

物理试题

考生注意：

1. 本试卷分选择题和非选择题两部分。满分 100 分，考试时间 90 分钟。
2. 答题前，考生务必用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔将密封线内项目填写清楚。
3. 考生作答时，请将答案答在答题卡上。选择题每小题选出答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；非选择题请用直径 0.5 毫米黑色墨水签字笔在答题卡上各题的答题区域内作答，超出答题区域书写的答案无效，在试题卷、草稿纸上作答无效。
4. 本卷命题范围：人教版必修第三册第九章至第十一章。

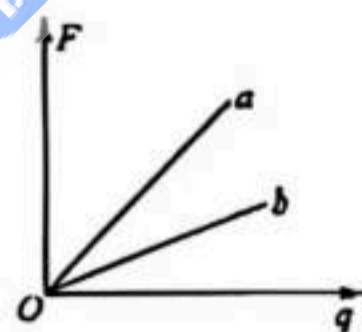
一、选择题：本题共 12 小题，每小题 4 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~8 题只有一项符合题目要求，第 9~12 题有多项符合题目要求，全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

1. 关于电路，下列说法正确的是

- A. 电路接通后，电子由电源出发，以接近光速的速度运动
- B. 电路中的电子总是从电势高的地方向电势低的地方定向移动
- C. 电流是矢量，其方向为正电荷定向移动的方向
- D. 通过导体的电流与导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比

2. 在某电场中 a 、 b 两点分别放置试探电荷，电荷受到的静电力 F 跟电荷的电荷量 q 之间的关系如图所示。下列说法正确的是

- A. 该电场是匀强电场
- B. 某点的电场强度与试探电荷的电荷量成正比
- C. a 点的电场强度大于 b 点的电场强度
- D. 两个试探电荷均带正电



3. 某款智能手机的额定电流为 2 A，待机状态的电流为 5 mA。下列说法正确的是

- A. 手机正常工作时，单位时间电源提供的电荷量为 2 C
- B. 手机正常工作时，1 min 电源提供的电荷量为 2 C
- C. 手机待机时，单位时间电源提供的电荷量为 5 C
- D. 手机待机时，1 min 电源提供的电荷量为 300 C

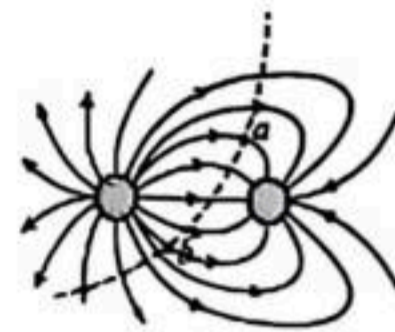
4. 如图所示，绝缘水平地面上固定两个大小相同的带电小球，两小球均可视为点电荷，它们的带电荷量分别为 $-3Q$ 和 $+Q$ ，现将 B 球与 A 球充分接触后又放回原处，则它们之间的库仑力将变为原来的



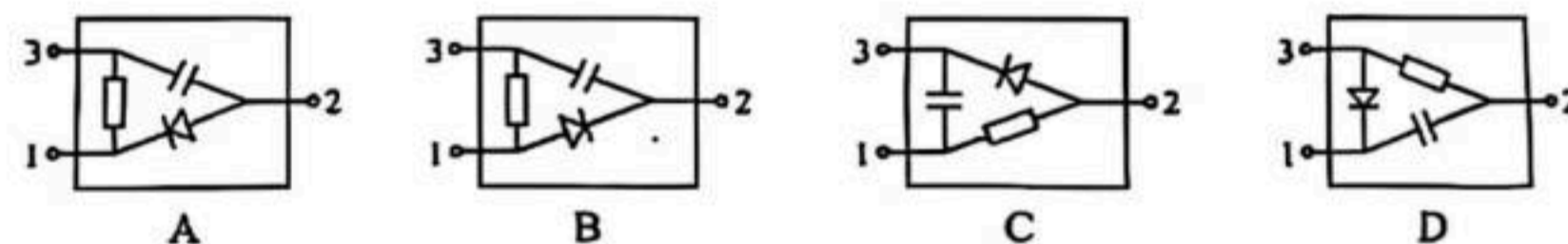
- A. 2 倍
- B. $\frac{1}{2}$
- C. $\frac{1}{3}$
- D. $\frac{1}{4}$

5. 如图所示为两个点电荷的电场，虚线为一带电粒子只在电场力作用下的运动轨迹， a 、 b 为轨迹上两点，下列说法正确的是

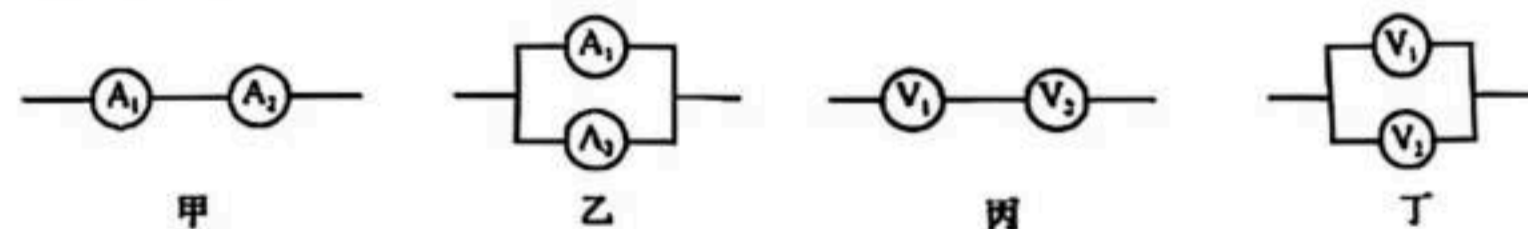
- A. 带电粒子在 a 点的电场力小于在 b 点的电场力
- B. 两个点电荷为左正右负，且左边电荷所带电荷量少
- C. 带电粒子带正电
- D. a 点的电势高于 b 点的电势



