

1. C 在以  $q$  为球心、 $r$  为半径的球面上,各处场强大小相等,方向不相同,即距离  $q$  相同的点的电场强度不相同,A 错误;  
 $E = \frac{F}{q}$  是电场强度的定义式,空间某点的电场强度与场源电荷电荷量和该点到场源电荷的间距决定,与试探电荷无关,  
 B 错误; $\varphi = \frac{E_p}{q}$  是电势的定义式,静电场中某点的电势仅由电场自身决定,与试探电荷  $q$  的电荷量无关,C 正确;公式  $E = \frac{U}{d}$  仅适合于匀强电场的电场强度的计算,D 错误.
2. A 电流为标量,A 正确;正电荷的运动方向与其形成的电流方向相同,B 错误;在电源的外部电路中,电流从高电势点流向低电势点,在电源内部,电流从低电势点流向高电势点,C 错误;电流的定义式  $I = \frac{q}{t}$  是通过比值法来确定电流的, $I$  既不与  $q$  成正比,也不与  $t$  成反比,D 错误.
3. C 额定输出功率  $P = U_{\text{出}} I_{\text{出}} = 5 \text{ V} \times 4 \text{ A} = 20 \text{ W}$ ,A 错误;240 V 为交流电电压的有效值,而非电压最大值,B 错误; $W = UI t = UQ = 4 \times 4.2 \times 3600 \text{ J} = 60.48 \text{ kJ}$ ,可知充满电电池储存的电能为 60.48 kJ,C 正确;充电时间为  $t = \frac{q}{I} = \frac{4.2 \text{ A} \cdot \text{h}}{4 \text{ A}} = 1.05 \text{ h}$ ,D 错误.
4. B 由粒子的运动轨迹可知,电场力先做负功后做正功,A 错误;等势线的疏密程度反应场强的大小,由图可知  $ab$  段的平均电场强度小于  $bc$  段的平均电场强度,由公式  $U = Ed$ ,由于  $ab = bc$ ,所以  $U_{ab} < U_{bc}$ ,B 正确;粒子的电势能先增大后减小,由公式  $E_p = q\varphi$  可知,等势线 1 的电势最低,等势线 4 的电势最高,C 错误;粒子运动中在  $d$  点电势最高,电势能最大,电场强度不是最大,受电场力不是最大,D 错误.
5. D 由欧姆定律  $I = \frac{U}{R}$  可知,在  $I - U$  图像中图线上点与原点连线的斜率的倒数为电阻值,图线甲的连线斜率逐渐增大,则电阻值逐渐减小,图线乙的连线斜率逐渐减小,则电阻值逐渐增大,A 错误;由  $I = \frac{U}{R}$  可知,电压为 6 V 时,乙的电阻值  $R_{\text{乙}} = \frac{6}{0.5} \Omega = 12 \Omega$ ,同理甲的电阻值  $R_{\text{甲}} = \frac{6}{0.2} \Omega = 30 \Omega$ ,B 错误,D 正确;电压为 8 V 时,两电阻的阻值相等,C 错误.
6. A 闭合电键,电路稳定后,两极板间的电压恒定, $M$  板向左移动少许,则两极板之间的距离  $d$  增大,由公式  $E = \frac{U}{d}$  可知,两极板间的电场强度减小,A 正确;滑动变阻器的阻值,不会影响两极板之间的电压的大小,所以电容器既不充电也不放电,所以没有电流流过灵敏电流计,B 错误;由电路图可知,电容器两极板间的电压等于电阻箱两端的电压,则  $U = \frac{ER_2}{R_2 + r} = \frac{E}{1 + \frac{r}{R_2}}$ ,增大电阻箱的阻值,两极板的电压  $U$  增大,又由公式  $Q = CU$  可知,电容器所带的电荷量增加,电源对电容器充电,流过  $G$  表的电流方向向右,C 错误;断开电键,电容器通过电阻箱  $R_2$  放电,极板带正电荷量减小,极板间电压、电场强度减小,最终电荷量  $Q = 0$ ,两极板间无电场,D 错误.
