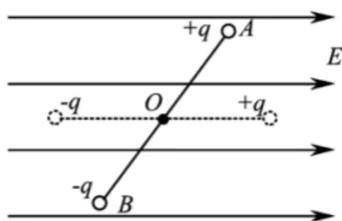


专题 09 静电场

1. (2020·江苏省高考真题) 如图所示, 绝缘轻杆的两端固定带有等量异号电荷的小球(不计重力)。开始时, 两小球分别静止在 A 、 B 位置。现外加一匀强电场 E , 在静电力作用下, 小球绕轻杆中点 O 转到水平位置。取 O 点的电势为 0。下列说法正确的有 ()



- A. 电场 E 中 A 点电势低于 B 点
- B. 转动中两小球的电势能始终相等
- C. 该过程静电力对两小球均做负功
- D. 该过程两小球的总电势能增加

【答案】AB

【解析】

A. 沿着电场线方向, 电势降低, A 正确;

B. 由于 O 点的电势为 0, 根据匀强电场的对称性

$$\varphi_A = -\varphi_B$$

又 $q_A = -q_B$, $E_p = q\varphi$, 所以

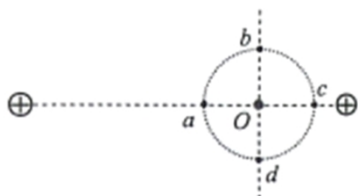
$$E_{pA} = E_{pB}$$

B 正确；

CD. A 、 B 位置的小球受到的静电力分别水平向右、水平向左，绝缘轻杆逆时针旋转，两小球静电力对两小球均做正功，电场力做正功，电势能减少，CD 错误；

故选 AB。

2. (2020·山东省高考真题) 真空中有两个固定的带正电的点电荷，电荷量不相等。一个带负电的试探电荷置于二者连线上的 O 点时，仅在电场力的作用下恰好保持静止状态。过 O 点作两正电荷连线的垂线，以 O 点为圆心的圆与连线和垂线分别交于 a 、 c 和 b 、 d ，如图所示。以下说法正确的是 ()



- A. a 点电势低于 O 点
- B. b 点电势低于 c 点
- C. 该试探电荷在 a 点的电势能大于在 b 点的电势能
- D. 该试探电荷在 c 点的电势能小于在 d 点的电势能

【答案】BD

【解析】

A. 由题意可知 O 点合场强为零，根据同种电荷之间电场线的分布可知 aO 之间电场线由 a 到 O ，故 a 点电势高于 O 点电势，故 A 错误；

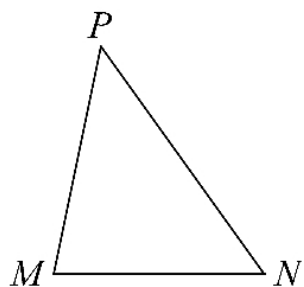
B. 同理根据同种电荷电场线分布可知 b 点电势低于 c 点电势，故 B 正确；

C. 根据电场线分布可知负电荷从 a 到 b 电场力做负功，电势能增加，即该试探电荷在 a 点的电势能小于在 b 点的电势能，故 C 错误；

D. 同理根据电场线分布可知负电荷从 c 点到 d 点电场力做负功，电势能增加，即该试探电荷在 c 点的电势能小于在 d 点的电势能，故 D 正确。

故选 BD。

3. (2020·全国高考课标 3 卷) 如图， $\angle M$ 是锐角三角形 PMN 最大的内角，电荷量为 q ($q>0$) 的点电荷固定在 P 点。下列说法正确的是 ()

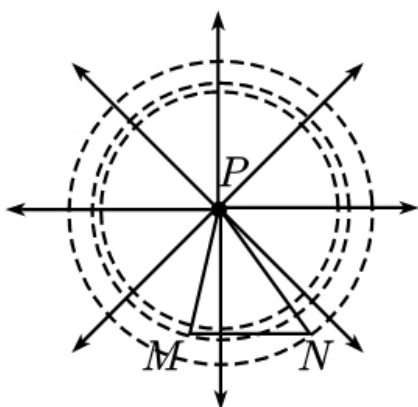


- A. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电场强度的大小逐渐增大
- B. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电势先增大后减小
- C. 正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大
- D. 将正电荷从 M 点移动到 N 点，电场力所做的总功为负

【答案】BC

【解析】

A. 点电荷的电场以点电荷为中心，向四周呈放射状，如图



$\angle M$ 是最大内角，所以 $PN > PM$ ，根据点电荷的场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ （或者根

据电场线的疏密程度）可知从 $M \rightarrow N$ 电场强度先增大后减小，A 错误；

B. 电场线与等势面（图中虚线）处处垂直，沿电场线方向电势降低，所以从

$M \rightarrow N$ 电势先增大后减小，B 正确；

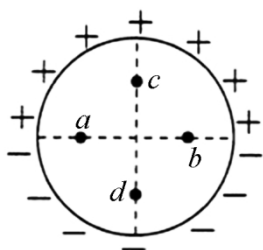
C. M 、 N 两点的电势大小关系为 $\varphi_M > \varphi_N$ ，根据电势能的公式 $E_p = q\varphi$ 可知

正电荷在 M 点的电势能大于在 N 点的电势能，C 正确；

D. 正电荷从 $M \rightarrow N$ ，电势能减小，电场力所做的总功为正功，D 错误。

故选 BC。

4. （2020·全国高考课标 2 卷）如图，竖直面内一绝缘细圆环的上、下半圆分别均匀分布着等量异种电荷。 a 、 b 为圆环水平直径上的两个点， c 、 d 为竖直直径上的两个点，它们与圆心的距离均相等。则（ ）



A. a 、 b 两点的场强相等

B. a 、 b 两点的电势相等

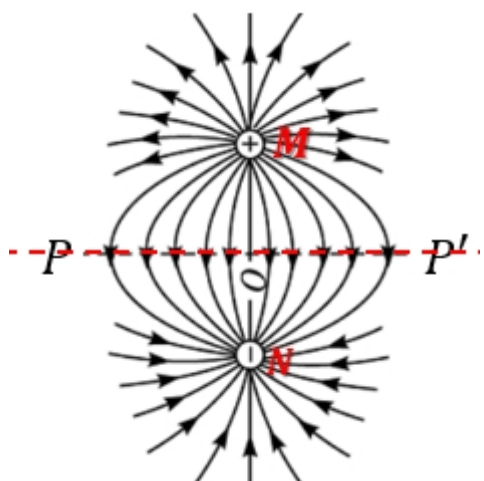
C. c 、 d 两点的场强相等

D. c 、 d 两点的电势相等

【答案】ABC

【解析】

BD. 如下图所示，为等量异种电荷周围空间的电场分布图。本题的带电圆环，可拆解成这样无数对等量异种电荷的电场，沿竖直直径平行放置。它们有共同的对称轴 PP' ， PP' 所在的水平面与每一条电场线都垂直，即为等势面，延伸到无限远处，电势为零。故在 PP' 上的点电势为零，即 $\varphi_a = \varphi_b = 0$ ；而从 M 点到 N 点，电势一直在降低，即 $\varphi_c > \varphi_d$ ，故 B 正确，D 错误；



AC. 上下两侧电场线分布对称，左右两侧电场线分布也对称，由电场的叠加原理可知 AC 正确；

故选 ABC。

5. (2020·全国高考课标 2 卷)CT 扫描是计算机 X 射线断层扫描技术的简称, CT 扫描机可用于对多种病情的探测。图 (a) 是某种 CT 机主要部分的剖面图, 其中 X 射线产生部分的示意图如图 (b) 所示。图 (b) 中 M 、 N 之间有一电子束的加速电场, 虚线框内有匀强偏转磁场; 经调节后电子束从静止开始沿带箭头的实线所示的方向前进, 打到靶上, 产生 X 射线 (如图中带箭头的虚线所示) ; 将电子束打到靶上的点记为 P 点。则 ()

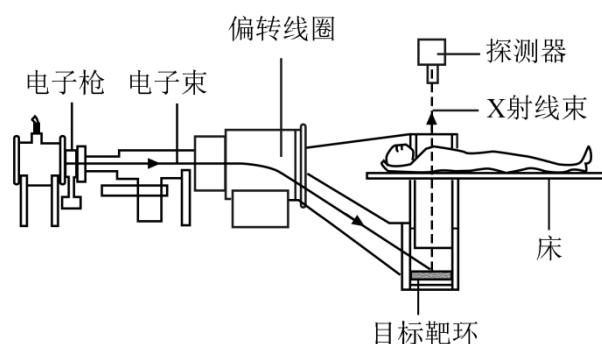


图 (a)

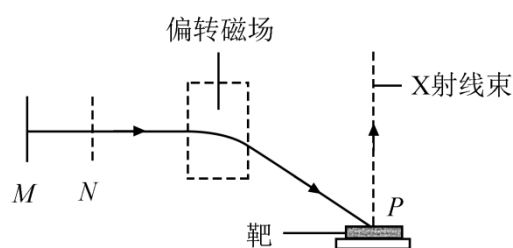


图 (b)

- A. M 处的电势高于 N 处的电势
- B. 增大 M 、 N 之间的加速电压可使 P 点左移
- C. 偏转磁场的方向垂直于纸面向外
- D. 增大偏转磁场磁感应强度的大小可使 P 点左移

【答案】D

【解析】

A. 由于电子带负电，要在 MN 间加速则 MN 间电场方向由 N 指向 M，根据沿着电场线方向电势逐渐降低可知 M 的电势低于 N 的电势，故 A 错误；

B. 增大加速电压则根据

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

可知会增大到达偏转磁场的速度；又根据在偏转磁场中洛伦兹力提供向心力有

$$evB = m\frac{v^2}{R}$$

可得

$$R = \frac{mv}{eB}$$

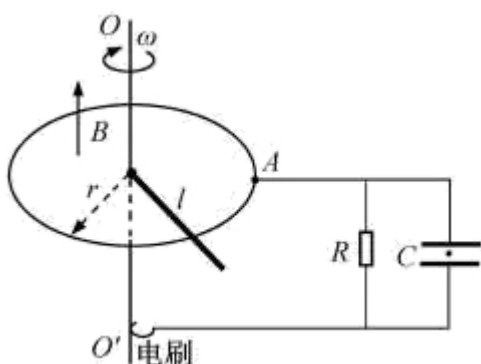
可知会增大在偏转磁场中的偏转半径，由于磁场宽度相同，故根据几何关系可知会减小偏转的角度，故 P 点会右移，故 B 错误；

C. 电子在偏转电场中做圆周运动，向下偏转，根据左手定则可知磁场方向垂直纸面向里，故 C 错误；

D. 由 B 选项的分析可知，当其它条件不变时，增大偏转磁场磁感应强度会减小半径，从而增大偏转角度，使 P 点左移，故 D 正确。

故选 D。

6. (2020·浙江省高考真题) 如图所示, 固定在水平面上的半径为 r 的金属圆环内存在方向竖直向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。长为 l 的金属棒, 一端与圆环接触良好, 另一端固定在竖直导电转轴 OO' 上, 随轴以角速度 ω 匀速转动。在圆环的 A 点和电刷间接有阻值为 R 的电阻和电容为 C 、板间距为 d 的平行板电容器, 有一带电微粒在电容器极板间处于静止状态。已知重力加速度为 g , 不计其它电阻和摩擦, 下列说法正确的是 ()



- A. 棒产生的电动势为 $\frac{1}{2}Bl^2\omega$
- B. 微粒的电荷量与质量之比为 $\frac{2gd}{Br^2\omega}$
- C. 电阻消耗的电功率为 $\frac{\pi B^2 r^4 \omega}{2R}$
- D. 电容器所带的电荷量为 $CBr^2\omega$

【答案】B

【解析】

A. 如图所示, 金属棒绕 OO' 轴切割磁感线转动, 棒产生的电动势

$$E = Br \cdot \frac{\omega r}{2} = \frac{1}{2} Br^2 \omega$$

A 错误；

B. 电容器两极板间电压等于电源电动势 E ，带电微粒在两极板间处于静止状态，则

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

即

$$\frac{q}{m} = \frac{dg}{E} = \frac{dg}{\frac{1}{2}Br^2\omega} = \frac{2dg}{Br^2\omega}$$

B 正确；

C. 电阻消耗的功率

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 r^4 \omega^2}{4R}$$

C 错误；

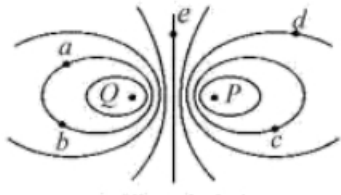
D. 电容器所带的电荷量

$$Q = CE = \frac{CB r^2 \omega}{2}$$

D 错误。

故选 B。

7. (2020·浙江省高考真题) 空间 P 、 Q 两点处固定电荷量绝对值相等的点电荷，其中 Q 点处为正电荷， P 、 Q 两点附近电场的等势线分布如图所示， a 、 b 、 c 、 d 、 e 为电场中的 5 个点，设无穷远处电势为 0，则 ()



- A. e 点的电势大于 0
- B. a 点和 b 点的电场强度相同
- C. b 点的电势低于 d 点的电势
- D. 负电荷从 a 点移动到 c 点时电势能增加

【答案】D

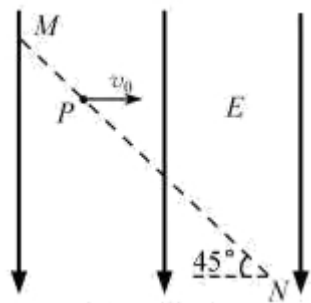
【解析】7

- A. 根据电场线与等势面垂直关系，可判断 P 点处为负电荷，无穷远处电势为 0， e 点在 PQ 连线的中垂线上，则 $\varphi_e = 0$ ，A 错误；
- B. a 、 b 两点电场强度大小相同，方向不同，则 a 、 b 两点电场强度不同，B 错误；
- C. 从 Q 到 P 电势逐渐降低，则 $\varphi_b > \varphi_d$ ，C 错误；
- D. 由 $\varphi_a > \varphi_c$ ，负电荷从 a 到 c 电场力做负功，电势能增加，D 正确。

故选 D。

8. (2020·浙江省高考真题) 如图所示，一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子以速度 v_0 从 MN 连线上的 P 点水平向右射入大小为 E 、方向竖直向下的匀强

电场中。已知 MN 与水平方向成 45° 角, 粒子的重力可以忽略, 则粒子到达 MN 连线上的某点时 ()



- A. 所用时间为 $\frac{mv_0}{qE}$
- B. 速度大小为 $3v_0$
- C. 与 P 点的距离为 $\frac{2\sqrt{2}mv_0^2}{qE}$
- D. 速度方向与竖直方向的夹角为 30°

【答案】C

【解析】

A. 粒子在电场中做类平抛运动, 水平方向

$$x = v_0 t$$

竖直方向

$$y = \frac{1}{2} \frac{Eq}{m} t^2$$

由

$$\tan 45^\circ = \frac{y}{x}$$

可得

$$t = \frac{2mv_0}{Eq}$$

故 A 错误；

B. 由于

$$v_y = \frac{Eq}{m}t = 2v_0$$

故粒子速度大小为

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{5}v_0$$

故 B 错误；

C. 由几何关系可知，到 P 点的距离为

$$L = \sqrt{2}v_0t = \frac{2\sqrt{2}mv_0^2}{Eq}$$

故 C 正确；

D. 由于平抛推论可知， $\tan \alpha = 2 \tan \beta$ ，可知速度正切

$$\tan \alpha = 2 \tan 45^\circ = 2 > \tan 60^\circ$$

可知速度方向与竖直方向的夹角小于 30° ，故 D 错误。

故选 C。

十年高考真题分类汇编(2010—2019) 物理

专题 09 静电场

选择题

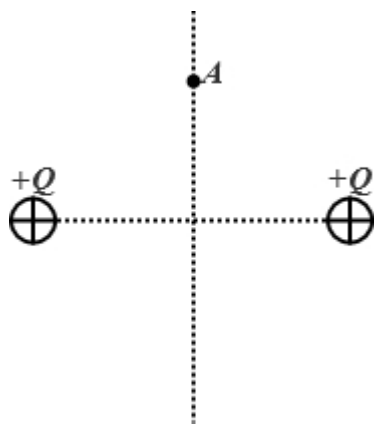
1.(2019•全国Ⅱ卷•T7)静电场中,一带电粒子仅在电场力的作用下自 M 点由静止开始运动, N 为粒子运动轨迹上的另外一点, 则

- A. 运动过程中, 粒子的速度大小可能先增大后减小
- B. 在 M 、 N 两点间, 粒子的轨迹一定与某条电场线重合
- C. 粒子在 M 点的电势能不低于其在 N 点的电势能
- D. 粒子在 N 点所受电场力的方向一定与粒子轨迹在该点的切线平行

【答案】AC

【解析】

【详解】A.若电场中由同种电荷形成即由 A 点释放负电荷, 则先加速后减速, 故 A 正确;

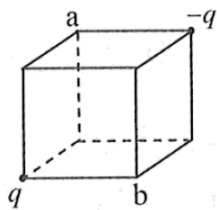


B.若电场线为曲线, 粒子轨迹不与电场线重合, 故 B 错误。

C.由于 N 点速度大于等于零, 故 N 点动能大于等于 M 点动能, 由能量守恒可知, N 点电势能小于等于 M 点电势能, 故 C 正确

D.粒子可能做曲线运动, 故 D 错误;

2.(2019•全国Ⅲ卷•T8)如图, 电荷量分别为 q 和 $-q(q>0)$ 的点电荷固定在正方体的两个顶点上, a 、 b 是正方体的另外两个顶点。则

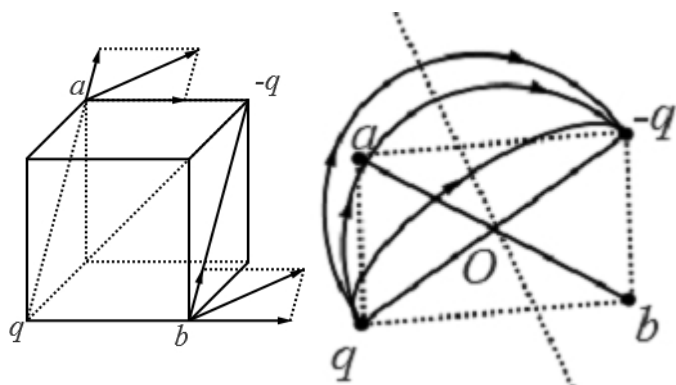


- A. a 点和 b 点的电势相等
- B. a 点和 b 点的电场强度大小相等
- C. a 点和 b 点的电场强度方向相同
- D. 将负电荷从 a 点移到 b 点，电势能增加

【答案】BC

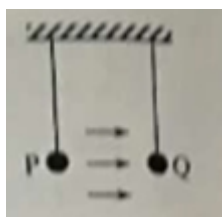
【解析】

由几何关系，



可知 b 的电势大于 a 的电势,故 A 错误,把负电荷从 a 移到 b ,电势能减少,故 D 错误;由对称性和电场的叠加原理,可得出 a 、 b 的合电场强度大小、方向都相同,故 B、C 正确。

3.(2019•全国 I 卷•T2)如图,空间存在一方向水平向右的匀强电场,两个带电小球 P 和 Q 用相同的绝缘细绳悬挂在水平天花板下,两细绳都恰好与天花板垂直,则



A. P 和 Q 都带正电荷

B. P 和 Q 都带负电荷

C. P 带正电荷, Q 带负电荷

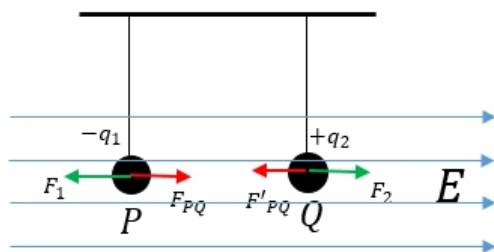
D. P 带负电荷, Q 带正电荷

【答案】D

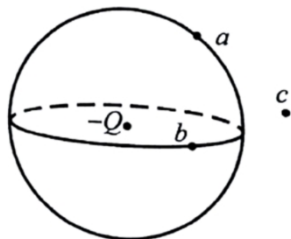
【解析】

AB、受力分析可知, P 和 Q 两小球, 不能带同种电荷, AB 错误;

CD、若 P 球带负电, Q 球带正电, 如下图所示, 恰能满足题意, 则 C 错误 D 正确, 故本题选 D。



4.(2019•北京卷•T5)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

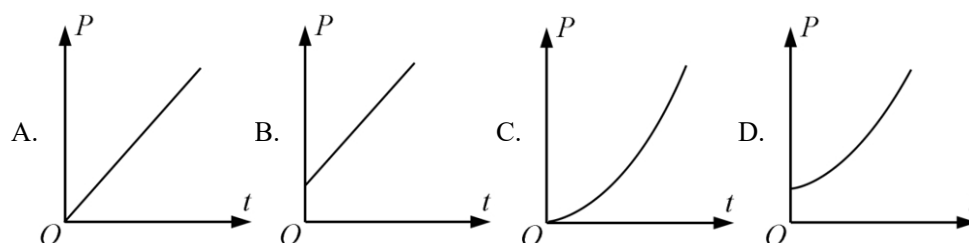
【答案】D

【解析】

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.(2019 江苏卷 5)一匀强电场的方向竖直向上， $t=0$ 时刻，一带电粒子以一定初速度水平射入该电场，电场力对粒子做功的功率为 P ，不计粒子重力，则 $P-t$ 关系图象是

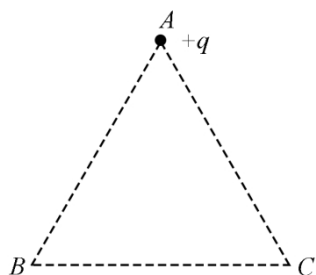


【答案】A

【解析】

由于带电粒子在电场中类平抛运动，在电场力方向上做匀加速直线运动，加速度为 $\frac{qE}{m}$ ，经过时间 t ，电场力方向速度为 $\frac{qE}{m}t$ ，功率为 $P = Fv = qE \times \frac{qE}{m}t$ ，所以 P 与 t 成正比，故 A 正确。

6.(2019•江苏卷•T9)如图所示， ABC 为等边三角形，电荷量为 $+q$ 的点电荷固定在 A 点.先将一电荷量也为 $+q$ 的点电荷 Q_1 从无穷远处(电势为 0)移到 C 点，此过程中，电场力做功为 $-W$.再将 Q_1 从 C 点沿 CB 移到 B 点并固定.最后将一电荷量为 $-2q$ 的点电荷 Q_2 从无穷远处移到 C 点.下列说法正确的有



A. Q_1 移入之前, C 点的电势为 $\frac{W}{q}$

B. Q_1 从 C 点移到 B 点的过程中, 所受电场力做的功为 0

C. Q_2 从无穷远处移到 C 点的过程中, 所受电场力做的功为 $2W$

D. Q_2 在移到 C 点后的电势能为 $-4W$

【答案】ABD

【解析】

由题意可知, C 点的电势为 $\varphi_C = \frac{E_p}{q} = \frac{W}{q}$, 故 A 正确; 由于 B 、 C 两点到 A 点($+q$)的距离

相等, 所以 B 、 C 两点的电势相等, 所以 Q_1 从 C 点移到 B 点的过程中, 电场力做功为 0,

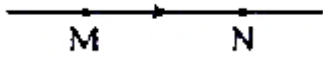
故 B 正确; 由于 B 、 C 两点的电势相等, 所以当在 B 点固定 Q_1 后, C 点的电势为 $\frac{2W}{q}$, 所以

Q_2 从无穷远移到 C 点过程中, 电场力做功为: $W = qU = -2q \times \left(0 - \frac{2W}{q}\right) = 4W$ 故 C 错误

;

由于 C 点的电势为 $\frac{2W}{q}$, 所以电势能为 $E_p = -4W$, 故 D 正确。

7.(2019•海南卷•T1)如图, 静电场中的一条电场线上有 M 、 N 两点, 箭头代表电场的方向, 则



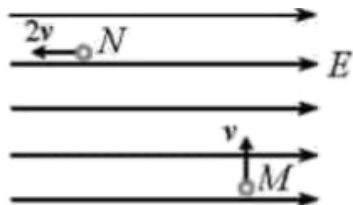
- A. M 点的电势比 N 点的低
- B. M 点的场强大小一定比 N 点的大
- C. 电子在 M 点的电势能比在 N 点的低
- D. 电子在 M 点受到的电场力大小一定比在 N 点的大

【答案】C

【解析】

顺着电场线电势逐渐降低，可知 M 点的电势比 N 点的高，选项 A 错误；一条电场线不能确定疏密，则不能比较 MN 两点场强的大小，也不能比较电子在 MN 两点受电场力的大小，选项 BD 错误；负电荷在高电势点的电势能较低，选项 C 正确；

8.(2019•天津卷•T3)如图所示，在水平向右的匀强电场中，质量为 m 的带电小球，以初速度 v 从 M 点竖直向上运动，通过 N 点时，速度大小为 $2v$ ，方向与电场方向相反，则小球从 M 运动到 N 的过程



- A. 动能增加 $\frac{1}{2}mv^2$
- B. 机械能增加 $2mv^2$
- C. 重力势能增加 $\frac{3}{2}mv^2$
- D. 电势能增加 $2mv^2$

【答案】B

【解析】

【详解】由动能的表达式 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 可知带电小球在 M 点的动能为 $E_{kM} = \frac{1}{2}mv^2$ ，

在 N 点的动能为 $E_{kN} = \frac{1}{2}m(2v)^2 = 2mv^2$ ，所以动能的增量为 $\Delta E_k = \frac{3}{2}mv^2$ ，故 A 错

误；带电小球在电场中做类平抛运动，竖直方向受重力做匀减速运动，水平方向

受电场力做匀加速运动，由运动学公式有 $v_y = v = gt, v_x = 2v = at = \frac{qE}{m}t$ ，可得

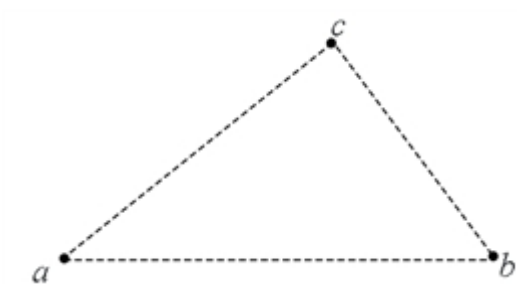
$qE = 2mg$ ，竖直方向的位移 $h = \frac{v}{2}t$ ，水平方向的位移 $x = \frac{2v}{2}t = vt$ ，因此有 $x = 2h$

，对小球写动能定理有 $qEx - mgh = \Delta E_k = \frac{3}{2}mv^2$ ，联立上式可解得 $qEx = 2mv^2$ ，

$mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ，因此电场力做正功，机械能增加，故机械能增加 $2mv^2$ ，电势能减

少 $2mv^2$ ，故 B 正确 D 错误，重力做负功重力势能增加量为 $\frac{1}{2}mv^2$ ，故 C 错误。

9.(2018·新课标 I 卷·T3)如图，三个固定的带电小球 a、b 和 c，相互间的距离分别为 $ab=5\text{ cm}$ ， $bc=3\text{ cm}$ ， $ca=4\text{ cm}$ 。小球 c 所受库仑力的合力的方向平衡于 a、b 的连线。设小球 a、b 所带电荷量的比值的绝对值为 k，则()



