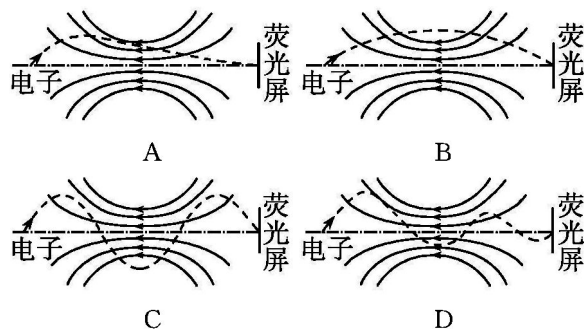


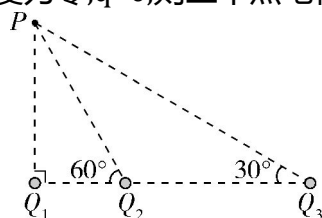
## 专题八 电场

1.(2023 全国甲,18,6 分)在一些电子显示设备中,让阴极发射的电子束通过适当的非匀强电场,可以使发散的电子束聚集。下列 4 幅图中带箭头的实线表示电场线,如果用虚线表示电子可能的运动轨迹,其中正确的是( )



答案: A 电子在电场中所受静电力方向与电场线方向相反,由于电子速度方向与电场线方向不在同一条直线上,因此电子在电场中做曲线运动,静电力指向轨迹“凹侧”,且轨迹应夹在所受静电力方向与速度方向之间,由题图可知,非匀强电场的电场强度在水平方向的分量从左到右先增大后减小,且具有对称性,故电子在水平方向上一直加速,在竖直方向上先减速到零再反向加速。B 选项中靠近荧光屏一侧的图线受力方向指向凸侧,与受力情况不符,故 B 错误;由于电子水平方向分速度一直增大,故相等的时间内水平方向位移应逐渐增大,C、D 错误,A 正确。

2.(2023 湖南,5,4 分)如图,真空中有三个点电荷固定在同一直线上,电荷量分别为  $Q_1$ 、 $Q_2$  和  $Q_3$ ,P 点和三个点电荷的连线与点电荷所在直线的夹角分别为  $90^\circ$ 、 $60^\circ$  和  $30^\circ$ 。若 P 点处的电场强度为零, $q > 0$ ,则三个点电荷的电荷量可能为( )



- A.  $Q_1=q, Q_2=\sqrt{2}q, Q_3=q$
- B.  $Q_1=-q, Q_2=-\frac{4\sqrt{3}}{3}q, Q_3=-4q$
- C.  $Q_1=-q, Q_2=\sqrt{2}q, Q_3=-q$
- D.  $Q_1=q, Q_2=-\frac{4\sqrt{3}}{3}q, Q_3=4q$

答案 D 设带电荷量分别为  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  的点电荷分别为 a、b、c,P 点处电场强度为零,由几何关系可知,b 和 c 必定带异种电荷才能使 P 点处沿三个点电荷连线方向的电场强度为零,且 b 和 c 在

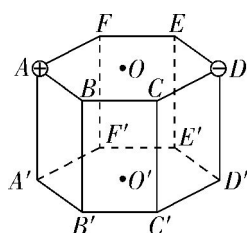
垂直三个点电荷连线方向的合场强与 a 在 P 处产生的场强等大反向,故选项 A、B 错误;设 a 到

P 的距离为 r,则由几何关系可知 b 和 c 到 P 点的距离分别为  $\frac{2\sqrt{3}}{3}r$  和  $2r$ ,P 点处平行于三个点电

荷连线方向场强为零,则  $k\frac{|Q_2|}{(\frac{2\sqrt{3}}{3}r)^2}\cdot\cos 60^\circ=k\frac{|Q_3|}{(2r)^2}\cdot\cos 30^\circ$ ,解得  $\left|\frac{Q_2}{Q_3}\right|=\frac{\sqrt{3}}{3}$ ,C 项不满足,D 项满足。

故选 D。

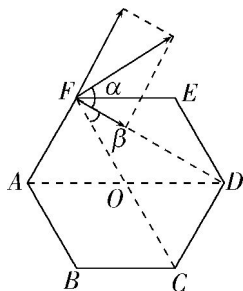
3.(2023 山东,11,4 分)(多选)如图所示,正六棱柱上下底面的中心为 O 和 O',A、D 两点分别固定等量异号的点电荷,下列说法正确的是( )



- A.F'点与 C'点的电场强度大小相等
- B.B'点与 E'点的电场强度方向相同
- C.A'点与 F'点的电势差小于 O'点与 D'点的电势差
- D.将试探电荷 +q 由 F 点沿直线移动到 O 点,其电势能先增大后减小

ACD

F'点和 B'点关于平面 ADD'A'对称,



根据等量异号点电荷电场分布的对称性可知  $E_{F'}=E_{B'}$ ,同理可知  $E_{E'}=E_{C'}$ ,F'点和 E'点关于 AD 连线的

中垂面对称,根据等量异号点电荷电场分布的对称性可知  $E_{F'}=E_{E'}$ ,同理可知  $E_{F'}=E_{C'}=E_{B'}=E_{E'}$ ,但四个

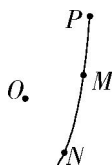
点的电场强度方向均不相同,故 A 正确,B 错误;由等量异号点电荷电势分布可知 O'点电势为 0,F'

点电势为正,连接 A'D',依据 A'D'连线上电势分布可知, $\varphi_{A'}=-\varphi_{D'}$ ,故  $U_{A'O'}=U_{O'D'}$ ,因为  $\varphi_{F'}>0$ ,故

$U_{A'F'}<U_{A'O'}$ ,故可知  $U_{A'F'}<U_{O'D'}$ ,C 正确;如图所示,根据几何关系可知  $\beta=30^\circ$ ,作出 F 点正电荷所受电场

力的示意图,设正六边形的边长为  $a$ ,  $F_A = \frac{kq}{a^2}$ ,  $F_D = \frac{kq}{3a^2}$ , 则  $\tan \alpha = \frac{F_A}{F_D} = 3 > \tan 60^\circ$ , 则  $\alpha > 60^\circ$ , 即在  $F$  点正点电荷所受电场力与  $FO$  的夹角大于  $90^\circ$ , 在  $O$  点正点电荷所受电场力的方向沿  $OD$  方向, 此时电场力与  $FO$  的夹角为  $60^\circ$ , 则在正电荷从  $F$  到  $O$  的过程中, 电场力对其先做负功, 后做正功, 则试探电荷的电势能先增大后减小, 故  $D$  正确。

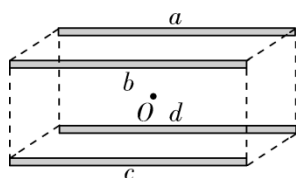
4. (2023 全国乙, 19, 6 分) (多选) 在  $O$  点处固定一个正点电荷,  $P$  点在  $O$  点右上方。从  $P$  点由静止释放一个带负电的小球, 小球仅在重力和该点电荷电场力作用下在竖直面内运动, 其一段轨迹如图所示。  $M$ 、 $N$  是轨迹上的两点,  $OP > OM$ ,  $OM = ON$ , 则小球( )



- A. 在运动过程中, 电势能先增加后减少
- B. 在  $P$  点的电势能大于在  $N$  点的电势能
- C. 在  $M$  点的机械能等于在  $N$  点的机械能
- D. 从  $M$  点运动到  $N$  点的过程中, 电场力始终不做功

