

1.C
提示 因为电场力做功的值只与始末位置有关,和所经过的路径无关,所以 $W_1=W_2=W_3$,故 C 正确。

2.AD
提示 根据运动轨迹可知,粒子带负电,粒子的动能先变大后变小,粒子的加速度先变大后变小,选项 A 正确,B、C 错误;粒子在电场中运动,电场力先做正功后做负功,粒子的电势能先变小后变大,选项 D 正确。

3.A
提示 依题意,电荷量为 $-q$ 的试探电荷从无穷远处被移到电场中的 A 点时,电场力做的功为 W ,则该试探电荷的电势能减少 W 或增加 $-W$ (W 为负的情况)。无穷远处该试探电荷的电势能为零,则该试探电荷在 A 点的电势能为 $E_p=-W$, A 点的电势 $\varphi_A=\frac{E_p}{-q}=\frac{-W}{-q}=\frac{W}{q}$,故选项 A 正确。

4.BC
提示 负电荷从 P 点移到 M 点,电势能增加,根据 $\varphi=\frac{E_p}{q}$, q 为负值,可知电势降低,选项 A 错误,B 正确;同理可得,选项 C 正确,D 错误。

§10.2 电势差
1.D
提示 电势差的定义式为 $U_{AB}=\frac{W_{AB}}{q}$,是用比值法定义的物理量,其特点是电势差与试探电荷无关,由电场的强度和两点的位置决定,故 A、C 错误,D 正确;电场力做功与路径无关,只与初末位置的电势差有关,故 B 错误。

2.B
提示 由于 $U_{AD}=\varphi_A-\varphi_D=-40\text{V}-(-10)\text{V}=-30\text{V}$,所以从 A 至 D ,电场力对电荷做的功 $W_{AD}=qU_{AD}=1.6\times 10^{-9}\times(-30)\text{J}=-4.8\times 10^{-8}\text{J}$,B 正确。

3.C
提示 点电荷形成的电场的等势面是以该点电荷为球心的球面,由题意知, $A、B、C$ 三点的电势关系为 $\varphi_A=\varphi_C>\varphi_B$,所以电势差 $U_{AB}=U_{CB}>0$, $U_{AC}=0$ 。而 $W_1=qU_{AB}$, $W_2=qU_{AC}$, $W_3=qU_{CB}$,所以 $W_1=W_3>W_2=0$,故选项 C 正确。

4.D
提示 电荷在等势面上移动时,电场力不做功,但并不是不受电场力的作用,选项 A 错误;等势面上各点场强大小不一定相等,不等电势的等势面不可能相交,选项 B、C 错误;等势面与电场线垂直,结合这一特点可知匀强电场中的等势面是相互平行的垂直于电场线的一簇平面,选项 D 正确。

一、选择题
1.BD
提示 由 A 点移到 B 点,静电力做正功,动能增加,电势能减少,故 A 错误,B 正确; $A、B$ 两点间电势差 $U_{AB}=\frac{W_{AB}}{q}=4\text{V}$,故 C 错误;在 $A、B$ 两点间移动一个 $q=1.0\times 10^{-4}\text{C}$ 的负电荷,静电力做功 $W=qU=-1.0\times 10^{-4}\times 4\text{J}=-4.0\times 10^{-4}\text{J}$,故 D 正确。

2.C
提示 电场力做负功,该电荷电势能增加,正电荷在电势高处电势能较大,C 正确;电场力做负功同时电荷可能还受其他力作用,总功不一定为负,由动能定理可知,动能不一定减小,D 错;电势高低与场强大小无必然联系,A 错; b 点电势高于 a 点,但 $a、b$ 可能不在同一条电场线上,B 错。

3.AC
提示 由公式 $W=qU$ 可得,电势差 $U=\frac{W_1}{q_1}=\frac{6.0\times 10^{-3}}{5.0\times 10^{-8}}\text{V}=1.2\times 10^5\text{V}$,选项 A 正确,B 错误;若移动 $2.5\times 10^{-8}\text{C}$ 的正电荷,静电力做功 $W_2=q_2U=2.5\times 10^{-8}\times 1.2\times 10^5\text{J}=3.0\times 10^{-3}\text{J}$,选项 C 正确;若移动 $1.0\times 10^{-7}\text{C}$ 的正电荷,静电力做功 $W_3=q_3U=1.0\times 10^{-7}\times 1.2\times 10^5\text{J}=1.2\times 10^{-2}\text{J}$,选项 D 错误。