A. a、b 的电荷同号， $k = \frac{16}{9}$

B. a、b 的电荷异号， $k = \frac{16}{9}$

C. a、b 的电荷同号， $k = \frac{64}{27}$

D. a、b 的电荷异号， $k = \frac{64}{27}$

【答案】D

【解析】本题考查库仑定律、受力分析及其相关的知识点。

对小球 c 所受库仑力分析，画出 a 对 c 的库仑力和 b 对 c 的库仑力，a 对 c 的库仑力为排斥力，ac 的电荷同号，b 对 c 的库仑力为吸引力，bc 电荷为异号，所以 ab 的电荷为异号。设 ac 与 bc 的夹角为 θ ，

利用平行四边形定则和几何关系、库仑定律可得， $F_{ac}=k'\frac{q_a q_c}{4^2}$ ， $F_{bc}=k'\frac{q_b q_c}{3^2}$ ，

$\tan\theta=3/4$ ， $\tan\theta= F_{bc} / F_{ac}$ ，ab 电荷量的比值 $k=\frac{q_a}{q_b}$ ，联立解得： $k=64/27$ ，选项 D 正确。

【点睛】此题将库仑定律、受力分析、平行四边形定则有机融合，难度不大。

10.(2015·江苏卷·T2)静电现象在自然界中普遍存在，我国早在西汉末年已有对静电现象的记载《春秋纬 考异邮》中有玳瑁吸衣若之说，但下列不属于静电现象的是

- A.梳过头发的塑料梳子吸起纸屑
- B.带电小球移至不带电金属球附近，两者相互吸引
- C.小线圈接近通电线圈过程中，小线圈中产生电流
- D.从干燥的地毯走过，手碰到金属把手时有被电击的感觉

【答案】C

【解析】梳过头发的塑料梭子吸起纸屑，是因为梳子与头发摩擦起电，静电吸引轻小物体，故A属于静电现象，所以A错误；

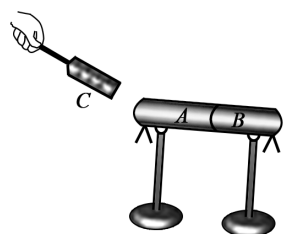
带电小球移至不带电金属球附近，两者相互吸引，是因为先感应起电，然后静电作用力，故B错误；

小线圈接近通电线圈过程中，小线圈中产生感应电流是电磁感应现象，不是静电现象，所以C正确；

从干燥的地毯走过，手碰到金属把手时有被电击的感觉，是因为摩擦起电，所以D错误。

【考点定位】静电现象

11.(2016·浙江卷)如图所示，两个不带电的导体 A 和 B，用一对绝缘柱支持使它们彼此接触。把一带正电荷的物体 C 置于 A 附近，贴在 A、B 下部的金属箔都张开，



- A.此时 A 带正电，B 带负电
- B.此时 A 电势低，B 电势高
- C.移去 C，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合
- D.先把 A 和 B 分开，然后移去 C，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合

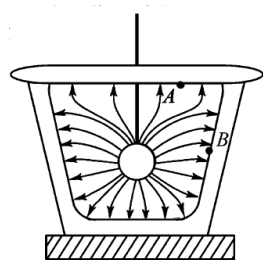
【答案】C

【解析】由静电感应可知，A 的左端带负电，B 的右端带正电，AB 的电势相等，选项 AB 错误；若移去 C，则两端的感应电荷消失，贴在 A、B 下部的金属箔都闭合，选项 C 正确；先把 A 和 B 分开，然后移去 C，则 A、B 带的电荷仍然存在，故贴在 A、B 下部的金属箔仍张开，选项 D 错误；故选 C。

【考点定位】静电感应

【名师点睛】此题是来自课本上的一个学生实验，考查静电感应问题，只要课本上的实验弄清楚，此题是没难度的。解决类似试题的关键是，知道静电感应的实质是同性电荷相互排斥，异性电荷相互吸引；带电体达到静电平衡时，带电体是一个等势体。

12.(2016·江苏卷·T3)一金属容器置于绝缘板上，带电小球用绝缘细线悬挂于容器中，容器内的电场线分布如图所示.容器内表面为等势面，A、B 为容器内表面上的两点，下列说法正确的是



- A. A 点的电场强度比 B 点的大
- B. 小球表面的电势比容器内表面的低
- C. B 点的电场强度方向与该处内表面垂直
- D. 将检验电荷从 A 点沿不同路径移到 B 点，电场力所做的功不同

【答案】C

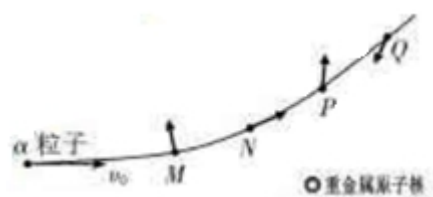
【解析】

试题分析：由图知 B 处的电场线比 A 处密集，所以 B 点的电场强度比 A 点的大，故 A 错误；根据沿电场线的方向电势降低可知，小球表面的电势比容器内表面的高，所以 B 错误；电场线的方向与等势面垂直，故 C 正确；由于 A 、 B 在同一等势面上，将检验电荷从 A 点沿不同路径到 B 点，电场力所做的功都为零，所以 D 错误。

【考点定位】考查静电平衡、带电粒子在电场中的运动

【方法技巧】掌握根据电场线的疏密判断电场强弱的方法以及由电场线的方向比较电势的高低，电场线与等势面垂直的关系，在等势面上移动电荷电场力不做功的特点，本题重点考查电场的基本性质，考试的热点，每年必考。

13.(2015·安徽卷·T14)图示是 α 粒子(氦原子核)被重金属原子核散射的运动轨迹， M 、 N 、 P 、 Q 是轨迹上的四点，在散射过程中可以认为重金属原子核静止不动。图中标出的 α 粒子在各点处的加速度方向正确的是



A.M 点

B.N 点

C.P 点

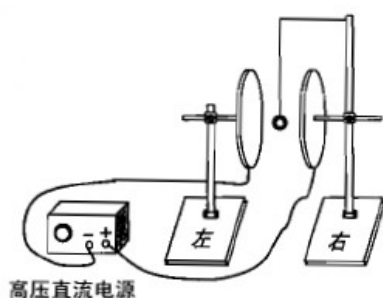
D.Q 点

【答案】C

【解析】由库仑定律，可得两点电荷间的库仑力的方向在两者的两线上，同种电荷相互排斥，由牛顿第二定律，加速度的方向就是合外力的方向，故 C 正确，ABD 错误。

【考点定位】考查库仑定律和牛顿第二定律。

14.(2015·浙江卷·T16)如图所示为静电力演示仪，两金属极板分别固定于绝缘支架上，且正对平行放置。工作时两板分别接高压直流电源的正负极，表面镀铝的乒乓球用绝缘细线悬挂在金属极板中间，则



- A.乒乓球的左侧感应出负电荷
- B.乒乓球受到扰动后，会被吸在左极板上
- C.乒乓球共受到电场力，重力和库仑力三个力的作用
- D.用绝缘棒将乒乓球拨到与右极板接触，放开后乒乓球会在两极板间来回碰撞

【答案】D

【解析】从图中可知金属板右侧连接电源正极，所以电场水平向左，故乒乓球上的电子移动到右侧，即乒乓球的右侧感应出负电荷，A 错误；乒乓球右侧带负电，受到的电场力向右，乒乓球左侧带正电，受到的电场力向左，因为左右两侧感应出的电荷量相等，所以受到的电场力相等，乒乓球受到扰动后，最终仍会静止，

不会吸附到左极板上，B 错误；乒乓球受到重力和电场力作用，库仑力即为电场力，C 错误；用绝缘棒将乒乓球拨到与右极板接触，乒乓球带正电，在电场力作用下，与左极板接触，然后乒乓球带负电，又在电场力作用下，运动到右极板，与右极板接触后乒乓球带正电，在电场力作用下，运动到左极板，如此重复，即乒乓球会在两极板间来回碰撞，D 正确。

【考点定位】考查了库仑力，静电感应

15.(2011·海南卷)三个相同的金属小球 1.2.3.分别置于绝缘支架上，各球之间的距离远大于小球的直径。球 1 的带电量为 q ，球 2 的带电量为 nq ，球 3 不带电且离球 1 和球 2 很远，此时球 1、2 之间作用力的大小为 F 。现使球 3 先与球 2 接触，再与球 1 接触，然后将球 3 移至远处，此时 1、2 之间作用力的大小仍为 F ，方向不变。由此可知

A. $n=3$ B. $n=4$ C. $n=5$ D. $n=6$

【答案】D

【解析】球 3 与 1、2 接触后 1、2 之间作用力的大小仍为 F ，方向不变，1、2 之间距离不变，由库仑定律可知，球 3 与 1、2 接触前后，球 1 和球 2 的电荷乘积相等，带电后 3 个小球均带上同种电荷。接触前，1、2 电荷乘积为 nq^2 ；3 与 2 接触后，

2、3 的电荷变为 $\frac{nq}{2}$ ；3 与 1 接触后，1、3 的电荷变为 $\frac{\frac{nq}{2} + q}{2}$ ，最后 1、2 电荷乘积变为 $\frac{nq}{2} \cdot \frac{\frac{nq}{2} + q}{2}$ 。综上所述， $\frac{nq}{2} \cdot \frac{\frac{nq}{2} + q}{2} = nq^2$ ，解得 $n=6$ ，选 D.

【考点定位】库仑定律

16.(2015·安徽卷·T15)由库仑定律可知,真空中两个静止的点电荷,带电荷量分别为 q_1 和 q_2 。其间距离为 r 时,它们之间相互作用力的大小为 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, 式中 k 为静电力常量。若用国际单位制的基本单位表示, k 的单位应为

- A. $\text{kg} \cdot \text{A}^2 \cdot \text{m}^3$ B. $\text{kg} \cdot \text{A}^{-2} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-4}$ C. $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ D. $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{A}^{-2}$

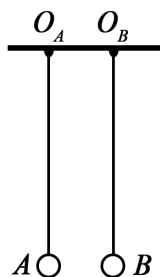
【答案】B

【解析】由 $k = \frac{Fr^2}{q_1 q_2}$ 可得单位为 $\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^2}{(\text{A} \cdot \text{s})^2 \cdot \text{s}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^3}{\text{A}^2 \cdot \text{s}^4}$, 故选 B。

。

【考点定位】考查库仑定律和单位制

17.(2016·浙江卷·T19)如图所示,把 A、B 两个相同的导电小球分别用长为 0.10 m 的绝缘细线悬挂于 O_A 和 O_B 两点。用丝绸摩擦过的玻璃棒与 A 球接触,棒移开后,将悬点 O_B 移到 O_A 点固定。两球接触后分开,平衡时距离为 0.12 m。已测得每个小球质量是 $8.0 \times 10^{-4} \text{ kg}$, 带电小球可视为点电荷,重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 静电力常量 $k = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, 则



- A. 两球所带电荷量相等
B. A 球所受的静电力为 $1.0 \times 10^{-2} \text{ N}$
C. B 球所带的电荷量为 $4\sqrt{6} \times 10^{-8} \text{ C}$

D.A、B 两球连线中点处的电场强度为 0

【答案】ACD

【解析】两相同的导电小球接触后电荷量均分，故两小球所带电荷量相等，选项 A 正确；

对 A 球进行受力分析可知，由几何关系，两球分开后，悬线与竖直方向的夹角为 37° ，根据平行四边形法则可得， $F = mg \tan 37^\circ = 6.4 \times 10^{-3} \text{N}$ ，选项 B 错误；

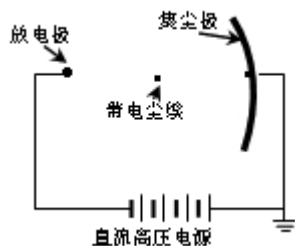
根据库仑定律有 $F = k \frac{q_A q_B}{l^2} = k \frac{q_B^2}{l^2}$ ，解得 $q_B = \sqrt{\frac{Fl^2}{k}} = 4\sqrt{6} \times 10^{-3} \text{C}$ ，选项 C 正确；

AB 带等量的同种电荷，故在 A、B 两小球连线中点处的电场强度为 0，选项 D 正确；故选 ACD。

【考点定位】物体的平衡；库仑定律；电场强度

【名师点睛】此题是关于共点力的平衡及库仑定律的应用问题，是我们平时经常接触到的题目略作改编而成的新试题，只要平时对基础题目理解到位，有一定的基础知识就能解答；所以建议我们的同学平时学习要扎扎实实的做好常规题。

18.(2011·广东卷)图为静电除尘器除尘机理的示意图。尘埃在电场中通过某种机制带电，在电场力的作用下向集尘极迁移并沉积，以达到除尘目的。下列表述正确的是



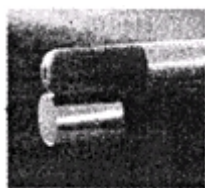
- A.到达集尘极的尘埃带正电荷
- B.电场方向由集尘极指向放电极
- C.带电尘埃所受电场力的方向与电场方向相同
- D.同一位置带电荷量越多的尘埃所受电场力越大

【答案】BD

【解析】由于集尘极与电池的正极连接，电场方向有集尘板指向放电极，B 正确.而尘埃在电场力作用下向集尘极迁移并沉积，说明尘埃带负电，A 错误.负电荷在电场中受电场力的方向与电场力方向相反，C 错误.根据 $F=Eq$ 可得，D 正确.

【考点定位】静电现象

19.(2012·浙江卷)用金属箔做成一个不带电的圆环，放在干燥的绝缘桌面上。小明同学用绝缘材料做的笔套与头发摩擦后，将笔套自上而下慢慢靠近圆环，当距离约为 0.5cm 时圆环被吸引到笔套上，如图所示。对上述现象的判断与分析，下列说法正确的是



- A.摩擦使笔套带电
- B.笔套靠近圆环时，圆环上、下部感应出异号电荷
- C.圆环被吸引到笔套的过程中，圆环所受静电力的合力大于圆环的重力

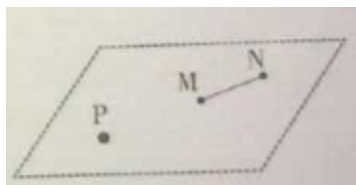
D.笔套碰到圆环后，笔套所带的电荷立刻被全部中和

【答案】ABC

【解析】摩擦使笔套带电，带电的笔套靠近圆环的时候，圆环反生静电感应，上下部分感应出等量的异号电荷，吸引过程中，圆环加速度向上，静电合力大于圆环重力；绝缘材料做出的笔套，自由电子无法移动，电荷无法立刻被综合，故 ABC 正确

【考点定位】本题考查静电感应，牛顿定律及其相关知识

20.(2014·广东卷·T20)如图所示，光滑绝缘的水平桌面上，固定着一个带电荷量为+Q 的小球 P。带电荷量分别为-q 和+2q 的小球 M 和 N。由绝缘细杆相连，静止在桌面上。P 与 M 相距 L，P、M 和 N 视为点电荷。下列说法正确的是



A.M 与 N 的距离大于 L

B.P、M 和 N 在同一直线上

C.在 P 产生的电场中，M、N 处的电势相同

D.M、N 及细杆组成的系统所受合外力为零

【答案】BD

【解析】由于 MN 处于静止状态，则 MN 合力为 0，即 $F_{PM} = F_{PN}$ ，即 $k \frac{Qq}{L^2} = k \frac{2Qq}{x^2}$ ，则有 $x = \sqrt{2}L$ ，那么 MN 间距离约为 0.4L，故选项 A 错误；

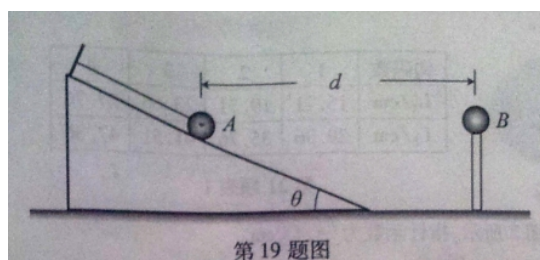
由于 MN 静止不动，P 对 M 和对 N 的力应该在一条直线上，故选项 B 正确；

在 P 产生电场中，M 点电势较高，故选项 C 错误；

由于 MN 静止不动，则 M、N 和杆组成的系统合外力为 0，故选项 D 正确。

【考点定位】本题考查库仑定律、电场的性质和物体平衡条件

21.(2014·浙江卷)如图所示，水平地面上固定一个光滑绝缘斜面，斜面与水平面的夹角为 θ 。一根轻质绝缘细线的一端固定在斜面顶端，另一端系有一个带电小球 A，细线与斜面平行。小球 A 的质量为 m 、电量为 q 。小球 A 的右侧固定放置带等量同种电荷的小球 B，两球心的高度相同、间距为 d 。静电力常量为 k ，重力加速度为 g ，两带电小球可视为点电荷。小球 A 静止在斜面上，则()



A. 小球 A 与 B 之间库仑力的大小为 $k \frac{q^2}{d^2}$

B. 当 $\frac{q}{d} = \sqrt{\frac{mg \sin \theta}{k}}$ 时，细线上的拉力为 0

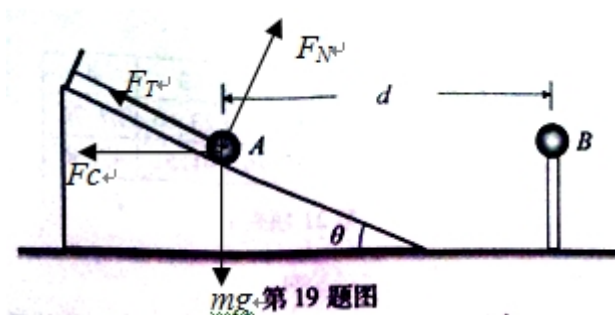
C. 当 $\frac{q}{d} = \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}}$ 时，细线上的拉力为 0

D. 当 $\frac{q}{d} = \sqrt{\frac{mg}{k \tan \theta}}$ 时，斜面对小球 A 的支持力为 0

【答案】AC

【解析】由题意知,根据库伦定律可求小球 A 与 B 之间库仑力的大小为 $F_c = k \frac{q^2}{d^2}$,

故 A 正确;以小球 A 为研究对象受力分析如图:

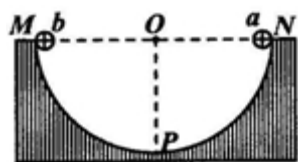


根据物体的平衡条件可求当 mg 、 F_c 、 F_N 三力的合力等于零时, 即 $k \frac{q^2}{d^2} = mg \tan \theta$

时, 细线上的拉力为 0, 所以 B 错误; C 正确; 由平衡条件知, 小球 A 受弹力不可能为零, 所以 D 错误。

【考点定位】库伦定律、物体的平衡

22.(2015·四川卷·T6)如图所示, 半圆槽光滑、绝缘、固定, 圆心是 O, 最低点是 P, 直径 MN 水平, a、b 是两个完全相同的带正电小球(视为点电荷), b 固定在 M 点, a 从 N 点静止释放, 沿半圆槽运动经过 P 点到达某点 Q(图中未画出)时速度为零。则小球 a



- A.从 N 到 Q 的过程中, 重力与库仑力的合力先增大后减小
- B.从 N 到 P 的过程中, 速率先增大后减小
- C.从 N 到 Q 的过程中, 电势能一直增加

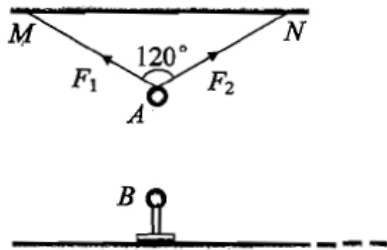
D.从 P 到 Q 的过程中，动能减少量小于电势能增加量

【答案】BC

【解析】a 球从 N 点静止释放后，受重力 mg 、b 球的库仑斥力 F_C 和槽的弹力 N 作用，a 球在从 N 到 Q 的过程中， mg 与 F_C 的夹角 θ 逐渐减小，不妨先假设 F_C 的大小不变，随着 θ 的减小 mg 与 F_C 的合力 F 将逐渐增大，况且，由库仑定律和图中几何关系可知，随着 θ 的减小 F_C 逐渐增大，因此 F 一直增加，故选项 A 错误；在 a 球在从 N 到 Q 的过程中，a、b 两小球距离逐渐变小，电场力一直做负功，电势能一直增加，故选项 C 正确；显然在从 P 到 Q 的过程中，根据能的转化与守恒可知，其电势能增加量等于其机械能的减少量，b 球在 Q 点时的重力势能大于其在 P 点时的重力势能，因此该过程中动能一定在减少，且其减少量一定等于其电势能与重力势能增加量之和，故选项 D 错误；既然在从 P 到 Q 的过程中，b 球的动能在减少，因此其速率也在减小，而开始在 N 点时速率为 0，开始向下运动段中，其速率必先增大，故选项 B 正确。

【考点定位】孤立点电荷等势面特征、库仑定律、平行四边形定则、功能关系、能量守恒定律的应用。

23.(2015·浙江卷·T20)如图所示，用两根长度相同的绝缘细线把一个质量为 0.1kg 的小球 A 悬挂到水平板的 MN 两点，A 上带有 $Q=3.0\times 10^{-6}\text{C}$ 的正电荷。两线夹角为 120° ，两线上的拉力大小分别为 F_1 和 F_2 。A 的正下方 0.3m 处放有一带等量异种电荷的小球 B，B 与绝缘支架的总质量为 0.2kg (重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ ；静电力常量 $k=9.0\times 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ ，AB 球可视为点电荷)则



- A. 支架对地面的压力大小为 2.0N
- B. 两线上的拉力大小 $F_1 = F_2 = 1.9\text{N}$
- C. 将 B 水平右移, 使 M、A、B 在同一直线上, 此时两线上的拉力大小 $F_1 = 1.225\text{N}, F_2 = 1.0\text{N}$
- D. 将 B 移到无穷远处, 两线上的拉力大小 $F_1 = F_2 = 0.866\text{N}$

【答案】BC

【解析】对 B 和支架分析可知, 受到竖直向下的重力, 和 A 对 B 竖直向上的库仑力, 故对地面的压力为 $F_N = G_{B\text{支}} - k \frac{q_A q_B}{r^2} = 1.1\text{N}$, A 错误;

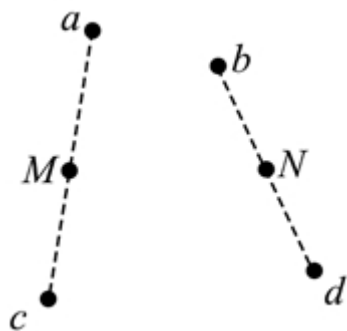
对 A 分析, A 受到竖直向下的重力, 竖直向下的库仑力, 两线上的拉力, 三力的夹角正好是 120° , 处于平衡状态, 所以 $F_1 = F_2 = G_A + k \frac{q_A q_B}{r^2} = 1.9\text{N}$, B 正确;

将 B 水平右移, 使 M、A、B 在同一直线上, 则两小球的距离变为 $r' = \frac{0.3}{\sin 30^\circ} = 0.6\text{m}$, 故有 $F_1 - k \frac{q_A q_B}{r'^2} = F_2 = G_A$, 解得 $F_1 = 1.225\text{N}, F_2 = 1.0\text{N}$, C 正确;

将 B 移到无穷远处, 两小球之间的库仑力为零, 则两线上的拉力大小 $F_1 = F_2 = G_A = 1\text{N}$, D 错误。

【考点定位】库伦定律, 共点力平衡条件

24.(2018·全国 II 卷·T20)(多选)如图, 同一平面内的 a、b、c、d 四点处于匀强电场中, 电场方向与此平面平行, M 为 a、c 连线的中点, N 为 b、d 连线的中点。一电荷量为 $q(q>0)$ 的粒子从 a 点移动到 b 点, 其电势能减小 W_1 ; 若该粒子从 c 点移动到 d 点, 其电势能减小 W_2 , 下列说法正确的是()



- A. 此匀强电场的场强方向一定与 a、b 两点连线平行
- B. 若该粒子从 M 点移动到 N 点, 则电场力做功一定为 $\frac{W_1 + W_2}{2}$
- C. 若 c、d 之间的距离为 L, 则该电场的场强大小一定为 $\frac{W_2}{qL}$
- D. 若 $W_1 = W_2$, 则 a、M 两点之间的电势差一定等于 b、N 两点之间的电势差

【答案】BD

【解析】试题分析：利用电场力做功 $W = qU$, 可以找到两点之间电势差的关系, 要知道中点电势和两端点电势之间的关系。

A、选项根据题意无法判断, 故 A 项错误；

B、由于电场为匀强磁场, M 为 a、c 连线的中点, N 为 b、d 连线的中点, 所以 $\varphi_M = \varphi_c - \frac{\varphi_c - \varphi_a}{2} = \frac{\varphi_c + \varphi_a}{2}$

$$\varphi_N = \varphi_d - \frac{\varphi_d - \varphi_b}{2} = \frac{\varphi_d + \varphi_b}{2}$$

若该粒子从 M 点移动到 N 点，则电场力做功一定为

$$W = qU_{MN} = q(\varphi_M - \varphi_N) = q\frac{\varphi_c + \varphi_a}{2} - q\frac{\varphi_d + \varphi_b}{2} = \frac{qU_{cd} + qU_{ab}}{2} = \frac{W_1 + W_2}{2}, \text{ 故 B 正确；}$$

C、因为不知道匀强电场方向，所以场强大小不一定是故 $\frac{W_2}{qL}$ ，故 C 错误；

D、若 $W_1=W_2$ ，说明 $U_{cd}=U_{ab}$

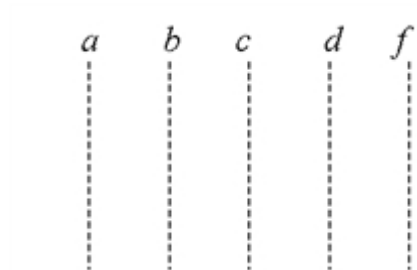
$$U_{aM} - U_{bN} = (\varphi_a - \varphi_M) - (\varphi_b - \varphi_N)$$

$$\text{由因为 } \varphi_M = \varphi_c - \frac{\varphi_c - \varphi_a}{2} = \frac{\varphi_c + \varphi_a}{2}, \quad \varphi_N = \varphi_d - \frac{\varphi_d - \varphi_b}{2} = \frac{\varphi_d + \varphi_b}{2} =, \text{ ‘理宁之肆’}$$

解得： $U_{aM} - U_{bN} = 0$ ，故 D 正确。故选 BD

点睛：对匀强电场的电场特征要了解，利用电场力做功与电势差之间的关系求解。

25.(2018·新课标 I 卷·T20)(多选)图中虚线 a、b、c、d、f 代表匀强电场内间距相等的一组等势面，已知平面 b 上的电势为 2 V。一电子经过 a 时的动能为 10 eV，从 a 到 d 的过程中克服电场力所做的功为 6 eV。下列说法正确的是()



A. 平面 c 上的电势为零

B. 该电子可能到达不了平面 f

- C. 该电子经过平面 d 时，其电势能为 4 eV
- D. 该电子经过平面 b 时的速率是经过 d 时的 2 倍

【答案】AB

【解析】本题考查等势面及其相关的知识点。

根据题述，匀强电场中等势面间距相等，相邻等势面之间的电势差相等。设相邻等势面之间的电势差为 U ，根据电子从 a 到 d 的过程中克服电场力所做功为 $W_{ab}=6\text{ eV}$ ，电场方向水平向右。由 $W_{ab}=3eU$ ，联立解得： $U=2\text{ V}$ 。已知 b 的电势为 2 V ，则平面 c 上的电势为零，选项 A 正确；由于 af 之间的电势差为 $4U=8\text{ V}$ ，一电子经过 a 时的动能为 10 eV ，由于题述没有指出电子速度方向，若该电子速度方向指向左或指向上或下，则该电子就到达不了平面 f，选项 B 正确；由于题述没有指出电子速度方向，选项 CD 错误。