答案 BC 从  $P$  点由静止释放一个带负电的小球, 小球仅在重力和该点电荷对它的电场力作用下在竖直面内运动, 在运动过程中, 小球离该点电荷的距离先减小后增大, 电场力对小球先做正功后做负功, 电势能先减少后增加,  $A$  错误; 小球由  $P$  到  $M$  的运动过程中, 电场力对小球做正功, 小球的电势能减小, 小球在  $P$  点的电势能大于在  $M$  点的电势能, 由于  $OM = ON$ , 可知  $M$ 、 $N$  两点的电势相等, 则小球在  $M$  点的电势能等于在  $N$  点的电势能, 所以小球在  $P$  点的电势能大于在  $N$  点的电势能,  $B$  正确; 小球在  $M$  点的电势能等于在  $N$  点的电势能, 根据能量守恒定律可知小球在  $M$  点的机械能等于在  $N$  点的机械能,  $C$  正确; 小球从  $M$  点运动到  $N$  点的过程中, 电场力对小球先做正功后做负功, 电势能变化量为零, 可知电场力做的总功为零, 但不是不做功,  $D$  错误。

5. (2022 湖南, 2, 4 分) 如图, 四根完全相同的均匀带正电绝缘长棒对称放置在长方体的四条长边  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  上。移去  $a$  处的绝缘棒, 假定另外三根绝缘棒电荷分布不变。关于长方体几何中心  $O$  点处电场强度方向和电势的变化, 下列说法正确的是 ( )



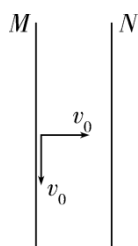
- A. 电场强度方向垂直指向  $a$ , 电势减小
- B. 电场强度方向垂直指向  $c$ , 电势减小
- C. 电场强度方向垂直指向  $a$ , 电势增大
- D. 电场强度方向垂直指向  $c$ , 电势增大

答案 A 没有移去  $a$  处绝缘棒时, 由电场的叠加与对称性可知,  $O$  点合场强为零; 移去  $a$  处绝缘棒时  $O$  点的场强与单独带正电的  $a$  处绝缘棒在  $O$  点的场强大小相等、方向相反, 故移去  $a$  处绝缘棒后的合场强方向垂直指向  $a$ 。绝缘棒带正电, 离绝缘棒越远, 电势越低, 移去  $a$  处绝缘棒, 该绝缘棒在  $O$  点产生的电势减小, 其余绝缘棒在  $O$  点产生的电势不变, 则  $O$  点处电势减小, 故选 A。

规律总结 电场强度是矢量, 具有方向, 电场强度在叠加时按平行四边形定则进行叠加。

电势是标量, 没有方向, 正负表示与电势为零处相比电势的高低, 电势在叠加时按代数计算进行叠加。

6. (2022 浙江 6 月选考, 9, 3 分) 如图所示, 带等量异种电荷的两正对平行金属板  $M$ 、 $N$  间存在匀强电场, 板长为  $L$  (不考虑边界效应)。  $t=0$  时刻,  $M$  板中点处的粒子源发射两个速度大小为  $v_0$  的相同粒子, 垂直  $M$  板向右的粒子, 到达  $N$  板时速度大小为  $\sqrt{2}v_0$ ; 平行  $M$  板向下的粒子, 刚好从  $N$  板下端射出。不计重力和粒子间的相互作用, 则 ( )



A.  $M$  板电势高于  $N$  板电势

B. 两个粒子的电势能都增加

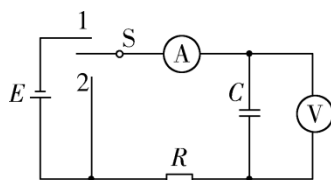
C. 粒子在两板间的加速度  $a = \frac{2v_0^2}{L}$

D. 粒子从  $N$  板下端射出的时间  $t = \frac{(\sqrt{2}-1)L}{2v_0}$

答案 C 不知粒子的电性,故无法判断哪板电势高,A 错误;两个粒子所受电场力均做正功,电势能都减少,故 B 错误;设板间距离为  $d$ ,粒子运动的加速度为  $a$ ,对垂直  $M$  板向右的粒子有: $(\sqrt{2}v_0)^2 - v_0^2 = 2ad$ ,对平行  $M$  板向下的粒子有: $\frac{L}{2} = v_0 t, d = \frac{1}{2}at^2$ ,联立解得: $a = \frac{2v_0^2}{L}, t = \frac{L}{2v_0}$ ,故 C 正确,D 错误。

模型构建 平行  $M$  板向下的粒子在匀强电场中做类平抛运动,可利用分运动解题。

7.(2022 北京,9,3 分)利用如图所示电路观察电容器的充、放电现象,其中  $E$  为电源, $R$  为定值电阻, $C$  为电容器, $A$  为电流表, $V$  为电压表。下列说法正确的是 ( )



A. 充电过程中,电流表的示数逐渐增大后趋于稳定

B. 充电过程中,电压表的示数迅速增大后趋于稳定

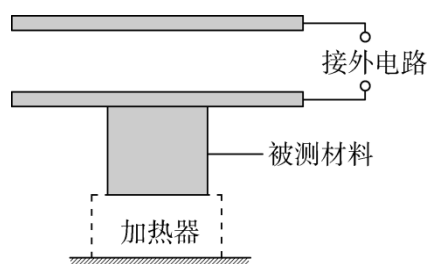
C. 放电过程中,电流表的示数均匀减小至零

D. 放电过程中,电压表的示数均匀减小至零

答案 B 电容器所带电荷量与两端电压成正比,故充电时电容器两端电压从零开始增大,达到电源电动势时充电结束而保持不变;电路中电流  $I = \frac{E - U_C}{R}$  由最大值减小到零,A 错误,B 正确。放电时,随着电容器所带电荷量的减少,两端电压降低,电路中的电流  $I = \frac{U_C}{R}$  逐

渐减小,即单位时间内电容器所带电荷量的减少量逐渐减小,故电容器两端电压的降低速度逐渐变缓,则电流的减小速度也逐渐变缓,C、D 均错误。

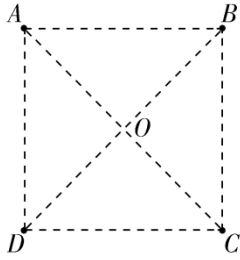
8.(2022 重庆,2,4 分)如图为某同学采用平行板电容器测量材料竖直方向尺度随温度变化的装置示意图,电容器上极板固定,下极板可随材料尺度的变化上下移动,两极板间电压不变。若材料温度降低时,极板上所带电荷量变少,则 ( )



- A.材料竖直方向尺度减小
- B.极板间电场强度不变
- C.极板间电场强度变大
- D.电容器电容变大

答案 A 由题意可知两极板间电压  $U$  不变,极板上所带电荷量  $Q$  变少,根据  $C = \frac{Q}{U}$  可知电容器的电容  $C$  减小,D 错误;根据  $C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$  可知极板间距  $d$  增大,根据  $E = \frac{U}{d}$  可知极板间电场强度  $E$  减小,B、C 错误;极板间距  $d$  增大,则材料竖直方向尺度减小,A 正确。

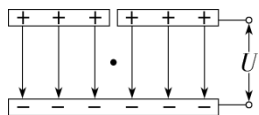
9.(2022 江苏,9,4 分)如图所示,正方形  $ABCD$  的四个顶点各固定一个带正电的点电荷,电荷量相等, $O$  点为正方形的中心。现将  $A$  点的电荷沿  $OA$  的延长线向无穷远处移动,则 ( )



- A.在移动过程中, $O$  点电场强度变小
- B.在移动过程中, $C$  点的电荷所受静电力变大
- C.在移动过程中,移动的电荷所受静电力做负功
- D.当其移动到无穷远处, $O$  点的电势高于  $A$  点