6. 黑箱外有编号为 1、2、3 的三个接线柱，黑箱内有电阻、二极管、电容器各 1 个，用多用电表探测黑箱内的电学元件，某次测量结果如下：第一步，1、3 间正反接电阻值相等；第二步，黑表笔接 1、红表笔接 2 时电阻很小，反接时电阻很大；第三步，黑表笔接 3、红表笔接 2 时指针先摆向“0 Ω ”刻度线再返回指向一确定值，但其电阻值比第一步中测得的电阻值略大一些，反接时现象相似但比第一步中测得的电阻值大很多。依据以上测量结果可判断箱内元件接法为



7. 完全相同的四个电流表 G，分别改装成安培表 A_1 和 A_2 ，电压表 V_1 和 V_2 ， A_2 量程是 A_1 量程的三倍， V_2 量程是 V_1 量程的三倍，将它们分别连接成如图所示的电路，关于两表示数及指针偏角关系，下列说法正确的是



- A. 甲图中两表示数相等，偏角之比为 1 : 3
- B. 乙图中两表示数之比为 3 : 1，偏角相等
- C. 丙图中两表示数之比为 1 : 3，偏角相等
- D. 丁图中两表示数相等，偏角之比为 1 : 3

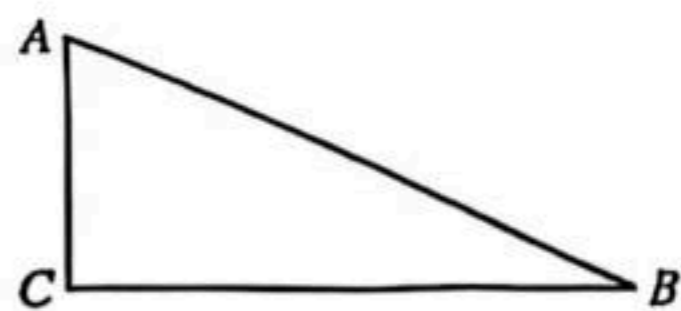
8. 如图所示, 直角三角形 ABC 的顶点 A 、 C 分别固定两点电荷, 现在整个空间加一竖直向下的匀强电场 E_0 , 施加电场后, B 点的电场强度为 0, 已知 $\angle C=90^\circ$, $\angle B=30^\circ$. 下列说法正确的是

A. 固定在 C 点的点电荷带负电

B. 固定在 A 、 C 两点的点电荷所带电荷量的绝对值之比为 $\frac{8}{3\sqrt{3}}$

C. 若仅改变固定在 A 点点电荷的电性, 则 B 点的电场强度大小为 $2E_0$

D. 若仅改变固定在 C 点点电荷的电性, 则 B 点的电场强度大小为 $4E_0$



9. 用多用电表测量某一电阻, 将选择开关旋转到“ Ω ”区域的 $\times 100$ 的位置. 下列说法正确的是

A. 使用前进行机械调零, 使指针停在表盘左侧零刻度处

B. 若此时不小心将红、黑表笔接孔插反, 会损坏多用电表

C. 测量时发现指针偏角过小, 应将选择开关重新旋转到 $\times 1\text{ k}$ 的位置

D. 测量二极管电阻时, 如果示数接近零, 此时红表笔接在二极管的正极处

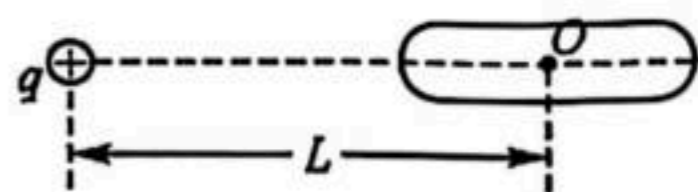
10. 如图所示, 将一个电荷量为 $+q$ 的点电荷放在原来不带电的导体棒的中心轴线上, 点电荷与导体棒的中心 O 的距离为 L . 已知静电力常量为 k , 当导体棒达到静电平衡后, 下列说法正确的是