【点睛】此题以等势面切入，考查电场力做功及其相关知识点。

26.(2011·海南卷)关于静电场，下列说法正确的是

- A. 电势等于零的物体一定不带电
- B. 电场强度为零的点，电势一定为零
- C. 同一电场线上的各点，电势一定相等
- D. 负电荷沿电场线方向移动时，电势能一定增加

【答案】D

【解析】电势为零的点那是人为选取的，就像重力势能为零的问题一样，与物体带不带电是无关的，与电场强度的大小也无关，因此 AB 选项是错误的；电势沿电场线方向降低，C 错误；负电荷所受电场力方向与电场线方向相反，若电荷沿电场线方向移动，电场力做负功，电势能增加，D 正确；

【考点定位】电势、电势能、电场强度

27.(2016·全国新课标III卷)关于静电场的等势面，下列说法正确的是

- A.两个电势不同的等势面可能相交
- B.电场线与等势面处处相互垂直
- C.同一等势面上各点电场强度一定相等
- D.将一负的试探电荷从电势较高的等势面移至电势较低的等势面，电场力做正功

【答案】B

【解析】等势面相交，则电场线一定相交，故在同一点存在两个不同的电场强度方向，与事实不符，A 错误；

电场线与等势面垂直，B 正确；

同一等势面上的电势相同，但是电场强度不一定相同，C 错误；

将一负电荷从高电势处移动到低电势处，受到的电场力的方向是从低电势指向高电势，所以电场力的方向与运动的方向相反，电场力做负功，D 错误。

【考点定位】考查了电势、等势面、电场强度、电场力做功

【方法技巧】电场中电势相等的各个点构成的面叫做等势面;等势面与电场线垂直,沿着等势面移动点电荷,电场力不做功,等势面越密,电场强度越大,等势面越疏,电场强度越小。

28.(2016·上海卷)国际单位制中,不是电场强度的单位是

A.N/C

B.V/m

C.J/C

D.T·m/s

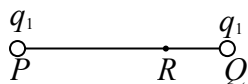
【答案】C

【解析】由公式 $E = \frac{F}{q}$ 可知, N/C 为电场强度单位;由公式 $E = \frac{U}{d}$ 可知, V/m 也是电场强度单位;由 $qE = qvB$ 可得 $E = vB$, 故 T·m/s 也是电场强度单位;由公式 $U = \frac{W}{q}$ 可知, J/C 是电势差单位, 故选 C。

【考点定位】电场强度

【方法技巧】本题通过电场强度公式 $E = \frac{F}{q}$, $E = \frac{U}{d}$, $E = vB$ 分别判断对应的场强单位。

29.(2013·海南卷)如图, 电荷量为 q_1 和 q_2 的两个点电荷分别位于 P 点和 Q 点。已知在 P、Q 连线至某点 R 处的电场强度为零, 且 $PR=2RQ$ 。则



A. $q_1=2q_2$

B. $q_1=4q_2$

C. $q_1=-2q_2$

D. $q_1=-4q_2$

【答案】B

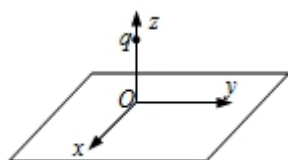
【解析】已知点 R 处的电场强度为零, 可知两点电荷的电性相同。根据题述, q_1 和 q_2 在点 R

处的电场强度大小相等，方向相反，由真空中点电荷周围的电场强度公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 知

$\frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2}$ ，将 $r_1 = 2r_2$ 代入可得 $q_1 = 4q_2$ ，故 B 正确。

【考点定位】考查学生对常见电场，磁场叠加原理的理解，注重基本知识的考查

30.(2013·安徽卷)如图所示，xOy 平面是无穷大导体的表面，该导体充满 $z < 0$ 的空间， $z > 0$ 的空间为真空。将电荷量为 q 的点电荷置于 z 轴上 $z=h$ 处，则在 xOy 平面上会产生感应电荷。空间任意一点处的电场皆是由点电荷 q 和导体表面上的感应电荷共同激发的。已知静电平衡时导体内部场强处处为零，则在 z 轴上 $z=h/2$ 处的场强大小为(k 为静电力常量)



- A. $k \frac{4q}{h^2}$ B. $k \frac{4q}{9h^2}$ C. $k \frac{32q}{9h^2}$ D. $k \frac{40q}{9h^2}$

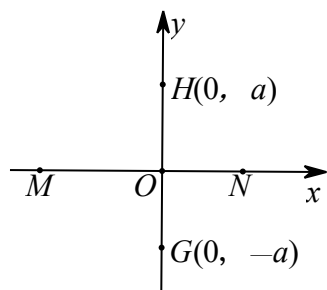
【答案】D

解析：用位于导体平面下方 h 处的镜像电荷 $-q$ 代替导体平面上的感应电荷，边界条件维持不变，即 yOz 平面为零势面。在 z 轴上 $z = \frac{h}{2}$ 处， q 的场强大小为 $E_1 = \frac{4kq}{h^2}$ ， $-q$ 的场强大小为 $E_2 = \frac{4kq}{9h^2}$ ，两个场强方向相同，其合场强 $E = k \frac{40q}{9h^2}$ ，故 D 对，A、B、C 错。

【考点定位】等量异性点电荷场强、电场线分布特点。

31.(2015·山东卷·T18)直角坐标系 xOy 中，M、N 两点位于 x 轴上，G、H 两点坐标如图，M、N 两点各固定一负点电荷，一电量为 Q 的正点电荷置于 O 点时，G

点处的电场强度恰好为零。静电力常量用 k 表示。若将该正点电荷移到 G 点,则 H 点处场强的大小和方向分别为



- A. $\frac{3kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴正向 B. $\frac{3kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴负向
C. $\frac{5kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴正向 D. $\frac{5kQ}{4a^2}$, 沿 y 轴负向

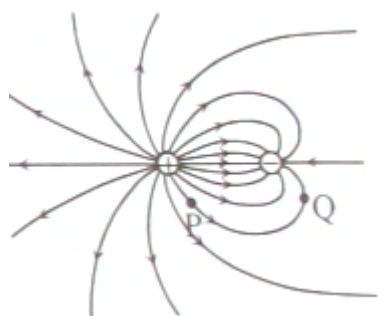
【答案】B

【解析】因正电荷在 O 点时, G 点的场强为零, 则可知两负电荷在 G 点形成的电场的合场强为 $E_{\text{合}} = k \frac{Q}{a^2}$; 若将正电荷移到 G 点, 则正电荷在 H 点的场强为

$E_1 = k \frac{Q}{(2a)^2} = \frac{1}{4} \frac{kQ}{a^2}$, 因两负电荷在 G 点的场强与在 H 点的场强等大反向, 则 H 点的合场强为 $E = E_{\text{合}} - E_1 = \frac{3kQ}{4a^2}$, 方向沿 y 轴负向; 故选 B

【考点定位】场强的叠加.

32.(2015·上海卷·T8)两个正、负点电荷周围电场线分布如图所示, P 、 Q 为电场中两点, 则



- A.正电荷由 P 静止释放能运动到 Q
- B.正电荷在 P 的加速度小于在 Q 的加速度
- C.负电荷在 P 的电势能高于在 Q 的电势能
- D.负电荷从 P 移动到 Q，其间必有一点电势能为零

【答案】D

【解析】正电荷在 p 点静止释放时，会沿电场线切线方向运动，所以不能运动到 Q 点，故 A 错误；

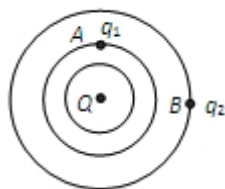
P 点的电场线密集，所以电场力，加速度也大，故 B 错误；

因为顺着电场线方向电势逐渐降低，所以负电荷在 P 的电势低于在 Q 的电势能，故 C 错误；

如果取无穷远处的电势为 0，正电荷附近 P 点电势高于 0，负电荷附近 Q 点的电势低于 0，所以负电荷从 P 移动到 Q，其间必经过有一点电势为 0，该点电势能也为 0，故 D 正确。

【考点定位】电场线；电势；电势能

33.(2012·福建卷)如图, 在点电荷 Q 产生的电场中, 将两个带正电的试探电荷 q_1 、 q_2 分别置于 A、B 两点, 虚线为等势线。取无穷远处为零电势点, 若将 q_1 、 q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做的功相等, 则下列说法正确的是



- A. A 点电势大于 B 点电势
- B. A、B 两点的电场强度相等
- C. q_1 的电荷量小于 q_2 的电荷量
- D. q_1 在 A 点的电势能小于 q_2 在 B 点的电势能

【答案】C

【解析】由题, 将两个带正电的试探电荷 q_1 、 q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做功, 则知 Q 与两个试探电荷之间存在引力, 说明 Q 带负电, 电场线方向从无穷远处指向 Q , 则 A 点电势小于 B 点电势.故 A 错误; 由点电荷场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 分析可知, A 点的场强大于 B 点的场强.故 B 错误; 由图分析可知: A 与无穷远间的电势差大于 B 与无穷远间的电势差, 将 q_1 、 q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做的功相等, 根据电场力做功公式 $W = qU$, 得知, q_1 的电荷量小于 q_2 的电荷量.故 C 正确; 将 q_1 、 q_2 移动到无穷远的过程中外力克服电场力做的功相等, 两个试探电荷电势能的变化量相等, 无穷远处电势能为零, 则 q_1 在 A 点的电势能等于 q_2 在 B 点的电势能, 故 D 错误。故选 C

【考点定位】本题考查电场的分布以及电势的相关知识

34.(2012·江苏卷)真空中, A、B 两点与点电荷Q 的距离分别为r 和3r, 则A、B 两点的电场强度大小之比为

A.3 : 1

B.1 : 3

C.9 : 1

D.1 : 9

【答案】C

【解析】由点电荷电场强度公式 $E = \frac{kQ}{r^2}$ 知, A、B 两点电场强度大小之比为 9 : 1,

C 正确

【考点定位】本题考查电场强度及其相关知识。

35.(2012·上海卷)A、B、C 三点在一直线上, AB : BC=1 : 2, B 点位于 A、C 之间, 在 B 处固定一电荷量为 Q 的点电荷。当在 A 处放一电荷量为 +q 的点电荷时, 它所受到的电场力为 F ;移去 A 处电荷, 在 C 处放电荷量为-2q 的点电荷, 其所受电场力为()

A.-F/2

B.F/2

C.-F

D.F

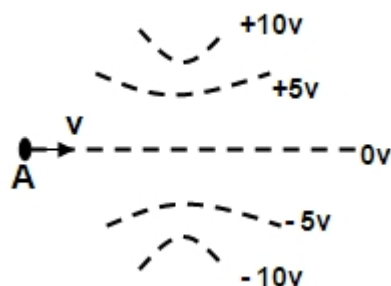
【答案】B

【解析】根据同种电荷相互排斥、异种电荷相互吸引, 分析可知电荷量为 -2q 的点电荷在 C 处所受的电场力方向与 F 方向相同。设 $AB = r$, 则有 $BC = 2r$ 。

则有: $F = k \frac{Qq}{r^2}$ 故电荷量为 -2q 的点电荷在 C 处所受电场力为: $F_c = k \frac{Q \cdot 2q}{(2r)^2} = \frac{F}{2}$ 。

【考点定位】本题考查点电荷的电场强度和电场力及其相关知识

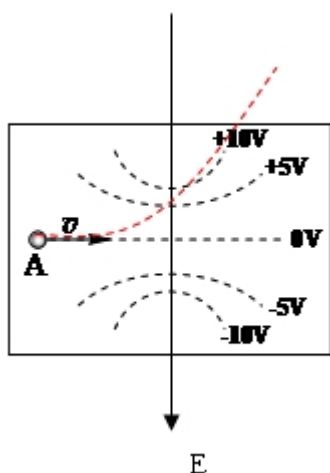
36.(2012·天津卷·T5)两个固定的等量异号电荷所产生电场的等势面如图中虚线所示,一带负电的粒子以某一速度从图中 A 点沿图示方向进入电场在纸面内飞行,最后离开电场,粒子只受到静电力作用,则粒子在电场中



- A.做直线运动,电势能先变小后变大
- B.做直线运动,电势能先变大后变小
- C.做曲线运动,电势能先变小后变大
- D.做曲线运动,电势能先变大后变小

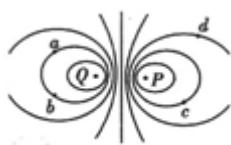
【答案】C

【解析】两个固定的等量异号点电荷产生电场的等势面与电场线垂直,且沿电场线电势减小,所以等量异号点电荷和它们间直线电场线如图所示。当带负电的粒子进入电场受到与其速度垂直的电场力而偏转做曲线运动。电子在斜向左的电场力作用下向左偏转,电场力做正功粒子的动能增加,电势能减小。答案 C。



【考点定位】本题考查电势能及其相关知识

37.(2012·重庆卷)空间中 P、Q 两点处各固定一个点电荷，其中 P 点处为正电荷，P、Q 两点附近电场的等势面分布如题图 20 图所示，a、b、c、d 为电场中的 4 个点，则



A.P、Q 两点处的电荷等量同种

B.a 点和 b 点的电场强度相同

C.c 点的电势低于 d 点的电势

D.负电荷从 a 到 c，电势能减少

【答案】D

【解析】由图中等势面的对称性知，P、Q 两处为等量异种电荷，A 错误；

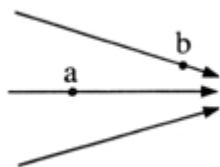
由于电场线与等势面垂直，所以 ab 两处的电场强度方向不同，B 错误；

P 处为正电荷，c 在离 P 更近的等势面上，c 点的电势高于 d 点的电势，C 错误；

从 a 到 c，电势升高，负电荷电势能减少，D 正确。

【考点定位】本题考查等量异种电荷电场的及其相关知识

38.(2011·上海卷)电场线分布如图所示, 电场中a, b两点的电场强度大小分别为
已知 E_a 和 E_b , 电势分别为 φ_a 和 φ_b , 则



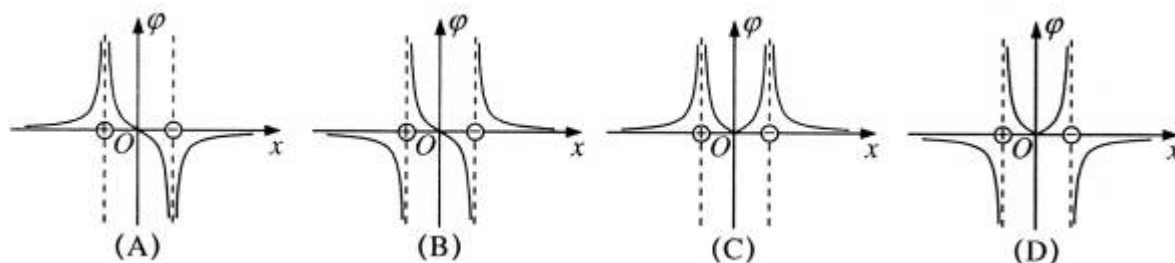
- A. $E_a > E_b$, $\varphi_a > \varphi_b$ B. $E_a > E_b$, $\varphi_a < \varphi_b$
C. $E_a < E_b$, $\varphi_a > \varphi_b$ D. $E_a < E_b$, $\varphi_a < \varphi_b$

【答案】C

【解析】根据电场线疏密表示电场强度大小, $E_a < E_b$; 根据沿电场线电势降低, $\varphi_a > \varphi_b$, 故 ABD 错误, C 正确.

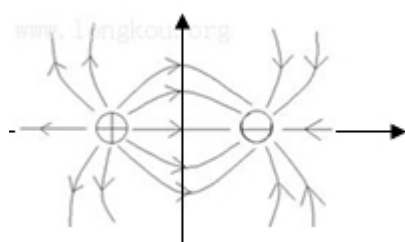
【考点定位】电场线, 电势, 电场强度

39.(2011·上海卷·T14)两个等量异种点电荷位于x轴上, 相对原点对称分布, 正确描述电势 φ 随位置 x 变化规律的是图



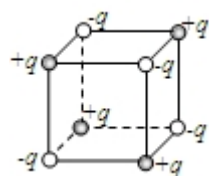
【答案】A

【解析】等量异种点电荷电场线如图所示，因为沿着电场线方向电势降低，所以，以正电荷为参考点，左右两侧电势都是降低的；因为逆着电场线方向电势升高，所以副电荷为参考点，左右两侧电势都是升高的。可见，在整个电场中，正电荷所在位置电势最高，负电荷所在位置电势最低，符合这种电势变化的情况只有 A 选项。



【考点定位】等量异种电荷电场规律

40.(2011·重庆卷)如图所示，电量为 $+q$ 和 $-q$ 的点电荷分别位于正方体的顶点，正方体范围内电场强度为零的点有



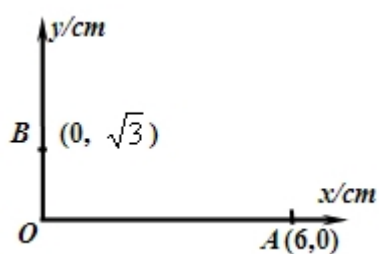
- A.体中心、各面中心和各边中点
- B.体中心和各边中点
- C.各面中心和各边中点
- D.体中心和各面中心

【答案】D

【解析】两个等量同种电荷在其连线的中点处的合场强为零。两个等量同种正电荷在其连线的中垂线上的合场强沿中垂线指向远离正电荷的方向。两个等量同种负电荷在其连线的中垂线上的合场强沿中垂线指向负电荷的方向。在正方体的上面中心，上面的四个电荷分成两组产生的场强都是零，下面的四个电荷分成两组产生的场强等大反向，所以正方体的上面中心处的合场强为零，同理所有各面中心处的合场强都为零。在体中心，可以将八个电荷分成四组，产生的合场强为零。而在各边中心，场强无法抵消，合场强不为零。正确答案是 D

【考点定位】电场的叠加

41.(2012·安徽卷)如图所示，在平面直角 中，有方向平行于坐标平面的匀强电场，其中坐标原点 O 处的电势为 0 V ，点 A 处的电势为 6 V ，点 B 处的电势为 3 V ，则电场强度的大小为



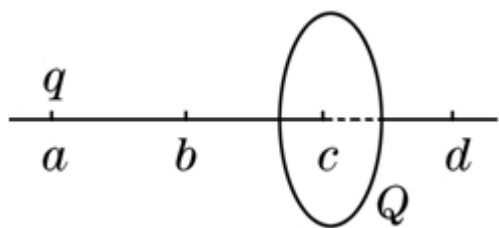
- A. 200 V/m B. $200\sqrt{3}\text{ V/m}$ C. 100 V/m D. $100\sqrt{3}\text{ V/m}$

【答案】A

【解析】在 x 轴上 $x = 3\text{ cm}$ 处电势为 3 V ，与 B 点等电势。该点与 B 点连线为等势线，过 O 点作等势线的垂线即为电场线，该垂线长度为 $3\sin 30^\circ\text{ cm} = 1.5\text{ cm}$ ，电场强度的大小为 $E = U/d = 200\text{ V/m}$ ，选项 A 正确。

【考点定位】此题考查电场及其相关知识

42.(2013·新课标全国卷 I)如图,一半径为 R 的圆盘上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷,在垂直于圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a 、 b 、 d 三个点, a 和 b 、 b 和 c 、 c 和 d 间的距离均为 R ,在 a 点处有一电荷量为 $q(q>0)$ 的固定点电荷。已知 b 点处的场强为零,则 d 点处场强的大小为(k 为静电力常量)



- A. $k \frac{3q}{R^2}$ B. $k \frac{10q}{9R^2}$ C. $k \frac{Q+q}{R^2}$ D. $k \frac{9Q+q}{9R^2}$

【答案】B

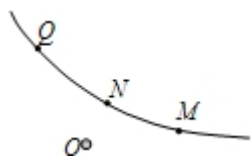
【解析】设 Q 在 b 点产生的场强大小为 E , 由对称性可知 Q 在 d 点产生的场强大小也为 E , 方向相反, 水平向右, 由于 b 点的场强为零, 得 $E = k \frac{q}{R^2}$, 所以 q 、 Q

在 d 点产生的场强为 $E_d = k \frac{q}{(3R)^2} + E = k \frac{q}{(3R)^2} + k \frac{q}{R^2} = k \frac{10q}{9R^2}$, 所以 B 选项正确。

。

【考点定位】点电荷的电场、电场的叠加

43.(2013·重庆卷·T3)如题 3 图所示, 高速运动的 α 粒子被位于 O 点的重原子核散射, 实线表示 α 粒子运动的轨迹, M 、 N 和 Q 为轨迹上的三点, N 点离核最近, Q 点比 M 点离核更远, 则



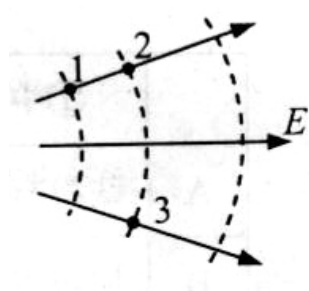
- A. α 粒子在 M 点的速率比在 Q 点的大
- B. 三点中, α 粒子在 N 点的电势能最大
- C. 在重核产生的电场中, M 点的电势比 Q 点的低
- D. α 粒子从 M 点运动到 Q 点, 电场力对它做的总功为负功

【答案】B

α 粒子从 Q 到 N, 电场力做负功 W_1 , 速度变小, 动能减小, 电势能增大; 从 N 到 M, 电场力做正功 W_2 , 动能增加, 电势能减小, 且有 $|W_1| > W_2$, 因此 $v_Q > v_M$, 在 N 点电势能最大, 选项 A、D 错, B 对。由题意知 O 点的重原子核带正电, M 离 O 较近, 因此 M 点的电势高于 Q 点的电势. 选项 C 错误。

【考点定位】点电荷周围的场强、等势线分布, 电势和电势能的关系, 电场力做功与电势能和动能之间转化的关系。

44.(2014·北京卷)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



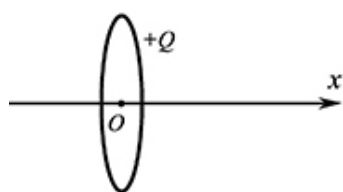
- A. 1、2 两点的电场强度相等 B. 1、3 两点的电场强度相等
- C. 1、2 两点的电势相等 D. 2、3 两点的电势相等

【答案】D

【解析】电场线的疏密程度表示场强的大小，1 点的场强大于 2、3 点的场强，A、B 错误；沿着电场线方向，电势逐渐降低，故 1 点的电势高于 2 点的电势，C 错误；等势线上各点的电势相等，故 2、3 两点的电势相等，D 正确。

【考点定位】电场与电场线的有关知识

45.(2014·江苏卷·T4)如图所示，一圆环上均匀分布着正电荷， x 轴垂直于环面且过圆心 O ，下列关于 x 轴上的电场强度和电势的说法中正确的是()



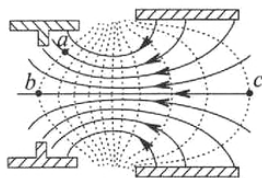
- A.O 点的电场强度为零，电势最低
- B.O 点的电场强度为零，电势最高
- C.从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度减小，电势升高
- D.从 O 点沿 x 轴正方向，电场强度增大，电势降低

【答案】B

【解析】 O 点合场强为零，在 O 点右侧每一点合场强方向向右，在 O 点左侧每一点合场强方向向左，沿电场方向电势降低，所以 O 点电势最高，B 项正确；ACD 错误。

【考点定位】本题主要考查了电场力的性质和能的性质问题，属于中档题。

46.(2014·重庆卷)如题 3 图所示为某示波管内的聚焦电场，实线和虚线分别表示电场线和等势线，两电子分别从 a 、 b 两点运动到 c 点，设电场力对两电子做的功分别为 W_a 和 W_b ， a 、 b 点的电场强度大小分别为 E_a 和 E_b ，则



题3图

- A. $W_a = W_b, E_a > E_b$ B. $W_a \neq W_b, E_a > E_b$
- C. $W_a = W_b, E_a < E_b$ D. $W_a \neq W_b, E_a < E_b$

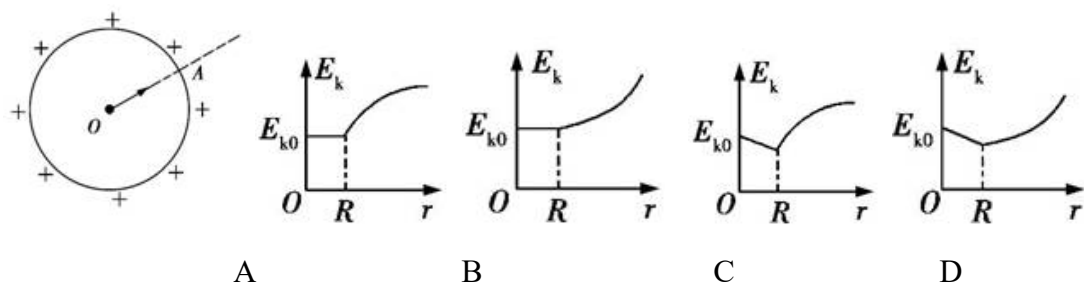
【答案】A

【解析】电子在电场中运动电场力做功 $W = qU$ ，由于 a、b 两点位于同一条等势线上，故 $\varphi_a = \varphi_b$ ，有 $U_{ac} = U_{bc}$ ，可得 $W_a = W_b$ ；电场线的疏密程度反映场强的大小，a 点比 b 点的电场线密些，故场强大些， $E_a > E_b$ ，故选 A.

【考点定位】本题考查了电场线和等势面的特点、电场力做功、电场强度的判断.