答案 D 由场的叠加及对称性可知, $B$ 、 $D$  两点处电荷在  $O$  点处产生的场强相互抵消,初始状态下  $A$ 、 $C$  两点处电荷在  $O$  点处产生的场强也等值反向,在  $A$  处电荷移动过程中, $O$  点电场强度从 0 开始逐渐增大,A 错误。 $B$ 、 $D$  两点处电荷对  $C$  处电荷的作用力合力方向沿  $OC$  方向、大小不变,而  $A$  处电荷在移动过程中对  $C$  点处电荷斥力逐渐减小,故  $C$  点处电荷所受静电力变小,B 错误。同理可知  $A$  处电荷所受静电力方向由  $O$  指向  $A$ ,故远离过程中静电力对其做正功,C 错误。当  $A$  处电荷移动至无穷远处时, $OA$  间电场由  $B$ 、 $C$ 、 $D$  三处电荷产生,由等量正电荷中垂线上的电场分布可知, $B$ 、 $D$  两处电荷在  $OA$  上各点产生的电场方向均是由  $O$  指向  $A$ ,再叠加  $C$  处电荷产生的电场可知  $OA$  间各点的电场方向均是由  $O$  指向  $A$ ,而沿电场线方向电势降低,故 D 正确。

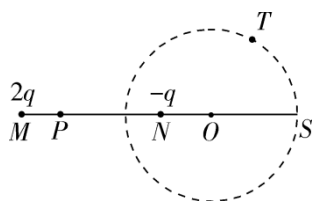
10.(2022 湖北,4,4 分)密立根油滴实验装置如图所示,两块水平放置的金属板分别与电源的正负极相接,板间产生匀强电场。用一个喷雾器把密度相同的许多油滴从上板中间的小孔喷入电场,油滴从喷口喷出时由于摩擦而带电。金属板间电势差为  $U$  时,电荷量为  $q$ 、半径为  $r$  的球状油滴在板间保持静止。若仅将金属板间电势差调整为  $2U$ ,则在板间能保持静止的球状油滴所带电荷量和半径可以为 ( )



- A.  $q, r$       B.  $2q, r$       C.  $2q, 2r$       D.  $4q, 2r$

答案 D 金属板间电势差为  $U$  时,电荷量为  $q$ 、半径为  $r$  的球状油滴在板间保持静止,则由平衡条件有  $q \frac{U}{d} = \frac{4}{3} \rho \pi r^3 g$ ,若仅将金属板间电势差调整为  $2U$ ,设电荷量为  $q'$ 、半径为  $r'$  的球状油滴能在板间保持静止,则由平衡条件有  $q' \frac{2U}{d} = \frac{4}{3} \rho \pi r'^3 g$ ,联立得  $\frac{q'}{r'^3} = \frac{q}{2r^3}$ ,D 正确。

11.(2022 河北,6,4 分)如图,真空中电荷量为  $2q$  和  $-q$  ( $q > 0$ ) 的两个点电荷分别位于  $M$  点与  $N$  点,形成一个以  $MN$  延长线上  $O$  点为球心、电势为零的等势面(取无穷远处电势为零)。  $P$  为  $MN$  连线上的一点,  $S$  为等势面与直线  $MN$  的交点,  $T$  为等势面上一点。下列说法正确的是 ( )



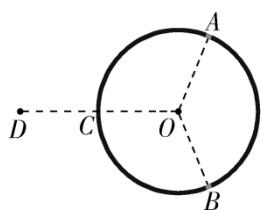
- A.  $P$  点电势低于  $S$  点电势  
 B.  $T$  点电场强度方向指向  $O$  点  
 C. 除无穷远处外,  $MN$  直线上存在两个电场强度为零的点  
 D. 将正试探电荷  $q_0$  从无穷远处移动到  $P$  点,静电力做正功

答案 B 在直线  $MN$  上,左边正电荷在  $M$ 、 $N$  间的电场强度水平向右,右边负电荷在  $M$ 、 $N$  间的电场强度水平向右,根据电场的叠加可知  $M$ 、 $N$  间的电场强度水平向右,沿着电场线电势逐渐降低,可知  $P$  点电势高于等势面与  $MN$  交点处电势,则  $P$  点电势高于  $S$  点电势,故 A 错误;电场强度方向和等势面垂直,所以  $T$  点电场强度方向指向  $O$  点,B 正确;由于正电荷的电荷量大于负电荷的电荷量,可知在  $N$  左侧电场强度不可能为零,则在  $N$  右侧,设电场强度为零的点到  $N$  点的距离为  $d$ ,  $M$ 、 $N$  间距离为  $L$ ,根据  $\frac{k \cdot 2q}{(L+d)^2} = \frac{k \cdot q}{d^2}$  可知,除无穷远处



外,直线  $MN$  上电场强度为零的点只有一个,故 C 错误;无穷远处电势低于  $P$  点电势,则正电荷在无穷远处的电势能低于在  $P$  点的电势能,将正试探电荷  $q_0$  从无穷远处移到  $P$  点,电势能增大,静电力做负功,故 D 错误。

12.(2022 山东,3,3 分)半径为  $R$  的绝缘细圆环固定在图示位置,圆心位于  $O$  点,环上均匀分布着电荷量为  $Q$  的正电荷。点  $A$ 、 $B$ 、 $C$  将圆环三等分,取走  $A$ 、 $B$  处两段弧长均为  $\Delta L$  的小圆弧上的电荷。将一点电荷  $q$  置于  $OC$  延长线上距  $O$  点为  $2R$  的  $D$  点, $O$  点的电场强度刚好为零。圆环上剩余电荷分布不变, $q$  为 ( )



A. 正电荷,  $q = \frac{Q\Delta L}{\pi R}$

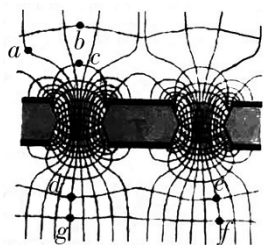
B. 正电荷,  $q = \frac{\sqrt{3}Q\Delta L}{\pi R}$

C. 负电荷,  $q = \frac{2Q\Delta L}{\pi R}$

D. 负电荷,  $q = \frac{2\sqrt{3}Q\Delta L}{\pi R}$

答案 C 将取走的  $A$ 、 $B$  处圆弧上的电荷补回去,由对称性和微元法可知,整个带电圆环在  $O$  点产生电场的合场强等于零,由此可知,圆环上剩余电荷与  $A$ 、 $B$  处带电圆弧上的电荷产生的电场等大反向,由点电荷的场强公式、电场的叠加规律和几何关系可得, $A$ 、 $B$  处带电圆弧上的电荷产生的电场在  $O$  点的合场强  $E_1 = k\frac{q_A}{R^2}$ ,方向由  $O$  指向  $C$ ,由题意可知,  $q_A = \frac{Q}{2\pi R}\Delta L$ ,  $D$  处的点电荷  $q$  在  $O$  点产生电场的场强与  $E_1$  等大反向即可,故  $q$  应为负电荷,由  $k\frac{q}{(2R)^2} = k\frac{Q\cdot\Delta L}{R^2\cdot 2\pi R}$ ,解得  $q = \frac{2Q\Delta L}{\pi R}$ ,故 C 正确。

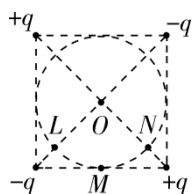
13.(2022 浙江 1 月选考,10,3 分)某种气体—电子放大器的局部结构是由两块夹有绝缘介质的平行金属薄膜构成,其上存在等间距小孔,其中相邻两孔截面上的电场线和等势线的分布如图所示。下列说法正确的是( )



- A.  $a$  点所在的线是等势线
- B.  $b$  点的电场强度比  $c$  点大
- C.  $b$ 、 $c$  两点间的电势差的值比  $a$ 、 $c$  两点间的大
- D. 将电荷沿图中的线从  $d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g$  移动时电场力做功为零

答案 C 根据电场线与等势线特点,并结合题意可知,电场线由小孔内向外辐射,故  $a$  点所在线为电场线,A 错误;由于  $b$  点处电场线分布比  $c$  点处电场线稀疏,故  $b$  点的电场强度比  $c$  点小,B 错误;由等势线分布可知, $|U_{bc}| = |U_{ba}| + |U_{ac}|$ ,故  $|U_{bc}| > |U_{ac}|$ ,C 正确;由于电场力做功与路径无关,故电荷从  $d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g$  移动时,电场力做功  $W = qU_{dg} \neq 0$ ,所以 D 错误。