A. 导体棒的左侧外表面带负电

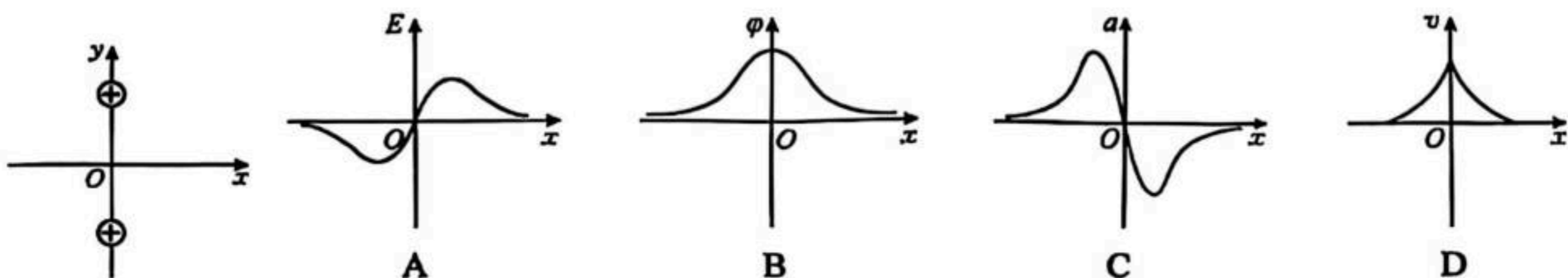
B. 导体棒内部的电场强度处处为零

C. 导体棒内部的电势右端大于左端

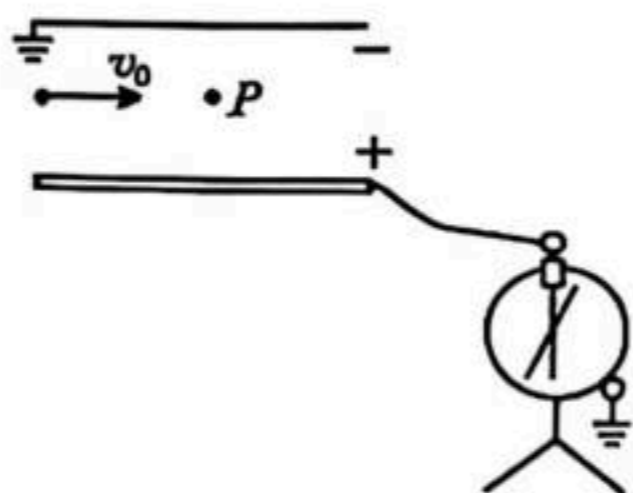
D. 导体棒上的感应电荷在 O 点产生的电场强度大小为 $\frac{kq}{L^2}$



11. 如图所示, 两个电荷量相同的正点电荷固定在 y 轴上, 它们关于原点 O 对称, 将一个负点电荷从 x 轴上离原点 O 足够远的位置由静止释放, 仅在电场力作用下运动, 以 x 轴正方向为正方向, 则电场强度 E 、电势 φ (取无穷远处电势为 0)、加速度 a 、速度 v 在 x 轴上的变化规律正确的是



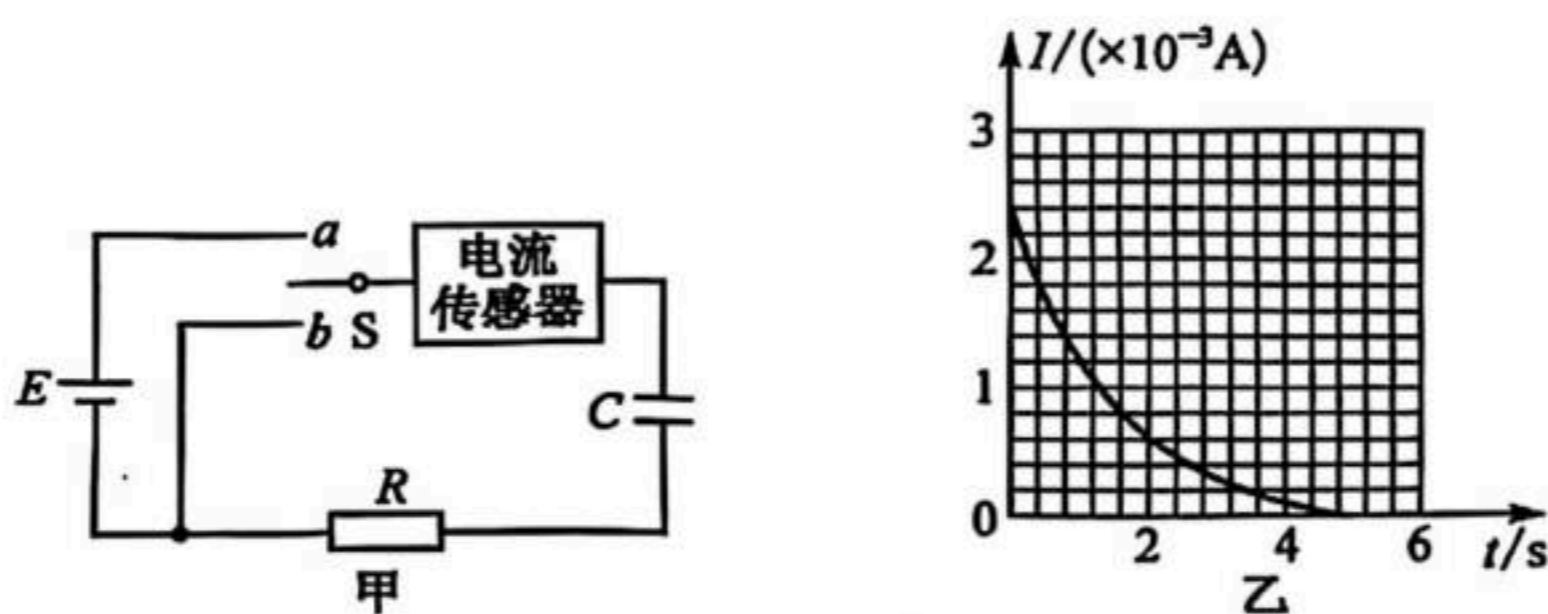
12. 如图所示,平行板电容器与静电计相连接,一带负电的粒子从平行板电容器左端的正中央以初速度 v_0 沿水平方向射入,经过一段时间粒子刚好从下极板的边缘离开, P 点为电容器中的一点,保持电容器所带的电荷量不变,仅将电容器的下极板向下移动少许,粒子的重力忽略不计,不计空气阻力. 下列说法正确的是