【方法技巧】电场强度的大小看疏密，方向看切线。

47.(2014·山东卷)如图，半径为 R 的均匀带正电薄球壳，其上有一小孔 A。已知壳内的场强处处为零；壳外空间的电场与将球壳上的全部电荷集中于球心 O 时在壳外产生的电场一样。一带正电的试探电荷(不计重力)从球心以初动能 E_{k0} 沿 OA 方向射出。下列关于试探电荷的动能 E_k 与离开球心的距离 r 的关系图象，可能正确的是

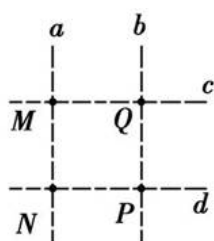


【答案】A

【解析】由于在球壳内场强处处为零，因此从 O 向 A 运动的过程中电荷不受电场力，做匀速直线运动，动能不发生变化，图象为一条水平直线，C、D 错误；通过 A 点后，电荷做加速运动，但场强逐渐减小，通过相同的位移，电场力做功逐渐减小，根据动能定理，试探电荷的动能的增量逐渐减小，即图象的斜率逐渐减小，A 正确，B 错误。

【考点定位】动能定理，点电荷的电场

48.(2015·全国新课标 I 卷·T15)如图所示，直线 a、b 和 c、d 是处于匀强电场中的两组平行线，M、N、P、Q 是它们的交点，四点处的电势分别为 φ_M 、 φ_N 、 φ_P 、 φ_Q 。一电子由 M 点分别运动到 N 点和 P 点的过程中，电场力所做的负功相等，则



- A. 直线 a 位于某一等势面内， $\varphi_M > \varphi_Q$
- B. 直线 c 位于某一等势面内， $\varphi_M > \varphi_N$
- C. 若电子由 M 点运动到 Q 点，电场力做正功
- D. 若电子由 P 点运动到 Q 点，电场力做负功

【答案】B

【解析】电子带负电荷，从 M 到 N 和 P 做功相等，说明电势差相等，即 N 和 P 的电势相等，匀强电场中等势线为平行的直线，所以 NP 和 MQ 分别是两条等势线，从 M 到 N，电场力对负电荷做负功，说明 MQ 为高电势，NP 为低电势。所以直线 c 和 d 都是位于某一等势线内，但是 $\varphi_M > \varphi_Q$ ， $\varphi_M > \varphi_N$ ，选项 A 错，B 对。若电子从 M 点运动到 Q 点，初末位置电势相等，电场力不做功，选项 C 错。电子作为负电荷从 P 到 Q 即从低电势到高电势，电场力做正功，电势能减少，选项 D 错。

【考点定位】等势面和电场线

49.(2012·安徽卷)如图 1 所示，半径为 r 均匀带电圆形平板，单位面积带电量为 σ ，其轴线上任意一点 P(坐标为 x) 的电场强度可以由库仑定律和电场强度的叠加原理求出：

$$E = 2\pi\kappa\sigma \left[1 - \frac{x}{(r^2 + x^2)^{1/2}} \right], \text{ 方向沿 } x \text{ 轴。}$$

现考虑单位面积带电量为 σ_0 的无限大均匀带电平板，从其中间挖去一半径为 r 的圆板，如图 2 所示。则圆孔轴线上任意一点 Q(坐标为 x) 的电场强度为

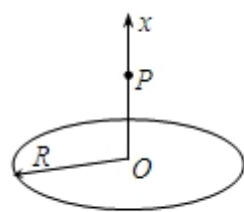


图 1

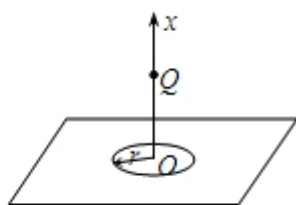


图 2

- A. $2\pi\kappa\sigma_0 \frac{x}{(r^2 + x^2)^{1/2}}$ B. $2\pi\kappa\sigma_0 \frac{r}{(r^2 + x^2)^{1/2}}$ C. $2\pi\kappa\sigma_0 \frac{x}{r}$ D. $2\pi\kappa\sigma_0 \frac{r}{x}$

【答案】A

【解析】无限大均匀带电平板 R 取无限大,

在 Q 点产生的场强： $E_1=2\pi k\sigma[1-\frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}}]\approx 2\pi k\sigma$ ，

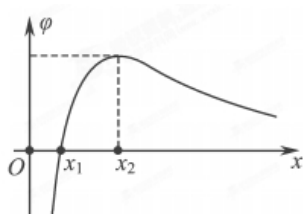
半径为 r 的圆板在 Q 点产生的场强： $E_2=2\pi k\sigma[1-\frac{x}{\sqrt{r^2+x^2}}]$ ，

无限大均匀带电平板，从其中间挖去一半径为 r 的圆板后的场强是两个场强的差，

所以： $E=E_1-E_2=2\pi k\sigma_0\frac{x}{(r^2+x^2)^{\frac{1}{2}}}$ ，所以选项 A 正确.

【考点定位】此题考查利用相关知识对物理关系式分析鉴别能力

50.(2017·江苏卷)在 x 轴上有两个点电荷 q_1 、 q_2 ，其静电场的电势 φ 在 x 轴上分布如图所示.下列说法正确有



- (A) q_1 和 q_2 带有异种电荷
- (B) x_1 处的电场强度为零
- (C) 负电荷从 x_1 移到 x_2 ，电势能减小
- (D) 负电荷从 x_1 移到 x_2 ，受到的电场力增大

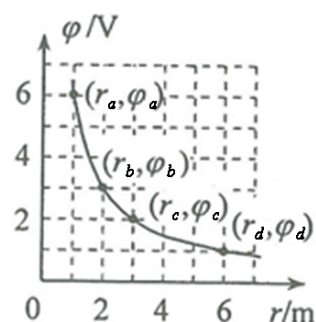
【答案】AC

【解析】由图知 x_1 处的电势等于零，所以 q_1 和 q_2 带有异种电荷，A 正确，图象的斜率描述该处的电场强度，故 x_1 处场强不为零，B 错误；负电荷从 x_1 移到 x_2 ，由低电势向高电势移动，电场力做正功，电势能减小，故 C 正确；由图知，负电荷从 x_1 移到 x_2 ，电场强度越来越小，故电荷受到的电场力减小，所以 D 错误。

【考点定位】电势 电场强度 电势能

【名师点睛】本题的核心是对 $\varphi-x$ 图象的认识，要能利用图象大致分析出电场的方向及电场线的疏密变化情况，依据沿电场线的方向电势降低，还有就是图象的斜率描述电场的强弱——电场强度。

51.(2017·新课标 I 卷·T20)在一静止点电荷的电场中，任一点的电势 φ 与该点到点电荷的距离 r 的关系如图所示。电场中四个点 a、b、c 和 d 的电场强度大小分别 E_a 、 E_b 、 E_c 和 E_d 。点 a 到点电荷的距离 r_a 与点 a 的电势 φ_a 已在图中用坐标 (r_a, φ_a) 标出，其余类推。现将一带正电的试探电荷由 a 点依次经 b、c 点移动到 d 点，在相邻两点间移动的过程中，电场力所做的功分别为 W_{ab} 、 W_{bc} 和 W_{cd} 。下列选项正确的是



- A. $E_a : E_b = 4 : 1$ B. $E_c : E_d = 2 : 1$ C. $W_{ab} : W_{bc} = 3 : 1$ D. $W_{bc} : W_{cd} = 1 : 3$

【答案】AC

【解析】由题图可知，a、b、c、d 到点电荷的距离分别为 1cm、2m、3m、6m，根据点

电荷的场强公式 $E = k \frac{Q}{r^2}$ 可知， $\frac{E_a}{E_b} = \frac{r_b^2}{r_a^2} = \frac{4}{1}$ ， $\frac{E_c}{E_d} = \frac{r_d^2}{r_c^2} = \frac{4}{1}$ ，故 A 正确，B 错误；

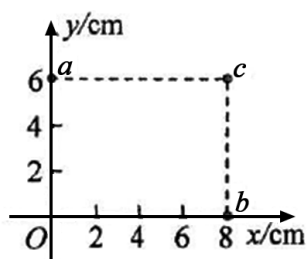
电场力做功 $W = Uq$ ，a 与 b、b 与 c、c 与 d 之间的电势差分别为 3V、1V、1V，所

以 $\frac{W_{ab}}{W_{bc}} = \frac{3}{1}$ ， $\frac{W_{bc}}{W_{cd}} = \frac{1}{1}$ ，故 C 正确，D 错误。

【考点定位】电场强度、电势差、电场力做功

【名师点睛】本题主要考查学生的识图能力，点电荷场强及电场力做功的计算。

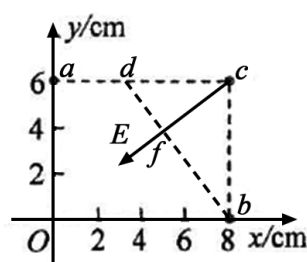
52.(2017·新课标Ⅲ卷)一匀强电场的方向平行于 xOy 平面，平面内 a、b、c 三点的位置如图所示，三点的电势分别为 10 V、17 V、26 V。下列说法正确的是



- A. 电场强度的大小为 2.5 V/cm
- B. 坐标原点处的电势为 1 V
- C. 电子在 a 点的电势能比在 b 点的低 7 eV
- D. 电子从 b 点运动到 c 点，电场力做功为 9 eV

【答案】ABD

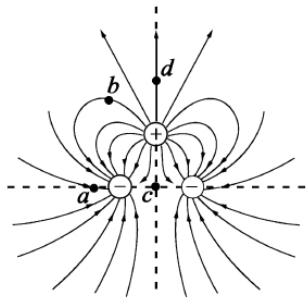
【解析】如图所示，设 a、c 之间的 d 点电势与 b 点相同，则 $\frac{ad}{dc} = \frac{10-17}{17-26} = \frac{7}{9}$ ，d 点坐标为(3.5 cm, 6 cm)，过 c 点作 $cf \perp bd$ 于 f，由几何关系可得 $cf=3.6$ cm，则电场强度 $E = \frac{U}{d} = \frac{26-17}{3.6} \text{ V/cm} = 2.5 \text{ V/cm}$ ，A 正确；因为四边形 Oacb 是矩形，所以有 $U_{ac} = U_{Ob}$ ，解得坐标原点 O 处的电势为 1 V，B 正确；a 点电势比 b 点电势低 7 V，电子带负电，所以电子在 a 点的电势能比在 b 点的高 7 eV，C 错误；b 点电势比 c 点电势低 9 V，电子从 b 点运动到 c 点，电场力做功为 9 eV，D 正确。



【考点定位】匀强电场中电场强度与电势差的关系、电势、电势能

【名师点睛】在匀强电场中沿同一方向线段的长度与线段两端的电势差成正比；在匀强电场中电场线平行且均匀分布，故等势面平行且均匀分布。以上两点是解决此类题目的关键。电势与电势能之间的关系，也是常考的问题，要知道负电荷在电势高处电势能低。

53.(2015·江苏卷·T8)两个相同的负电荷和一个正电荷附近的电场线分布如图所示，c 是两负电荷连线的中点，d 点在正电荷的正上方，c、d 到正电荷的距离相等，则



A.a 点的电场强度比 b 点的大

B.a 点的电势比 b 点的高

C.c 点的电场强度比 d 点的大

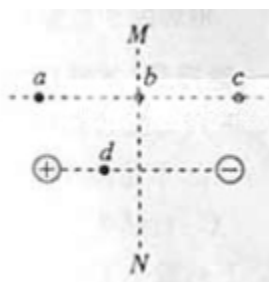
D.c 点的电势比 d 点的低

【答案】ACD

【解析】由图知，a 点处的电场线比 b 点处的电场线密集，c 点处电场线比 d 点处电场密集，所以 A、C 正确；过 a 点画等势线，与 b 点所在电场线的交点在 b 点沿电场线的方向上，所以 b 点的电势高于 a 点的电势，故 B 错误；同理可得 d 点电势高于 c 点电势，故 D 正确。

【考点定位】电场的基本性质

54.(2011·山东卷)如图所示，在两等量异种点电荷的电场中，MN 为两电荷连线的中垂线，a、b、c 三点所在直线平行于两电荷的连线，且 a 与 c 关于 MN 对称，b 点位于 MN 上，d 点位于两电荷的连线上。以下判断正确的是



A. b 点场强大于 d 点场强

B. b 点场强小于 d 点场强

C. a、b 两点的电势差等于 b、c 两点间的电势差

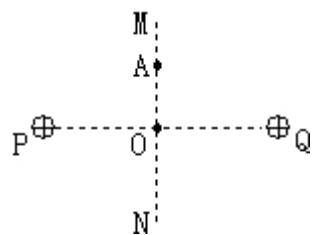
D. 试探电荷 $+q$ 在 a 点的电势能小于在 c 点的电势能

【答案】BC

【解析】在两等量异号电荷连线上，中间点电场强度最小；在两等量异号电荷连线的中垂线上，中间点电场强度最大；所以 b 点场强小于 d 点场强，选项 A 错误 B 正确；由对称性可知，a、b 两点的电势差等于 b、c 两点间的电势差，选项 C 正确；试探电荷 $+q$ 在 a 点的电势能大于在 c 点的电势能，选项 D 错误。

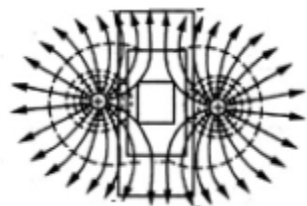
【考点定位】等量异种电荷

55.(2013·天津卷·T6)两个带等量正电的点电荷,固定在图中 P、Q 两点, MN 为 PQ 连线的中垂线,交 PQ 与 O 点, A 为 MN 上的一点,一带负电的试探电荷 q , 从 A 点由静止释放, 只在静电力作用下运动, 取无限远处的电势为零, 则



- A. q 由 A 向 O 的运动是匀加速直线运动 B. q 由 A 向 O 运动的过程电势能逐渐减小
- C. q 运动到 O 点时的动能最大 D. q 运动到 O 点时电势能为零

【答案】BC



【解析】在等量同种电荷连线中垂线的上部分电场强度方向由 O 指向 A , 点电荷 q 从 A 运动到 O 点的过程中, 电场力方向由 A 指向 O , 所以速度越来越大, 根据等量同种电荷的电场线分布情况可知, 疏密程度不同则电场强度的大小不同, 所以加速度也不同, 则点电荷 q 做变加速直线运动, 所以选项 A 错误; 点电荷由 A 向 O 运动的过程中, 电场力做正功, 则电势能逐渐减小, 动能逐渐增大, 到达 O 点时, 动能最大, 故选项 B、C 正确; 取无穷远处电势为零, 则 O 点电势不为零, 由电势能与电势的关系式 $E_p = q\varphi$ 可知, 点电荷在 O 点的电势能不为零, 则选项 D 错误。

【考点定位】电场线; 牛顿第二定律; 电势; 电场力的功.

56.(2014·新课标全国卷 II)关于静电场的电场强度和电势, 下列说法正确的是:

- A. 电场强度的方向处处与等势面垂直
- B. 电场强度为零的地方, 电势也为零
- C. 随着电场强度的大小逐渐减小, 电势也逐渐降低

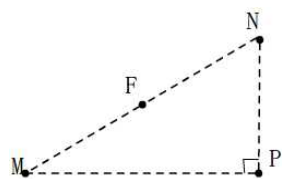
D.任一点的电场强度总是指向该点电势降落最快的方向

【答案】AD

【解析】电场线与等势面垂直，而电场强度的方向为电场线的方向，故电场强度的方向与等势面垂直，选项 A 正确；场强为零的地方电势不一定为零，例如等量同种正电荷连线中点处的场强为零，但是电势大于零，选项 B 错误；场强大小与电场线的疏密有关，而沿着电场线的方向电势是降低的，故随电场强度的大小逐渐减小，电势不一定降低，选项 C 错误；任一点的电场强度方向总是和电场线方向一致，而电场线的方向是电势降落最快的方向，选项 D 正确。

【考点定位】电场强度；电势。

57.(2014·新课标全国卷 I)如图，在正电荷 Q 的电场中有 M、N、P 和 F 四点，M、N、P 为直角三角形的三个顶点，F 为 MN 的中点， $\angle M = 30^\circ$ ，M、N、P、F 四点处的电势分别用 φ_M 、 φ_N 、 φ_P 、 φ_F 表示，已知 $\varphi_M = \varphi_N$ ， $\varphi_P = \varphi_F$ ，点电荷 Q 在 M、N、P 三点所在平面内，则()



A、点电荷 Q 一定在 MP 连线上

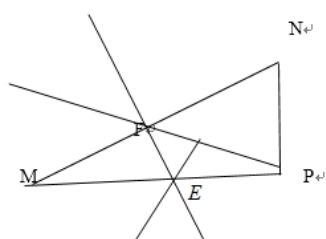
B、连线 PF 一定在同一个等势面上

C、将正试探电荷从 P 点搬运到 N 点，电场力做负功

D、 φ_P 大于 φ_M

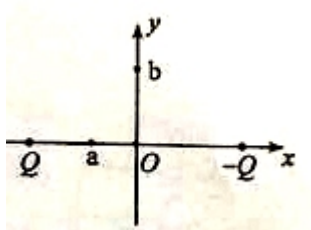
【答案】AD

【解析】点电荷电场的等势面是以点电荷为圆心的一族同心圆，所以任意两个等势点连线的垂直平分线都指向点电荷，如下图所示，MN 的垂直平分线和 PF 的垂直平分线相交于一点 E，E 点即点电荷所在的位置，根据几何关系可得 E 点在 MP 边。即点电荷一定在 MP 连线上，选项 A 对。点电荷的等势面是以点电荷为圆心的同心圆，所以等势面不是直线而是球面，选项 B 错。正试探电荷从 P 点移动到 N 点，远离场源正电荷，电场力做正功，选项 C 错。根据几何关系可得 $EF < EM$ ，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 对。



【考点定位】点电荷的电场分布，等势面

58.(2015·海南卷·T7)如图，两电荷量分别为 $Q(Q > 0)$ 和 $-Q$ 的点电荷对称地放置在 x 轴上原点 O 的两侧，a 点位于 x 轴上 O 点与点电荷 Q 之间，b 位于 y 轴 O 点上方。取无穷远处的电势为零，下列说法正确的是



A.b 点的电势为零，电场强度也为零

B.正的试探电荷在 a 点的电势能大于零，所受电场力方向向右

C.将正的试探电荷从 O 点移到 a 点，必须克服电场力做功

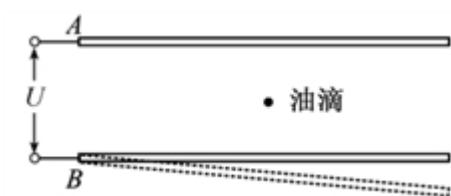
D.将同一正的试探电荷先后从 O、b 点移到 a 点，后者电势能的变化较大

【答案】BC

【解析】因为等量异种电荷在其连线的中垂线上的电场方向为水平指向负电荷，所以电场方向与中垂线方向垂直，故中垂线为等势线，因为中垂线延伸到无穷远处，所以中垂线的电势为零，故 b 点的电势为零，但是电场强度不为零，A 错误；等量异种电荷连线上，电场方向由正电荷指向负电荷，方向水平向右，在中点 O 处电势为零，O 点左侧电势为正，右侧电势为负，又知道正电荷在正电势处电势能为正，故 B 正确；O 点的电势低于 a 点的电势，电场力做负功，所以必须克服电场力做功，C 正确；O 点和 b 点的电势相等，所以先后从 O、b 点移到 a 点，电场力做功相等，电势能变化相同，D 错误；

【考点定位】电场强度，电势，电势能，电场力做功

59.(2018·江苏卷·T5)如图所示，水平金属板 A、B 分别与电源两极相连，带电油滴处于静止状态.现将 B 板右端向下移动一小段距离，两金属板表面仍均为等势面，则该油滴()



A. 仍然保持静止

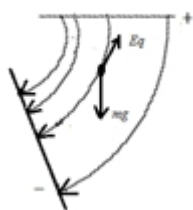
B. 竖直向下运动

C. 向左下方运动

D. 向右下方运动

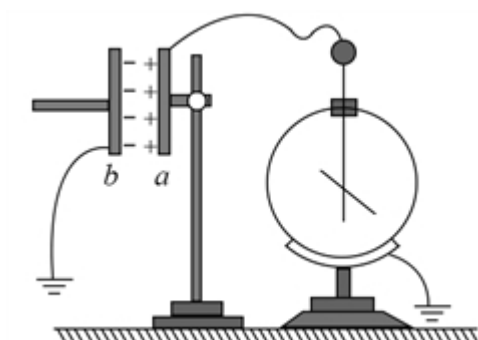
【答案】D

【解析】本题考查平行板电容器的电场及电荷受力运动的问题，意在考查考生分析问题的能力。两极板平行时带电粒子处于平衡状态，则重力等于电场力，当下极板旋转时，板间距离增大场强减小，电场力小于重力；由于电场线垂直于金属板表面，所以电荷处的电场线如图所示，所以重力与电场力的合力偏向右下方，故粒子向右下方运动，选项 D 正确。



点睛：本题以带电粒子在平行板电容器电场中的平衡问题为背景考查平行板电容器的电场及电荷受力运动的问题，解答本题的关键是根据电场线与导体表面相垂直的特点，B 板右端向下，所以电场线发生弯曲，电场力方向改变。

60.(2018·北京卷·T7)研究与平行板电容器电容有关因素的实验装置如图所示，下列说法正确的是



A. 实验前，只用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，能使电容器带电

- B. 实验中，只将电容器 b 板向上平移，静电计指针的张角变小
- C. 实验中，只在极板间插入有机玻璃板，静电计指针的张角变大
- D. 实验中，只增加极板带电量，静电计指针的张角变大，表明电容增大

【答案】A

【解析】A、当用带电玻璃棒与电容器 a 板接触，由于静电感应，从而在 b 板感应出等量的异种电荷，从而使电容器带电，故选项 A 正确；

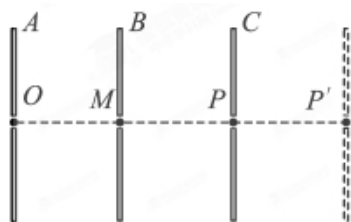
B、根据电容器的决定式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ ，将电容器 b 板向上平移，即正对面积 S 减小，则电容 C 减小，根据 $C = \frac{Q}{U}$ 可知，电量 Q 不变，则电压 U 增大，则静电计指针的张角变大，故选项 B 错误；

C、根据电容器的决定式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ ，只在极板间插入有机玻璃板，则介电系数增大，则电容 C 增大，根据 $C = \frac{Q}{U}$ 可知，电量 Q 不变，则电压 U 减小，则静电计指针的张角减小，故选项 C 错误；

D、根据 $C = \frac{Q}{U}$ 可知，电量 Q 增大，则电压 U 也会增大，则电容 C 不变，故选项 D 错误。

点睛：本题是电容器动态变化分析问题，关键抓住两点：一是电容器的电量不变；二是电容与哪些因素有什么关系。

61.(2017·江苏卷·T4)如图所示，三块平行放置的带电金属薄板 A 、 B 、 C 中央各有一小孔，小孔分别位于 O 、 M 、 P 点。由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点。现将 C 板向右平移到 P' 点，则由 O 点静止释放的电子



- A.运动到 P 点返回 B.运动到 P 和 P' 点之间返回
- C.运动到 P' 点返回 D.穿过 P' 点

【答案】A

【解析】设 A、B 板间的电势差为 U_1 ，B、C 板间的电势差为 U_2 ，板间距为 d ，电场强度为 E ，第一次由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点，根据动能定理得： $qU_1 = qU_2 = qEd$ ，将 C 板向右移动，B、C 板间的电场强度 $E = \frac{U}{d} = \frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ ， E 不变，所以电子还是运动到 P 点速度减小为零，然后返回，故 A 正确；BCD 错误。

【考点定位】带电粒子在电场中的运动 动能定理 电容器

【名师点睛】本题是带电粒子在电场中的运动，主要考察匀变速直线运动的规律及动能定理，重点是电容器的动态分析，在电荷量 Q 不变的时候，板间的电场强度与板间距无关。

62.(2016·浙江卷)以下说法正确的是

- A.在静电场中，沿着电场线方向电势逐渐降低
- B.外力对物体所做的功越多，对应的功率越大
- C.电容器电容 C 与电容器所带电荷量 Q 成正比
- D.在超重和失重现象中，地球对物体的实际作用力发生了变化

【答案】A

【解析】在静电场中，沿着电场线的方向电势逐渐降低，选项 A 正确；根据 $P = \frac{W}{t}$ 可知，外力对物体所做的功越多，对应的功率不一定越大，选项 B 错误；电容器的电容 C 与电容器所带电荷量 Q 无关，只与两板的正对面积、两板间距以及两板间的电介质有关，选项 C 错误；在超重和失重现象中，地球对物体的实际作用力没有发生变化，只是物体的视重发生了变化，选项 D 错误；故选 A。

【考点定位】电势；功率；电容器；超重和失重

【名师点睛】此题考查了四个简单的知识点，都是很基础的知识，只要平时学习扎实，有一定的物理功底即可解答。注意答案 C 中，电容器电容的决定因素是两极板相对面积、两极板间距离和两极板间的电介质的介电常数，要分清物理量的定义式和决定式。

63.(2016·全国新课标 I 卷)一平行板电容器两极板之间充满云母介质，接在恒压直流电源上，若将云母介质移出，则电容器

- A.极板上的电荷量变大，极板间的电场强度变大
- B.极板上的电荷量变小，极板间的电场强度变大
- C.极板上的电荷量变大，极板间的电场强度不变
- D.极板上的电荷量变小，极板间的电场强度不变

【答案】D

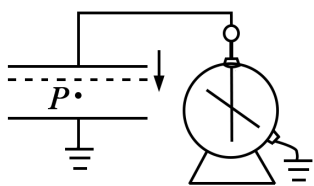
【解析】电容器接在恒压直流电源上，两极板的电压不变，若将云母介质移出，相对介电常数减小，电容器的电容减小，所以极板上的电荷量变小，极板间的距离不变，所以极板间的电场强度不变，故 A、B、C 错误，D 正确。

【考点定位】平行板电容器

【名师点睛】本题主要考查平行板电容器的动态平衡，要注意正确应用电容的决定

式 $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$ 、定义式 $C = \frac{Q}{U}$ ，板间场强公式 $E = \frac{U}{d}$ 。

64.(2016·天津卷·T4)如图所示，平行板电容器带有等量异种电荷，与静电计相连，静电计金属外壳和电容器下极板都接地。在两极板间有一个固定在 P 点的点电荷，以 E 表示两板间的电场强度， E_p 表示点电荷在 P 点的电势能， θ 表示静电计指针的偏角。若保持下极板不动，将上极板向下移动一小段距离至图中虚线位置，则



- A. θ 增大，E 增大 B. θ 增大， E_p 不变 C. θ 减小， E_p 增大 D. θ 减小，E 不变

【答案】D

【解析】若保持下极板不动，将上极板向下移动一小段距离，则根据 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 可知，C 变大，Q 一定，则根据 $Q = CU$ 可知，U 减小，则静电计指针偏角 θ 减小，根据 $E = \frac{U}{d}$ ， $Q = CU$ ， $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 联立可得 $E = \frac{4\pi k Q}{\epsilon S}$ ，可知 Q 一定时，E 不变，根据 $U_1 = Ed_1$ 可知 P 点离下极板的距离不变，E 不变，则 P 点与下极板的电势差不变，P 点的电势不变，则 E_p 不变；故选项 ABC 错误，D 正确。

【考点定位】电容器、电场强度、电势及电势能

【名师点睛】此题是对电容器的动态讨论；首先要知道电容器问题的两种情况：电容器带电荷量一定和电容器两板间电势差一定；其次要掌握三个基本公式：

$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}, \quad E = \frac{U}{d}, \quad Q = CU; \text{同时记住一个特殊的结论:电容器带电荷量一定时,}$$

电容器两板间的场强大小与两板间距无关。

65.(2011·天津卷)板间距为 d 的平行板电容器所带电荷量为 Q 时，两极板间的电势差为 U_1 ，板间场强为 E_1 。现将电容器所带电荷量变为 $2Q$ ，板间距变为 $\frac{1}{2}d$ ，

其他条件不变，这时两极板间电势差为 U_2 ，板间场强为 E_2 ，下列说法正确的是

A. $U_2 = U_1, E_2 = E_1$ B. $U_2 = 2U_1, E_2 = 4E_1$

C. $U_2 = U_1, E_2 = 2E_1$ D. $U_2 = 2U_1, E_2 = 2E_1$

【答案】C

【解析】 $U_1 = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}} = \frac{4\pi kdQ}{\varepsilon S}, \quad E_1 = \frac{U_1}{d} = \frac{4\pi kQ}{\varepsilon S},$ 当电荷量变为 $2Q$ 时，

$$U_2 = \frac{2Q}{C'} = \frac{2Q}{\frac{\varepsilon S}{2\pi kd}} = \frac{4\pi kdQ}{\varepsilon S} = U_1, \quad E_2 = \frac{U_2}{d/2} = \frac{8\pi kQ}{\varepsilon S} = 2E_1, \text{ C 选项正确。}$$

【考点定位】平行板电容器

66.(2012·江苏卷)一充电后的平行板电容器保持两极板的正对面积、间距和电荷量不变，在两极板间插入一电介质，其电容 C 和两极板间的电势差 U 的变化情况是

A. C 和 U 均增大 B. C 增大， U 减小

C. C 减小， U 增大 D. C 和 U 均减小

【答案】B

【解析】由 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 可知，插入电解质时，电容 C 变大，由 $C = \frac{q}{U}$ ，可知电量不变，电压 U 减小，B 项正确。