14.(2022 全国乙,19,6 分)(多选)如图,两对等量异号点电荷  $+q$ 、 $-q$  ( $q > 0$ ) 固定于正方形的 4 个顶点上。 $L$ 、 $N$  是该正方形两条对角线与其内切圆的交点, $O$  为内切圆的圆心, $M$  为切点。则( )



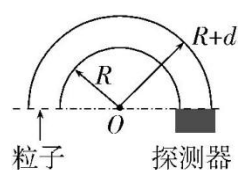
- A.  $L$  和  $N$  两点处的电场方向相互垂直
- B.  $M$  点的电场方向平行于该点处的切线,方向向左

C.将一带正电的点电荷从  $M$  点移动到  $O$  点,电场力做正功

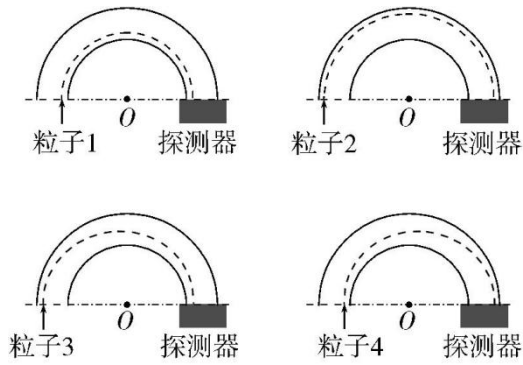
D.将一带正电的点电荷从  $L$  点移动到  $N$  点,电场力做功为零

答案 AB 根据电场强度的叠加可知  $L$  点的电场方向沿对角线从  $O$  点指向  $L$  点, $N$  点的电场方向沿对角线从  $N$  点指向  $O$  点, $L$  和  $N$  两点处的电场方向相互垂直,A 正确;根据电场强度的叠加可知  $M$  点的电场方向平行于该点处的切线,方向向左,B 正确; $M$ 、 $O$  两点在等量异号电荷连线的中垂线上, $M$ 、 $O$  两点的电势相等,将一带正电的点电荷从  $M$  点移动到  $O$  点,电场力不做功,C 错误; $L$  点的电势比  $N$  点的电势低,将一带正电的点电荷从  $L$  点移动到  $N$  点,电势能增大,电场力做负功,D 错误。

15.(2022 全国乙,21,6 分)(多选)一种可用于卫星上的带电粒子探测装置,由两个同轴的半圆柱形带电导体极板(半径分别为  $R$  和  $R+d$ )和探测器组成,其横截面如图(a)所示,点  $O$  为圆心。在截面内,极板间各点的电场强度大小与其到  $O$  点的距离成反比,方向指向  $O$  点。4 个带正电的同种粒子从极板间通过,到达探测器。不计重力。粒子 1、2 做圆周运动,圆的圆心为  $O$ 、半径分别为  $r_1$ 、 $r_2$  ( $R < r_1 < r_2 < R+d$ );粒子 3 从距  $O$  点  $r_2$  的位置入射并从距  $O$  点  $r_1$  的位置出射;粒子 4 从距  $O$  点  $r_1$  的位置入射并从距  $O$  点  $r_2$  的位置出射,轨迹如图(b)中虚线所示。则 ( )



图(a)

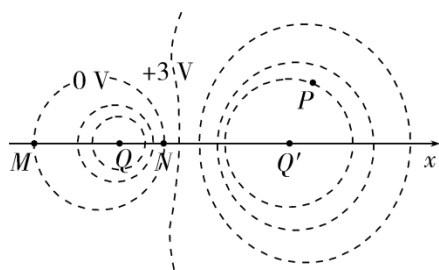


图(b)

- A. 粒子 3 入射时的动能比它出射时的大
- B. 粒子 4 入射时的动能比它出射时的大
- C. 粒子 1 入射时的动能小于粒子 2 入射时的动能
- D. 粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能

答案 BD 极板间各点的电场强度方向指向  $O$  点(题干信息),粒子 3 从距  $O$  点  $r_2$  的位置入射并从距  $O$  点  $r_1$  的位置出射,在这个过程中电场力做正功,粒子 3 入射时的动能比它出射时的小,同理可知粒子 4 入射时的动能比它出射时的大,A 错误,B 正确;粒子 1、2 做圆周运动,设粒子 1 的轨迹处的电场强度大小为  $E_1$ ,则  $qE_1 = m\frac{v_1^2}{r_1}$ ,粒子 1 的动能  $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{qE_1 r_1}{2}$ ,设粒子 2 的轨迹处的电场强度大小为  $E_2$ ,则  $qE_2 = m\frac{v_2^2}{r_2}$ ,粒子 2 的动能  $E_{k2} = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{qE_2 r_2}{2}$ ,由于极板间各点的电场强度大小与其到  $O$  点的距离成反比(题干信息),即  $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2}{r_1}$ ,所以  $E_{k1} = E_{k2}$ ,C 错误;粒子 3(做近心运动)出射时,  $qE_1 > m\frac{v_3^2}{r_1}$ ,此时粒子 3 的动能  $E_{k3} = \frac{1}{2}mv_3^2 < \frac{qE_1 r_1}{2} = E_{k1}$ ,即粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 出射时的动能,而粒子 3 入射时的动能比它出射时的小,所以粒子 1 入射时的动能大于粒子 3 入射时的动能,D 正确。

16.(2022 重庆,8,5 分)(多选)如图为两点电荷  $Q$ 、 $Q'$  的电场等势面分布示意图, $Q$ 、 $Q'$  位于  $x$  轴上,相邻等势面的电势差为 3 V。若  $x$  轴上的  $M$  点和  $N$  点位于 0 V 等势面上, $P$  为某等势面上一点,则 ( )



A.  $N$  点的电场强度大小比  $M$  点的大

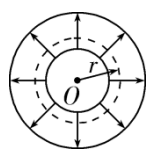
B.  $Q$  为正电荷

C.  $M$  点的电场方向沿  $x$  轴负方向

D.  $P$  点与  $M$  点的电势差为  $12\text{ V}$

答案 AD 等差等势面密集处场强大,由图可知  $N$  点的电场强度大小比  $M$  点的大,故 A 正确。沿着电场线方向电势逐渐降低,由图可知电场线由  $N$  指向  $Q$ ,则  $Q$  为负电荷,故可知  $M$  点的电场方向沿  $x$  轴正方向, B、C 均错误。 $M$  点与  $N$  点在同一等势面上电势均为  $0\text{ V}$ ,  $P$  点与  $N$  点等势面间隔四个,而相邻等势面的电势差为  $3\text{ V}$ ,则  $P$  点与  $M$  点的电势差为  $12\text{ V}$ ,故 D 正确。

17.(2022 浙江 6 月选考,15,2 分)(多选)如图为某一径向电场的示意图,电场强度大小可表示为  $E=\frac{a}{r}$ ,  $a$  为常量。比荷相同的两粒子在半径  $r$  不同的圆轨道运动。不考虑粒子间的相互作用及重力,则 ( )



A. 轨道半径  $r$  小的粒子角速度一定小

B. 电荷量大的粒子的动能一定大

C. 粒子的速度大小与轨道半径  $r$  一定无关

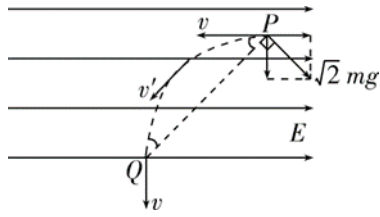
D. 当加垂直纸面磁场时,粒子一定做离心运动

答案 BC 粒子做圆周运动,根据电场力提供向心力有  $qE=m\omega^2r$ ,根据题意,电场强度大小可表示为  $E=\frac{a}{r}$ ,联立解得  $\omega=\sqrt{\frac{qa}{mr^2}}$ ,粒子比荷  $\frac{q}{m}$  相同, $a$  为常量,所以轨道半径  $r$  小的粒子角速度一定大,A 错误;根据电场力提供向心力有  $qE=m\frac{v^2}{r}$ ,则粒子的动能  $E_k=\frac{1}{2}qa$ ,电荷量大的粒子的动能一定大,B 正确;由  $qE=m\frac{v^2}{r}$  及  $E=\frac{a}{r}$  可得  $v=\sqrt{\frac{qa}{m}}$ ,粒子的速度大小与轨道半径  $r$  无关,C 正确;因为不知道粒子的速度方向及磁场方向,当加垂直纸面磁场时,粒子所受的洛伦兹力可能指向圆心,也可能背离圆心,粒子不一定做离心运动,D 错误。