- A. 电容器的电容减小
B. 静电计的指针偏角增大
C. P 点的电势升高
D. 粒子打在下极板上

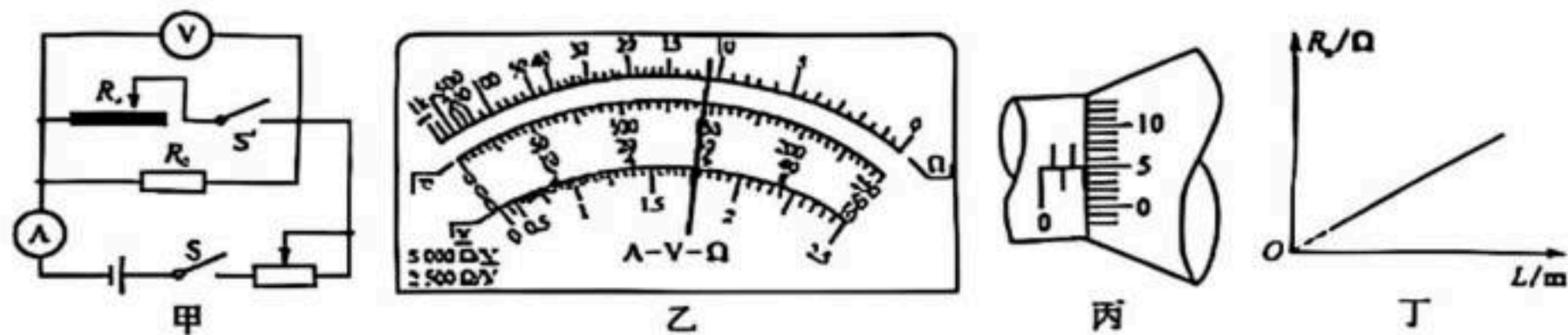
二、非选择题:本题共 5 小题,共 52 分.

13. (6 分)晓宇同学利用如图甲所示的电路探究电容器的充电、放电现象,实验时完成了以下操作:首先将单刀双掷开关扳到 a ,经过足够长的时间,再将单刀双掷开关扳到 b ,通过计算机描绘了电容器放电时,放电电流 I 关于放电时间 t 的关系图线,如图乙所示.



- (1) 开关扳到 b , 流过定值电阻 R 的电流方向是_____ (填“从左向右”或“从右向左”).
 (2) 开关扳到 a , 经足够长的时间, 电容器所带的电荷量 $q =$ _____ C; 若电源的电动势为 6.0 V , 则电容器的电容 $C =$ _____ F (以上结果均保留两位有效数字).
 (3) 仅增大定值电阻 R 的电阻值, 则开关扳到 b 后, 电容器的放电时间_____ (填“变长”“不变”或“变小”).

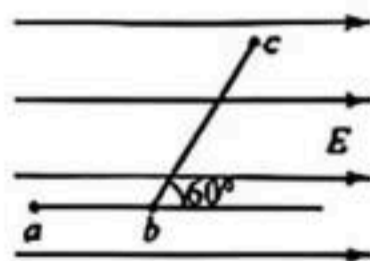
14. (8 分)小赞同学利用如图甲所示的电路测量某电阻丝的电阻率, 其中 R_x 是该电阻丝接入电路的电阻值, 整段电阻丝粗细均匀, R_0 为定值电阻.



- (1) 小赞同学首先利用多用电表的“ $\times 1$ ”倍率的欧姆挡粗略测量了该电阻丝的电阻值,多用电表指针的偏转角度如图乙所示,则该电阻丝的阻值约为 $\underline{\quad\quad}$ Ω .
- (2) 用螺旋测微器测量该电阻丝的直径时,读数如图丙所示,则电阻丝的直径 $d = \underline{\quad\quad}$ mm.
- (3) 断开开关 S' , 闭合开关 S , 将滑动变阻器的滑片置于合适位置, 记录此时电压表的读数 U 和电流表的读数 I ; 再闭合开关 S' , 然后调节滑动变阻器的滑片, 保持电压表的读数 U 不变, 记录此时电流表的读数 I' , 则接入电路部分电阻丝的电阻可表示为 $R_x = \underline{\quad\quad}$ (用 U, I, I' 表示).
- (4) 改变电阻丝接入电路的长度 L , 重复步骤(3), 将得到的实验数据在坐标系中作出 $R_x - L$ 图像, 如图丁所示, 若这条直线的斜率为 k , 则该电阻丝的电阻率 $\rho = \underline{\quad\quad}$ (用 k, d, π 表示).
- (5) 本实验电路的设计 $\underline{\quad\quad}$ (填“存在”或“不存在”)电压表的分流作用造成的系统误差.