【考点定位】本题考查电容公式及其相关知识

67.(2013·新课标全国卷 I)一水平放置的平行板电容器的两极板间距为 d ，极板分别与电池两极相连，上极板中心有一小孔(小孔对电场的影响可忽略不计)。小孔正上方 $\frac{d}{2}$ 处的 P 点有一带电粒子，该粒子从静止开始下落，经过小孔进入电容器，并在下极板处(未与极板接触)返回。若将下极板向上平移 $\frac{d}{3}$ ，则从 P 点开始下落的相同粒子将

- A.打到下极板上 B.在下极板处返回
- C.在距上极板 $\frac{d}{2}$ 处返回 D.在距上极板 $\frac{2d}{5}$ 处返回

【答案】D

【解析】

对下极板未移动前，从静止释放到速度为零的过程运用动能定理得，

$$mg \cdot \frac{3}{2}d - qU = 0$$

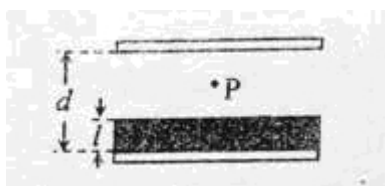
将下极板向上平移 $\frac{d}{3}$ ，设运动到距离上级板 x 处返回。

根据动能定理得， $mg(\frac{d}{2} + x) - x \frac{2}{3}d \cdot qU = 0$

联立两式解得 $x = \frac{2d}{5}$ 。故 D 正确，A、B、C 错误；故选 D。

【考点定位】动能定理、电场力做功、匀强电场电场强度和电势差的关系

68.(2014·海南卷·T4)如图，一平行板电容器的两极板与一电压恒定的电源相连，极板水平放置，极板间距为 d ；在下极板上叠放一厚度为 l 的金属板，其上部空间有一带电粒子 P 静止在电容器中。当把金属板从电容器中快速抽出后，粒子 P 开始运动。重力加速度为 g 。粒子运动的加速度为



- A. $\frac{l}{d}g$ B. $\frac{d-l}{d}g$ C. $\frac{l}{d-l}g$ D. $\frac{d}{d-l}g$

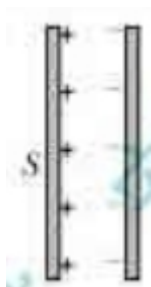
【答案】A

【解析】平行板电容器的两极板与一电压恒定的电源相连，有金属板时，板间场强可以表达为： $E_1 = \frac{u}{d-l}$ ，且有 $E_1 q = mg$ ，当抽去金属板，则板间距离增大，板间场强可以表达为： $E_2 = \frac{u}{d}$ ，有

$mg - E_2 q = ma$ ，联立上述可解得： $\frac{d}{-l} = \frac{g}{-a}$ ，知选项 A 正确。

【考点定位】平行板电容器、匀强电场中电压与电场强度的关系

69.(2015·安徽卷·T20)已知均匀带电的无穷大平面在真空中激发电场的场强大小为 $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ，其中 σ 为平面上单位面积所带的电荷量， ϵ_0 为常量。如图所示的平行板电容器，极板正对面积为 S ，其间为真空，带电荷量为 Q 。不计边缘效应时，极板可看作无穷大导体板，则极板间的电场强度大小和两极板间相互的静电引力大小分别为



- A. $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\epsilon_0 S}$ B. $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\epsilon_0 S}$ C. $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$ D. $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$

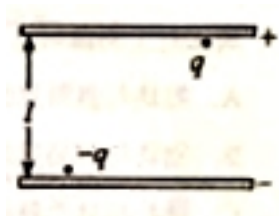
【答案】D

【解析】由公式 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ ， $\sigma = \frac{Q}{S}$ 正负极板都有场强，由场强的叠加可得 $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$ ，

电场力 $F = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot Q$ ，故选 D。

【考点定位】考查电场知识。

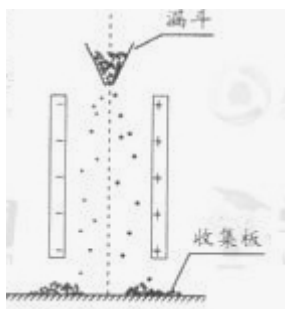
70.(2015·海南卷·T5) 如图所示，一充电后的平行板电容器的两极板相距 l ，在正极板附近有一质量为 M 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子，在负极板附近有另一质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子，在电场力的作用下，两粒子同时从静止开始运动。已知两粒子同时经过一平行于正极板且与其相距 $\frac{2}{5}l$ 的平面。若两粒子间相互作用力可忽略，不计重力，则 $M : m$ 为



- A. 3 : 2 B. 2 : 1 C. 5 : 2 D. 3 : 1

【答案】A

72.(2012·广东卷)如图是某种静电矿料分选器的原理示意图，带电矿粉经漏斗落入水平匀强电场后，分落在收集板中央的两侧，对矿粉分离的过程，下列表述正确的有



- A.带正电的矿粉落在右侧
- B.电场力对矿粉做正功
- C.带负电的矿粉电势能变大
- D.带正电的矿粉电势能变小

【答案】BD

【解析】由图可知，矿料分选器内的电场方向水平向左，带正电的矿粉受到水平向左的电场力，所以会落到左侧，选项 A 错误；无论矿粉带什么电，在水平方向上都会在电场力的作用下沿电场力的方向偏移，位移与电场力的方向相同，电场力做正功，选项 B 正确；带负电的矿粉电场力做正功，所以电势能减小，选项 C 错误；带正电的矿粉电场力做正功，所以电势能减小，选项 D 正确；故选 BD

【考点定位】本题考查电场力、电势能等相关知识

73.(2012·海南卷)将平行板电容器两极板之间的距离、电压、电场强度大小和极板所带的电荷量分别用 d 、 U 、 E 和 Q 表示。下列说法正确的是

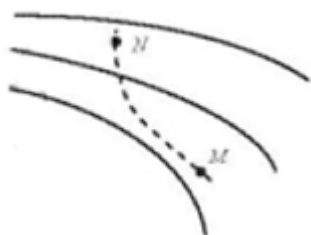
- A.保持 U 不变, 将 d 变为原来的两倍, 则 E 变为原来的一半
- B.保持 E 不变, 将 d 变为原来的一半, 则 U 变为原来的两倍
- C.保持 d 不变, 将 Q 变为原来的两倍, 则 U 变为原来的一半
- D.保持 d 不变, 将 Q 变为原来的一半, 则 E 变为原来的一半

【答案】AD

【解析】保持 U 不变, 将 d 变为原来的两倍, 根据公式 $E = \frac{U}{d}$ 可知, E 变为原来的一半.故 A 正确; 保持 E 不变, 将 d 变为原来的一半, 由 $U = Ed$ 可知, U 变为原来的一半.故 B 错误; 保持 d 不变, 电容 C 不变, 将 Q 变为原来的两倍, 由公式 $C = \frac{Q}{U}$ 分析可知, U 变为原来的两倍.故 C 错误; 保持 d 不变, 电容 C 不变, 将 Q 变为原来的一半, 由公式 $C = \frac{Q}{U}$ 分析可知, U 变为原来的一半, 由 $E = \frac{U}{d}$ 分析知, E 变为原来的一半, 故 D 正确.故选 AD

【考点定位】电容器动态变化

74.(2018·天津卷·T3)如图所示, 实线表示某电场的电场线(方向未标出), 虚线是一带负电的粒子只在电场力作用下的运动轨迹, 设 M 点和 N 点的电势分别为 φ_M 、 φ_N , 粒子在 M 和 N 时加速度大小分别为 a_M 、 a_N , 速度大小分别为 v_M 、 v_N , 电势能分别为 E_{PM} 、 E_{PN} 。下列判断正确的是

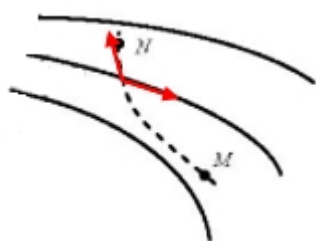


- A. $v_M < v_N$, $a_M < a_N$ B. $v_M < v_N$, $\varphi_M < \varphi_N$
 C. $\varphi_M < \varphi_N$, $E_{PM} < E_{PN}$ D. $a_M < a_N$, $E_{PM} < E_{PN}$

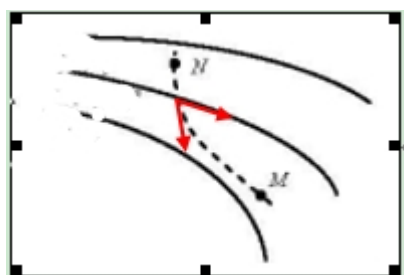
【答案】D

【解析】试题分析：将粒子的运动分情况讨论：从 M 运动到 N ；从 N 运动到 M ，根据电场的性质依次判断：

电场线越密，电场强度越大，同一个粒子受到的电场力越大，根据牛顿第二定律可知其加速度越大，故有 $a_M < a_N$ ；若粒子从 M 运动到 N 点，则根据带电粒子所受电场力指向轨迹弯曲的内侧，可知在某点的电场力方向和速度方向如图所示，故电场力做负功，电势能增大，动能减小，即 $v_M > v_N$, $E_{PM} < E_{PN}$ ，负电荷在低电势处电势能大，故 $\phi_M > \phi_N$ ；



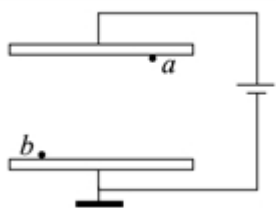
若粒子从 N 运动到 M ，则根据带电粒子所受电场力指向轨迹弯曲的内侧，可知在某点的电场力方向和速度方向如图所示，故电场力做正功，电势能减小，动能增大，即 $v_M > v_N$, $E_{PM} < E_{PN}$ ，负电荷在低电势处电势能大，故 $\phi_M > \phi_N$ ；



综上所述，D 正确；

【点睛】考查了带电粒子在非匀强电场中的运动；本题的突破口是根据粒子做曲线运动时受到的合力指向轨迹的内侧，从而判断出电场力方向与速度方向的夹角关系，进而判断出电场力做功情况。

75.(2018·全国 III 卷)(多选)如图, 一平行板电容器连接在直流电源上, 电容器的极板水平, 两微粒 a、b 所带电荷量大小相等、符号相反, 使它们分别静止于电容器的上、下极板附近, 与极板距离相等。现同时释放 a、b, 它们由静止开始运动, 在随后的某时刻 t, a、b 经过电容器两极板间下半区域的同一水平面, a、b 间的相互作用和重力可忽略。下列说法正确的是



- A. a 的质量比 b 的大
- B. 在 t 时刻, a 的动能比 b 的大
- C. 在 t 时刻, a 和 b 的电势能相等
- D. 在 t 时刻, a 和 b 的动量大小相等

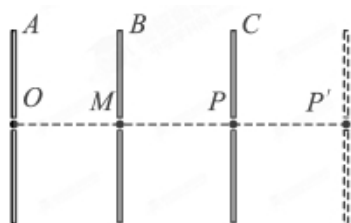
【答案】BD

【解析】试题分析 本题考查电容器、带电微粒在电场中的运动、牛顿运动定律、电势能、动量定理及其相关的知识点。

解析 根据题述可知, 微粒 a 向下加速运动, 微粒 b 向上加速运动, 根据 a、b 经过电容器两极板间下半区域的同一水平面, 可知 a 的加速度大小大于 b 的加速度大小, 即 $a_a > a_b$ 。对微粒 a, 由牛顿第二定律, $qE = m_a a_a$, 对微粒 b, 由牛顿第二定律, $qE = m_b a_b$, 联立解得: $\frac{qE}{m_a} > \frac{qE}{m_b}$, 由此式可以得出 a 的质量比 b 小, 选项 A 错误; 在 a、b 两微粒运动过程中, a 微粒所受合外力大于 b 微粒, a 微粒的位移

大于 b 微粒，根据动能定理，在 t 时刻，a 的动能比 b 大，选项 B 正确；由于在 t 时刻两微粒经过同一水平面，电势相等，电荷量大小相等，符号相反，所以在 t 时刻，a 和 b 的电势能不等，选项 C 错误；由于 a 微粒受到的电场力(合外力)等于 b 微粒受到的电场力(合外力)，根据动量定理，在 t 时刻，a 微粒的动量等于 b 微粒，选项 D 正确。

76.(2017·江苏卷)如图所示，三块平行放置的带电金属薄板 A、B、C 中央各有一小孔，小孔分别位于 O、M、P 点。由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点。现将 C 板向右平移到 P' 点，则由 O 点静止释放的电子



- (A)运动到 P 点返回
- (B)运动到 P 和 P' 点之间返回
- (C)运动到 P' 点返回
- (D)穿过 P' 点

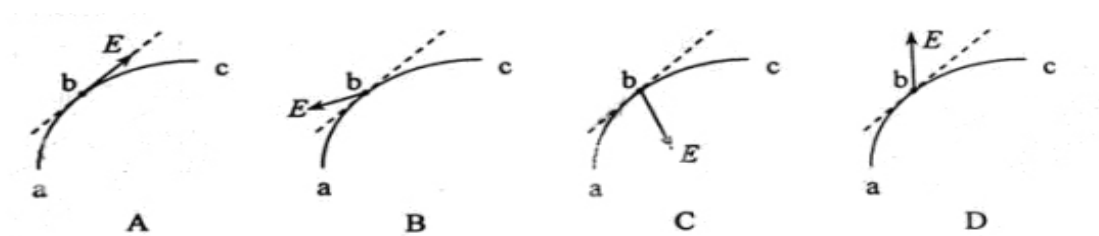
【答案】A

【解析】设 A、B 板间的电势差为 U_1 ，B、C 板间的电势差为 U_2 ，板间距为 d ，电场强度为 E ，第一次由 O 点静止释放的电子恰好能运动到 P 点，根据动能定理得： $qU_1=qU_2=qEd$ ，将 C 板向右移动，B、C 板间的电场强度 $E=\frac{U}{d}=\frac{4\pi kQ}{\epsilon S}$ ， E 不变，所以电子还是运动到 P 点速度减小为零，然后返回，故 A 正确；BCD 错误。

【考点定位】带电粒子在电场中的运动 动能定理 电容器

【名师点睛】本题是带电粒子在电场中的运动，主要考察匀变速直线运动的规律及动能定理，重点是电容器的动态分析，在电荷量 Q 不变的时候，板间的电场强度与板间距无关。

77.(2011·全国新课标卷·T20)一带负电荷的质点，在电场力作用下沿曲线 abc 从 a 运动到 c ，已知质点的速度时递减的，关于 b 点电场强度 E 的方向，下列图示中可能正确的是(虚线为曲线在 b 点的切线)



【答案】D

【解析】电荷做曲线运动，电场力与速度方向不在同一直线上，应指向轨迹弯曲的内侧，不可能沿轨迹的切线方向，则场强也不可能沿轨迹的切线方向，故 A 错误；

负电荷所受的电场力方向与场强方向相反，图中电场力方向与速度方向的夹角为锐角，电场力做正功，电荷的速率增大，与题不符，故 B 错误；

图中场强方向指向轨迹的内侧，则电场力指向轨迹的外侧，电荷的轨迹应向上弯曲，不可能沿如图的轨迹运动，故 C 错误；

图中场强方向指向轨迹的外侧，则电场力指向轨迹的内侧，而且电场力方向与电荷的速度方向成钝角，电场力做负功，电荷的速率减小，符合题意，故 D 正确。

【考点定位】曲线运动

78.(2016·全国新课标Ⅱ卷)如图, P 为固定的点电荷, 虚线是以 P 为圆心的两个圆。带电粒子 Q 在 P 的电场中运动, 运动轨迹与两圆在同一平面内, a、b、c 为轨迹上的三个点。若 Q 仅受 P 的电场力作用, 其在 a、b、c 点的加速度大小分别为 a_a 、 a_b 、 a_c , 速度大小分别为 v_a 、 v_b 、 v_c , 则



A. $a_a > a_b > a_c$, $v_a > v_c > v_b$

B. $a_a > a_b > a_c$, $v_b > v_c > v_a$

C. $a_b > a_c > a_a$, $v_b > v_c > v_a$

D. $a_b > a_c > a_a$, $v_a > v_c > v_b$

【答案】D

【解析】在点电荷的电场中, 场强大小 $E = k \frac{Q}{r^2}$, 由图可知 $r_a > r_c > r_b$, 可得

$E_a < E_c < E_b$, 而带电粒子运动的加速度 $a = \frac{qE}{m}$, 则 $a_a < a_c < a_b$; 而由动能定理:

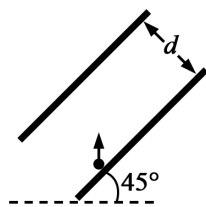
$qU = \Delta E_k$ 可知电场力做负功, 动能减小, 由图 $U_{ab} > U_{cb}$, 则 $v_a > v_c > v_b$, 故选 D.

【考点定位】点电荷的电场、带电粒子在电场中的运动

【名师点睛】此题考查带电粒子在电场中的运动问题; 关键是掌握点电荷的电场分布规律; 能根据粒子的运动轨迹判断粒子电性和点电荷电性的关系; 要知道只有电场力做功时粒子的动能与电势能之和守恒。

79.(2016·海南卷)如图, 平行板电容器两极板的间距为 d , 极板与水平面成 45° 角, 上极板带正电。一电荷量为 $q(q > 0)$ 的粒子在电容器中靠近下极板处, 以初动能

E_{k0} 竖直向上射出。不计重力，极板尺寸足够大。若粒子能打到上极板，则两极板间电场强度的最大值为



- A. $\frac{E_{k0}}{4qd}$ B. $\frac{E_{k0}}{2qd}$ C. $\frac{\sqrt{2}E_{k0}}{2qd}$ D. $\frac{\sqrt{2}E_{k0}}{qd}$

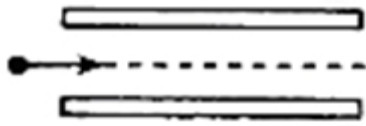
【答案】B

【解析】当电场足够大时，粒子打到上极板的极限情况为：粒子到达上极板处时速度恰好与上极板平行，粒子的运动为类平抛运动的逆运动。将粒子初速度 v_0 分解为垂直极板的 v_y 和平行极板的 v_x ，根据运动的合成与分解，当 $v_y=0$ 时，根据运动学公式有 $v_y^2 = 2\frac{Eq}{m}d$ ， $v_y=v_0\cos 45^\circ$ ， $E_{k0} = \frac{1}{2}mv_0^2$ ，联立得 $E = \frac{E_{k0}}{2qd}$ ，故选项 B 正确。

【考点定位】带电粒子在电场中的运动、运动合成与分解

【名师点睛】本题关键是明确粒子的受力情况和运动情况，然后根据类平抛运动的分位移公式和动能定理处理，要明确当电场强度最大时，是粒子的速度平行与上极板，而不是零。

80.(2012·海南卷)如图，在两水平极板间存在匀强电场和匀强磁场，电场方向竖直向下，磁场方向垂直于纸面向里。一带电粒子以某一速度沿水平直线通过两极板。若不计重力，下列四个物理量中哪一个改变时，粒子运动轨迹不会改变？



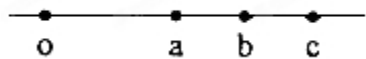
A.粒子速度的大小 B.粒子所带电荷量 C.电场强度 D.磁感应强度

【答案】B

【解析】由题，粒子受到电场力和洛伦兹力，做匀速直线运动，则有 $qvB = qE$ ，即有 $vB = E$ 。改变粒子速度的大小，则洛伦兹力随之改变，洛伦兹力与电场力不再平衡，粒子的轨迹将发生改变，故 A 错误；由①知，粒子的电量改变时，洛伦兹力与电场力大小同时改变，两个力仍然再平衡，故粒子的轨迹不发生改变，故 B 正确；改变电场强度，电场力将改变，洛伦兹力与电场力不再平衡，粒子的轨迹将发生改变，故 C 错误；改变磁感应强度，洛伦兹力将改变，洛伦兹力与电场力不再平衡，粒子的轨迹将发生改变，故 D 错误。故选 B。

【考点定位】本题考查带电粒子在电场和磁场中的运动

81.(2012·海南卷)如图，直线上有 o、a、b、c 四点，ab 间的距离与 bc 间的距离相等。在 o 点处有固定点电荷，已知 b 点电势高于 c 点电势。若一带负电电荷的粒子仅在电场力作用下先从 c 点运动到 b 点，再从 b 点运动到 a 点，则



两过程中电场力做的功相等

前一过程中电场力做的功大于后一过程中电场力做的功

前一过程中，粒子电势能不断减小

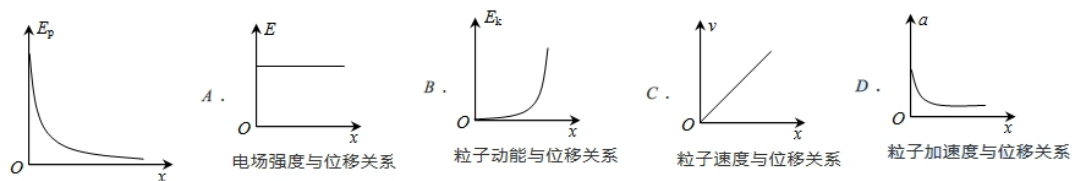
后一过程中，粒子动能不断减小

【答案】C

【解析】由题，b 点电势高于 c 点电势，则知电场线方向由 O 指向 c，则点电荷带正电，a、b 间电场线比 b、c 间电场线密，则 a、b 间场强大于 b、c 间的场强，由公式 $U = Ed$ 可知，a、b 间电势差大于 b、c 间电势差，由公式 $W = qU$ 可知，前一过程中电场力做的功小于后一过程中电场力做的功，故 AB 错误；负电荷所受的电场力方向向左，与速度方向相同，则电场力做正功，电势能减小，故 C 正确；电场力做正功，由动能定理得知，后一过程，粒子动能不断增大，故 D 错误。故选 C

【考点定位】本题考查电场力做功、电势能变化及其相关知识

82.(2014·安徽卷)一带电粒子在电场中仅受静电力作用，做初速度为零的直线运动，取该直线为 x 轴，起始点 O 为坐标原点，其电势能 E_p 与位移 x 的关系如图所示，下列图象中合理的是



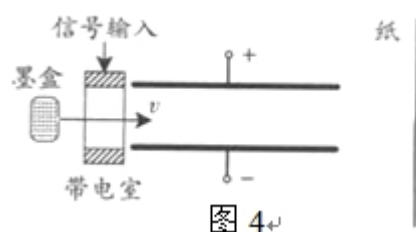
【答案】D

【解析】粒子的电势能随位移变化的图象斜率对应粒子所受的静电力大小，故可知电场力、电场强度及粒子加速度随位移变化应该是越来越小，故 A 错，D 对；粒子动能随位移变化的图象斜率对应粒子所受合外力的大小，而此时的合外力即为

粒子所受静电力，故 B 错；粒子沿 x 轴的运动是一个加速度减小的加速运动，故速度与位移不一定是线性关系，C 错。

【考点定位】运动图象、动能定理、带电粒子在电场中的运动

83.(2013·广东卷·T5)喷墨打印机的简化模型如图所示，重力可忽略的墨汁微滴，经带电室带负电后，以速度 v 垂直匀强电场飞入极板间，最终打在纸上，则微滴在极板间电场中



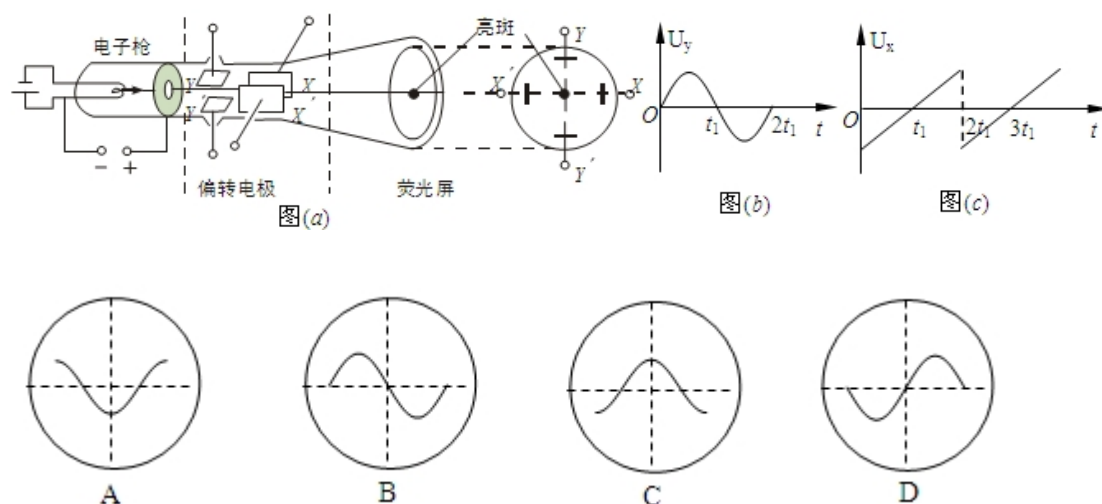
- A.向负极板偏转
- B.电势能逐渐增大
- C.运动轨迹是抛物线
- D.运动轨迹与带电量无关

【答案】C

【解析】由于重力不计的微滴带负电，微滴在极板间电场中受到的电场力向上，故微滴向下极板偏转，A 错误；电场力微滴做正功，电势能头政治上，B 错误；微滴在电场中做类平抛运动，运动的轨迹是抛物线，C 正确；水平方向做匀速运动，而竖直方向上做匀加速运动，且加速度 $a = \frac{Eq}{m}$ ，与带电量有关，D 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强电场中的运动，容易题。

84.(2011·安徽卷)图(a)为示管的原理图。如果在电极 YY' 之间所加的电压图按图(b)所示的规律变化, 在电极 XX' 之间所加的电压按图(c)所示的规律变化, 则在荧光屏上会看到的图形是

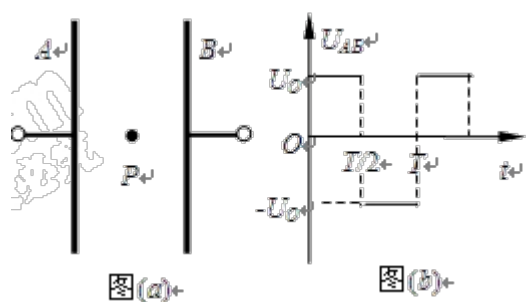


【答案】B

【解析】由于电极 XX' 加的是扫描电压, 电极 YY' 之间所加的电压信号电压, 所以荧光屏上会看到的图形是 B, 答案 B 正确

【考点定位】示波管的工作原理

85.(2011·安徽卷)如图(a)所示, 两平行正对的金属板 A、B 间加有如图(b)所示的交变电压, 一重力可忽略不计的带正电粒子被固定在两板的正中间 P 处。若在 t_0 时刻释放该粒子, 粒子会时而向 A 板运动, 时而向 B 板运动, 并最终打在 A 板上。则 t_0 可能属于的时间段是



- A. $0 < t_0 < \frac{T}{4}$ B. $\frac{T}{2} < t_0 < \frac{3T}{4}$ C. $\frac{3T}{4} < t_0 < T$ D. $T < t_0 < \frac{9T}{8}$

