

## 第1、2章《静电场》《电势能与电势差》单元测试

本试卷分第I卷（选择题）和第II卷（非选择题）两部分。共100分考试用时90分钟。

### 第I卷（选择题 共40分）

一、本题共10小题，每小题4分，共40分。在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项正确，有的小题有多个选项正确。全部选对的得4分，选不全的得2分，有选错或不答的得0分。

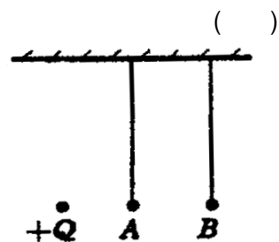
1. 下列关于电场强度的两个表达式  $E=F/q$  和  $E=kQ/r^2$  的叙述，正确的是 ( )
- A.  $E=F/q$  是电场强度的定义式， $F$  是放在电场中的电荷所受的力， $q$  是产生电场的电荷的电量
  - B.  $E=F/q$  是电场强度的定义式， $F$  是放入电场的电荷所受的力， $q$  是放入电场中的电荷的电量，它适合于任何电场
  - C.  $E=kQ/r^2$  是点电荷场强的计算公式， $Q$  是产生电场的电荷量，它不适用于匀强电场
  - D. 从点电荷场强计算式分析，库仑定律表达式  $F=k\frac{q_1q_2}{r^2}$  中  $k\frac{q_2}{r^2}$  是点电荷  $q_2$  产生

的电场在点电荷  $q_1$  处的场强大小，而  $k\frac{q_1}{r^2}$  是点电荷  $q_1$  产生的电场在点电荷  $q_2$  处

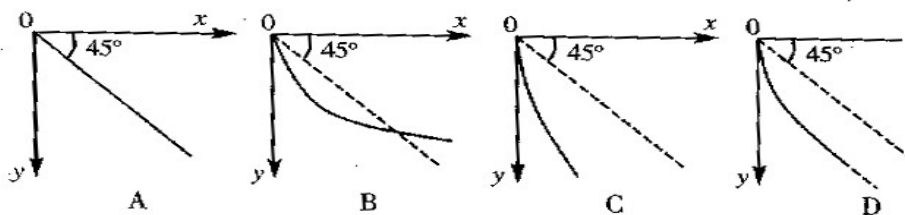
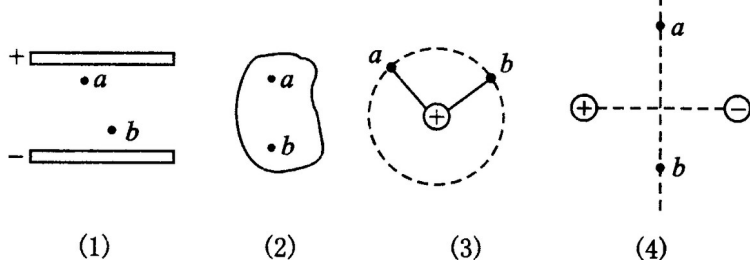
的场强大小。

2. 如图所示，水平天花板下用长度相同的绝缘细线悬挂起来的两个相同的带电介质小球  $A$ 、 $B$ ，左边放一个带正电的固定球  $+Q$  时，两悬线都保持竖直方向。下面说法中正确的是

- A.  $A$  球带正电， $B$  球带负电，并且  $A$  球带电荷量较大
- B.  $A$  球带负电， $B$  球带正电，并且  $A$  球带电荷量较小
- C.  $A$  球带负电， $B$  球带正电，并且  $A$  球带电荷量较大
- D.  $A$  球带正电， $B$  球带负电，并且  $A$  球带电荷量较小



3. 一个质量为  $m$ ，带电量为  $+q$  的小球自由下落一段时间后，进入一个水平向右的匀强电场，场强大小为  $E=mg/q$ ，则下列四个图中，能正确表示小球在电场中运动轨迹的是 ( )

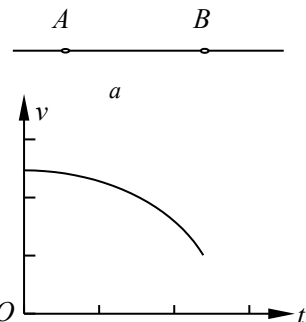


4. 如图所示的各情况下, 关于  $a$ 、 $b$  两点的场强关系和电势关系判断正确的是 ( )

- A. 平行金属板带等量异种电荷时, 极板之间的  $a$ 、 $b$  两点场强和电势都相等
- B. 处于静电平衡状态下导体内部的任意两点  $a$ 、 $b$  场强和电势都相等
- C. 离点电荷等距离的任意两点  $a$ 、 $b$  场强不等, 电势相等
- D. 两个等量异号的电荷, 在其连线的中垂线上关于连线对称的  $a$ 、 $b$  两点场强和电势都相等