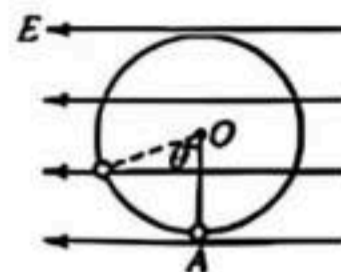
15. (10分) 如图所示的匀强电场中, 有 a, b, c 三点, $ab = 5$ cm, $bc = 12$ cm, 其中 ab 沿电场方向, bc 和电场方向成 60° 角, 一个电荷量为 $q = 4 \times 10^{-8}$ C 的正电荷从 a 移动到 b , 静电力做功为 $W_1 = 1.2 \times 10^{-7}$ J, 求:

- (1) 若规定 a 点电势为零, 该电荷在 b 点的电势能及 b 点的电势;
- (2) 匀强电场的电场强度 E ;
- (3) 该电荷从 b 到 c , 电荷的电势能的变化量.



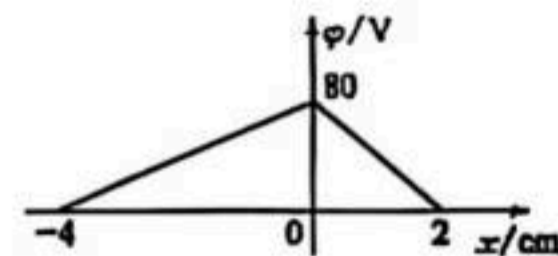
16. (13分) 如图所示, 水平向左的匀强电场中, 用长为 L 的绝缘轻质细线悬挂一小球, 悬点为 O , 小球质量为 m , 带电荷量为 $+q$, 将小球拉至竖直方向最低点 A 处无初速度释放, 小球将向左摆动, 细线向左偏离竖直方向的最大角度 $\theta = 74^\circ$. (重力加速度为 g , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

- (1) 求匀强电场的电场强度的大小 E ;
- (2) 求小球向左摆动的过程中, 对细线拉力的最大值.



17. (15分) $\varphi - x$ 图像是电学中常见的图像, 从 $\varphi - x$ 图像中可以直接判断各点电势的高低, 进而确定电场强度的方向及试探电荷电势能的变化. 假设真空中匀强电场的方向平行于 x 轴(图中未画出), 其电势 φ 随 x 的分布如图所示, 一质量 $m = 1.0 \times 10^{-20}$ kg、带电荷量为 $q = 1.0 \times 10^{-9}$ C 的带负电的粒子从 $(-4, 0)$ 点由静止开始, 仅在电场力作用下在 x 轴上往返运动. 求:

- (1) 坐标原点左侧和右侧电场强度的方向和电场强度大小之比 $\frac{E_1}{E_2}$;
- (2) 该粒子运动的最大动能 E_{km} ;
- (3) 该粒子运动的周期 T 和从 $(0, 0)$ 点到 $(1, 0)$ 点该粒子电势能的变化量.