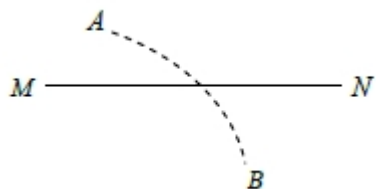
【答案】B

【解析】若 $0 < t_0 < \frac{T}{4}$ ，带正电粒子先加速向 B 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向右运动的距离大于向左运动的距离，最终打在 B 板上，所以 A 错误；若 $\frac{T}{2} < t_0 < \frac{3T}{4}$ ，带正电粒子先加速向 A 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向左运动的距离大于向右运动的距离，最终打在 A 板上，所以 B 正确；若 $\frac{3T}{4} < t_0 < T$ ，带正电粒子先加速向 A 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向左运动的距离小于向右运动的距离，最终打在 B 板上，所以 C 错误；若 $T < t_0 < \frac{9T}{8}$ ，带正电粒子先加速向 B 板运动、再减速运动至零；然后再反方向加速运动、减速运动至零；如此反复运动，每次向右运动的距离大于向左运动的距离，最终打在 B 板上，所以 D 错误。

【考点定位】带电粒子在交变电场中的运动

86.(2017·天津卷·T7)如图所示，在点电荷 Q 产生的电场中，实线 MN 是一条方向未标出的电场线，虚线 AB 是一个电子只在静电力作用下的运动轨迹。设电子在

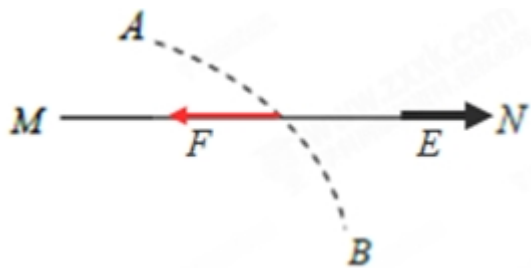
A、B 两点的加速度大小分别为 a_A 、 a_B ，电势能分别为 E_{pA} 、 E_{pB} 。下列说法正确的是



- A. 电子一定从 A 向 B 运动
- B. 若 $a_A > a_B$ ，则 Q 靠近 M 端且为正电荷
- C. 无论 Q 为正电荷还是负电荷一定有 $E_{pA} < E_{pB}$
- D. B 点电势可能高于 A 点电势

【答案】BC

【解析】电子在电场中做曲线运动，虚线 AB 是电子只在静电力作用下的运动轨迹，电场力沿电场线直线曲线的凹侧，电场的方向与电场力的方向相反，如图所示，由所知条件无法判断电子的运动方向，故 A 错误；



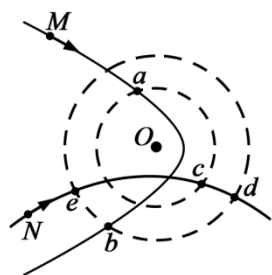
若 $a_A > a_B$ ，说明电子在 M 点受到的电场力较大，M 点的电场强度较大，根据点电荷的电场分布可知，靠近 M 端为场源电荷的位置，应带正电，故 B 正确；

无论 Q 为正电荷还是负电荷，一定有电势 $\varphi_A > \varphi_B$ ，电子电势能 $E_P = -e\varphi$ ，电势能是标量，所以一定有 $E_{PA} < E_{PB}$ ，故 C 正确，D 错误。

【考点定位】电场强度，电场线，电势，电势能，曲线运动，带电粒子在电场中的运动

【名师点睛】本题考查的知识点较多，应从曲线运动的特点和规律出发判断出电子的受力方向，再利用相关电场和带电粒子在电场中的运动规律解决问题。

87.(2016·海南卷)如图，一带正电的点电荷固定于 O 点，两虚线圆均以 O 为圆心，两实线分别为带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹， a 、 b 、 c 、 d 、 e 为轨迹和虚线圆的交点。不计重力。下列说法正确的是



- A.M 带负电荷，N 带正电荷
- B.M 在 b 点的动能小于它在 a 点的动能
- C.N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能
- D.N 在从 c 点运动到 d 点的过程中克服电场力做功

【答案】ABC

【解析】如图所示，粒子受到的电场力指向轨迹的凹侧，可知 M 受到了引力作用， N 受到了斥力作用，故 M 带负电荷， N 带正电荷，选项 A 正确；由于虚线是等

势面，故 M 从 a 点到 b 点电场力对其做负功，动能减小，选项 B 正确；d 点和 e 点在同一等势面上，N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能，故选项 C 正确；N 从 c 点运动到 d 点的过程中，电场力做正功，故选项 D 错误。

【考点定位】等势面、电势能

【名师点睛】本题是轨迹问题，首先要根据弯曲的方向判断出带电粒子所受电场力方向，确定是排斥力还是吸引力。由动能定理分析动能和电势能的变化是常用的思路。

88.(2016·全国新课标 I 卷)如图，一带负电荷的油滴在匀强电场中运动，其轨迹在竖直平面(纸面)内，且相对于过轨迹最低点 P 的竖直线对称。忽略空气阻力。由此可知



A.Q 点的电势比 P 点高

B.油滴在 Q 点的动能比它在 P 点的

大

C.油滴在 Q 点的电势能比它在 P 点的大

D.油滴在 Q 点的加速度大小比

它在 P 点的小

【答案】AB

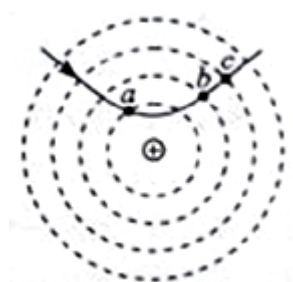
【解析】带负电荷的油滴在匀强电场中运动，其轨迹在竖直平面(纸面)内，且相对于过轨迹最低点 P 的竖直线对称，可以判断合力的方向竖直向上，而重力方向竖直向下，可知电场力的方向竖直向上，运动电荷是负电荷，所以匀强电场的方向竖直向下，所以 Q 点的电势比 P 点高，带负电的油滴在 Q 点的电势能比它在 P

点的小，在 Q 点的动能比它在 P 点的大，故 AB 正确，C 错误。在匀强电场中电场力是恒力，重力也是恒力，所以合力是恒力，所以油滴的加速度恒定，故 D 错误。

【考点定位】带电粒子在匀强电场中的运动

【名师点睛】本题主要考查带电粒子在匀强电场中的运动。本题的突破口在于根据运动轨迹判断合力的方向，再判断电场力的方向，最后根据运动电荷的电性，就可以判断电场强度的方向，顺着这个思路就可以把这个题目做出来。

89.(2012·山东卷)图中虚线为一组间距相等的同心圆，圆心处固定一带正电的点电荷。一带电粒子以一定初速度射入电场，实线为粒子仅在电场力作用下的运动轨迹，a、b、c 三点是实线与虚线的交点。则该粒子



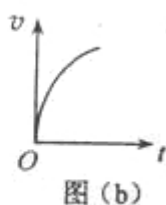
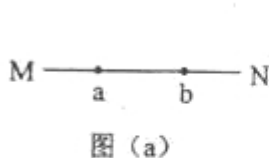
- A.带负电
- B.在 c 点受力最大
- C.在 b 点的电势能大于在 c 点的电势能
- D.由 a 点到 b 点的动能变化大于由 b 点到 c 点的动能变化

【答案】CD

【解析】根据轨迹弯曲方向判断出，粒子在 $a \rightarrow b \rightarrow c$ 的过程中，一直受静电斥力作用，根据同性电荷相互排斥，故粒子带正电荷，A 错误；点电荷的电场强度的特点是离开场源电荷距离越大，场强越小，粒子在 C 点受到的电场力最小，故 B 错误；根据动能定理，粒子由 b 到 c，电场力做正功，动能增加，故粒子在 b 点电势能一定大于在 c 点的电势能，故 C 正确；a 点到 b 点和 b 点到 c 点相比，由于点电荷的电场强度的特点是离开场源电荷距离越大，场强越小，故 a 到 b 电场力做功为多，动能变化也大，故 D 正确。故选：CD。

【考点定位】本题考查带电粒子在电场中的运动及其相关知识

90.(2014·海南卷)如图(a)，直线 MN 表示某电场中的一条电场线，a、b 是线上的两点，将一带负电荷的粒子从 a 点处由静止释放，粒子从 a 运动到 b 过程中的 v-t 图线如图(b)所示。设 a、b 两点的电势分别为 φ_a 、 φ_b ，场强大小分别为 E_a 、 E_b ，粒子在 a、b 两点的电势能分别为 W_a 、 W_b ，不计重力，则有



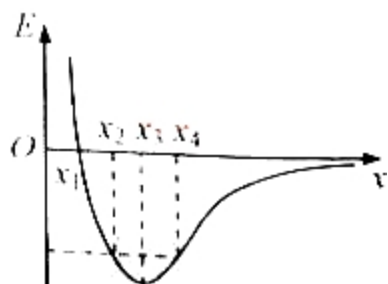
- A. $\varphi_a > \varphi_b$ B. $E_a > E_b$ C. $E_a < E_b$ D. $W_a > W_b$

【答案】BD

【解析】由图(b)可知，粒子做加速度减小、速度增大的直线运动，故可知从 a 到 b 电场强度减小，粒子动能增大，电势能减小，电场力由 a 指向 b，电场线由 b 指向 a，b 处为高电势，故正确答案为 BD。

考点：运动图像、带电粒子在电场中的运动、电场分布

91.(2014·上海卷)静电场在 x 轴上的场强 E 随 x 的变化关系如图所示， x 轴正向为场强正方向，带正电的点电荷沿 x 轴运动，则点电荷



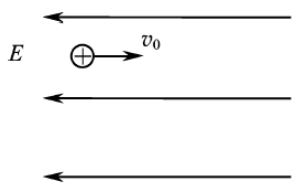
- A. 在 x_2 和 x_4 处电势能相等
- B. 由 x_1 运动到 x_3 的过程电势能增大
- C. 由 x_1 运动到 x_4 的过程电场力先增大后减小
- D. 由 x_1 运动到 x_4 的过程电场力先减小后增大

【答案】BC

【解析】正点电荷受力方向与电场 E 方向相同，在 $0 \sim x_1$ 电场力为 x 轴正方向， $x_1 \sim \infty$ 电场力为 x 轴负方向， $x_2 \sim x_4$ 电场力负向，位移正向，电场力做负功，电势能增加，选项 A 错。 $x_1 \sim x_3$ 电场力负向，位移正向，电场力做负功，电势能增大，选项 B 对。电场力大小为 $F = qE$ ， $x_1 \sim x_4$ ，电场强度先增大后减小，所以电场力先增大后减小，选项 C 对，D 错。

考点：电场力做功

92.(2015·江苏卷·T7)一带正电的小球向右水平抛入范围足够大的匀强电场，电场方向水平向左，不计空气阻力，则小球



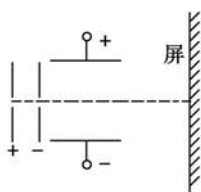
- A. 做直线运动 B. 做曲线运动 C. 速率先减小后增大 D. 速率先增大后减小

【答案】BC

【解析】由题意知，小球受重力、电场力作用，合外力的方向与初速度的方向夹角为钝角，故小球做曲线运动，所以 A 错误；B 正确；在运动的过程中合外力先做负功后做正功，所以 C 正确；D 错误。

【考点】带电粒子在电场中的运动

93.(2015·天津卷·T7)(多选题)如图所示，氕核、氘核、氚核三种粒子从同一位置无初速度地飘入电场线水平向右的加速电场 E_1 ，之后进入电场线竖直向下的匀强电场 E_2 发生偏转，最后打在屏上，整个装置处于真空中，不计粒子重力及其相互作用，那么



- A. 偏转电场 E_2 对三种粒子做功一样多
B. 三种粒子打到屏上时速度一样大
C. 三种粒子运动到屏上所用时间相同
D. 三种粒子一定打到屏上的同一位置，

【答案】AD

【解析】设加速电场长度为 d ，偏转电场长度为 L ，在加速电场中有 $E_1 qd = \frac{1}{2}mv^2$ ，

在偏转电场中有 $L = vt, y = \frac{1}{2} \cdot \frac{E_2 q}{m} t^2 = \frac{E_2 L^2}{4E_1 d}$ ，与比荷无关，所以三种粒子一定打

到屏上同一位置，故选项 D 正确；

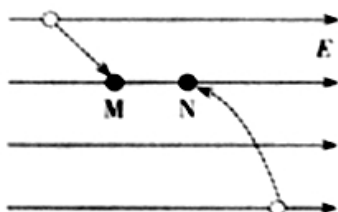
偏转电场对粒子做功 $W = E_2 qy = \frac{E_2^2 L^2 q}{4E_1 d}$ ，与粒子质量无关，所以选项 A 正确；

三种粒子在进入偏转电场时速度不同，而在偏转电场中电场力做功相同，故最后离开电场时速度不同，所以选项 C 错误；

因加速位移相同，粒子质量越大加速度越小，故加速时间越长，在偏转电场中运动时间也越长，故选项 B 错误。

考点：带电粒子在电场中的加速和偏转

94.(2015·广东卷·T21)如图所示的水平匀强电场中，将两个带电小球 M 和 N 分别沿图示路径移动到同一水平线上的不同位置，释放后，MN 保持静止，不计重力，则



A.M 的带电量比 N 大

B.M 带负电荷，N 带正电荷

C.静止时 M 受到的合力比 N 大

D.移动过程中匀强电场对 M 做负功

【答案】BD

【解析】释放后，MN 保持静止，它们均受到水平匀强电场的电场力 qE 和相互之间的库仑力 F 作用，因此有 $qE = F$ ，两者方向相反，其合力为 0，故选项 C 错误；由牛顿第三定律可知，MN 间相互作用的库仑力 F ，一定大小相等、方向相反，所以它们受到的水平匀强电场的电场力 qE 也一定大小相等、方向相反，所以两带电小球必带异种电荷，电量相等，故选项 A 错误；两小球带异种电荷，相互间的库仑力为引力，由图中位置关系可知，小球 M 受到的水平匀强电场的电场力方向向左，与电场方向相反，所以带负电，小球 N 受到的水平匀强电场的电场力方向向右，与电场方向相同，所以带正电，故选项 B 正确；由图示可知，小球 M 移动方向与水平匀强电场的电场力方向成钝角，所以匀强电场对 M 做负功，故选项 D 正确。

【考点定位】电荷间相互作用规律、电场方向定义、共点力平衡条件、牛顿第三定律、功的理解与应用。

95.(2010•广东卷•T21)图 8 是某一点电荷的电场线分布图，下列表述正确的是

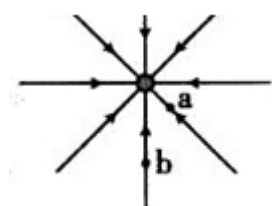


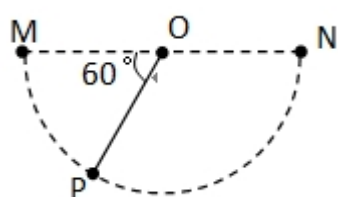
图 8

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| A.a 点的电势高于 b 点的电势 | B.该点电荷带负电 |
| C.a 点和 b 点电场强度的方向相同 | D.a 点的电场强度大于 b 点的电场强度 |

【答案】BD

【解析】选项 A 错误，因为顺着电场线电势是降低的，所以应该是 a 点电势低于 b 点的电势；选项 C 错误，从图中可以看出它们的方向是不同的。

96.(2010·海南卷·T4)如右图，M、N 和 P 是以 MN 为直径的半圆弧上的三点，O 点为半圆弧的圆心， $\angle MOP = 60^\circ$. 电荷量相等、符号相反的两个点电荷分别置于 M、N 两点，这时 O 点电场强度的大小为 E_1 ；若将 N 点处的点电荷移至 P 点，则 O 点的场场强大小变为 E_2 ， E_1 与 E_2 之比为



- A. 1:2 B. 2:1 C. $2:\sqrt{3}$ D. $4:\sqrt{3}$

【答案】B

【解析】依题意，每个点电荷在 O 点产生的场强为 $\frac{E_1}{2}$ ，则当 N 点处的点电荷移

至 P 点时，O 点场强如图所示，合场强大小为 $E_2 = \frac{E_1}{2}$ ，则 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{2}{1}$ ，B 正确。



97.(2010·天津卷·T5)在静电场中，将一正电荷从 a 移动到 b 点，电场力做了负功，则

- A. b 点的电场强度一定比 a 点大 B. 电场线方向一定从 b 指向 a

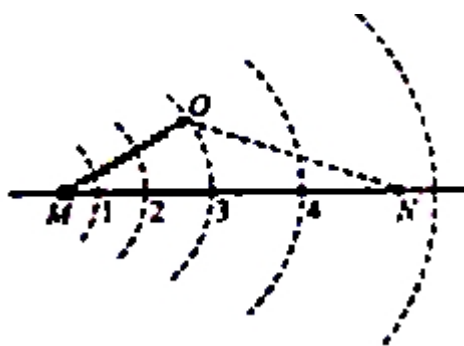
C.b 点的电势一定比 a 点高

D.该电荷的动能一定减小

【答案】

【解析】本题考查的是电场的性质。电场力对正电荷做了负功，则正电荷的电势能一定增大，电势一定变高，所以 C 项正确，但不知电场的具体分布无法判断电场线的形状，A、B 项错误。电荷的动能变化跟其合外力做功有关，而除了电场力其他力不明确，动能变化也无从判断，D 项错误。

98.(2010·四川卷·T21)如图所示，圆弧虚线表示正点电荷电场的等势面，相邻两等势面间的电势差相等。光滑绝缘直杆沿电场方向水平放置并固定不动，杆上套有一带正电的小滑块(可视为质点)，滑块通过绝缘轻弹簧与固定点 O 相连，并以某一初速度从 M 点运动到 N 点， $OM < ON$ 。若滑块在 M、N 时弹簧的弹力大小相等，弹簧始终在弹性限度内，则



A、滑块从 M 到 N 的过程中，速度可能一直增大

B、滑块从位置 1 到 2 的过程中，电场力做的功比从位置 3 到 4 的小

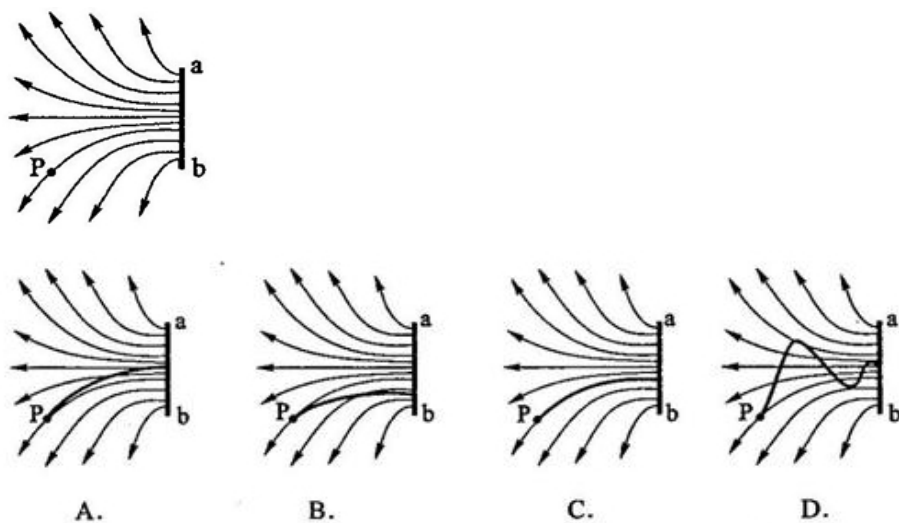
C、在 M、N 之间的范围内，可能存在滑块速度相同的两个位置

D、在 M、N 之间可能存在只由电场力确定滑块加速度大小的三个位置

【答案】AC

【解析】本题主要考查等势面和电场力做功及力的关系。由于 $OM < ON$ 而小球在 M、N 处弹力相同分析小球 M 点时弹簧处于压缩状态，而在 N 处弹簧被拉长。小球从 M 点运动到 N 点的过程中。小球的速度可能增大也可能减小选项 A 正确；由于相邻间两等势面电势差相等，所以电场力做功相同，选项 B 错；只有弹力和电场力做功，电势能和机械能守恒，所以选项 C 正确 B 错误。

99.(2010·新课标 I 卷·T17)静电除尘器是目前普遍采用的一种高效除尘器。某除尘器模型的收尘板是很长的条形金属板,图中直线 ab 为该收尘板的横截面。工作时收尘板带正电,其左侧的电场线分布如图所示;粉尘带负电,在电场力作用下向收尘板运动,最后落在收尘板上。若用粗黑曲线表示原来静止于 P 点的带电粉尘颗粒的运动轨迹,下列 4 幅图中可能正确的是(忽略重力和空气阻力)



【答案】A

【解析】本题考查电场线和带电粒子在电场中的运动。带电粉尘颗粒在电场中原来是静止的，因此将要沿电场力方向做加速运动；粉尘带负电，所受电场力的方向为电场线在该点的切线方向，且与场强方向相反，因此粉尘颗粒在 P 点沿切线方向向右运动，B 项和 D 项错误；电荷所受的力的方向与运动方向有一定的夹

角，电荷将要做曲线运动，但运动轨迹与电场线方向并不重合，因此 C 项错误；可能正确的是第一幅图形轨迹，A 项正确。

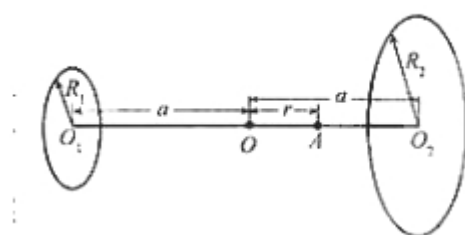
100.(2010·福建卷·T18)物理学中有些问题的结论不一定必须通过计算才能验证，有时只需通过一定的分析就可以判

断结论是否正确。如图所示为两个彼此平等且共轴的半径分别为 R_1 和 R_2 的圆环，两圆环上

的电荷量均为 q ($q > 0$)，而且电荷均匀分布。两圆环的圆心 o_1 和 o_2 相距为 $2a$ ，联线的中点

为 O ，轴线上的 A 点在 O 点右侧与 O 点相距为 r ($r < a$)。试分析判断下列关于 A 点处电场

强度大小 E 的表达式(式中 k 为静电力常量)正确的是



A. $E = \left| \frac{kqR_1}{[R_1^2 + (a+r)^2]} - \frac{kqR_2}{[R_2^2 + (a-r)^2]} \right|$ B.

$E = \left| \frac{kqR_1}{[R_1^2 + (a+r)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{kqR_2}{[R_2^2 + (a-r)^2]^{\frac{3}{2}}} \right|$

$$C. E = \left| \frac{kq(a+r)}{\left[R_1^2 + (a+r)^2 \right]} - \frac{kq(a-r)}{\left[R_2^2 + (a-r)^2 \right]} \right| \quad D.$$

$$E = \left| \frac{kq(a+r)}{\left[R_1^2 + (a+r)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} - \frac{kq(a-r)}{\left[R_2^2 + (a-r)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \right|$$

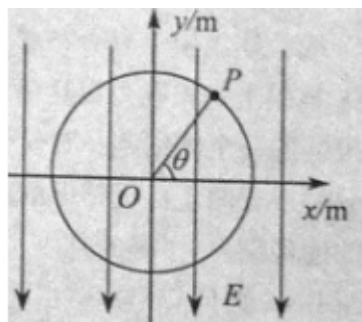
【答案】D

【解析】本题考查点电荷的场强及考生的综合分析能力和运用数学知识解决物理问题的能力。环上电荷在 A 点激发的电场垂直 O_1O_2 方向合场强为 0，环上电荷在 A 点场强只在 O_1O_2 方向上，是余弦函数，半径为 R_1 的环上到 A 的距离相等，电场大小可以 $E = \frac{kq}{r^2}$ 推测，A 点的场强应

$$E_1 = \frac{kq}{R^2 + (a+r)^2} \cdot \frac{(a+r)}{\sqrt{R_1^2 + (a+r)^2}} = \frac{kq(a+r)}{(R_1^2 + (a+r)^2)^{\frac{3}{2}}}, \text{同理半径为 } R_2 \text{ 的环产生的场}$$

强应为 $E_2 = \frac{kq(a-r)}{(R_1^2 + (a-r)^2)^{\frac{3}{2}}}$ ，方向与 E_1 相反，故正确的选项应为 D。

101.(2010·安徽卷·T16)如图所示，在 xOy 平面内有一个以 O 为圆心、半径 $R=0.1\text{m}$ 的圆， P 为圆周上的一点， O 、 P 两点连线与 x 轴正方向的夹角为 θ 。若空间存在沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小 $E=100\text{V/m}$ ，则 O 、 P 两点的电势差可表示为



A. $U_{op} = -10 \sin \theta (\text{V})$

B. $U_{op} = 10 \sin \theta (\text{V})$

C. $U_{op} = -10 \cos \theta (\text{V})$

D. $U_{op} = 10 \cos \theta (\text{V})$

【答案】A

【解析】本题考查的是电场中的电势差及学生的综合能力。 $U_{OP} = Ed_{OP}$ ①

$d_{OP} = R \sin \theta$ ② $U_{OP} = \varphi_O - \varphi_P$ ③又沿电场线方向电势降落，所以根据以上三式代数可得 A 项正确。

102.(2010·山东卷·T20)某电场的电场线分布如图所示，以下说法正确的是



A.c 点场强大于 b 点场强 B.a 点电势高于 b 点电势

C.若将一试电荷 $+q$ 由 a 点释放，它将沿电场线运动到 b 点

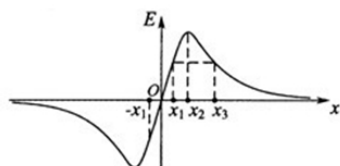
D.若在 d 点再固定一点电荷 $-Q$ ，将一试探电荷 $+q$ 由 a 移至 b 的过程中，电势能减小

【答案】BD

【解析】本题主要考查了电场线、电势、电势能及考生的理解和推理能力。c 点的电场线比 b 点的稀疏，故 b 点场强大；沿着电场线电势依次降低，故 a 点电势高于 b 点；a、b 间电场线是曲线，电荷只在沿曲线切线方向的电场力的作用下不能

做曲线运动；若 d 点再固定一个点电荷 $-Q$ ，试探电荷 $+q$ 从 a 向 b 过程中电场力做正功，电势能减小，故正确的选项为 BD。

103.(2010·江苏卷·T5)空间有一沿 x 轴对称分布的电场，其电场强度 E 随 X 变化的图像如图所示。下列说法正确的是



- A. O 点的电势最低 B. x_2 点的电势最高
- C. x_1 和 $-x_1$ 两点的电势相等 D. x_1 和 x_3 两点的电势相等

【答案】C

【解析】可画出电场线，如下



沿电场线电势降落(最快)，所以 A 点电势最高，A 错误，B 错误；

根据 $U = Ed$ ，电场强度是变量，可用 $E - x$ 图象面积表示，所以 C 正确；

两点电场强度大小相等，电势不相等，D 错误。

本题考查电场强度与电势的关系，考查图象。

本题难度：中等。

104.(2010·全国 I 卷·T16)关于静电场，下列结论普遍成立的是

- A. 电场中任意两点之间的电势差只与这两点的场强有关

- B.电场强度大的地方电势高，电场强度小的地方电势低
- C.将正点电荷从场强为零的一点移动到场强为零的另一点，电场力做功为零
- D.在正电荷或负电荷产生的静电场中，场强方向都指向电势降低最快的方向

【答案】C

【解析】在正电荷的电场中，离正电荷近，电场强度大，电势高，离正电荷远，电场强度小，电势低；而在负电荷的电场中，离正电荷近，电场强度大，电势低，离负电荷远，电场强度小，电势高，A 错误。电势差的大小决定于两点间距和电场强度，B 错误；沿电场方向电势降低，而且速度最快，C 正确；场强为零，电势不一定为零，如从带正电荷的导体球上将正电荷移动到另一带负电荷的导体球上，电场力做正功。