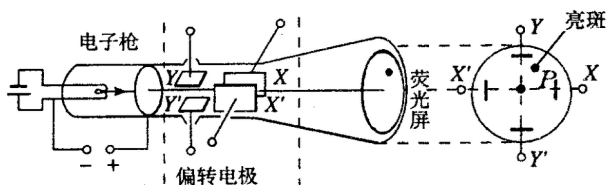
5. 如图 (a) 是某一点电荷形成的电场中的一条电场线,  $A$ 、 $B$  是电场线上的两点, 一负电荷  $q$  仅在电场力作用下以初速度  $v_0$  从  $A$  运动到  $B$  过程中的速度图线如右图 (b) 所示, 则以下说法中正确的是 ( )

- A.  $A$ 、 $B$  两点的电场强度是  $E_A < E_B$
- B.  $A$ 、 $B$  两点的电势是  $U_A > U_B$
- C. 负电荷  $q$  在  $A$ 、 $B$  两点的电势能大小是  $E_{PA} > E_{PB}$
- D. 此电场一定是负点电荷形成的电场



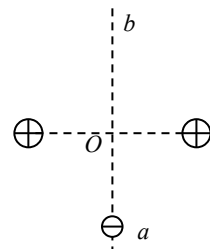
6. 示波管是示波器的核心部件, 它由电子枪、偏转电极和荧光屏组成, 如图所示。如果在荧光屏上  $P$  点出现亮斑, 那么示波管中的 ( )

- A. 极板  $X$  应带正电
- B. 极板  $X'$  应带正电
- C. 极板  $Y$  应带正电
- D. 极板  $Y'$  应带正电



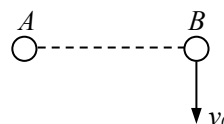
7. 如图所示, 在等量正点电荷形成的电场中, 它们连线的中垂线  $ab$  上有一电子, 从静止开始由  $a$  点运动到  $b$  点的过程中 ( $a$ 、 $b$  相对  $O$  点对称), 下列说法中正确的是 ( )

- A. 电子的电势能始终增加
- B. 电子的电势能始终减少
- C. 电子的电势能先减少后增加
- D. 电子的电势能先增加后减少



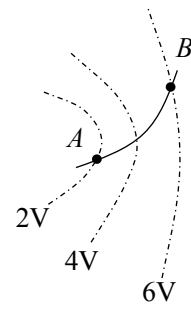
8. 如图所示, 把一个带电小球  $A$  固定在光滑的水平绝缘桌面上, 在桌面的另一处有另一带电小球  $B$ . 现给  $B$  一个垂直于  $AB$  方向的速度  $v_0$ , 则下列说法中正确的是 ( )

- A.  $B$  球可能做直线运动
- B.  $A$  球对  $B$  球的库仑力可能对  $B$  球不做功



- C.  $B$  球的电势能可能增加
- D.  $B$  球可能从电势较高处向电势较低处运动

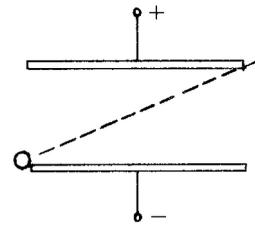
9. 如图所示，虚线是用实验方法描绘出的某一静电场的一簇等势线，已标明其电势，图中的实线是一带电粒子只在电场力的作用下飞经该电场时的一段轨迹， $A$ 、 $B$  是轨迹上的两点。依据以上信息不能确定的是 ( )



- A. 粒子的带电性质
- B. 粒子在  $A$ 、 $B$  两点加速度的大小关系
- C. 粒子在  $A$ 、 $B$  两点电势能的高低关系
- D. 粒子的运动方向一定是从  $B$  向  $A$  运动

10. 如图所示，水平放置的平行金属板充电后板间形成匀强电场，板间距离为  $d$ ，一个带负电的液滴带电量大小为  $q$ ，质量为  $m$ ，从下板边缘射入电场，沿直线从上板边缘射出，则 ( )