18.(2022 全国甲,21,6 分)地面上方某区域存在方向水平向右的匀强电场,将一带正电荷的小球自电场中  $P$  点水平向左射出。小球所受的重力和电场力的大小相等,重力势能和电势能的零点均取在  $P$  点。则射出后,( )

- A.小球的动能最小时,其电势能最大
- B.小球的动能等于初始动能时,其电势能最大
- C.小球速度的水平分量和竖直分量大小相等时,其动能最大
- D.从射出时刻到小球速度的水平分量为零时,重力做的功等于小球电势能的增加量

答案 BD 本题可以看成等效重力场问题,如图,等效重力方向斜向右下方  $45^\circ$ , $PQ$  为等效水平方向。小球的运动可以看成类斜上抛运动,等效重力先做负功后做正功,所以小球动能最小时在斜上抛最高点,即如图速度为  $v'$  处, $v'$  与水平方向夹角为  $45^\circ$ ,此时小球速度的水平分量等于竖直分量,小球由  $P$  到  $Q$  电场力一直做负功,所以电势能一直增大,则斜上抛最高点不是电势能最大处,电势能最大处在  $Q$  处,此时小球速度方向竖直向下,大小等于初速度  $v$ , $P$  处与  $Q$  处小球动能相等,所以 A、C 错误,B 正确;从  $P$  到  $Q$ ( $Q$  点处小球速度水平分量为零)重力做的功等于重力势能的减少量, $P$  处与  $Q$  处小球动能相等,由于机械能与电势能的总和不变,所以减少的重力势能等于增加的电势能,故 D 正确。

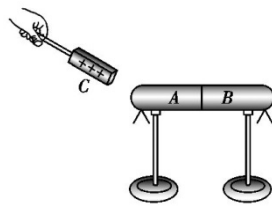


19.(2018 浙江 4 月选考,6,3 分)真空中两个完全相同、带等量同种电荷的金属小球 A 和 B(可视为点电荷),分别固定在两处,它们之间的静电力为  $F$ ,用一个不带电的同样的金属球 C 先后与 A、B 球接触,然后移开球 C,此时 A、B 球间的静电力为( )

- A.  $\frac{F}{8}$                   B.  $\frac{F}{4}$                   C.  $\frac{3F}{8}$                   D.  $\frac{F}{2}$

答案 C 设 A、B 两金属小球开始时带电荷量均为  $Q$ ,距离为  $r$ ,则  $F=k\frac{Q^2}{r^2}$ ;用一个不带电的同样的金属球 C 先后与 A、B 接触,与 A 接触后,A、C 的带电荷量均为  $\frac{Q}{2}$ ,与 B 接触后,B、C 的带电荷量均为  $\frac{3}{4}Q$ ,则此时 A、B 间的静电力  $F'=k\frac{\frac{Q}{2}\cdot\frac{3}{4}Q}{r^2}=\frac{3}{8}F$ 。因此选 C。

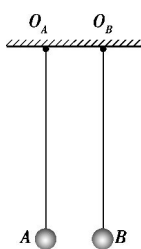
20.(2016 浙江理综,15,6 分)如图所示,两个不带电的导体 A 和 B,用一对绝缘柱支持使它们彼此接触。把一带正电荷的物体 C 置于 A 附近,贴在 A、B 下部的金属箔都张开。( )



- 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 由于静电感应,A 带负电,B 带等量正电,若移去 C,A、B 所带等量正负电荷中和,金属箔闭合,所以 C 正确,A 错误;处于电场中的导体是等势体,B 错误;若先把 A、B 分开,然后移去 C,A、B 所带电荷就不能中和,金属箔不再闭合,D 错误。

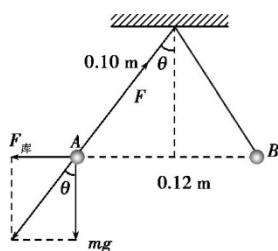
21.(2016 浙江理综,19,6 分)(多选)如图所示,把 A、B 两个相同的导电小球分别用长为 0.10 m 的绝缘细线悬挂于  $O_A$  和  $O_B$  两点。用丝绸摩擦过的玻璃棒与 A 球接触,棒移开后将悬点  $O_B$  移到  $O_A$  点固定。两球接触后分开,平衡时距离为 0.12 m。已测得每个小球质量是  $8.0 \times 10^{-4}$  kg,带电小球可视为点电荷,重力加速度  $g=10$  m/s<sup>2</sup>,静电力常量  $k=9.0 \times 10^9$  N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>,则( )



- A.两球所带电荷量相等
- B.A 球所受的静电力为  $1.0 \times 10^{-2}$  N
- C.B 球所带的电荷量为  $4\sqrt{6} \times 10^{-8}$  C
- D.A、B 两球连线中点处的电场强度为 0

答案 ACD 用丝绸摩擦过的玻璃棒带正电荷,与 A 球接触后 A 球也带正电荷,两球接触后分开,B 球也带正电荷,且两球所带电荷量相等,A 正确;

两球相互排斥,稳定后 A 球受力情况如图所示





$$\sin \theta = \frac{0.06}{0.10} = 0.60, \theta = 37^\circ$$

$F_{\text{库}} = mg \tan 37^\circ = 6.0 \times 10^{-3} \text{ N}$ , B 项错误;

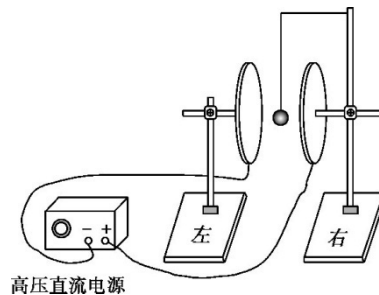
$$F_{\text{库}} = k \frac{Q_A Q_B}{r^2}$$

$Q_A = Q_B = Q, r = 0.12 \text{ m}$

联立得  $Q = 4\sqrt{6} \times 10^{-8} \text{ C}$ , 故 C 项正确;

由等量同种点电荷产生的电场的特点可知, A、B 两球连线中点处的场强为 0, 故 D 项正确。

22. (2015 浙江理综, 16, 6 分) 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两金属极板中间, 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 乒乓球在两极板中间时, 其左侧会感应出正电荷, A 错误; 电场力和库仑力是同一个力的不同称谓, C 错误; 乒乓球与右极板接触则带正电, 在电场力作用下向左运动与左极板相碰, 碰后带上负电, 又向右运动与右极板相碰, 如此往复运动, 所以 D 正确, B 错误。

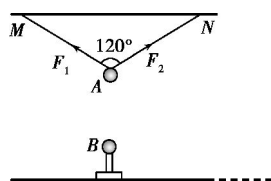
23.(2015 江苏单科,2,3 分)静电现象在自然界中普遍存在,我国早在西汉末年已有对静电现象的记载,《春秋纬·考异邮》中有“玳瑁吸衣若”之说,但下列不属于静电现象的是

( )

- 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.从干燥的地毯上走过,手碰到金属把手时有被电击的感觉