【命题意图与考点定位】考查静电场中电场强度和电势的特点，应该根据所学知识举例逐个排除。

105.(2010·全国 II 卷·T17)在雷雨云下沿竖直方向的电场强度为 10^4 V/m ，已知一半径为 1mm 的雨滴在此电场中不会下落，取重力加速度大小为 10 m/s^2 ，水的密度为 10^3 kg/m^3 。这雨滴携带的电荷量的最小值约为

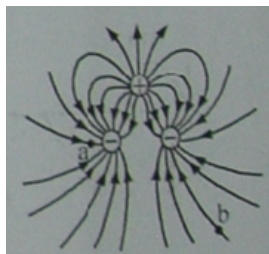
- A. $2 \times 10^{-9} \text{ C}$ B. $4 \times 10^{-9} \text{ C}$ C. $6 \times 10^{-9} \text{ C}$ D. $8 \times 10^{-9} \text{ C}$

【答案】B

【解析】带电雨滴在电场力和重力作用下保持静止，根据平衡条件电场力和重力必

然等大反向 $mg = Eq$ ，则 $q = \frac{mg}{E} = \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r^3}{E} = 4 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。

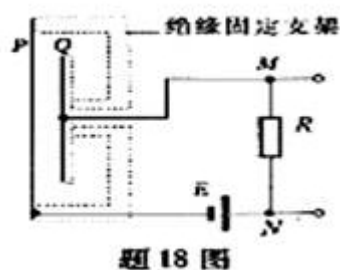
106.(2010·上海卷·T9)三个点电荷电场的电场线分布如图所示, 图中 a、b 两点出的场强大小分别为 E_a 、 E_b , 电势分别为 φ_a 、 φ_b , 则



- A. $E_a > E_b$, $\varphi_a > \varphi_b$
- B. $E_a < E_b$, $\varphi_a < \varphi_b$
- C. $E_a > E_b$, $\varphi_a < \varphi_b$
- D. $E_a < E_b$, $\varphi_a > \varphi_b$

【解析】根据电场线的疏密表示场强大小, 沿电场线电势降落(最快), 选 C。本题考查电场线与场强与电势的关系。难度：易。

107.(2010·重庆卷·T18)某电容式话筒的原理示意图如题 18 图所示, E 为电源, R 为电阻, 薄片 P 和 Q 为两金属基板.对着话筒说话时, P 振动而 Q 可视为不动, 在 P、Q 间距增大过程中,



- A.P、Q 构成的电容器的电容增大

B.P 上电荷量保持不变

C.M 点的电势比点 N 的低

D.M 点的电势比点 N 的高

【答案】D

【解析】本题考查平行板电容器的电容公式，电容器的放电过程和电路结构分析等

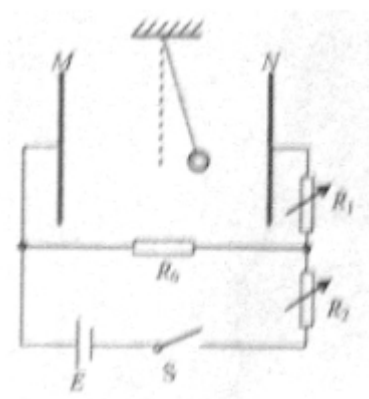
知识点。由平行板电容器的公式 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ 知，当极板距离增大时，电容器的电容

减小，A 项错；电容器和电源相连，则电容器的电压始终不变，根据 $C = \frac{Q}{U}$ 知，

电容器的电量减小，电容器要放电，B 项错；电流从 M 通过电阻流向 N 点，则 M 点电势高于 N 点电势，则 D 对，C 错。

【规律总结】电容器的两类问题的讨论一定要抓住那个量不变，再结合电容器的定义式和平行板电容器电容公式来讨论。充电后与电源断开则带电量不变，不与电源断开，则电压不变。

108.(2010·安徽卷·T18)如图所示，M、N 是平行板电容器的两个极板， R_0 为定值电阻， R_1 、 R_2 为可调电阻，用绝缘细线将质量为 m 、带正电的小球悬于电容器内部。闭合电键 S，小球静止时受到悬线的拉力为 F。调节 R_1 、 R_2 ，关于 F 的大小判断正确的是



- A. 保持 R_1 不变, 缓慢增大 R_2 时, F 将变大
- B. 保持 R_1 不变, 缓慢增大 R_2 时, F 将变小
- C. 保持 R_2 不变, 缓慢增大 R_1 时, F 将变大
- D. 保持 R_2 不变, 缓慢增大 R_1 时, F 将变小

【答案】B

【解析】本题考查欧姆定律及力的合成。对带电小球受力分析可知悬线对小球的拉力大小等于小球重力与其受到的电场力合力大小。分析电路有 R_1 、 R_0 串联联入电路, 电容器两端的电压等于 R_0 两端电压。 R_1 没有电流通过, 电阻大小没影响, 相当于直导线, 所以只要 R_2 不变, 电路中各参量都不会变, C、D 项错误。若缓慢增大 R_2 时, 电路中总电阻变大, 电流变小, 定值电阻 R_0 两端电压降减小, 电容器两极板间电压减小, 小球受到的电场力减小, 悬线拉力 F 将变小, B 项正确。

109.(2010·浙江卷·T15)请用学过的电学知识判断下列说法正确的是

- A. 电工穿绝缘衣比穿金属衣安全
- B. 制作汽油桶的材料用金属比用塑料好

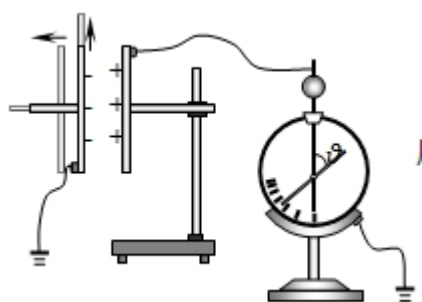
C.小鸟停在单根高压输电线上会被电死

D.打雷时，呆在汽车里比呆在木屋里要危险

【答案】B

【解析】本题是对用电常识的考查。由静电屏蔽原理知电工穿金属衣安全，故 A 项错误；由于塑料桶是绝缘的，故汽油在桶中产生的静电不能被导走而不安全，用金属桶装安全，B 项正确；小鸟在单根高压线上形不成回路，故没有电流，所以不会被电死，C 项错误；车身是一个巨大的金属导体，当闪电与它接触的时候，它把电流迅速的传到地面去了，所以在汽车里是安全的，故 D 项错误。

110.(2010·北京卷·T18)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

【答案】A

【解析】由 $C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 知保持 S 不变，增大 d ，电容减小，电容器带电能力降低，电容器电量减小，静电计所带电量增加， θ 变大；保持 d 不变，减小 S ，电容减小， θ 变大。正确答案 A。

非选择题：

111.(2019•北京卷•T11)电容器作为储能器件，在生产生活中有广泛的应用。对给定电容值为 C 的电容器充电，无论采用何种充电方式，其两极间的电势差 u 随电荷量 q 的变化图像都相同。

(1)请在图 1 中画出上述 $u-q$ 图像。类比直线运动中由 $v-t$ 图像求位移的方法，求两极间电压为 U 时电容器所储存的电能 E_p 。



图 1

(2)在如图 2 所示的充电电路中， R 表示电阻， E 表示电源(忽略内阻)。通过改变电路中元件的参数对同一电容器进行两次充电，对应的 $q-t$ 曲线如图 3 中①②所示。

a.①②两条曲线不同是_____ (选填 E 或 R) 的改变造成的；

b.电容器有时需要快速充电，有时需要均匀充电。依据 a 中的结论，说明实现这两种充电方式的途径。

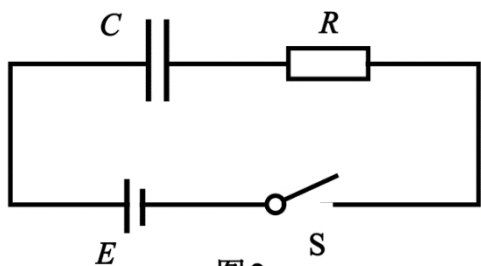


图2

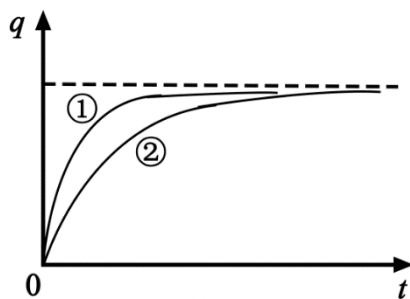
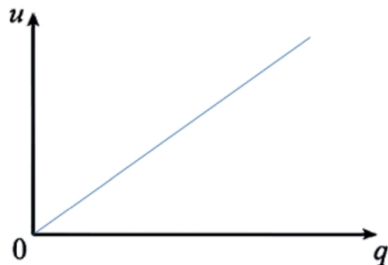


图3

(3)设想使用理想的“恒流源”替换(2)中电源对电容器充电,可实现电容器电荷量随时间均匀增加。请思考使用“恒流源”和(2)中电源对电容器的充电过程,填写下表(选填“增大”、“减小”或“不变”)。

	“恒流源”	(2)中电源
电源两端电压	_____	_____
通过电源的电流	_____	_____

【答案】(1).



(2). $E_p = \frac{CU^2}{2}$ (3). R

(4). 要快速度充电时,只要减小图2中的电阻 R ;要均匀充电时,只要适当增大图2中的电阻 R 即可

(5). 增大 (6). 不变 (7). 不变 (8). 减小

【解析】

由电容器电容定义式 $C = \frac{q}{u}$ 得到 $u-q$ 图象,类比 $v-t$ 图象求位移求解电量,由图3斜率解

决两种充电方式不同的原因和方法;根据电容器充电过程中电容器两极板相当于电源解答

(1)由电容器电容定义式可得： $C = \frac{q}{u}$ ，整理得： $u = \frac{1}{C}q$ ，所以 $u-q$ 图象应为过原点的倾斜直线，如图：

由题可知，两极间电压为 U 时电容器所储存的电能为图线与横轴所围面积，即 $E_p = \frac{UQ}{2}$

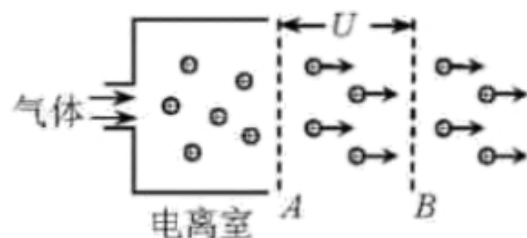
，当两极间电压为 U 时，电荷量为 $Q = CU$ ，所以 $E_p = \frac{CU^2}{2}$ ；

(2)a.由于电源内阻不计，当电容器充满电后电容器两端电压即电源的电动势，电容器最终的电量为 $Q = CE$ ，由 $q-t$ 图可知，两种充电方式最终的电量相同，只是时间不同，所以①②曲线不同是 R 造成的；

b.由图 3 可知，要快速度充电时，只要减小图 2 中的电阻 R ，要均匀充电时，只要适当增大图 2 中的电阻 R 即可；

(3)在电容器充电过程中在电容器的左极板带正电，右极板带负电，相当于另一电源，且充电过程中电量越来越大，回路中的总电动势减小，当电容器两端电压与电源电动势相等时，充电结束，所以换成“恒流源”时，为了保证电流不变，所以“恒流源两端电压要增大，通过电源的电流不变，在(2)电源的电压不变，通过电源的电流减小。

112.(2019•天津卷•T14)2018 年，人类历史上第一架由离子引擎推动的飞机诞生，这种引擎不需要燃料，也无污染物排放。引擎获得推力的原理如图所示，进入电离室的气体被电离成正离子，而后飘入电极 A、B 之间的匀强电场(初速度忽略不计)，A、B 间电压为 U ，使正离子加速形成离子束，在加速过程中引擎获得恒定的推力。单位时间内飘入的正离子数目为定值，离子质量为 m ，电荷量为 Ze ，期中 Z 是正整数， e 是元电荷。



(1)若引擎获得的推力为 F_1 ，求单位时间内飘入 A、B 间的正离子数目 N 为多少；

(2)加速正离子束所消耗的功率 P 不同时，引擎获得的推力 F 也不同，试推导 $\frac{F}{P}$ 的表达式；

(3)为提高能量的转换效率，要使 $\frac{F}{P}$ 尽量大，请提出增大 $\frac{F}{P}$ 的三条建议。

【答案】(1) $N = \frac{F_1}{\sqrt{2ZemU}}$ (2) $\frac{F}{P} = \sqrt{\frac{2m}{ZeU}}$ (3)用质量大的离子；用带电量少的离子；

减小加速电压。

【解析】

【详解】(1)设正离子经过电极 B 时的速度为 v ，根据动能定理，有

$$ZeU = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \quad ①$$

设正离子束所受的电场力为 F_1' ，根据牛顿第三定律，有

$$F_1' = F_1 \quad ②$$

设引擎在 Δt 时间内飘入电极间的正离子个数为 ΔN ，由牛顿第二定律，有

$$F_1' = \Delta Nm \frac{v - 0}{\Delta t} \quad ③$$

联立①②③式，且 $N = \frac{\Delta N}{\Delta t}$ 得

$$N = \frac{F_1}{\sqrt{2ZemU}} \quad ④$$

(2)设正离子束所受的电场力为 F' ，由正离子束在电场中做匀加速直线运动，有

$$P = \frac{1}{2}F'v \quad ⑤$$

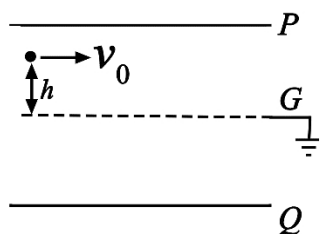
考虑到牛顿第三定律得到 $F' = F$ ，联立①⑤式得

$$\frac{F}{P} = \sqrt{\frac{2m}{ZeU}} \quad ⑥$$

(3)为使 $\frac{F}{P}$ 尽量大，分析⑥式得到

三条建议：用质量大的离子；用带电量少的离子；减小加速电压。

113.(2019•全国 II 卷•T11)如图，两金属板 P 、 Q 水平放置，间距为 d 。两金属板正中间有一水平放置的金属网 G ， PQG 的尺寸相同。 G 接地， PQ 的电势均为 φ ($\varphi > 0$)。质量为 m ，电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子自 G 的左端上方距离 G 为 h 的位置，以速度 v_0 平行于纸面水平射入电场，重力忽略不计。



(1)求粒子第一次穿过 G 时的动能，以及她从射入电场至此时在水平方向上的位移大小；

(2)若粒子恰好从 G 的下方距离 G 也为 h 的位置离开电场，则金属板的长度最短应为多少？

【答案】(1) $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2\varphi}{d}qh$ ； $l = v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ (2) $L = 2l = 2v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$

【解析】

【详解】解：(1) PG 、 QG 间场强大小相等，均为 E ，粒子在 PG 间所受电场力 F 的方向竖直向下，设粒子的加速度大小为 a ，有 $E = \frac{2\varphi}{d}$ ① $F = qE = ma$ ②

设粒子第一次到达 G 时动能为 E_k ，由动能定理有 $qEh = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$ ③

设粒子第一次到达 G 时所用时间为 t ，粒子在水平方向的位移为 l ，则有 $h = \frac{1}{2}at^2$ ④

$l = v_0t$ ⑤

联立①②③④⑤式解得 $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2\varphi}{d}qh$ ⑥ $l = v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ ⑦

(2)设粒子穿过 G 一次就从电场的右侧飞出，则金属板的长度最短，由对称性知，此时金属板的长度 L 为 $L = 2l = 2v_0\sqrt{\frac{mdh}{q\varphi}}$ ⑧

114.(2019•全国III卷•T11)空间存在一方向竖直向下的匀强电场, O 、 P 是电场中的两点。从 O 点沿水平方向以不同速度先后发射两个质量均为 m 的小球 A 、 B 。 A 不带电, B 的电荷量为 $q(q>0)$ 。 A 从 O 点发射时的速度大小为 v_0 , 到达 P 点所用时间为 t ; B 从 O 点到达 P 点所用时间为 $\frac{t}{2}$ 。重力加速度为 g , 求

(1)电场强度的大小;

(2) B 运动到 P 点时的动能。

【答案】 (1) $E = \frac{3mg}{q}$; (2) $E_k = 2m(v_0^2 + g^2 t^2)$

【解析】

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

$$mg + qE = ma \quad ①$$

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

解得

$$E = \frac{3mg}{q} \quad ③$$

(2)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

$$E_k - \frac{1}{2} m v_1^2 = mgh + qEh \quad ④$$

且有

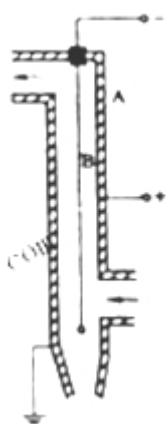
$$v_1 \frac{t}{2} = v_0 t \quad ⑤$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad ⑥$$

联立③④⑤⑥式得

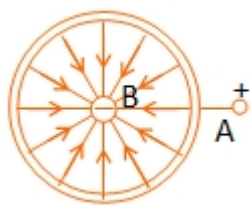
$$E_k = 2m(v_0^2 + g^2 t^2) \quad ⑦$$

115.(2010·海南卷·T11)利用静电除尘器可以消除空气中的粉尘.静电除尘器由金属管 A 和悬在管中的金属丝 B 组成, A 和 B 分别接到高压电源正极和负极, 其装置示意图如右图所示.A、B 之间有很强的电场, 距 B 越近, 场强_____ (填: “越大”或“越小”). B 附近的气体分子被电离成为电子和正离子, 粉尘吸附电子后被吸附到_____ (填“A”或“B”)上, 最后在重力作用下落入下面的漏斗中。

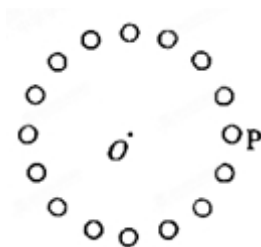


【答案】越大 A

【解析】电极截面如图所示, 由电场线可判断越靠近 B 场强越大; 粉尘吸附电子后带负电, 因此向正极 A 运动。



116.(2012·海南卷·T12) $N(N>1)$ 个电荷量均为 $q(q>0)$ 的小球, 均匀分布在半径为 R 的圆周上, 示意如图. 若移去位于圆周上 P 点的一个小球, 则圆心 O 点处的电场强度大小为____, 方向____。(已知静电力常量为 k)



【答案】 $\frac{kq}{R^2}$ ，沿 OP 指向 P

【解析】由于对称关系， N 个小球在圆心 O 处产生的场强为 0，若移去位于圆周上 P 点的一个小球，其它小球在 O 处产生的场强与 P 点小球(点电荷)在 O 点产生的场强等大反向，因此 O 点场强大小 $E = k \frac{q}{R^2}$ ，方向沿 OP 指向 P 点。

【考点定位】本题考查电场叠加、点电荷电场强度公式及其相关知识

117.(2015·上海卷·T21)静电场是_____周围空间存在的一种物质；通常用_____来描述电场的能的性质。

【答案】静止电荷；电势

【解析】静止电荷是周围空间存在的一种物质；电势是表征电场的能的性质的物理量。

【考点定位】电场；电势

118.(2016·上海卷 T24)如图，质量为 m 的带电小球 A 用绝缘细线悬挂于 O 点，处于静止状态。施加一水平向右的匀强电场后 A 向右摆动，摆动的最大角度为 60° ，则 A 受到的电场力大小为_____。在改变电场强度的大小和方向后，小球 A 的平衡位置在 $\alpha=60^\circ$ 处，然后再将 A 的质量改变为 $2m$ ，其新的平衡位置在 $\alpha=30^\circ$ 处，A 受到的电场力大小为_____。



【答案】 $\frac{\sqrt{3}}{3}mg$; mg

【解析】根据题意，带电小球受到电场力后摆动的最大角度为 60° ，末速度为 0，此过程中电场力 F 对小球做正功，重力 G 做负功，细线拉力 T 不做功，根据动能定理有： $F l \sin \alpha - mgl(1 - \cos \alpha) = 0$ ，计算电场力为： $F = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$ ；改变电场

强度的大小和方向后，平衡在 $\alpha = 60^\circ$ 处时，根据正弦定理有：

$$\frac{F}{\sin 60^\circ} = \frac{mg}{\sin(180^\circ - 60^\circ - \gamma)}$$

平衡在 $\alpha = 30^\circ$ 处时，由正弦定理有：

$$\frac{F}{\sin 30^\circ} = \frac{2mg}{\sin(180^\circ - 30^\circ - \gamma)}$$

。经过计算得到 $\gamma = 60^\circ$ ， $F = mg$ 。

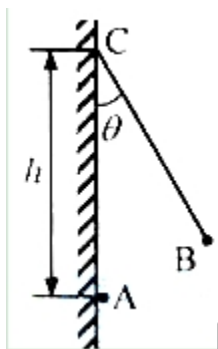
【考点定位】动能定理、物体平衡条件、正弦定理

【方法技巧】先通过动能定理计算带电小球运动到最高点过程中受到的电场力，再通过平衡条件和正弦定理计算小球在 $\alpha = 60^\circ$ 处和 $\alpha = 30^\circ$ 处时的电场力。

119.(2014·上海卷)如图，竖直绝缘墙上固定一带电小球 A，将带电小球 B 用轻质绝缘丝线悬挂在 A 的正上方 C 处，图中 $AC=h$ 。当 B 静止在与竖直方向夹角

$\theta = 30^\circ$ 方向时，A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 倍，则丝线 BC 长度为____

。若 A 对 B 的静电力为 B 所受重力的 0.5 倍，改变丝线长度，使 B 仍能在 $\theta = 30^\circ$ 处平衡。以后由于 A 漏电，B 在竖直平面内缓慢运动，到 $\theta = 0^\circ$ 处 A 的电荷尚未漏完，在整个漏电过程中，丝线上拉力大小的变化情况是_____。



【答案】 $BC = \frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或者 $BC = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$ ；拉力先不变后变大

【解析】对小球 B 受力分析如下图，自身重力 G_B ，静电力 F_A 和绳子拉力 T_A ，重力方向与墙壁平行，拉力方向与绳子同向，静电力与 AB 连线共线，所以几何 $\triangle ABC$ 与矢量三角形 $F_A T_A G_B$ 相似，所以有 $\frac{G_B}{AC} = \frac{F_A}{AB}$ ，可得 $AC = \sqrt{3}AB$ ，根据 $\theta = 30^\circ$

结合余弦定理，可得 $AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC \times BC \times \cos 30^\circ$ ，解得 $BC = \frac{\sqrt{3}}{3}h$ 或者

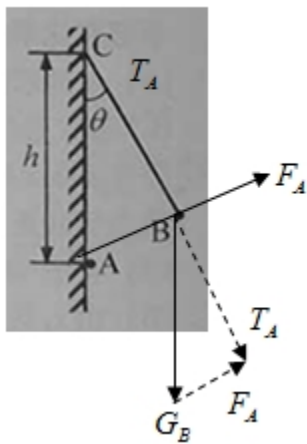
$BC = \frac{2\sqrt{3}}{3}h$ 。若 $F_A = 0.5G_B$ ，则根据 $\frac{G_B}{AC} = \frac{F_A}{AB}$ 得到 $AC = 2AB$ ，代入余弦定理

$AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC \times BC \times \cos 30^\circ$ 可得 $BC = \frac{\sqrt{3}}{2}h$ ，根据几何关系可得

$AB \perp BC$ 。漏电过程中当 $\theta \neq 0^\circ$ 时，任意一个位置都是平衡状态，都满足

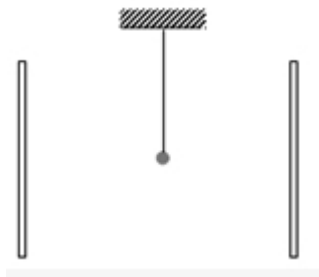
$\frac{G_B}{AC} = \frac{F_A}{AB} = \frac{T_A}{BC}$ ，由于 G_B 不变， AC ， BC 不变，所以绳子拉力 T_A 不变，当 $\theta = 0^\circ$

时， $T_A = G_B - F_A$ ，此时，随着 A 的漏电，而 AB 的距离不变， F_A 减小， T_A 变大，所以整个漏电过程中，拉力先不变后变大。



【考点定位】库仑力 动态平衡

120.(2012·全国卷)如图，一平行板电容器的两个极板竖直放置，在两极板间有一带电小球，小球用一绝缘轻线悬挂于 O 点。先给电容器缓慢充电，使两级板所带电荷量分别为 $+Q$ 和 $-Q$ ，此时悬线与竖直方向的夹角为 $\pi/6$ 。再给电容器缓慢充电，直到悬线和竖直方向的夹角增加到 $\pi/3$ ，且小球与两极板不接触。求第二次充电使电容器正极板增加的电荷量。

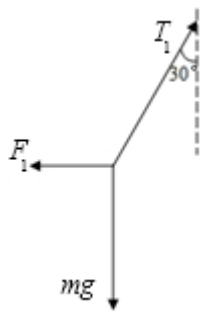


【答案】 $\Delta Q = 2Q$

【解析】设电容器的电容为 C ，第一次充电 Q 后，电容器两极板间电势差 $U_1 = \frac{Q}{C}$ ，

两板间为匀强电场，场强 $E_1 = \frac{U_1}{d}$ ，设电场中小球带电量为 q ，则所受电场力 $F_1 = qE_1$

小球在电容器中受重力，电场力和拉力平衡，如图所示



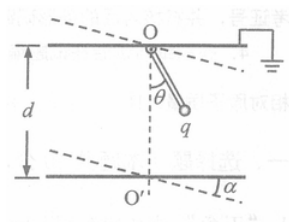
由平衡条件有： $F_1 = mgtan\theta_1$ ，综合以上各式得： $tan\theta_1 = \frac{Qq}{mgcd}$ ；第二次充电后，电

容器带电量为： $Q + \Delta Q$ ，同理可得： $tan\theta_2 = \frac{(Q + \Delta Q)q}{mgcd}$ ，将方向夹角带入解得：

$$\Delta Q = 2Q。$$

【考点定位】本题考查平行板电容器、电场力、受力分析、电场强度与电势差关系及其相关知识。

121.(2014·上海卷·T32)如图，一对平行金属板水平放置，板间距为 d ，上极板始终接地。长度为 $d/2$ 、质量均匀的绝缘杆，上端可绕上板中央的固定轴 O 在竖直平面内转动，下端固定一带正电的轻质小球，其电荷量为 q 。当两板间电压为 U_1 时，杆静止在与竖直方向 OO' 夹角 $\theta = 30^\circ$ 的位置；若两金属板在竖直平面内同时绕 O 、 O' 顺时针旋转 $\alpha = 15^\circ$ 至图中虚线位置时，为使杆仍在原位置静止，需改变两板间电压。假定两板间始终为匀强电场。求：



(1)绝缘杆所受的重力 G ；

(2)两板旋转后板间电压 U_2 。

(3)在求前后两种情况中带电小球的电势能 W_1 与 W_2 时，某同学认为由于在两板旋转过程中带电小球位置未变，电场力不做功，因此带电小球的电势能不变。你若认为该同学的结论正确，计算该电势能；你若认为该同学的结论错误，说明理由并求 W_1 与 W_2 。

【答案】(1) $G = \frac{2qU_1}{d}$ (2) $U_2 = \frac{1+\sqrt{3}}{4}U_1$ (3) $W_1 = \frac{\sqrt{3}}{4}qU_1$, $W_2 = \frac{1}{4}qU_1$

【考点】力矩平衡；电场能的性质

【解析】(1)设杆长为 L ，杆受到的重力矩与球受到的电场力矩平衡 $G \frac{L}{2} \sin 30^\circ = \frac{qU_1}{d} L \sin 30^\circ$