4.C
提示 由电势差公式以及动能定理得 $W=qU_{ab}=q(\varphi_a-\varphi_b)=\frac{1}{2}m(v_b^2-v_a^2)$,可得比荷为 $\frac{q}{m}=\frac{v_a^2-v_b^2}{2(\varphi_b-\varphi_a)}$ 。

5.D
提示 该电场为正点电荷产生的电场,从 $a\rightarrow e$ 场强减小,电势变化量不均匀,电场线密集的地方电势降落较快,所以所以 $U_{bc}>U_{de}$,故点电荷 $+q$ 从 d 点移到 e 点电场力做功小于 qU ,故 D 项正确。

6.BD
提示 电子带负电,由 $a\rightarrow b$ 静电力做负功,电势能增加,由 $c\rightarrow d$ 静电力做正功,电势能减小,故 A、C 错误;由 $b\rightarrow c$,静电力对电子先做负功后做正功,由对称性, $b、c$ 两点电子电势能相等,故总功为零,B 正确;由 $d\rightarrow a$ 静电力对电子先做正功后做负功,故电子的电势能先减小后增加,再由对称性可确定电势能变化量为零,故 D 正确。

7.ABC
提示 由图中带电粒子 M 和 N 先后在电场中运动的轨迹可知,粒子 M 受到引力作用所以带负电,粒子 N 受到斥力作用所以带正电,选项 A 正确;由于 a 点比 b 点更靠近带正电的点电荷,所以粒子 M 由 a 点运动到 b 点的过程中粒子要克服电场力做功,动能减小,选项 B 正确; d 点和 e 点在同一个等势面上,所以 N 在 d 点的电势能等于它在 e 点的电势能,选项 C 正确;粒子 N 带正电,从 c 点运动到 d 点的过程中电场力做正功,选项 D 错误。

8.A
提示 将电荷量为 $q_1、q_2$ 的检验正电荷分别从 $a、c$ 两点移至无穷远处,已知两电荷的电势能均增大,电场力做功等于电势能的减小量,故电场力做负功,故场源电荷带负电,故 A 正确;根据公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$, $b、c$ 两点电场强度相等,但方向不同,故 B 错误;根据公式 $E=\frac{kQ}{r^2}$, $a、b$ 两点与场源间距之比为 1:2,故电场强度的大小之比为 4:1,故 C 错误;无穷远处的电势能为零,电势能的变化量相同,故电场力做功相同;无限远处电势为零,电荷电势能为零,故 q_1 在 a 点与 q_2 在 c 点所具有的电势能相等,由 $E_p=q\varphi$,而 $|\varphi_a|>|\varphi_c|$,得 $q_1<q_2$,故 D 错误,故本题选 A。

二、计算题
9.(1)重力势能减少 $4.5\times 10^{-3}\text{J}$ 电势能增加 $3\times 10^{-3}\text{J}$
(2) $3\times 10^{-3}\text{J}$ $1.5\times 10^3\text{V}$
(3) 1m/s $5\times 10^{-3}\text{N}$
提示 (1)从 $A\rightarrow B$ 重力做正功,重力势能减少

$\Delta E=W_G=mgL=4.5\times 10^{-3}\text{J}$
从 $A\rightarrow B$ 电场力做负功,电势能增加 $\Delta E_p=W_E=EqL=3\times 10^{-3}\text{J}$;
(2)若取 $\varphi_A=0$,则 $E_{pb}=3\times 10^{-3}\text{J}$
 $\varphi_B=\frac{E_{pb}}{q}=1.5\times 10^3\text{V}$;
(3)从 $A\rightarrow B$ 由动能定理知

$mgL-EqL=\frac{1}{2}mv_B^2$
代入数据得 $v_B=1\text{m/s}$
在 B 点由牛顿第二定律知
 $F-mg=m\frac{v_B^2}{l}$
代入数据得 $F=5\times 10^{-3}\text{N}$ 。