答案 C 小线圈接近通电线圈过程中,小线圈因磁通量变化而产生感应电流,属于电磁感应现象,不属于静电现象,其他三种现象属于静电现象,选项 C 符合题意。

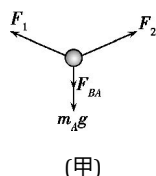
24.(2015 浙江理综,20,6 分)(多选)如图所示,用两根长度相同的绝缘细线把一个质量为 0.1 kg 的小球 A 悬挂到水平板的 M、N 两点,A 上带有  $Q=3.0\times 10^{-6}$  C 的正电荷。两线夹角为  $120^\circ$ ,两线上的拉力大小分别为  $F_1$  和  $F_2$ 。A 的正下方 0.3 m 处放有一带等量异种电荷的小球 B,B 与绝缘支架的总质量为 0.2 kg(重力加速度取  $g=10$  m/s<sup>2</sup>;静电力常量  $k=9.0\times 10^9$  N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>,A、B 球可视为点电荷),则( )



- A.支架对地面的压力大小为 2.0 N
- B.两线上的拉力大小  $F_1=F_2=1.9$  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  $F_1=1.225$  N, $F_2=1.0$  N
- D.将 B 移到无穷远处,两线上的拉力大小  $F_1=F_2=0.866$  N

答案 BC 小球 B 和支架组成的整体,在三个力作用下平衡,故有: $F_N+F_{AB}=m_B g$ , $F_{AB}=k\frac{Q^2}{r_{AB}^2}$ ,

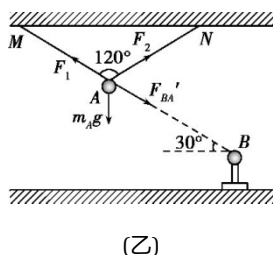
联立两式解得: $F_{AB}=0.9\text{ N}$ , $F_N=1.1\text{ N}$ ,根据牛顿第三定律可判断出 A 错。小球 A 在四个力作用下平衡,如图(甲)所示。



由对称性可知  $F_1=F_2$ ,在竖直方向上有:

$2F_1 \cos 60^\circ=2F_2 \cos 60^\circ=m_{A}g+F_{BA}$ ,解得  $F_1=F_2=1.9\text{ N}$ ,可见 B 正确。

当 B 球与 M、A 共线时,A 球受力情况如图(乙)所示,



由几何关系可知  $r_{AB}'=0.6\text{ m}$ , $F_{BA}'=k\frac{Q^2}{r_{AB}'^2}=0.225\text{ N}$ 。将 A 球所受重力分解在 MA 和 NA 的

方向上,由上述两个方向上分力的合力为零可得: $F_1=1.225\text{ N}$ , $F_2=1.0\text{ N}$ ,故 C 正确。B 球移

至无穷远处时,A、B 之间的库仑力忽略不计,对 A 球由三力平衡条件可求得

$F_1=F_2=m_A g=1.0\text{ N}$ ,故 D 错。

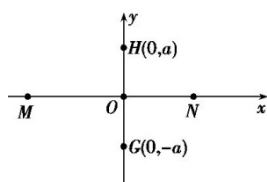
评析 本题考查了库仑定律和共点力平衡问题,情景清晰,但计算量稍大。题目难度中等,要求考生镇定、细心。

25.(2014 浙江理综,19,6 分)(多选)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  $\theta$ 。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  $m$ 、电荷量为  $q$ 。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  $\frac{kq^2}{d^2}$
- 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 根据库仑定律得 A、B 间的库仑力  $F_{\text{库}} = k\frac{q^2}{d^2}$ , 则 A 项正确。当细线上的拉力为 0 时满足  $k\frac{q^2}{d^2} = mg \tan \theta$ , 得到  $\frac{q}{d} = \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}}$ , 则 B 错 C 正确。斜面对小球 A 的支持力始终不为零, 则 D 错误。

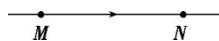
26. (2015 山东理综, 18, 6 分) 直角坐标系  $xOy$  中, M、N 两点位于  $x$  轴上, G、H 两点坐标如图。M、N 两点各固定一负点电荷, 一电荷量为  $Q$  的正点电荷置于 O 点时, G 点处的电场强度恰好为零。静电力常量用  $k$  表示。若将该正点电荷移到 G 点, 则 H 点处场强的大小和方向分别为( )



- 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 M、N 两处的负点电荷在 G 处产生的合场强  $E_1$  与 O 点处正点电荷在 G 处产生的场强等大反向, 所以  $E_1 = \frac{kQ}{a^2}$ , 方向沿  $y$  轴正向, 因为 H 与 G 关于  $x$  轴对称, 所以 M、N 两处的负点电荷在 H 处产生的合场强  $E_2 = E_1 = \frac{kQ}{a^2}$ , 方向沿  $y$  轴负向。当正点电荷放在 G 点时, 它在 H 点产生的场强  $E_3 = \frac{kQ}{(2a)^2}$ , 方向沿  $y$  轴正向, 则 H 处的场强为  $E_H = \frac{kQ}{a^2} - \frac{kQ}{(2a)^2} = \frac{3kQ}{4a^2}$ , 方向沿  $y$  轴负向, B 正确。

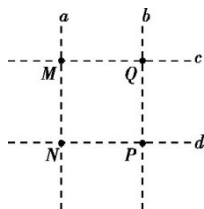
27.(2019 海南单科,1,4 分)如图,静电场中的一条电场线上有 M、N 两点,箭头代表电场的方向,则( )



- 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 本题考查电场线、电势、电势能之间的关系以及学生对知识之间联系的掌握情况。沿电场线方向电势逐渐降低,M 点的电势比 N 点的高,故 A 错误;由于不能确定电场线疏密,因此不能确定电场强度大小,故 B 错误;电子从 M 到 N,电场力做负功,电势能增加,故电子在 M 点的电势能比在 N 点的低,故 C 正确;由于不能确定电场强度大小,不能确定电子所受电场力大小,因此 D 错误;故选 C。

28.(2015 课标 I,15,6 分)如图,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  $\varphi_M$ 、 $\varphi_N$ 、 $\varphi_P$ 、 $\varphi_Q$ 。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( )

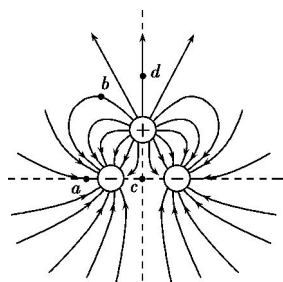


- A.直线 a 位于某一等势面内, $\varphi_M > \varphi_Q$
- B.直线 c 位于某一等势面内, $\varphi_M > \varphi_N$
- C.若电子由 M 点运动到 Q 点,电场力做正功
- D.若电子由 P 点运动到 Q 点,电场力做负功

答案 B 由电子从 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可知, $\varphi_M > \varphi_N = \varphi_P$ ,故过 N、P 点的直线 d 位于某一等势面内,则与直线 d 平行的直线 c 也位于某一等势面内,选项 A 错、B 正确; $\varphi_M = \varphi_Q$ ,则电子由 M 点运动到 Q 点,电场力不做功,选项 C 错误;由于  $\varphi_P < \varphi_M = \varphi_Q$ ,电子由 P 点运动到 Q 点,电势能减小,电场力做正功,选项 D 错误。

解题关键 ①匀强电场中,只要判定两点电势相等,两点连线即为等势线,与其平行的线也为等势线。②电荷在等势面上运动,电场力不做功。

29.(2015 江苏单科,8,4 分)(多选)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 ( )



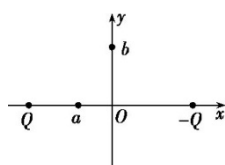
- A.a 点的电场强度比 b 点的大
- B.a 点的电势比 b 点的高
- C.c 点的电场强度比 d 点的大
- D.c 点的电势比 d 点的低

