强度大小相等,方向不同,A 错误;在 A 处点电荷产生的电场中, N 点和 P 点的电势相等,在 B 处点电荷产生的电场中, N 点的电势大于 P 点的电势,在 D 处点电荷产生的电场中, N 点的电势大于 P 点的电势,综合分析可知, N 点的电势高于 P 点的电势,正试探电荷在 N 点的电势能大于在 P 点的,正试探电荷由 P 到 N 电势能增加,电场力做负功,B 正确;仅考虑 B 处和 D 处点电荷时, C 点和 M 点的电势相等,又 M 距 A 比 C 距 A 较近,故 $\varphi_M > \varphi_C$,正试探电荷由 C 到 M ,电势能增加,C 正确;结合 B 项分析可知 $\varphi_N > \varphi_M$,因此正试探电荷由 C 移动到 M 时的电势能变化量小于由 C 移动到 N 时的电势能变化量, D 错误.

11. (1) R_1 R_2 (2) 如图所示 (3) ①③②④ (4) 1998.0 Ω 小于 (5) 1.28 (6) $\frac{R_N R_M}{R_N - R_M}$

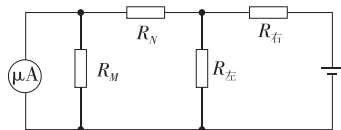


【解析】 (1) 根据半偏法的测量原理可知, R_M 电阻与微安表头的内阻相当,当闭合 S_2 之后,滑动变阻器上方的电流应基本不变,就需要 R_N 较大,对下方分压电路影响甚微,故 R_M 应选 R_1 , R_N 应选 R_2 .

(2) 根据电路图连接实物图如图所示.

(3) 根据半偏法的实验步骤,操作顺序应为:①将变阻器滑动头 P 移至最左端,将 R_N 调至最大值;③断开 S_2 ,闭合 S_1 ,调节滑动头 P 至某位置再调节 R_N 使表头满偏;②闭合开关 S_2 ,调节 R_M ,使微安表半偏,并读出 R_M 阻值;④断开 S_1 、 S_2 ,拆除导线,整理好器材.

(4) R_M 调节后面板读数为 1998.0 Ω ,由实验原理可知表头内阻为 1998.0 Ω ;当闭合 S_2 后,原电路可看成如下电路,闭合 S_2 后,相当于 R_M 由无穷大变成有限值,变小了,则流过 R_N 的电流大于原来的电流,则流过 R_M 的电流大于 $\frac{I_{\text{原}}}{2}$,故待测表头的内阻的测量值小于真实值.



(5) 将该微安表改装成量程为 0~2 V 的电压表,则需要串联一个电阻 R_0 ,则有 $U = I_g(R_g + R_0)$,此时的电压读数有 $U' = I'(R_g + R_0)$,其中 $U = 2$ V, $I_g = 100 \mu\text{A}$, $I' = 64 \mu\text{A}$,联立解得 $U' = 1.28$ V.

(6) 根据题意 O 、 P 间电压不变,可得 $I(R_A + R_N) = \left(\frac{I}{2} + \frac{I}{2} \frac{R_A}{R_M}\right) R_N +$

$$\frac{I}{2} \cdot R_A, \text{解得 } R_A = \frac{R_N R_M}{R_N - R_M}.$$

12. (1) 见解析 (2) $\frac{khd}{Ut}$

【解析】 (1) 带电油滴恰好悬浮,根据受力平衡可知,电场力竖直向上,而电场方向竖直向下,故油滴带负电.