1.D
提示 滑块受到的电场力是两个电荷对它作用力的合力,在 PQ 的中点,两个电荷对滑块作用力的合力为 0,从 M 向右电场力先减小,过 PQ 的中点,电场力又增大,但不知道 N 点是否在中点右侧,故不能确定具体变化,故 A 错误;若 N 点在中点右侧,则在 PQ 中点的左侧所受电场力向右,在 PQ 中点的右侧,所受电场力向左,可见电场力先做正功后做负功,电势能可能先减小后增大,故 B 错误;因水平面不光滑,知内能增加,则动能与电势能之和减小,故 C 错误;因水平面不光滑, PM 间距不等于 QN 间距,在水平方向上除了受电场力以外,还受摩擦力,则运动到速度为 0 的位置在 M 对称点的左侧,所以 $PM<QN$,故 D 正确。

2.B
提示 由 A 点到 B 点,粒子的速度减小,则粒子所受的静电力向左,因粒子带负电,故电场线方向向右, A 点电势一定高于 B 点电势,由动能定理得 $qU_{AB}=\frac{1}{2}mv_0^2$,则 $A、B$ 两点间的电势差 $U_{AB}=\frac{mv_0^2}{2q}$,但求不出 A 点的电势,A 错误,B 正确;带负电的粒子在电势低的地方电势能大,故粒子在 A 点的电势能一定小于在 B 点的电势能,从 A 到 B 过程中静电力做的功为 $-\frac{1}{2}mv_0^2$,C 错误;通过一条电场线无法判断电场强度的大小,故无法比较在 $A、B$ 两点处受到的静电力的大小,D 错误。

二、计算题
3. $\frac{2qEx_0+mv_0^2}{2F_f}$
提示 电场力做功与路径无关,滑动摩擦力始终做负功,由于 $F_f<qE$,小物体最终停留在 O 端。由动能定理得

$qEx_0-F_f s=0-\frac{1}{2}mv_0^2$
解得 $s=\frac{2qEx_0+mv_0^2}{2F_f}$ 。

1.AC
提示 金属箔片的带电性质和相接触的玻璃棒带电性质是相同的。金属箔片的起电方式为接触起电。
2.D
提示 由于不同物质对电子的束缚本领不同,当手与塑料丝摩擦时,会发生电子的转移,这束塑料丝带上了同种电荷,而同种电荷相互排斥,因此会观察到塑料丝散开,D 正确。

3.B
提示 带电物体能够吸引轻小物体,故 b 会将 a 吸引过来, a 与 b 接触后,因带同种电荷而分开,所以 B 正确,A、C、D 错误。

4.BCD
提示 元电荷实际上是指电荷量,数值为 $1.6\times 10^{-19}\text{C}$,不是指某个具体的带电粒子,如电子、质子,故 A 错误,C 正确;元电荷是电荷量的数值,没有正、负电性的区别,宏观上所有带电体的电荷量一定是元电荷的整数倍,故 B 正确;元电荷的具体数值最早是由密立根用油滴实验测得的,测量精度相当高,故 D 正确。

5.B
提示 使带电的金属球靠近不带电的验电器,验电器发生静电感应,若金属球带正电,验电器上的小球带负电,下端金属箔带等量的正电,金属箔张开,A、C 错误;若金属球带负电,验电器上的小球带正电,下端金属箔带等量的负电,金属箔张开,B 正确,D 错误。

1.C
提示 两个点电荷之间的作用力不因第三个电荷的存在而改变。

2.B
提示 由库仑定律有 $F=k\frac{Q_{\text{甲}}Q_{\text{乙}}}{r^2}$
 $F'=k\frac{Q_{\text{甲}}'Q_{\text{乙}}'}{r'^2}$
其中 $Q_{\text{甲}}'=2Q_{\text{甲}}$, $Q_{\text{乙}}'=\frac{1}{3}Q_{\text{乙}}$, $r'=2r$
可解得 $F'=\frac{1}{6}F$ 。