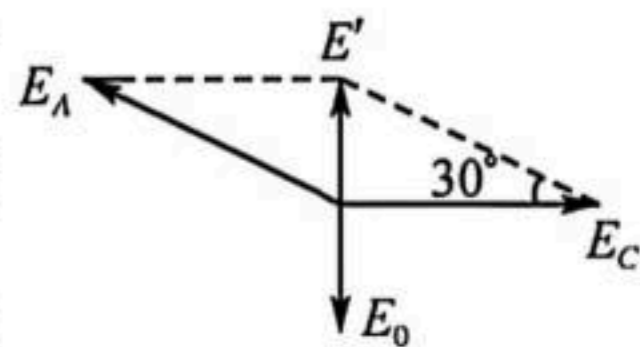
榆林市第十四中学高二年级第二次阶段检测卷·物理试题

参考答案、提示及评分细则

1. D 电路接通后,电场以接近光速的速度建立,但电子定向移动的平均速率极小(约毫米级),并非以光速运动,故 A 错误;外电路中,电子受电场力作用逆着电场线方向移动,即从电势低处(电源负极)向电势高处(电源正极)移动,故 B 错误;电流虽有方向,但运算遵循代数法则(如叠加为标量和),故为标量,故 C 错误. 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$, 电流与电压成正比,与电阻成反比,故 D 正确.
2. C 在电场中,试探电荷所受电场力 $F = qE$, $F-q$ 图像的斜率反映电场强度的大小,图中两个点的斜率不同,说明该电场不是匀强电场,且 $E_a > E_b$, 故 A 错误, C 正确;电场强度是由电场本身的性质决定的,与试探电荷的电性、电荷量以及受力均无关,即试探电荷不影响原来的电场,故 B 错误; a 、 b 两点的电场强度方向和试探电荷受到的静电力方向不确定,所以试探电荷的带电性质无法确定,故 D 错误.
3. A 由电流强度的定义式 $I = \frac{q}{t}$ 得 $q = It$, 则手机正常工作时,单位时间电源提供的电荷量为 $q = 2 \times 1 \text{ C} = 2 \text{ C}$, A 正确;手机正常工作时,1 min 电源提供的电荷量为 $q = 2 \times 60 \text{ C} = 120 \text{ C}$, B 错误;手机待机时,单位时间电源提供的电荷量为 $q = 5 \times 10^{-3} \times 1 \text{ C} = 5 \times 10^{-3} \text{ C}$, C 错误;手机待机时,1 min 电源提供的电荷量为 $q = 5 \times 10^{-3} \times 60 \text{ C} = 0.3 \text{ C}$, D 错误.
4. C 设两点电荷之间的距离为 r , 根据库仑定律可得 $F = k \frac{3Q \cdot Q}{r^2} = \frac{3kQ^2}{r^2}$ (引力), 两点电荷接触后,根据电荷守恒可知,两小球充分接触后的带电荷量均为 $-Q$, 则有 $F' = k \frac{Q \cdot Q}{r^2} = \frac{kQ^2}{r^2}$ (斥力), 由此可知 $F' = \frac{1}{3}F$, 即它们之间的库仑力将变为原来的 $\frac{1}{3}$, C 正确.
5. A b 点电场线更密集, b 点电场强度更大,故带电粒子在 b 点受电场力更大,故 A 正确;根据电场线的指向和电场线的密集程度,可知两个点电荷为左正右负,且左边电荷所带电荷量多,故 B 错误;由粒子运动轨迹可知,粒子受电场力大致向左,可知粒子带负电,故 C 错误;沿电场线方向电势逐渐降低,故 a 点的电势低于 b 点的电势,故 D 错误.
6. B 用多用电表欧姆挡测量结果如下:第一步,1、3 间正反接电阻值相等,可知测量 1、3 间时,连入电路的是一定值电阻;第二步,黑表笔接 1、红表笔接 2 时电阻很小,反接时电阻很大,可知 1、2 间为二极管,且沿 1→2 方向,二极管正向接入电路中;第三步,黑表笔接 3、红表笔接 2 时指针先摆向“0 Ω”刻度线再返回指向一确定值,但其电阻值比第一步中测得的电阻值略大一些,反接时现象相似但比第一步中测得的电阻值大很多,可知 2、3 间有电容器,黑表笔接 3、红表笔接 2 时,一开始电容器充电,刚充电瞬间电容器等效成一导线,则指针先摆向“0 Ω”刻度线,充电结束后,电容器断路,定值电阻和二极管正向接入电路中,反接时由于二极管反向接入电路中,则电容器充电结束后,测得电阻很大. 综上分析可知,盒内画出可能的电路结构如题图 B 所示,选项 B 正确.
7. C 根据电表改装原理,安培表是电流表 G 与电阻并联,电压表是电流表 G 与电阻串联,已知电表示数跟偏

转角度成正比,设安培表 A_1 和 A_2 读数分别为 I_1 和 I_2 ,指针偏转角分别为 α_1 和 α_2 , A_2 量程是 A_1 量程的三倍,则 $R_{A1} = 3R_{A2}$,甲图中安培表串联, $I_1 = I_2$, $\alpha_1 = 3\alpha_2$, A 错误;乙图中安培表并联, $I_1 = \frac{1}{3}I_2$, $\alpha_1 = \alpha_2$, B 错误;设电压表 V_1 和 V_2 读数分别为 U_1 和 U_2 ,指针偏转角分别为 β_1 和 β_2 , V_2 量程是 V_1 量程的三倍,则 $R_{V1} = \frac{1}{3}R_{V2}$,丙图中两电压表串联, $U_1 = \frac{1}{3}U_2$, $\beta_1 = \beta_2$, C 正确;丁图中两电压表并联, $U_1 = U_2$, $\beta_1 = 3\beta_2$, D 错误.

8. B 由于 B 点的电场强度为 0,则固定在 A、C 两点的点电荷在 B 点产生的电场方向如图所示,则固定在 C 点的点电荷带正电,固定在 A 点的点电荷带负电, A 错误;由图可知 $E_A = 2E_0$, $E_C = \sqrt{3}E_0$,设 $AC = r$,则 $AB = 2r$, $BC = \sqrt{3}r$,由点电荷的电



场强度公式得 $E_A = k \frac{q_A}{(2r)^2}$, $E_C = k \frac{q_C}{(\sqrt{3}r)^2}$,解得 $\frac{q_A}{q_C} = \frac{8}{3\sqrt{3}}$, B 正确;若仅改变固定在 A 点点电荷的电性,则 E_0 和 E_C 的合电场强度大小仍为 $E_A = 2E_0$,则 B 点的电场强度大小为 $4E_0$, C 错误;若仅改变固定在 C 点点电荷的电性,则 E_0 和 E_A 的合电场强度大小仍为 $E_C = \sqrt{3}E_0$,则 B 点的电场强度大小为 $2\sqrt{3}E_0$, D 错误.

9. AC 多用电表使用前需要进行机械调零,调节指针定位螺丝,使指针停在表盘左侧零刻度处,故 A 正确;将选择开关旋转到“ Ω ”区域的 $\times 100$ 的位置,需要进行欧姆调零,此时电源由欧姆表内部提供,若此时不小心将红、黑表笔接孔插反,不会损坏多用电表,故 B 错误;测量时发现指针偏角过小,通过待测电阻的电流过小,表明待测电阻过大,为了减小测量误差,使指针指在中央刻线附近,应将选择开关重新旋转到 $\times 1k$ 的位置,故 C 正确;测量二极管电阻时,如果示数接近零,表明测量的是二极管的正向电阻,根据“红进黑出”规律可知,此时红表笔接在二极管的负极处,故 D 错误.