答案 ACD 观察题中图可知 a 点附近电场线比 b 点附近电场线密,所以  $E_a > E_b$ ,A 项正确;由沿电场线方向电势逐渐降低可知  $\varphi_b > \varphi_a$ ,B 项错;由场强公式  $E = k\frac{Q}{r^2}$  和场强叠加原理可知  $E_c > E_d$ ,C 项正确;当取无穷远处电势为 0 时, $\varphi_c$  为负值, $\varphi_d$  为正值,所以  $\varphi_d > \varphi_c$ ,D 项正确。

考查点 本题考查静电场、电场线、电势、电场强度等知识,对考生的推理能力有一定的要求。属于中等难度题。

学习指导 本题电场线的分布情景来源于课本但又高于课本,所以我们学习过程中不能只是死记一些典型情景,而是要理解概念和原理,掌握基本规律,培养分析推理能力,解决问题时才能游刃有余。

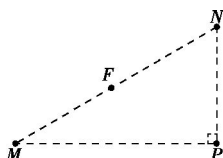
30.(2015 海南单科,7,5 分)(多选)如图,两电荷量分别为  $Q(Q>0)$ 和 $-Q$  的点电荷对称地放置在  $x$  轴上原点  $O$  的两侧, $a$  点位于  $x$  轴上  $O$  点与点电荷  $Q$  之间, $b$  点位于  $y$  轴  $O$  点上方。取无穷远处的电势为零。下列说法正确的是( )



- 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  $O$ 、 $b$  两点移到  $a$  点,后者电势能的变化较大

答案 BC 由两等量异种点电荷的电场线分布知:过  $Q$  和 $-Q$  连线的垂直平分线  $O_b$  的等势面为零势能面,因此将同一正的试探电荷先后从  $O$ 、 $b$  两点移到  $a$  点做的功相同,因此正的试探电荷电势能的变化相同,D 错。点  $b$  在零势能面上, $b$  点电势为零,由场强的合成法则知, $b$  点的场强不为零,方向平行  $x$  轴向右,A 错。在  $a$  点放一正的试探电荷,所受的场力方向向右,当沿  $x$  轴正方向移动时,电场力做正功,电势能减少,在  $O$  点减为零,过了  $O$  点电势能为负值,所以正的试探电荷在  $a$  点电势能大于零,反之若从  $O$  点移到  $a$  点,场力方向与运动方向相反,因此电场力做负功即克服电场力做功,B、C 正确。

31.(2014 课标 I ,21,6 分)(多选)如图,在正点电荷  $Q$  的电场中有  $M$ 、 $N$ 、 $P$ 、 $F$  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  $\varphi_M$ 、 $\varphi_N$ 、 $\varphi_P$ 、 $\varphi_F$  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( )

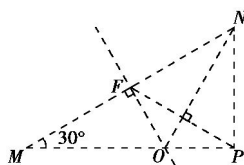


- A.点电荷  $Q$  一定在  $MP$  的连线上
- B.连接  $PF$  的线段一定在同一等势面上
- C.将正试探电荷从  $P$  点搬运到  $N$  点,电场力做负功
- D. $\varphi_P$  大于  $\varphi_M$

答案 AD 由  $\varphi_M=\varphi_N$ ,可知点电荷  $Q$  一定在  $MN$  连线的中垂线上,过  $F$  作  $MN$  的垂线交  $MP$  于  $O$  点,设  $MF=FN=l$ ,则由几何关系可知  $MO=l/\cos 30^\circ=\frac{2\sqrt{3}}{3}l$ , $FO=l \tan 30^\circ=\frac{\sqrt{3}}{3}l$ , $OP=MP-MO=MN \cos 30^\circ-\frac{2\sqrt{3}}{3}l=\frac{\sqrt{3}}{3}l$ ,即  $FO=OP=\frac{\sqrt{3}}{3}l$ , $ON=OM=\frac{2\sqrt{3}}{3}l$ ,又  $\varphi_P=\varphi_F$ ,则点电荷在  $FP$  中垂线与  $OF$  的交点上,故点电荷一定在  $MP$  的连线上的  $O$  点,选项 A 正确(另解:根据题意  $\varphi_M=\varphi_N$ , $\varphi_P=\varphi_F$ ,可知点电荷  $Q$  一定在  $MN$  的中垂线与  $PF$  连线的中垂线的交点处,作  $PF$  连线的中垂线交  $MP$  于点  $O$ ,连接  $O$ 、 $F$  两点,由几何知识知  $OF$  为  $MN$  的中垂线,故点电荷  $Q$  一定在  $MP$  的连线上的  $O$  点,A 正确);点电荷形成的电场的等势面是以点电荷为球心的同心球面,线段不可能在球面上,故 B 选项错误;由图可知  $OF<OM$ ,故  $\varphi_F=\varphi_P>\varphi_M=\varphi_N$ ,将正试探电荷从高电势点搬运到低电势点,电场力做正功,选项 C 错、D 对。

32.(2014 课标 II ,19,6 分,0.590)(多选)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电势面垂直
- 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

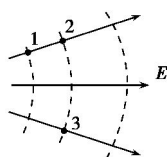
答案 AD 电场中场强为零的位置是绝对的,而电势为零的位置是人为选取的;再者场强的大小表征着电势随空间的变化率,而与电势的大小无关,故 B 错误。由沿电场线方向电势降低,可知电势的升降取决于场强的方向而与场强的大小无关,故 C 错误。

考查点 电场能的性质

解题关键 ①电场中场强为零的位置是绝对的,而电势为零的位置是人为选取的。

②沿电场线方向电势降落最快。

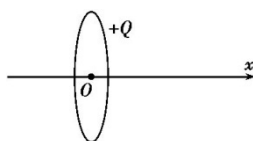
33.(2014 北京理综,15,6 分)如图所示,实线表示某静电场的电场线,虚线表示该电场的等势面。下列判断正确的是( )



- A. 1、2 两点的场强相等
- B. 1、3 两点的场强相等
- C. 1、2 两点的电势相等
- D. 2、3 两点的电势相等

答案 D 同一电场中,电场线越密的地方场强越大,所以 1 点的场强大于 2、3 两点的场强,A、B 错误;同一等势面上各点的电势相等,沿电场线方向电势降低,故 C 错误,D 正确。

34.(2014 江苏单科,4,3 分)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( )



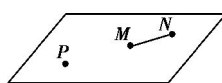
- A.  $O$  点的电场强度为零,电势最低
- B.  $O$  点的电场强度为零,电势最高
- C. 从  $O$  点沿  $x$  轴正方向,电场强度减小,电势升高
- D. 从  $O$  点沿  $x$  轴正方向,电场强度增大,电势降低

答案 B 由微元法和对称的思想分析可知,均匀带电圆环内部  $O$  点的场强为零,电势为标量,且正电荷周围的电势为正,故  $O$  点电势最高,选项 A 错、B 对;从  $O$  点沿  $x$  轴正方向电场强度先增大后减小,电势降低,选项 C、D 错误。

考查点 本题考查电场、电势、电场强度等知识,同时考查了考生运用微元思想和对称的思想分析问题和解决问题的能力。属于中等难度题。

易错警示 本题易错选 A,错误地认为电场强度为零的地方电势最低。电场强度与电势分别是反映电场力的性质和能的性质的物理量,它们之间没有直接的关系,电场强度较大的地方,电势可能较高、可能较低、也可能为零。

35.(2014 广东理综,20,6 分)(多选)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 对小球 M、N 和杆组成的整体,由题意可知  $k\frac{Qq}{L^2}=k\frac{Q\cdot 2q}{(L+x)^2}$ ,得  $x<L$ ,则 A 错。若

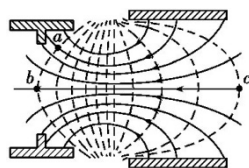
P、M 和 N 不在同一直线上则不能平衡,所以 B 正确。在 +Q 的电场中  $\varphi_M>\varphi_N$ ,则 C 错误。

M、N 及细杆静止于光滑绝缘桌面上,所以系统所受合外力为零,D 正确。

36.(2014 重庆理综,3,6 分)如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( )