3.AC
提示 小物体 A 必定受到两个力作用,即重力和 B 对它的库仑力,这两个力方向相反,若两者恰好相等,则 A 应只受这两个力作用。若向上的库仑力小于 A 的重力,则 A 还将受到斜面的支持力,这三个力不能平衡,用假设法可得 A 必定受到斜面的静摩擦力,所以 A 受到的力可能是 2 个,也可能是 4 个。

一、选择题
1.BC
提示 C 靠近 A ,由于静电感应, A 带负电, B 带正电,故选项 A 错误;移去 C , $A、B$ 上的感应电荷立即中和,贴在 $A、B$ 下部的金属箔片将闭合,选项 B 正确;先把 $A、B$ 分开再移走 C ,由于 $A、B$ 分开,使 $A、B$ 上感应电荷无法接触中和而使 $A、B$ 带电,金属箔片仍然张开,故选项 C 正确,D 错误。
2.D

提示 由于甲和乙、甲和丙、乙和丙两两相互吸引,不可能有两个小球带有同种电荷,也不可能三个小球都带电,A、C 错误;若只有一个小球带电,也不可能两两相互吸引,B 错误;若有两个小球带异种电荷,另外一个小球不带电,可以产生两两吸引的现象,D 正确。
3.C
提示 两导体上的电荷先完全中和后再平分,所以每个导体上带电荷量的大小为 $\frac{5Q-Q}{2}=2Q$ 。
4.C
提示 因电荷间的静电力与电荷的运动方向相同,故电荷将一直做加速运动,又由于两电荷间距离增大,它们之间的静电力越来越小,故加速度越来越小。

5.BD
提示 由 d 吸 $a、d$ 吸 b 可知 a 与 b 带同种电荷,且与 d 带异种电荷;由 c 斥 $a、c$ 斥 b 可知 c 与 $a、b$ 带同种电荷, c 与 d 带异种电荷,故选项 A、C 错误,选项 B、D 正确。
6.B
提示 小球 a 处于平衡状态,受力平衡,合力为零。小球受重力,方向向下,小球受到的支持力的方向与斜面垂直,所以重力与支持力的合力的方向一定沿斜面向下。根据平衡条件可知,库仑力必须有沿斜面向上的分力,小球 a 才能平衡,即库仑力的方向在直线 ab 的右侧。故本题选 B。

7.B
提示 两球都不带电时, $F_B=m_Bg$, $F_A=(m_A+m_B)g$,两球都带同种电荷时,有静电斥力作用,设为 F ,则 $F_B'=F+m_Bg$,把 $A、B$ 看作一个系统,则两球之间的斥力为内力,故 $F_A'=(m_A+m_B)g$,所以 $F_B'>F_B$, $F_A'=F_A$,B 项正确。
二、计算题
8.(1)2:3 (2)2:1
提示 (1) $A、B$ 带同种电荷,设电荷量为 Q , C 与 A 接触后,由于形状相同,二者平分电荷量, $A、C$ 所带的电荷量均为 $\frac{1}{2}Q$ 。
 C 与 B 接触后平分二者电荷量,则 $B、C$ 的电荷量均为 $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}Q+Q)=\frac{3}{4}Q$

$A、B$ 最终的电荷量之比为 $(\frac{1}{2}Q):(\frac{3}{4}Q)=2:3$ 。
(2) $A、B$ 带异种电荷,设电荷量分别为 $Q、-Q$, $A、C$ 接触后,平分电荷量, $A、C$ 的电荷量均变为 $\frac{1}{2}Q$, C 与 B 接触后,平分二者的电荷量, $C、B$ 的电荷量均为 $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}Q-Q)=-\frac{1}{4}Q$

则 $A、B$ 最终的电荷量之比为 $(\frac{1}{2}Q):(-\frac{1}{4}Q)=2:1$ 。
9. $1.0\times 10^{-6}\text{C}$
提示 因为 B 静止于光滑绝缘的倾角为 30° 的斜面上且恰与 A 等高,设 $A、B$ 之间的水平距离为 L 。

依据题意可得 $\tan 30^\circ=\frac{h}{L}$

$L=\frac{h}{\tan 30^\circ}=\frac{10}{\frac{\sqrt{3}}{3}}\text{cm}=10\sqrt{3}\text{cm}$
对 B 进行受力分析如图 1 所示,依据物体平衡条件解得库仑力 $F=mg\tan 30^\circ=30\sqrt{3}\times 10^{-3}\times 10\times \frac{\sqrt{3}}{3}\text{N}=0.3\text{N}$