10. ABD 导体棒处于静电平衡状态,内部各点的电势是相等的,故 C 错误;根据静电感应的原理可知,导体棒的左侧外表面应感应异种电荷,故带负电,故 A 正确;达到静电平衡导体内部电场强度处处为零,则有 $E_{感} - E_{点} = 0$,故感应电荷在 O 点产生的电场强度大小与点电荷在 O 点形成的电场强度大小相等,方向相反,即 $E_{感} = \frac{kq}{L^2}$,故 B、D 正确.

11. ABC 点电荷向 O 点做加速度先增大后减小的加速运动,在原点 O 处,加速度为 0,过原点 O 后加速度反向,做加速度先增大后减小的减速运动,点电荷速度先增加,到 O 点时速度最大,后减小,一直在 O 点附近做往复运动.由等量同种电荷连线中垂线上的电场线分布可知,从无穷远处到 O 点,电场强度先增大后减小为零,在 x 轴正方向上, $E > 0$,在 x 轴负方向上, $E < 0$, A 正确;在两电荷连线中垂线上,电势在连线中点处最大,又由 $\varphi - x$ 图像斜率可知,从无穷远处 \rightarrow O 点过程中有两个位置图像斜率最大(正、负半轴各一个,此位置电场强度最大), B 正确;由 $a = \frac{Eq}{m}$, $q < 0$ (带负电),结合选项 A 可知, C 正确;由选项 C 结合 $v - t$ 图像斜率可知 D 错误.

12. AB 仅将电容器的下极板向下移动少许,两极板之间的距离增大,由公式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi kd}$ 可知电容器的电容减小, A 正确;由于电荷量保持不变,因此由公式 $U = \frac{Q}{C}$ 可知,电容器两极板间的电压增大,则静电计的指针偏角增大, B 正确;由公式 $E = \frac{U}{d}$,综合以上两式,整理得 $E = \frac{4\pi kQ}{\epsilon_r S}$,电容器的下极板向下移动少许,两极板间

的电场强度不变,又 P 点到上极板的距离不变,则上极板与 P 点间的电势差不变, P 点的电势不变,C 错误;

粒子的侧偏位移为 $y = \frac{1}{2}at^2$, 又 $a = \frac{qE}{m}$, $t = \frac{L}{v_0}$, 整理得 $y = \frac{qEL^2}{2mv_0^2}$, 由于电场强度不变, 因此粒子的侧偏位移

不变, 粒子仍从原位置离开平行板, 又下极板向下移动少许, 则不会打在下极板上, D 错误.

13. (1) 从左向右(1分) (2) 3.4×10^{-3} 或 3.3×10^{-3} (2分) 5.7×10^{-4} 或 5.5×10^{-4} (2分) (3) 变长(1分)

解析:(1) 开关扳到 a 时, 电源对电容器充电, 电容器的上极板带正电, 当开关扳到 b 后, 电容器放电, 放电电流沿逆时针方向, 则流过定值电阻 R 的电流从左向右.

(2) 根据 $I-t$ 图像可知, 图像与时间轴围成的面积表示电荷量, 图像每小格表示的电荷量为 $q = 0.2 \times 10^{-3} \times 0.4 \text{ C} = 8 \times 10^{-5} \text{ C}$, 图像与时间轴围成的面积共约 42 个小格, 则电容器充满电后所带的电荷量约为 $Q = nq = 42 \times 8 \times 10^{-5} \text{ C} = 3.4 \times 10^{-3} \text{ C}$; 电容器充满电后电容器两端电压为 6.0 V , 则由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知, 电容大小约为 $C = 5.7 \times 10^{-4} \text{ F}$.

(3) 如果不改变电路其他参数, 仅增大电阻 R , 则电容器放电时, 电流减小, 由于电容器所带的电荷量不变, 因此放电时间变长.

14. (1) 11(1分) (2) 2.050(2.048~2.052 均可)(1分) (3) $\frac{U}{I' - I}$ (2分) (4) $\frac{1}{4}k\pi d^2$ (2分) (5) 不存在(2分)

解析:(1) 多用电表的读数应为表盘的示数与倍率的乘积, 则该电阻丝的阻值约为 11Ω .

(2) 螺旋测微器的精确度为 0.01 mm , 其读数为 $2 \text{ mm} + 0.01 \text{ mm} \times 5.0 = 2.050 \text{ mm}$.

(3) 闭合开关 S' , 电阻丝与定值电阻并联, 向左调节滑动变阻器滑片使电压表的示数仍为 U , 可得通过 R_x 的电流为 $I_x = I' - I$, 根据欧姆定律可得 $R_x = \frac{U}{I' - I}$.

(4) 根据 $R = \rho \frac{L}{S}$ 可知, $R_x - L$ 图像的斜率为 $k = \frac{\rho}{S}$, 则 $\rho = kS = \frac{1}{4}k\pi d^2$.