$$(2) \text{极板间的电场强度为 } E = \frac{U}{d}$$

油滴悬浮时,根据平衡条件有 $qE = mg$

撤去电场,油滴匀速运动时,根据平衡条件有 $kv = mg$

根据题意,油滴匀速运动的速度为 $v = \frac{h}{t}$

$$\text{联立解得 } q = \frac{khd}{Ut}$$

13. (1) 120 V 2 Ω (2) 92.3% (3) 3.2 m

【解析】 (1) 闭合开关 S_1 ,断开开关 S_2 和 S_3 ,由闭合电路欧姆定律得

$$E = I_1(R_1 + R_2 + r)$$

同时闭合开关 S_1 和 S_2 ,断开 S_3 ,由闭合电路欧姆定律得

$$E = I_2(R_1 + r)$$

联立解得

$$E = 120 \text{ V}, r = 2 \Omega$$

(2) 仅闭合开关 S_3 ,设电动机两端的电压为 U ,由闭合电路欧姆定律得

$$E = U + I_3 r$$

解得 $U = 104$ V

电动机的总功率为 $P = UI_3 = 832$ W

电动机的输出功率为 $P_{\text{出}} = UI_3 - I_3^2 R_M = 768$ W

电动机正常工作时的效率为

$$\eta = \frac{P_{\text{出}}}{P} \times 100\% = \frac{768}{832} \times 100\% \approx 92.3\%$$

(3) 设水的初速度为 v_0 ,在 Δt 时间内从喷管喷出的水的质量为 Δm ,则

$$\Delta m = \rho S v_0 \Delta t$$

$$\text{电动机的输出功率 } P_{\text{出}} = \frac{\frac{1}{2} \Delta m v_0^2}{\Delta t}$$

$$\text{整理可得 } P_{\text{出}} = \frac{\rho S v_0^3}{2}$$

解得 $v_0 = 8$ m/s

由竖直上抛运动规律,可得 $v_0^2 = 2gh$

解得水柱能达到离喷管口的最大高度 $h = 3.2$ m

14. (1) $T \sqrt{\frac{2U_0 e}{m}}$ (2) $\frac{6}{5} L$

$$(3) \frac{10}{3} U_0 \leq U_{AB} \leq 10 U_0 \text{ 或 } -10 U_0 \leq U_{AB} \leq -\frac{10}{3} U_0$$

【解析】 (1) 设电子进入第 4 个圆筒后的速度为 v_1 ,根据动能定理有

$$4U_0 e = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\text{得 } v_1 = 2 \sqrt{\frac{2U_0 e}{m}}$$

第 4 个圆筒的长度为

$$s = v_1 \frac{T}{2} = T \sqrt{\frac{2U_0 e}{m}}$$

(2) 设电子从第 5 个圆筒射出后的速度为 v_2 ,根据动能定理有

$$5U_0 e = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$\text{得 } v_2 = \sqrt{\frac{10U_0 e}{m}}$$

电子在偏转电场中运动的加速度是

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU_{AB}}{mL}$$

电子射出偏转电场时,在垂直于板面方向偏移的距离为

$$y = \frac{1}{2} a t^2$$

其中 t 为飞行时间,由于电子在平行于板面的方向不受力,所以在这个方向做匀速直线运动,由 $L = v_2 t$

$$\text{可求得 } t = \frac{L}{v_2}$$

且由题意得 $U_{AB} = 8U_0$

$$\text{代入得到 } y = \frac{2}{5} L$$

由类平抛运动的结论,结合几何关系可知

$$\frac{y}{l_{OM}} = \frac{\frac{L}{2}}{\frac{L}{2} + L}$$

$$\text{解得 } l_{OM} = \frac{6}{5} L$$

$$(3) \text{由 } \frac{y'}{l_{OM}'} = \frac{\frac{L}{2}}{\frac{L}{2} + L} (0.5L \leq l_{OM}' \leq 2L)$$

$$\text{得 } \frac{1}{6} L \leq y' \leq \frac{2}{3} L$$

且要使电子不打中极板,电子在垂直于板面方向偏移的距离满足

$$0 \leq y' \leq \frac{1}{2} L$$

$$\text{综上得 } \frac{1}{6} L \leq |y'| \leq \frac{1}{2} L$$

$$\text{又因为 } y' = \frac{1}{2} \frac{eU_{AB}}{mL} \left(\frac{L}{v_2}\right)^2$$

$$\text{得 } \frac{10}{3} U_0 \leq U_{AB} \leq 10 U_0$$

$$\text{或 } -10 U_0 \leq U_{AB} \leq -\frac{10}{3} U_0$$