依据 $F=k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$ 得 $F=k\frac{Q^2}{L^2}$
解得 $Q=\sqrt{\frac{FL^2}{k}}=\sqrt{\frac{0.3}{9\times 10^9}}\times 10\sqrt{3}\times 10^{-2}\text{C}=1.0\times 10^{-6}\text{C}$ 。
B 卷
一、选择题
1.D
提示 只闭合开关 S_1 时,由于静电感应,金属导体 B 右端的正电荷会被大地中的负电荷中和,所以导体 B 右端不带电, A 左端带负电,A 错误;当闭合开关 S_2 时,由于静电感应,金属导体 B 右端的正电荷会被大地中的负电荷中和,所以导体 B 右端不带电, A 左端带负电,接着移走带电小球 C , A 左端的电子会流入大地, A 不带电,最后将 $A、B$ 分开,则 A 和 B 均不带电,B 错误; $S_1、S_2$ 均闭合时, A 左端为近端,会感应出负电荷,大地为远端, B 右端不带电,C 错误,D 正确。
2.B
提示 选取两小球组成的整体为研究对象,受力分析并正交分解如图 2 所示。

由平衡条件得 F_1 在水平方向的分力 F' 和 F_2 在水平方向的分力 F'' 大小相等。
即 $F_1\cos 60^\circ=F_2\cos 30^\circ$,所以 $\frac{F_1}{F_2}=\frac{\sqrt{3}}{1}$ 。
二、填空题
3. $\tan^3\alpha$
提示 对小球进行受力分析如图 3 所示。根据库仑定律有
 $F_1=k\frac{Qq}{r_1^2}$, $r_1=L\cos\alpha$ ①
 $F_2=k\frac{Qq}{r_2^2}$, $r_2=L\sin\alpha$ ②
根据平衡条件,在 P 点切线方向有 $F_1\sin\alpha=F_2\cos\alpha$ ③
联立①②③解得 $\frac{Q_2}{Q_1}=\tan^3\alpha$ 。

图 3
扫码获取报纸相关内容课件

提示 根据公式 $E=\frac{F}{q}$ 可知电场中某点的电场强度在数值上等于单位电荷在该点所受的电场力,A 正确;电场强度的方向总是跟正电荷所受的电场力方向一致,B 错误;电场中某点的电场强度由电场本身决定,与是否放入试探电荷无关,与试探电荷所受的电场力及试探电荷的电量无关,C、D 错误。

提示 电场强度是描述电场强弱和方向的物理量,是试探电荷所受的电场力 F 与试探电荷所带的电荷量 q 的比值,由电场本身决定,与试探电荷的有无、电性、电量的大小无关。故在该点放入电荷量为 $-q$ 的试探电荷时电场强度为 E ,放电电荷量为 $+2q$ 的试探电荷时电场强度大小仍为 E ,方向和 E 相同,故 A 正确。

提示 曲线中合外力的方向指向轨迹的内侧,所以粒子所受电场力水平向左,电荷为负电荷,运动方向可从 a 到 b ,也可以从 b 到 a ,故选 AD。

提示 电场线的疏密代表电场强度的强弱,电场线越密,代表电场越强,电场方向为电场线的切线方向,故从图中可以看出 A 点、B 点电场强度大小和方向均不同,故 A、B 错误;电场线从正电荷指向负电荷,故 C 正确;右边电荷周围的电场线密集,故此电荷的电荷量较大,故 D 错误。

§9.4 静电的防止与利用

提示 由题图知,A 为尖头、B 为圆头。当金属板 M 、 N 接在高压电源上时,因末端越尖锐容易放电,故 A 容易放电,选项 A 正确。

提示 油罐车上的搭地铁链是为了把产生的静电导走,属于静电的防止,故 B 正确。

提示 当导体在电场中处于静电平衡状态时,在导体内部任意一点,感应电荷产生的附加电场的场强与外场强大小相等,方向相反,此时导体的内部场强处处为 0,电荷只分布在导体的外表面,故 B、C、D 错误,A 正确。