A.  $W_a=W_b, E_a>E_b$

B.  $W_a\neq W_b, E_a>E_b$

C.  $W_a=W_b, E_a<E_b$

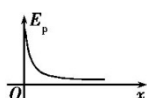
D.  $W_a\neq W_b, E_a<E_b$

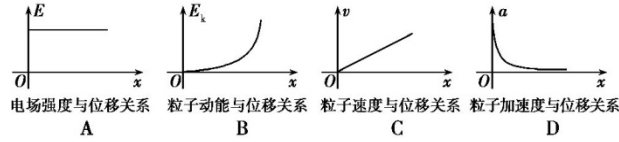
答案 A 由图知 a、b 在同一等势面上,故  $U_{ac}=U_{bc}$ ,又由  $W=qU$  知,  $W_a=W_b$ 。又由于在同一电场中,电场线密集处场强大,故  $E_a>E_b$ ,A 正确。

37.(2014 安徽理综,17,6 分)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。

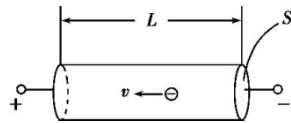
下列图像中合理的是( )





答案 D 在粒子运动中的某一小段位移  $\Delta x$  内电场力做功  $qE\Delta x$ 。由功能关系知  $\Delta E_p = -qE\Delta x$ , 即  $\frac{\Delta E_p}{\Delta x} = -qE$ ,  $E_p-x$  图线斜率的绝对值表示电场力的大小, 故由图线可知  $E$  逐渐减小, A 错误。因粒子仅受电场力作用, 由  $qE=ma$  可知  $a$  也逐渐减小, D 正确。再由动能定理有  $\Delta E_k = qE\Delta x$ , 即  $\frac{\Delta E_k}{\Delta x} = qE$ ,  $E_k-x$  图线的斜率也表示电场力, 则  $E_k-x$  图线应是一条斜率逐渐减小的曲线, B 错误。由  $v^2=2ax$  有  $v=\sqrt{2ax}$ , 可知  $v-x$  图线应是一条曲线, 故 C 错误。

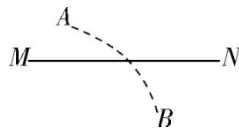
38. (2015 安徽理综, 17, 6 分) 一根长为  $L$ 、横截面积为  $S$  的金属棒, 其材料的电阻率为  $\rho$ , 棒内单位体积自由电子数为  $n$ , 电子的质量为  $m$ , 电荷量为  $e$ 。在棒两端加上恒定的电压时, 棒内产生电流, 自由电子定向运动的平均速率为  $v$ , 则金属棒内的电场强度大小为 ( )



- A.  $\frac{mv^2}{2eL}$       B.  $\frac{mv^2Sn}{e}$       C.  $\rho nev$       D.  $\frac{\rho ev}{SL}$

答案 C 金属棒的电阻  $R = \frac{\rho L}{S}$ , 自由电子定向移动形成的电流  $I = neSv$ , 金属棒两端电压  $U = IR$ , 故金属棒内的电场强度  $E = \frac{U}{L} = \frac{neSv\rho L}{LS} = nev\rho$ , 选项 C 正确。

39. (2017 天津理综, 7, 6 分) (多选) 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  $E_{pA} < E_{pB}$

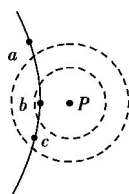
D. B 点电势可能高于 A 点电势

答案 BC 本题考查带电粒子在电场中的运动。电子的运动轨迹为曲线,由曲线运动的产生条件可知电子在 MN 电场线上受力方向为水平向左,因此电场线方向为水平向右 ( $M \rightarrow N$ ),若  $a_A > a_B$ ,则 A 靠近场源电荷  $Q$ ,即  $Q$  靠近 M 端且为正电荷,选项 B 正确;若电子由  $A \rightarrow B$ ,则水平向左的电场力与轨迹切线方向的速度夹角大于  $90^\circ$ ,电场力做负功,电势能增加,即  $E_{pA} < E_{pB}$ ,若电子由  $B \rightarrow A$ ,则电场力方向与速度方向夹角小于  $90^\circ$ ,电场力做正功,电势能减小, $E_{pA} < E_{pB}$ ,选项 C 正确,A 错误;由  $E_p = q\phi, \phi = \frac{E_p}{q}$  知,负电荷在高电势处电势能小,在低电势处电势能大,可知  $\phi_A > \phi_B$ ,选项 D 错误。

方法技巧 运动轨迹与电场线关系

①曲线运动的受力方向指向轨迹的凹侧。②受电场力方向在电场线所在直线上(切线所在直线上)。③速度方向为轨迹的切线方向。④正、负功的判断。⑤电势高低与电势能大小的关系。

40.(2016 课标 II,15,6 分)如图,P 是固定的点电荷,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 带电粒子在电场中仅受电场力作用,由牛顿第二定律知加速度  $a = \frac{F}{m} = \frac{qQE}{m}$ ,  $E = k\frac{QP}{r^2}$ ,

因为  $r_b < r_c < r_a$ , 所以  $a_b > a_c > a_a$ ;

由动能定理有  $W_{ab} = qQU_{ab} = \frac{1}{2}mv_b^2 - \frac{1}{2}mv_a^2$

$W_{bc} = qQU_{bc} = \frac{1}{2}mv_c^2 - \frac{1}{2}mv_b^2$

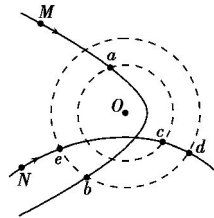
因为  $W_{ab} < 0$ , 所以  $v_a > v_b$

因为  $W_{bc} > 0$ , 所以  $v_c > v_b$

因为  $|U_{ab}| > |U_{bc}|$ , 所以  $v_a > v_c$

故有  $v_a > v_c > v_b$ , D 项正确。

41.(2016 海南单科,10,5 分)(多选)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

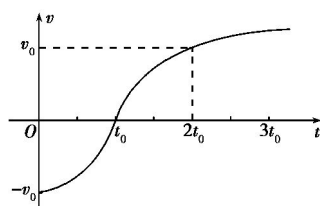
C.N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能

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 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。

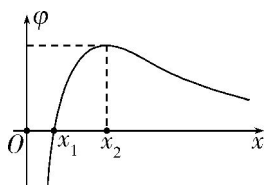
42.(2018 浙江 4 月选考,11,3 分)一带电粒子仅在电场力作用下从 A 点开始以  $-v_0$  做直线运动,其  $v-t$  图像如图所示,粒子在  $t_0$  时刻运动到 B 点, $3t_0$  时刻运动到 C 点,下列判断正确的是( )



- A. A、B、C 三点的电势关系为  $\varphi_B > \varphi_A > \varphi_C$
- B. A、B、C 三点的场强大小关系为  $E_C > E_B > E_A$
- C. 粒子从 A 点经 B 点运动到 C 点,电势能先增加后减少
- D. 粒子从 A 点经 B 点运动到 C 点,电场力先做正功后做负功

答案 C 由题图  $v-t$  图像可知带电粒子在  $0 \sim t_0$  时间内做减速运动,电场力做负功,电势能增加, $t_0 \sim 3t_0$  时间内反方向加速,电场力做正功,电势能减少,所以 C 正确,D 错误。因为不知道带电粒子电性,故无法判断电势的高低,所以 A 错误。 $v-t$  图线斜率表示粒子的加速度,由  $Eq=ma$  可知  $t_0$  时刻粒子所处位置的场强  $E_B$  最大,B 错误。

43.(2017 江苏单科,8,4 分)(多选)在  $x$  轴上有两个点电荷  $q_1$ 、 $q_2$ ,其静电场的电势  $\varphi$  在  $x$  轴上分布如图所示。下列说法正确的有( )



- A.  $q_1$  和  $q_2$  带有异种电荷

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/927023104055006100>