- A. 液滴做的是匀速直线运动
- B. 液滴做的是匀减直线运动
- B. 两板的电势差为  $mgd/q$
- C. 液滴的电势能减少了  $mgd$



## 第 II 卷 (非选择题 共 60 分)

二、本题共 4 小题，共 20 分。把答案填在题中的横线上或按题目要求作答。

11. 某一研究性学习小组的同学们设计了以下实验方案来验证电荷守恒定律：

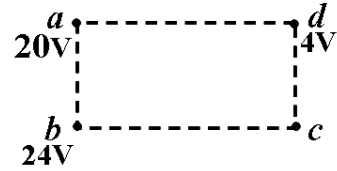
实验操作	步骤一：手持起电板柄，用力将两块起电板快速摩擦后分开	步骤二：将其中一块板插入箔片验电器上端的空心金属球（不要接触金属球）	步骤三：将两块板同时插入空心金属球
实验图解			
实验		箔片张开	箔片闭合

现象			
----	--	--	--

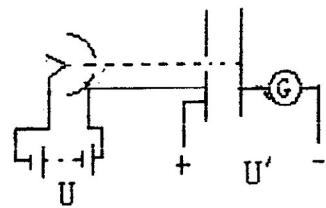
根据以上实验过程和观察到的现象，回答下列问题：

- (1) 步骤二的实验现象，说明\_\_\_\_\_
- (2) 步骤三的实验现象，说明\_\_\_\_\_
- (3) 该研究性实验\_\_\_\_\_（填“能”或“不能”）验证电荷守恒定律。

12.  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 是匀强电场中的四个点，它们正好是一个矩形的四个顶点。电场线与矩形所在的平面平行。已知 $a$ 点的电势是 $20\text{V}$ ， $b$ 点的电势是 $24\text{V}$ ， $d$ 点的电势是 $4\text{V}$ ，如图。由此可知， $c$ 点的电势为\_\_\_\_\_。

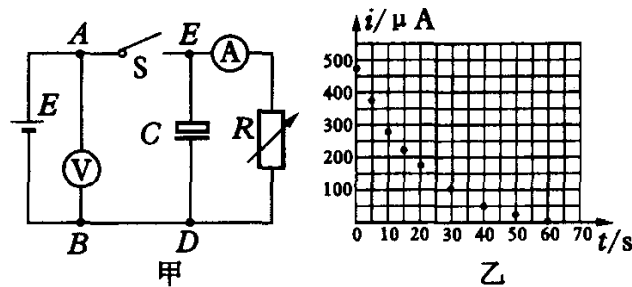


13. 如图所示的实验装置中，左边的非匀强电场使电子加速，右边的匀强电场使电子减速。设非匀强电场的电压为 $U$ ，匀强电场的电压为 $U'$ ，实验结果是：只要 $U'$ \_\_\_\_\_ $U$ （填“>”或“<”）电流计的指针就偏转；只要 $U'$ \_\_\_\_\_ $U$ （填“>”或“<”），电流计的指针就不偏转。从这个实验结果可得到的结论是\_\_\_\_\_



14. 如图所示，甲是一种测量电容的实验电路图，实验是通过高阻值电阻放电的方法，测出

电容器充电至电压为 $U$ 时所带电荷量 $Q$ ，从而再求出待测容器的电容 $C$ 。某同学在一次实验时的情况如下：

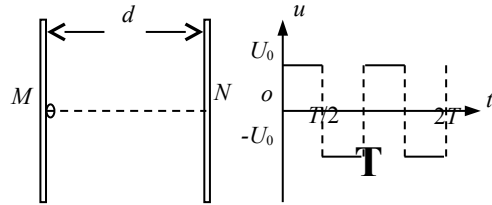


- a. 按如图甲所示电路图接好电路；
- b. 接通开关 $S$ ，调节电阻箱 $R$ 的阻值，使小量程电流表的指针偏转接近满刻度，记下此时电流表的示数是 $I_0=45\mu\text{A}$ ，电压表的示数 $U_0=8.0\text{V}$ ， $I_0$ 、 $U_0$ 分别是电容器放电时的初始电流和电压；
- c. 断开开关 $S$ ，同时开始计时，每隔 $5\text{s}$ 或 $10\text{s}$ 测读一次电流 $I$ 的值，将测得数据填入表格，并标示在图乙的坐标纸上（时间 $t$ 为横坐标，电流 $i$ 为纵坐标），结果如图中小黑点所示。

- ① 在图乙中画出 $i-t$ 图线；
- ② 图乙中图线与坐标轴所围成面积的物理意义是\_\_\_\_\_；
- ③ 该电容器电容为 $C=$ \_\_\_\_\_ $\text{F}$ （结果保留两位有效数字）；
- ④ 若某同学实验时把电压表接在 $E$ 、 $D$ 两端，则电容的测量值比它的真实值\_\_\_\_\_（填“大”、“小”或“相等”）。