7. A 电动机消耗的总功率  $P_{\text{总}} = 12 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 24 \text{ W}$ ,A 正确;定值电阻和电源内阻的电压之和为 12 V,则电动机两端电压为  $24 \text{ V} - 12 \text{ V} = 12 \text{ V}$ ,B 错误;电源总功率  $P_{\text{总}} = 24 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 48 \text{ W}$ ,电源内功率  $P_{\text{内}} = 4 \text{ W}$ ,电源外功率  $P_{\text{外}} = 48 \text{ W} - 4 \text{ W} = 44 \text{ W}$ ,则电源的效率约为 91.7%,C 错误;电动机的发热功率为 4 W,则电动机的输出功率  $P_{\text{出}} = 24 \text{ W} - 4 \text{ W} = 20 \text{ W}$ ,D 错误.
8. AD 在 A、C 的点电荷在 D 点产生的电场强度  $E_A = E_C = k \frac{q}{l^2}$ ,它们在 D 点产生的合场强  $E = \frac{\sqrt{2}kq}{l^2}$ ,方向沿 BD,要使 D 点的电场强度等于 0,放在 B 点的点电荷  $q'$  在 D 点产生的电场强度  $E' = k \frac{q'}{(\sqrt{2}l)^2} = \frac{\sqrt{2}kq}{l^2}$ ,方向沿 DB,所以  $q'$  是负电荷,电荷量  $q' = 2\sqrt{2}q$ ,A 正确,B 错误;将  $q'$  从 B 点移到 BD 中点 O 点的过程中,静电力做正功, $q'$  从 BD 中点 O 点移到 D 点的过程中,静电力做负功,C 错误;将  $q$  从 B 点移到 D 点的过程中,静电力先做正功后做负功,其电势能先变小后变大,D 正确.
9. BD 带负电粒子在  $x_1$  处受电场力沿  $x$  轴负方向,粒子沿  $x$  轴负方向运动,A 错误; $x_1 \sim x_0$  之间电场方向沿  $x$  轴正方向,由于  $x_0$  处图像的切线沿  $x$  轴,则  $x_0$  处的电场力为 0,电场强度为 0,设电荷  $b$  距离  $x_0$  处的间距为  $x$ ,则由点电荷的电场强度公式以及叠加原理得  $k \frac{q_a}{x_0^2} = k \frac{q_b}{x^2}$ ,又  $q_a : q_b = 1 : 4$ ,解得  $x = 2x_0$ ,所以电荷  $b$  放在  $3x_0$  处,B 正确;带正电的试探电荷在  $x_1 \sim x_0$  之间的电势能逐渐减小,由公式  $E_p = q\varphi$  可知  $x_1$  处的电势比  $x_0$  处的电势高,C 错误; $E_p \sim x$  图像的斜率表示电场力,图像的斜率逐渐减小,则电场力逐渐减小, $x_1 \sim x_0$  之间的电场强度减小,D 正确.
10. CD 小球受重力  $mg$ ,斜向上的电场力  $Eq = \sqrt{2}mg$ ,重力和电场力的合力方向水平向右,其大小为  $F = mg$ ,则  $c$  点为等效最低点,所以小球在  $c$  点时对轨道的压力最大,A 错误;由电场线的方向可知,小球在  $s$  的电势能最大,由公式  $U_{sd} = Ed$  和  $U_{sd} = \varphi_s - \varphi_d$ ,又  $\varphi_d = 0$ ,解得  $\varphi_s = \frac{\sqrt{2}mgr}{q}(1 - \frac{\sqrt{2}}{2})$ ,则小球电势能的最大值为  $E_p = q\varphi_s$ ,解得  $E_p = (\sqrt{2} - 1)mgr$ ,B 错误;由 A 选项分析可知, $a$  点为等效最高点,小球刚好过  $a$  点时,小球对轨道的压力为  $F_a = 0$ ,则有  $F = \frac{mv_a^2}{r}$ ,解得  $v_a = \sqrt{gr}$ ,小球由  $d$  到  $a$  的过程,由动能定理得  $-Fr = \frac{1}{2}mv_a^2 - \frac{1}{2}mv_d^2$ ,解得  $v_d = \sqrt{3gr}$ ,C 正确;小球由  $d$  到  $c$  的过程,由动能定理得  $Fr = \frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{1}{2}mv_d^2$ ,解得  $v_c = \sqrt{5gr}$ ,小球在  $c$  点时有  $F_c - F = \frac{mv_c^2}{r}$ ,解得  $F_c = 6mg$ ,则小球在  $a$ 、 $c$  两点对轨道的压力差大小为  $\Delta F = F_c - F_a = 6mg$ ,D 正确.