3 版同步检测

A 卷

一、选择题

提示 铁板处于静电平衡状态,铁板表面附近的电场强度与铁板处处垂直,小球在水平方向上不受力,因此一直以速度 v_0 做匀速运动,D 正确。

提示 由图可知,A 点电场线比 B 点电场线密集,根据电场线的疏密程度比较场强大小可知, $E_A>E_B$,电场线的切线方向表示场强方向,则 A、B 两点场强方向不同,故 B 正确,A、C、D 错误。

提示 感应电荷在盘中 A 点激发的附加场强 E' 应与 $-Q$ 在 A 点产生的场强等大反向,故 A 正确。

提示 设小球 c 带电荷量为 Q ,由库仑定律可知小球 a 对小球 c 的库仑引力为 $F=k\frac{qQ}{r^2}$,小球 b 对小球 c 的库仑引力为 $F=k\frac{qQ}{r^2}$,两个力的合力为 $2F\cos 30^\circ$.设水平匀强电场的电场强度的大小为 E ,对小球 c ,由平衡条件可得 $QE=2F\cos 30^\circ$,解得 $E=\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{kq}{r^2}$,故 B 正确。

提示 由于不知电荷正负,所以不确定受力方向,A 错误;匀强电场中 $F=Eq$ 不变,合力不变,B、D 正确;受力方向不确定,不能确定偏转方向,C 错误。

提示 正点电荷 q 由静止释放,如果电场线为直线,电荷将沿电场线运动,电场线如果是曲线,电荷一定不沿电场线运动(因为如果沿电场线运动,其速度方向与受力方向重合,不符合曲线运动的条件),故 A 选项不正确;由于点电荷做曲线运动时,其速度方向与电场力方向不再一致(初始时刻除外),故 B 选项不正确;而点电荷的加速度方向,也即电荷所受电场力方向必与该点场强方向一致,即与所在点的电场线的切线方向一致,故 C、D 选项正确。

提示 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,选项 B 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;选项 C 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;选项 D 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。

提示 带电导体的平坦部位电荷比较稀疏,凸出部位电荷比较密集,即 C 处电荷最密集,B 处次之,A 处最稀疏,因此小球接触 A 点时,取得的电荷量最少,与验电器接触时,验电器箔片得到的电荷量最少,箔片张开的角度最小;反之与 C 处接触时,箔片张开的角度最大,故 B 正确。

二、计算题

$$9. \frac{qE\cos\theta - mgsin\theta}{mg\cos\theta + qEsin\theta}$$

提示 物体受力情况如图 1 所示,将各力沿斜面 and 垂直斜面两个方向进行正交分解,则

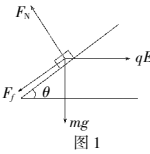


图 1

沿斜面方向上

$$F_T + mgsin\theta = qEcos\theta \quad ①$$

垂直斜面方向上

$$mgcos\theta + qEsin\theta = F_N \quad ②$$

$$\text{其中 } F_T = \mu F_N \quad ③$$

由①②③得

$$\mu = \frac{qEcos\theta - mgsin\theta}{mgcos\theta + qEsin\theta}.$$

B 卷

一、选择题

提示 达到静电平衡后,各图电荷分布情况大致如图 2 所示.由于静电屏蔽,选项 A 中验电器的金属箔不能张开;选项 B 中虽然金属网接地,但是金属网仍然处于静电平衡状态,故其内部电场强度处处为 0;选项 C 中金属网外壳带正电,能使验电器的金属箔张开;选项 D 中金属网外部没有电场。

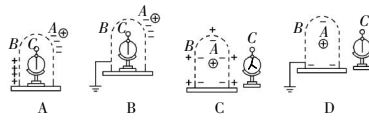


图 2

提示 由电场的叠加原理,等量异种点电荷在其连线的中垂线上的电场强度在 O 点最大.离 O 点越远场强越小,但各点的场强方向是相同的,都是水平向右(如图 3 所示).电子沿中垂线匀速运动时,所受合力为零,电子受到的电场力方向与场强的方向相反,即水平向左,大小先变大后变小,因此另一个力先变大后变小,方向水平向右。