三、本题共4小题，满分40分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

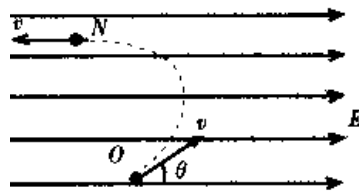
15. (8分) 如图所示, 两块平行金属板  $MN$  间的距离为  $d$ , 两板间电压  $u$  随时间  $t$  变化的规律如右图所示电压的绝对值为  $U_0$ 。  $t=0$  时刻  $M$  板的电势比  $N$  板低。在  $t=0$  时刻有一个电子从  $M$  板处无初速释放, 经过 1.5 个周期刚好到达  $N$  板。电子的电荷量为  $e$ , 质量为  $m$ 。求: (1) 该电子到达  $N$  板时的速率  $v$ 。  
(2) 在 1.25 个周期末该电子和  $N$  板间的距离  $s$ 。



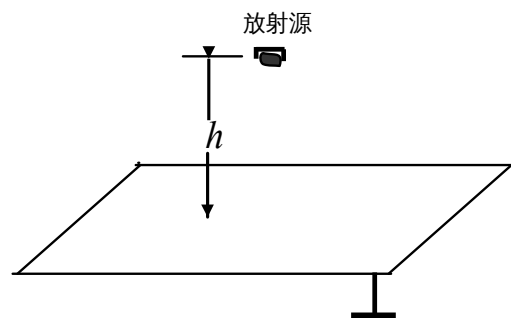
16. (12分) 如图所示, 一个带电量为  $-q$  的油滴, 从  $O$  点以速度  $v$  射入匀强电场中,  $v$  的方向与电场方向成  $\theta$  角。已知油滴的质量为  $m$ , 测得油滴到达运动轨迹的最高点时, 它的速度大小又为  $v$ 。求:

- (1) 最高点的位置可能在  $O$  点上方的哪一侧?
- (2) 最高点处 (设为  $N$ ) 与  $O$  点的电势差  $U_{NO}$  ;

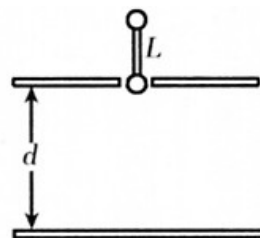
- (3) 电场强度  $E$ 。



17. (10分) 在场强为  $E = 100 \text{ v/m}$  的竖直向下匀强电场中有一块水平放置的足够大的接地金属板, 在金属板的正上方, 高为  $h = 0.8 \text{ m}$  处有一个小的放射源放在一端开口的铅盒内, 如图所示。放射物以  $v_0 = 200 \text{ m/s}$  的初速度向水平面以下各个方向均匀地释放质量为  $m = 2 \times 10^{-15} \text{ kg}$ 、电量为  $q = +10^{-12} \text{ C}$  的带电粒子。粒子最后落在金属板上。不计粒子重力, 试求: (1) 粒子下落过程中电场力做的功;  
(2) 粒子打在板上时的动能;  
(3) 计算落在金属板上的粒子图形的面积大小。(结果保留两位有效数字)



18. (10分) 如图所示, 一平行板电容器水平放置, 板间距离为  $d$ , 上极板开有一小孔, 质量均为  $m$ , 带电荷量均为  $+q$  的两个带电小球 (视为质点), 其间用长为  $L$  的绝缘轻杆相连, 处于竖直状态, 已知  $d=2L$ , 今使下端小球恰好位于小孔中, 由静止释放, 让两球竖直下落. 当下端的小球到达下极板时, 速度刚好为零. 试求:
- (1) 两极板间匀强电场的电场强度;
  - (2) 球运动中的最大速度.



## 参考答案

1. BCD  $E=F/Q$  中  $q$  是试探电荷的电量。  $E=kQ/r^2$  是点电荷在真空中的场强计算公式。

2. B

3. C

4. BCD

5. ABD 从速度图像看到，电荷做加速度变大的减速运动，所以  $E_A < E_B$ ，因为是负电荷，

所以从高电势向低电势运动，所以  $U_A > U_B$ ，负电荷  $q$  在 A、B 两点的电势能大小是

$\varepsilon_A < \varepsilon_B$ ，此电场一定是负电荷形成的电场。

6. AC 从图中看到电子偏向 X、Y 方向，所以电场力方向指向 X、Y 方向，电场方向与电场力方向相反。

7. C 8. BCD 9. D

10. A

11. (1) 插入验电器上端空心金属球内的起电板带上了电荷；(2) 两块板带有等量异号电荷，总电荷量为零；(3) 能

解析：验电器的箔片张开说明箔片带了电，同时说明上端的空心金属球也带了电，进一步说明起电板带电。验电器的箔片闭合说明箔片原来带的电发生了中和，不带带电，说明两块起电板接触后能使所带电荷完全中和，不再显电性，所以当用两块板同时接触空心金属球时，金属球不带电，箔片闭合。整个实验过程说明两块摩擦的起电板所带的电为等量异种电荷，能够验证电荷守恒定律。