(5) 考虑电压表内阻时, 有 $I = \frac{U}{R_0} + \frac{U}{R_V}$, $I' = \frac{U}{R_0} + \frac{U}{R_V} + \frac{U}{R_x}$, 联立解得该段金属丝的电阻为 $R_x = \frac{U}{I' - I}$, 因此电压表内阻对实验结果没有带来系统误差.

15. 解:(1) 静电力做功与电势能的关系为 $W_1 = E_{pa} - E_{pb}$ (1分)

规定 a 点电势为零, 即 $E_{pa} = 0$, 电荷在 b 点的电势能为 $E_{pb} = -W_1 = -1.2 \times 10^{-7} \text{ J}$ (2分)

b 点的电势 $\varphi_b = \frac{E_{pb}}{q} = -3 \text{ V}$ (1分)

(2) 该电场的电场强度大小为 $E = \frac{W_1}{q \times ab} = 60 \text{ V/m}$ (2分)

(3) 该电荷从 b 到 c , 静电力做功为 $W_2 = qE \times bc \cos 60^\circ = 4 \times 10^{-8} \times 60 \times 12 \times 10^{-2} \times 0.5 \text{ J} = 1.44 \times 10^{-7} \text{ J}$ (2分)

电场力做正功, 电势能减小, 因此该过程电荷的电势能减少 $1.44 \times 10^{-7} \text{ J}$ (2分)

16. 解:(1) 由于匀强电场方向水平向左, 小球带正电, 则小球所受电场力为方向水平向左的恒力, 又小球所受的重力为方向竖直向下的恒力, 则重力和电场力的合力为一恒力, 小球无初速度释放后, 在重力和电场力的合

力两侧来回摆动. 由对称关系可得, 小球运动的过程中, 细线向左偏离竖直方向的角度为 $\frac{1}{2}\theta=37^\circ$ 时, 小球所受重力与电场力的合力与角平分线在同一条线上, 且小球速度最大.

此时小球受力情况如图所示.

根据平衡条件得 $qE = mg \tan \frac{\theta}{2}$ (2分)

解得 $E = \frac{3mg}{4q}$ (2分)

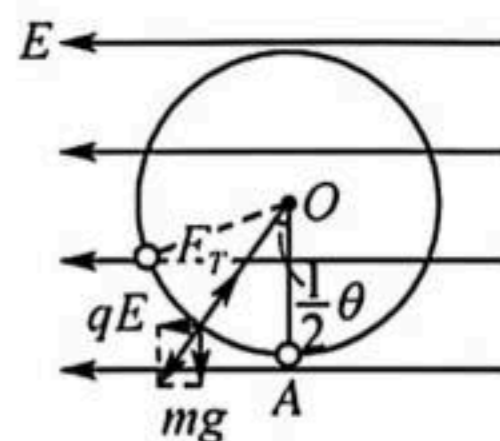
(2) 小球向左摆动的过程中速度最大时, 对细线的拉力也最大,

由动能定理得 $qEL \sin \frac{\theta}{2} - mg(L - L \cos \frac{\theta}{2}) = \frac{1}{2}mv^2$ (3分)

小球在细线向左偏离竖直方向的角度为 $\frac{1}{2}\theta=37^\circ$ 时, 速度最大, 由重力、电场力与细线的拉力的合力提供向心力, 根据牛顿第二定律得 $F_T - mg \cos \frac{\theta}{2} - qE \sin \frac{\theta}{2} = m \frac{v^2}{L}$ (3分)

联立解得 $F_T = \frac{7}{4}mg$ (2分)

由牛顿第三定律可知小球向左摆动的过程中, 对细线拉力的最大值为 $\frac{7}{4}mg$ (1分)



17. 解: (1) 沿着电场线方向电势降落, 则

坐标原点左侧电场强度的方向沿 x 轴负方向 (1分)

坐标原点右侧电场强度的方向沿 x 轴正方向 (1分)

根据 $U = Ed$ (1分)

x 轴左侧电场强度的大小为 $E_1 = \frac{80}{4 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 2 \times 10^3 \text{ V/m}$ (1分)

x 轴右侧电场强度的大小为 $E_2 = \frac{80}{2 \times 10^{-2}} \text{ V/m} = 4 \times 10^3 \text{ V/m}$ (1分)

所以 x 轴左侧电场强度和右侧电场强度的大小之比 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$ (1分)

(2) 该粒子运动过程中最大动能 $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2 = qU$ (1分)

解得该粒子动能的最大值为 $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2 = qU_m = 8 \times 10^{-8} \text{ J}$ (2分)

(3) 根据 $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2$ (1分)

解得该粒子到达 O 点时的速度 $v_m = 4 \times 10^6 \text{ m/s}$ (1分)

因此整个过程中运动的周期 $T = \frac{2(x_1 + x_2)}{\frac{v_m}{2}} = \frac{2 \times (4 + 2) \times 10^{-2}}{\frac{1}{2} \times 4 \times 10^6} \text{ s} = 6 \times 10^{-8} \text{ s}$ (1分)

从 $(0, 0)$ 点到 $(1, 0)$ 点, 电势逐渐降低, 则带负电的粒子的电势能增加 (1分)

电势能的变化量 $\Delta E_p = q\Delta\varphi = 1.0 \times 10^{-9} \times 40 \text{ J} = 4.0 \times 10^{-8} \text{ J}$ (2分)