11. (1)变大(2分) 变大(2分) (2)偏小(2分) (3)  $\frac{\pi D^2 R}{4L}$  (2分)

解析:(1)滑片向上移动,接入电阻变小,故电压表,电流表示数均变大.

(2)电流表外接时,待测电阻两端电压表读数是准确的,由于电压表的分流作用导致电流表读数大于流过待测电阻的真实电流,所以测得电阻的测量值相较于真实值偏小;

(3)由电阻定律  $R = \rho \frac{L}{S}$ , 导电材料的横截面积  $S = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} \pi D^2$ , 联立解得  $\rho = \frac{\pi D^2 R}{4L}$ .

12. (1)980(2分) 0.5(1分) (2)a(1分) (3)(2.98~3.02)(2分) (1.10~1.30)(2分)

解析:(1) $R_2$  与  $A_2$  串联,将电流表  $A_2$  改装成了量程为 3 V 的电压表,则  $R_2 = \frac{3 \text{ V}}{300 \text{ mA}} - R_{A_2} = 980 \Omega$ , 电阻  $R_1$  与电流表

$A_1$  并联,将电流表  $A_1$  改装成新的电流表量程为  $I = I_1 + \frac{I_1 R_{A_1}}{R_1} = 0.1 \text{ A} + \frac{0.1 \text{ A} \times 8 \Omega}{2 \Omega} = 0.5 \text{ A}$ , 因此电池组通过的最大电流可能为 0.5 A;

(2)闭合开关前,应将图甲中滑动变阻器的滑片移到 a 端,使滑动变阻器接入电路的电阻最大;

(3)根据闭合电路的欧姆定律有  $E = I_2 (R_{A_2} + R_2) + \left( I_1 + \frac{I_1 R_{A_1}}{R_1} \right) r + I_1 R_{A_1}$ , 代入数据可得  $E = 1000 I_2 + I_1 (5r + 8)$ , 整理得

$I_2 = \frac{E}{1000} - \frac{5r + 8}{1000} I_1$ , 结合图乙有  $\frac{E}{1000} = 3 \times 10^{-3}$ ,  $\frac{5r + 8}{1000} = \frac{1.4 \times 10^{-3}}{0.1}$ , 联立解得  $E = 3.00 \text{ V}$ ,  $r = 1.20 \Omega$ . 由图乙的读数误差,电动势在 (2.98~3.02)V, 内阻  $r$  在 (1.10~1.30) $\Omega$  之间均可以.

13. 解:(1)A 球受重力、拉力和库仑力处于平衡状态,根据共点力平衡得,

A 球所受的库仑力  $F_A = m_A g \tan 45^\circ = 2 \text{ N}$  (3分)

根据牛顿第三定律,B 球受到的库仑力大小  $F_B = F_A = 2 \text{ N}$  (2分)

(2)根据库仑定律知  $F_A = k \frac{q_A q_B}{r^2}$  (3分)

代入数据得,  $q_A = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$  (2分)

14. 解:(1)由题意可知粒子从 A 点移动到 B 点的过程电场力做功为  $W_{AB} = -E_p$  (1分)

AB 两点的电势差为  $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = -\frac{E_p}{q}$  (1分)

则  $U_{BD} = \frac{E_p}{2q}$  (1分)

粒子从 C 点移动到 O 点的过程电场力做功为  $W_{CO} = -\frac{E_p}{4}$  (1分)

由于 O 为 CD 的中点,则  $W_{OD} = W_{CO} = -\frac{E_p}{4}$  (1分)

粒子从 B 到 D 的过程电场力做功为  $W_{BD} = qU_{BD} + W_{OD} = \frac{E_p}{4}$  (1分)

B、D 两点的电势差为  $U_{BD} = \frac{W_{BD}}{q} = \frac{E_p}{4q}$  (2分)

(2)取 AO 的中点 F, 连接 CF, 由几何关系得  $OF = \frac{d}{4}$ ,  $OC = \frac{d}{2}$  (1分)

又  $\alpha = 60^\circ$ , 所以  $CF \perp AB$

由第(1)问可知  $W_{AO} = -\frac{E_p}{2}$ , 由于 F 为 AO 的中点, 则  $W_{FO} = -\frac{E_p}{4}$

又  $W_{CO} = -\frac{E_p}{4}$  (1分)

所以 C、F 两点的电势相等, 即 CF 为等势线, 由于  $CF \perp AB$ , 则 AB 为电场线, 且电场方向从 B 指向 A (2分)

该电场的电场强度为  $E = \left| \frac{U_{AB}}{d} \right| = \frac{E_p}{qd}$  (2分)

15. 解:(1)当开关  $S_1$  闭合,  $S_2$  断开, 稳定时, 由闭合电路欧姆定律得

$I = \frac{E}{R_2 + r} = \frac{3}{2} \text{ A}$  (2分)

电容器两端的电压即为电阻  $R_2$  两端电压, 则

$U_{C1} = U_2 = IR_2 = 9 \text{ V}$  (1分)

(2)若开关  $S_1$ 、 $S_2$  均闭合状态并达到稳定时, 电阻  $R_1$  和  $R_2$  并联, 其总阻值为

$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2 \Omega$  (1分)

由闭合电路欧姆定律得

$I_1 = \frac{E}{R_{12} + r} = 3 \text{ A}$  (1分)

此时电容器两端电压即为路端电压, 则有

$U_C = E - I_1 r = 6 \text{ V}$  (2分)

电容器所带电荷量为

$Q_2 = CU_C = 2.4 \times 10^{-5} \text{ C}$  (2分)

(3)开关  $S_1$ 、 $S_2$  闭合, 两极板间电场强度为

$E = \frac{U_C}{d} = 6 \text{ V/m}$  (1分)

由运动学公式可得

$l = v_0 t$  (1分)

$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{qE}{m} t^2$  (2分)

解得  $v_0 = 3\sqrt{3} \times 10^2 \text{ m/s}$  (1分)