12. 8V 因为匀强电场中，任意两平行直线上等距离两点间的电势差相等，故有：

$\varphi_b - \varphi_a = \varphi_c - \varphi_d$ ，所以  $\varphi_c = 8$  V。

13.  $<$ ， $>$ ，只要电压相同，不论是否匀强电场电场对带电粒子所加的作用是相同的。

14. ①  $i-t$  图线如图所示；

② 充电电压为  $U_0$  时电容器的电量；

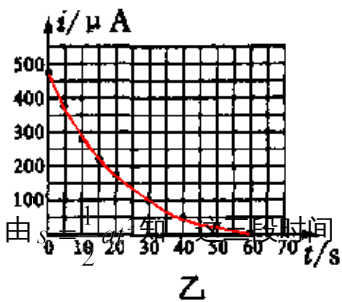
③  $c = 1.0 \times 10^{-3}$  F 或  $9.7 \times 10^{-4}$  F (两位有效数字)；

④ 小

15. (1) 由题意知，电子在第一、三个  $T/2$  内向右做初速为零的

匀加速运动，第二个  $T/2$  内向右做末速为零的匀减速运动。由

内电子的位移是相同的。



在第三个  $T/2$  内对电子用动能定理： $eU = \frac{1}{2}mv^2$ ，其中  $U = U_0/3$ ，得  $v = \sqrt{\frac{2U_0e}{3m}}$ 。

(2)在第三个  $T/2$  初, 电子的位置离  $N$  板  $d/3$ ,  
 在第三个  $T/2$  内, 电子做初速为零的匀加速运动, 总位移是  $d/3$ , 前一半时间内的位移  
 是该位移的  $1/4$ , 为  $s'=d/12$ , 因此这时离  $D$  板  $s = d/3 - s' = d/4$ 。

16. (1) 因油滴到达最高点时速度大小为  $v$ , 方向水平, 对  $O \rightarrow N$  过程用动能定理有

$$W_G + W_{\text{电}} = 0'$$

所以电场力一定做正功, 油滴带负电, 则最高位置一定在  $O$  点的左上方。

(2) 由 (1) 的分析可知  $qU_{NO} = mgh$ , 在竖直方向上油滴做初速为  $v \sin \theta$  的竖直  
 上抛运动, 则有  $(v \sin \theta)^2 = 2gh$

$$\text{即 } U_{NO} = \frac{mv^2 \sin^2 \theta}{2q}$$

(3) 油滴由  $O \rightarrow N$  的运动时间  $t = \frac{v \sin \theta}{g}$ ,

则在水平方向上由动量定理得,  $v + v \cos \theta = a_x t$ ,  $a_x = qE/m$

$$\text{即 } E = \frac{mg(1 + \cos \theta)}{q \sin \theta}。$$

17. (1)  $W = Eqh = 100 \times 10^{-12} \times 0.8 \text{J} = 8 \times 10^{-11} \text{J}$

$$(2) W = E_{k2} - E_{k1}$$

$$E_{k2} = 8 \times 10^{-11} + 2 \times 10^{-15} \times 200^2 / 2 = 1.2 \times 10^{-10} \text{J}$$

$$(3) h = \frac{1}{2} at^2 = \frac{Eq}{2m} t^2$$

数据代入求得  $t = 5.66 \times 10^{-3} \text{s}$

圆半径  $r = v_0 t = 1.13 \text{m}$ , 圆面积  $S = \pi r^2 = 4.0 \text{m}^2$ 。

18. (1) 下端小球从静止进入电场, 到运动至下极板速度为零这一过程。两球组成的系统  
 先做匀加速运动, 直至上端小球进入电场后改做匀减速运动, 且这两个加速度大小相  
 等。

$$\text{所以 } \frac{2mg - qE}{2m} = \frac{2qE - 2mg}{2m} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\text{即 } E = \frac{4mg}{3q} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$(2) \text{ 加速度大小 } a = \frac{2mg - qE}{2m} = \frac{1}{3}g \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

下端小球下落距离为  $L$  时, 球的速度最大。由  $v^2 = 2aL$

$$\text{得 } v_m = \sqrt{2 \cdot \frac{1}{3}gL} = \sqrt{\frac{2}{3}gL} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$