解得 $G = \frac{2qU_1}{d}$

(2)两板旋转后，质点不变，重力不变，重力力臂不变，两个极板之间的距离变为 $d \cos 15^\circ$

电场力大小为 $qE = \frac{qU_2}{d \cos 15^\circ}$ ，力臂变为 $\frac{d}{2} \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}d}{4}$

根据杠杆平衡则有 $G \times \frac{d}{8} = \frac{qU_2}{d \cos 15^\circ} \times \frac{\sqrt{2}d}{4}$ ，可得 $U_2 = \frac{1+\sqrt{3}}{4}U_1$

(3)结论错误。虽然小球位置没有变化，但是在极板旋转前后电场强度发生变化，电势发生变化，所以电势能发生变化。

设小球所在位置电势为 ϕ

没有旋转时，电场强度 $E = \frac{U_1}{d}$ ，根据绝缘杆平衡判断电场力竖直向上，即电场

线竖直向上，电势逐渐降低，所以 $\phi - 0 = E \times \frac{d}{2} \cos \theta$ ，整理得 $\phi = \frac{\sqrt{3}}{4}U_1$

电势能 $W_1 = q\phi = \frac{\sqrt{3}}{4}qU_1$

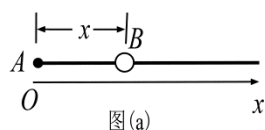
金属板转动后，电场强度 $E = \frac{U_2}{d \cos 15^\circ}$ ，电势差 $\phi - 0 = E \times \frac{d}{2} \cos 45^\circ$

解得 $\phi = \frac{1}{4}U_1$

电势能 $W_2 = q\phi = \frac{1}{4}qU_1$

【考点定位】电场力做功 电势能

122.(2016·上海卷)如图(a)，长度 $L=0.8\text{ m}$ 的光滑杆左端固定一带正电的点电荷 A，其电荷量 $Q=1.8 \times 10^{-7}\text{ C}$ ；一质量 $m=0.02\text{ kg}$ ，带电量为 q 的小球 B 套在杆上。将杆沿水平方向固定于某非均匀外电场中，以杆左端为原点，沿杆向右为 x 轴正方向建立坐标系。点电荷 A 对小球 B 的作用力随 B 位置 x 的变化关系如图(b)中曲线 I 所示，小球 B 所受水平方向的合力随 B 位置 x 的变化关系如图(b)中曲线 II 所示，其中曲线 II 在 $0.16 \leq x \leq 0.20$ 和 $x \geq 0.40$ 范围可近似看作直线。求：(静电力常量 $k = 9 \times 10^9\text{ N} \cdot \text{m} / \text{C}^2$)



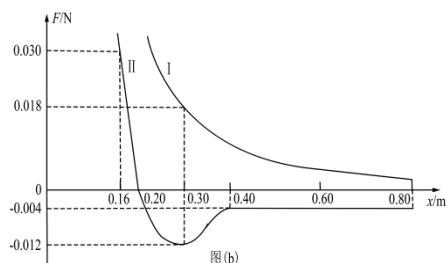
(1) 小球 B 所带电量 q ；

(2) 非均匀外电场在 $x=0.3\text{ m}$ 处沿细杆方向的电场强度大小 E ；

(3) 在合电场中， $x=0.4\text{ m}$ 与 $x=0.6\text{ m}$ 之间的电势差 U ；

(4)已知小球在 $x=0.2\text{ m}$ 处获得 $v=0.4\text{ m/s}$ 的初速度时，最远可以运动到 $x=0.4\text{ m}$ 。

若小球在 $x=0.16\text{ m}$ 处受到方向向右，大小为 0.04 N 的恒力作用后，由静止开始运动，为使小球能离开细杆，恒力作用的最小距离 s 是多少？



【答案】(1) $1\times 10^{-6}\text{ C}$ (2) $3\times 10^4\text{ N/C}$ (3) 800 V (4) 0.065 m

【解析】(1)由图可知，当 $x=0.3\text{ m}$ 时， $F_1 = k\frac{qQ}{x^2} = 0.018\text{ N}$

因此 $q = \frac{F_1 x^2}{kQ} = 1\times 10^{-6}\text{ C}$ 。

(2)设在 $x=0.3\text{ m}$ 处点电荷与小球间作用力为 F_2 ， $F_{\text{合}}=F_2+qE$

因此 $E = \frac{F_{\text{合}} - F_2}{q} = \frac{-0.012 - 0.018}{1\times 10^{-6}}\text{ N/C} = -3\times 10^4\text{ N/C}$

电场在 $x=0.3\text{ m}$ 处沿细杆方向的电场强度大小为 $3\times 10^4\text{ N/C}$ ，方向水平向左。

(3)根据图像可知在 $x=0.4\text{ m}$ 与 $x=0.6\text{ m}$ 之间合力做功大小 $W_{\text{合}}=0.004\times 0.2\text{ J}=8\times 10^{-4}\text{ J}$

由 $qU=W_{\text{合}}$ 可得 $U = \frac{W_{\text{合}}}{q} = 800\text{ V}$

(4)由图可知小球从 $x=0.16\text{ m}$ 到 $x=0.2\text{ m}$ 处，电场力做功

$$W_1 = \frac{0.03\times 0.04}{2}\text{ J} = 6\times 10^{-4}\text{ J}$$

小球从 $x=0.2\text{ m}$ 到 $x=0.4\text{ m}$ 处，电场力做功 $W_2 = -\frac{1}{2}mv^2 = -1.6\times 10^{-3}\text{ J}$

由图可知小球从 $x=0.4\text{ m}$ 到 $x=0.8\text{ m}$ 处，电场力做功 $W_3 = -0.004 \times 0.4\text{ J} =$

$$-1.6 \times 10^{-3}\text{ J}$$

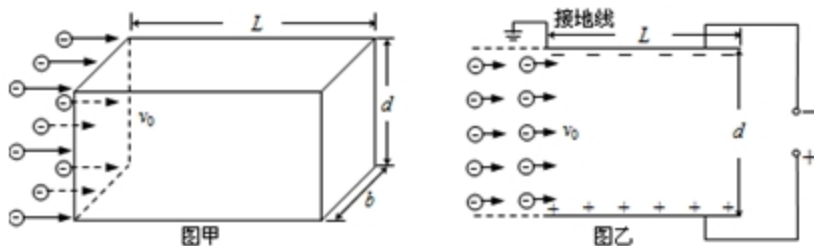
由动能定理 $W_1 + W_2 + W_3 + F_{\text{外}}s = 0$

$$\text{解得 } s = -\frac{W_1 + W_2 + W_3}{F_{\text{外}}} = 0.065\text{ m}$$

【考点定位】库仑定律、电场强度、电势差。

【方法技巧】通过图线 1 位置 0.3 m 处和库仑定律计算小球 B 带电量；再根据图像分析 0.3 m 处合力向左，库仑力向右，可以计算出该位置外加电场的电场力，进而计算外加电场电场强度；在 0.4 m 到 0.6 m 处合电场是匀强电场，根据 $qU = W_{\text{合}}$ 可以计算两位置电势差；通过动能定理计算距离。

123.(2011 浙江卷)如图甲所示，静电除尘装置中有一长为 L 、宽为 b 、高为 d 的矩形通道，其前、后面板使用绝缘材料，上、下面板使用金属材料。图乙是装置的截面图，上、下两板与电压恒定的高压直流电源相连。质量为 m 、电荷量为 $-q$ 、分布均匀的尘埃以水平速度 v_0 进入矩形通道，当带负电的尘埃碰到下板后其所带电荷被中和，同时被收集。通过调整两板间距 d 可以改变收集效率 η 。当 $d=d_0$ 时 η 为 81% (即离下板 $0.81d_0$ 范围内的尘埃能够被收集)。不计尘埃的重力及尘埃之间的相互作用。



(1)求收集效率为 100% 时，两板间距的最大值为 d_m ；

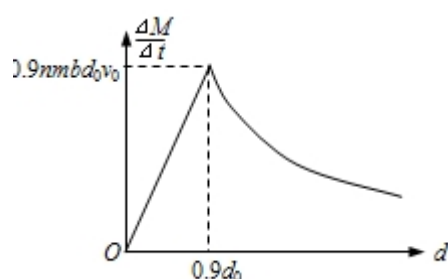
(2)求收集率 η 与两板间距 d 的函数关系；

(3)若单位体积内的尘埃数为 n ，求稳定工作时单位时间下板收集的尘埃质量

$\Delta M / \Delta t$ 与两板间距 d 的函数关系，并绘出图线。

【答案】(1) $0.9d_0$ (2) 当 $d \leq 0.9d_0$ 时，收集效率 η 为 100%；当 $d > 0.9d_0$ 时，收集率

$$\eta = 0.81 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 \quad (3) \Delta M / \Delta t = \eta = 0.81 n m b v_0 \frac{d_0^2}{d}, \text{ 如图所示。}$$



【解析】(1)收集效率 η 为 81%，即离下板 $0.81d_0$ 的尘埃恰好到达下板的右端边缘，

设高压电源的电压为 U ，在水平方向有： $L = v_0 t \dots \textcircled{1}$

在竖直方向有： $0.81d_0 = \frac{1}{2}at^2 \dots \textcircled{2}$

$$\text{其中：} a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{md_0} \dots \textcircled{3}$$

当减少两板间距时，能够增大电场强度，提高装置对尘埃的收集效率.收集效率

恰好为 100%时，两板间距为 d_m .如果进一步减少 d ，收集效率仍为 100%.

因此，在水平方向有 $L = v_0 t \dots \textcircled{4}$

在竖直方向有 $d_m = \frac{1}{2}a't^2 \dots \textcircled{5}$

其中 $a' = \frac{F'}{m} = \frac{qE'}{m} = \frac{qU}{md_m} \dots \textcircled{6}$

联立①②③④⑤⑥可得 $d_m = 0.9d_0 \dots \textcircled{7}$

(2)通过前面的求解可知，当 $d \leq 0.9d_0$ 时，收集效率 η 为 100%；

当 $d > 0.9d_0$ 时，设距下板 x 处的尘埃恰好到达下板的右端边缘，此时有

$$x = \frac{1}{2} \frac{qU}{md} \left(\frac{L}{v_0} \right)^2 \dots \textcircled{8}$$

根据题意，收集效率为 $\eta = \frac{x}{d} \dots \textcircled{9}$

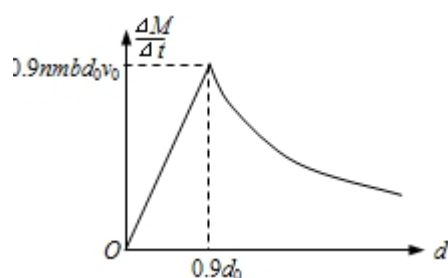
联立①②③⑧⑨可得 $\eta = 0.81 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2$

(3)稳定工作时单位时间下板收集的尘埃质量 $\Delta M / \Delta t = \eta nmbdv_0$

当 $d \leq 0.9d_0$ 时， $\eta = 1$ ，因此 $\Delta M / \Delta t = nmbdv_0$

当 $d > 0.9d_0$ 时， $\eta = 0.81 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2$ ，因此 $\Delta M / \Delta t = \eta = 0.81nmbv_0 \frac{d_0^2}{d}$

绘出的图线如下



【考点定位】带电粒子在电场中的运动

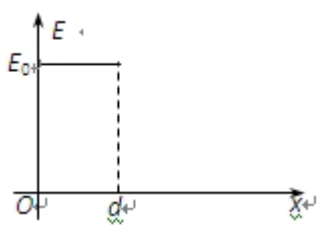
124.(2012 北京卷·T24)匀强电场的方向沿 x 轴正方向，电场强度 E 随 x 的分布如图所示，图中 E_0 和 d 均为已知量.将带正电的质点 A 在 O 点由静止释放. A 离开

电场足够远后，再将另一带正电的质点 B 放在 O 点也由静止释放。当 B 在电场中运动时，A、B 间的相互作用力及相互作用能均为零；B 离开电场后，A、B 间的相互作用视为静电作用。已知 A 的电荷量为 Q ，A 和 B 的质量分别为 m 和 $\frac{m}{4}$ 。不计重力。

(1) 求 A 在电场中的运动时间 t ；

(2) 若 B 的电荷量为 $q = \frac{4}{9}Q$ ，求两质点相互作用能的最大值 E_{pm} ；

(3) 为使 B 离开电场后不改变运动方向，求 B 所带电荷量的最大值 q_m 。



【答案】(1) $t = \sqrt{\frac{2dm}{QE_0}}$ ；(2) $E_{pm} = \frac{1}{45}QE_0d$ ；(3) $Q_m = \frac{16}{9}Q$

【解析】(1) 由牛顿第二定律，A 在电场中运动的加速 $a = \frac{f}{m} = \frac{QE_0}{m}$ ，A 在电场中做匀变速直线运动 $d = \frac{1}{2}at^2$ 解得运动时间 $t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2dm}{QE_0}}$ 。

(2) 因为两质点的相互作用力为斥力，所以当两质点的距离最小时，两质点的相互作用能取最大值。

A 质点离开电场时的速度为 v_{A0} ，

根据动能定理， $E_0Qd = \frac{1}{2}mv_{A0}^2$ ， $v_{A0} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{E_0Qd}{m}}$ ，

B 质点离开电场时的速度为 v_{B0} ，

根据动能定理, $E_0 \cdot \frac{4}{9}Qd = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4}mv_{B0}^2$, $v_{B0} = \frac{4\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{\frac{E_0 Qd}{m}}$,

设 A、B 速度相等时的速度为 v , 根据动量守恒, $mv_{A0} + \frac{1}{4}mv_{B0} = (m + \frac{1}{4}m)v$,

解得 $v = \frac{16\sqrt{2}}{15} \sqrt{\frac{E_0 Qd}{m}}$ 。

根据能量守恒, 两质点相互作用能的最大值

$$E_{pm} = (mv_{A0}^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{4} \cdot v_{B0}^2) - \frac{1}{2}(m + \frac{m}{4})v^2 \quad (3)$$

又已知 $q = \frac{4}{9}Q$, 由①②③解得 相互作用能的最大值为 $E_{pm} = \frac{1}{45}QE_0d$ 、

(3)考虑 A、B 在 $x > d$ 区间的运动, 由动量守恒、能量守恒, 且在初态和末态均无

相互作用, 有 $mv_A + \frac{m}{4}v_B = mv_{A0} + \frac{m}{4}v_{B0} \quad (4)$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{4} \cdot v_B^2 = \frac{1}{2}mv_{A0}^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{4} \cdot v_{B0}^2 \quad (5)$$

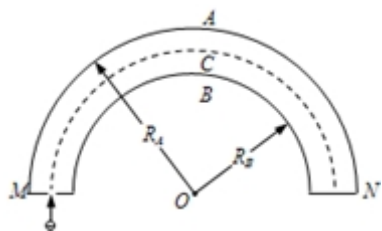
由④⑤解得 $v_B = -\frac{3}{5}v_{B0} + \frac{8}{5}v_{A0}$, 因 B 不改变运动方向, 故 $v_B \geq 0$ ⑥

由①⑥解得 $q \leq \frac{16}{9}Q$ 即 B 所带电荷量的最大值为 $Q_m = \frac{16}{9}Q$ 。

【考点定位】本题考查了动量守恒和能量守恒的相关知识

125.(2013 浙江卷)“电子能量分析器”主要由处于真空中的电子偏转器和探测板组成。偏转器是由两个相互绝缘、半径分别为 R_A 和 R_B 的同心圆金属半球面 A 和 B 构成, A、B 为电势值不等的等势面, 其过球心的截面如图所示。一束电荷量为 e 、质量为 m 的电子以不同的动能从偏转器左端 M 的正中间小孔垂直入射, 进入

偏转电场区域，最后到达偏转器右端的探测板 N，其中动能为 E_{k0} 的电子沿等势面 C 做匀速圆周运动到达 N 板的正中间。忽略电场的边缘效应。



- (1)判断球面 A、B 的电势高低，并说明理由；
- (2)求等势面 C 所在处电场强度 E 的大小；
- (3)若半球面 A、B 和等势面 C 的电势分别为 φ_A 、 φ_B 和 φ_C ，则到达 N 板左、右边缘处的电子，经过偏转电场前、后的动能改变量 $\Delta E_{K\text{左}}$ 和 $\Delta E_{K\text{右}}$ 分别为多少？
- (4)比较 $|\Delta E_{K\text{左}}|$ 和 $|\Delta E_{K\text{右}}|$ 的大小，并说明理由。

【答案】(1)B 板电势高于 A 板； (2) $\frac{4E_{k0}}{e(R_A + R_B)}$ ；

(3) $\Delta E_{k\text{左}} = e(\varphi_C - \varphi_B)$ ， $\Delta E_{k\text{右}} = e(\varphi_C - \varphi_A)$ ； (4) $|\Delta E_{k\text{左}}| > |\Delta E_{k\text{右}}|$

【解析】(1)根据题中所述电子做匀速圆周运动，可知，电场力指向球心，电场方向由 B 指向 A。沿电场线电势逐渐降低，B 板电势高于 A 板，即 $\varphi_B > \varphi_A$ 。

(2)电子在电场力作用下做圆周运动，考虑到圆轨道上的电场强度 E 大小相同，有：

$$eE = m \frac{v^2}{R}, \text{ 电子动能为 } E_{k0} = \frac{1}{2}mv^2, \text{ 其中半径 } R = \frac{R_A + R_B}{2}, \text{ 根据向心力公式: } Ee = \frac{mv^2}{\frac{R_A + R_B}{2}}$$

联立得：
$$E = \frac{4E_{K0}}{e(R_A + R_B)}.$$

(3)到达 N 板左边缘处的电子，在运动的过程中，电场力对它们做正功，电子动能的改变量等于电场力做功，即： $\Delta E_{K\text{左}} = -eU_{CB} = -e(\varphi_C - \varphi_B)$,

到达右边缘处的电子，在运动的过程中，电场力对它们做负功，电子动能的改变量等于电场力做功，即： $\Delta E_{K\text{右}} = -eU_{CA} = -e(\varphi_C - \varphi_A)$.

(4)该电场是放射状电场，内侧的电场线密，电场强度大，所以 $U_{BC} > U_{CA}$,

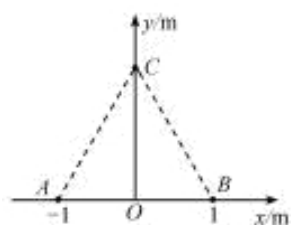
即： $\varphi_C - \varphi_B > \varphi_C - \varphi_A$ ，所以： $|\Delta E_{K\text{左}}| > |\Delta E_{K\text{右}}|$.

【考点定位】带电粒子在电场中的运动、匀速圆周运动等知识，主要考查学生的分析综合能力和应用数学处理物理问题的能力，本题难度适中。

126.(2014·福建卷)如图，真空中 xOy 平面直角坐标系上的 ABC 三点构成等边三角形，边长 $L=2.0\text{m}$ 。若将电荷量均为 $q=+2.0\times 10^{-6}\text{C}$ 的两点电荷分别固定在 A、B 点，已知静电力常量 $k=9.0\times 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ 。求：

(1)两点电荷间的库仑力大小；

(2)C 点的电场强度的大小和方向。



【答案】(1) $F=9.0\times 10^{-3}\text{N}$ (2) $E=7.8\times 10^3\text{N/C}$ 方向沿 y 轴正方向

【解析】(1)根据库仑定律，A、B 两点间的库仑力大小为： $F = k \frac{q^2}{L^2}$ ，代入数据得：

$$F = 9.0 \times 10^{-3} \text{N}$$

(2)A、B 点电荷在 C 点产生的场强大小相等，均为： $E_1 = k \frac{q}{L^2}$

A、B 两点电荷形成的电场在 C 点的合场强大小为： $E = 2E_1 \cos 30^\circ$

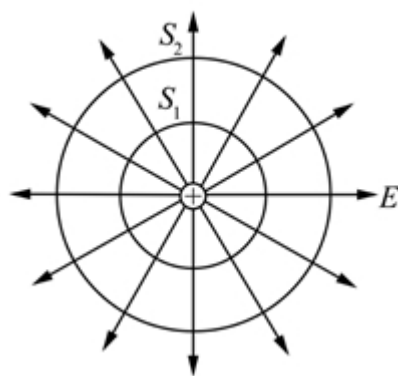
代入数据得 $E = 7.8 \times 10^3 \text{N/C}$ ，方向沿 y 轴正方向

【考点定位】本题考查库仑定律、电场强度

127.(2018·北京卷·T12)(1)静电场可以用电场线和等势面形象描述。

a.请根据电场强度的定义和库仑定律推导出点电荷 Q 的场强表达式；

b.点电荷的电场线和等势面分布如图所示，等势面 S_1 、 S_2 到点电荷的距离分别为 r_1 、 r_2 。我们知道，电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小。请计算 S_1 、 S_2 上单位面积通过的电场线条数之比 N_1/N_2 。



(2)观测宇宙中辐射电磁波的天体，距离越远单位面积接收的电磁波功率越小，观测越困难。为了收集足够强的来自天体的电磁波，增大望远镜口径是提高天文观测能力的一条重要路径。2016 年 9 月 25 日，世界上最大的单口径球面射电望

远镜 FAST 在我国贵州落成启用，被誉为“中国天眼”。FAST 直径为 500 m，有效提高了人类观测宇宙的精度和范围。

a. 设直径为 100 m 的望远镜能够接收到的来自某天体的电磁波功率为 P_1 ，计算 FAST 能够接收到的来自该天体的电磁波功率 P_2 ；

b. 在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的，仅以辐射功率为 P 的同类天体为观测对象，设直径为 100 m 望远镜能够观测到的此类天体数目是 N_0 ，计算 FAST 能够观测到的此类天体数目 N 。

【答案】(1)a. $k\frac{Q}{r^2}$ b. $\frac{r_2^2}{r_1^2}$ (2)a. $25P_1$ b. $125N_0$

【解析】(1)a. 在距 Q 为 r 的位置放一电荷量为 q 的检验电荷

根据库仑定律检验电荷受到的电场力 $F = k\frac{Qq}{r^2}$

根据电场强度的定义 $E = \frac{F}{q}$

得 $E = k\frac{Q}{r^2}$

b. 穿过每个面的电场线的总条数是相等的，若面积大，则单位面积上分担的条数就少，

故穿过两等势面单位面积上的电场线条数之比 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$

(2)a. 地球上不同望远镜观测同一天体，单位面积上接收的功率应该相同，因此

$$P_2 = \frac{500^2}{100^2} P_1 = 25P_1$$

b. 在宇宙大尺度上，天体的空间分布是均匀的。因此一个望远镜能观测到的此类天体数目正比于以望远镜为球心、以最近观测距离为半径的球体体积。

设地面上望远镜能观测到此类天体需收集到的电磁波的总功率的最小值为 P_0 ，直径为 100 m 望远镜和 FAST 能观测到的最远距离分别为 L_0 和 L ，则 $P_0 = \frac{500}{\pi} \left(\frac{P}{L^2} \right) = \frac{100}{\pi} \left(\frac{P}{L^2} \right)$ 可得 $L=5L_0$

$$\text{则 } N = \frac{L^3}{L_0^3} N_0 = 125 N_0$$

点睛：本题是一道信息题，要读懂题目中所描述的物理情景，然后结合物理知识求解，在电场线条数一定的情况下，圆的半径越大，则单位面积上的条数就越少；同样要知道地球上不同望远镜观测同一天体，单位面积上接收的功率应该相同，要借助于这些条件处理问题。

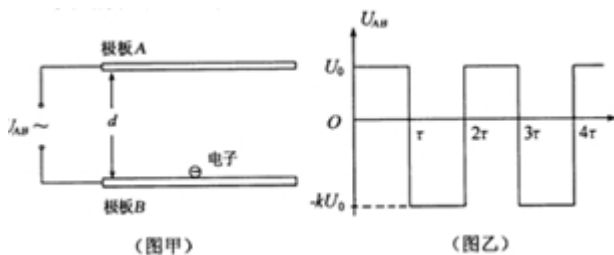
128.(2010·江苏卷·T15)(16 分)制备纳米薄膜装置的工作电极可简化为真空中间距为 d 的两平行极板，如图甲所示，加在极板 A、B 间的电压 U_{AB} 作周期性变化，其正向电压为 U_0 ，反向电压为 $-kU_0(k > 1)$ ，

电压变化的周期为 2τ ，如图乙所示。在 $t=0$ 时，极板 B 附近的一个电子，质量为 m 、电荷量为 e ，受电场作用由静止开始运动。若整个运动过程中，电子未碰到极板 A，且不考虑重力作用。

(1)若 $k = \frac{5}{4}$ ，电子在 $0-2\tau$ 时间内不能到达极板 A，求 d 应满足的条件；

(2)若电子在 $0-200\tau$ 时间未碰到极板 B，求此运动过程中电子速度 v 随时间 t 变化的关系；

(3)若电子在第 N 个周期内的位移为零，求 k 的值。



【答案】(1) $d > \sqrt{\frac{9eU_0 T^2}{10m}}$ (2) $v = [(n+1)(k+1)T - kl] \frac{eU_0}{dm}$, ($n = 0, 1, 2, \dots, 99$)

(3) $k = \frac{4N-1}{4N-3}$

【解析】

(1) 电子在 $0 \sim T$ 时间内做匀加速运动

加速度的大小 $a_1 = \frac{eU}{md}$ ①； 位移 $x_1 = \frac{1}{2} a_1 T^2$ ②；

在 $T \sim 2T$ 时间内先做匀减速运动，后反向做匀加速运动

加速度的大小 $a_2 = \frac{5eU_0}{4md}$ ③；初速度的大小 $v_1 = a_1 T$ ④；匀减速运动阶段的位移

$x_2 = \frac{v_1^2}{2a_2}$ ；

据题意 $d > x_1 + x_2$ ，解得 $d > \sqrt{\frac{9eU_0 T^2}{10m}}$ ；

(2) 在 $2nT \sim (2n+1)T$, ($n = 0, 1, 2, \dots, 99$) 时间内 ⑦

加速度的大小 $a'_2 = \sqrt{\frac{ekU_0}{md}}$

速度增量 $\Delta v_2 = -a'_2 T$ ⑧

(a) 当 $0 \leq t - 2nT < T$ 时

电子的运动速度 $v = n\Delta v_1 + n\Delta v_2 + a_1(t - 2nT)$ ⑨

解得 $v = [t - (k+1)nT] \frac{ekU_0}{md}$, ($n = 0, 1, 2, \dots, 99$) ⑩

(b) 当 $0 \leq t - (2n+1)T < T$ 时

$$\text{电子的运动速度 } v = (n+1) \Delta v_{1+n} \Delta v_2 - a'_2 [t - (2n+1)T] \quad (11)$$

$$\text{解得 } v = [(n+1)(k+1)T - k] \frac{eU_0}{dm}, \quad (n=0, 1, 2, \dots, 99) \quad (12)$$

$$(3) \text{电子在 } 2(N-1)T \sim (2N-1)T \text{ 时间内的位移 } x_{2N-1} = v_{2N-2}T + \frac{1}{2} a'_1 T^2$$

$$\text{电子在 } (2N-1)T \sim 2N_T \text{ 时间内的位移 } x_{2N} = v_{2N-1}T - \frac{1}{2} a'_2 T^2$$

$$\text{由⑩式可知 } v_{2N-2} = (N-1)(1-k)T \frac{eU_0}{dm}$$

$$\text{由⑫式可知 } x_{2N-1} = (N - Nk + k)T \frac{eU_0}{dm}$$

$$\text{据题意 } x_{2N-1} + x_{2N} = 0$$

$$\text{解得 } k = \frac{4N-1}{4N-3}。$$