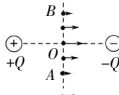


图 3

二、计算题

$$3. \frac{kQL}{(R^2 + L^2)^{\frac{3}{2}}}$$

提示 设想将圆环看成由 n 个 small 段组成,当 n 相当大时,每一小段都可以看成点电荷,其所带电荷量 $Q'=\frac{Q}{n}$,由点电荷场强公式可求得每一小段带电体在 P 处产生的场强为 $E=\frac{kQ}{nr^2}=\frac{kQ}{n(R^2+L^2)}$.如图 4 所示,由对称性知,各小段带电体在 P 处场强 E 的垂直于中心轴的分量 E_y 相互抵消,而其轴向分量 E_x 之和即为带电圆环在 P 处的场强 E_P ,故得 $E_P=nE_x=n\frac{kQ}{n(R^2+L^2)}\cos\theta=\frac{kQL}{(R^2+L^2)^{\frac{3}{2}}}$.

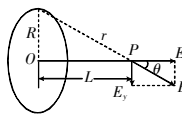


图 4

一、选择题

提示 地板在施工时,地板下面要铺设铝箔,铝箔要连接到地下预埋导体,即将地板上的静电导走,所以防静电地板必须是导电的,如地板中含有导电纤维,故选项 C 正确。

提示 由受力分析可知,A 对 C 的力沿 CA 方向,指向 A,又因为 C 带正电,所以 A 带负电,故 A、C 错误;由几何关系得 $\frac{kqQ_A}{r^2}=\frac{kqQ_B}{(2r)^2}\sin 30^\circ$,

解得 $\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{1}{8}$,故 B 正确,D 错误。

提示 当圆环的 $\frac{1}{4}$ 均匀带电且电荷量为 $+q$

时,圆心 O 处的电场强度大小为 E ,由如图 1 所示的矢量合成可得,当半圆 ABC 均匀带电 $+2q$ 时,在圆心 O 处的电场强度大小为 $\sqrt{2}E$,方向由 O 指向 D;当另一半圆 ADC 均匀带电 $-2q$ 时,同理,在圆心 O 处的电场强度大小为 $\sqrt{2}E$,方向由 O 指向 D;根据矢量的合成法则,圆心 O 处的电场强度的大小为 $2\sqrt{2}E$,方向由 O 指向 D。

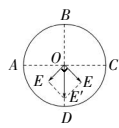


图 1

提示 根据电场线的特点,从正电荷出发到负电荷或无限远终止,而且真空中两点电荷 A、B 形成的电场线关于虚线对称,电场线相斥,可以判断,A、B 是两个等量正电荷,选项 A、B 错误;电场线只是形象描述电场的假想曲线,电场强度与有无电场线无关,a、b 两点处无电场线,其电场强度也不为零,选项 C 错误;在 a、b 两点处场强大小相等、方向相反,同一试探电荷在 a、b 两点所受电场力大小相等,方向一定相反,选项 D 正确。

提示 静电场中某一点的场强 E 是确定的,与是否放检验电荷或检验电荷的电荷量大小无关,当检验电荷的电荷量变化时,其所受的电场力与电荷量成正比,即 $F=qE$,故 A 正确,B、C、D

错误。

提示 由对称性及电场叠加原理可知,除 A 处电荷以及与 A 关于 O 点对称的电荷外,其他电荷的分布关于 O 点对称,它们在 O 处产生的合场强为 0,圆心 O 处的电场可等效为由正 N 边形的顶点 A 放置的一个带电荷量为 $+2q$ 的点电荷与过该点直径的另一端的顶点放置的一个带电荷量为 $-q$ 的点电荷共同产生的,由点电荷电场强度公式知圆心 O 处的场强大小为 $E=\frac{3kq}{R^2}$,故选项 B 正确。

提示 带电小球受到电场力与重力作用,小球沿合力方向做加速直线运动,根据图 2 所示位置可确定电场力的方向,小球在重力和电场力的共同作用下做加速直线运动,当电场力的大小与重力沿合力的垂直方向分力相等时,电场力最小,即 $qE=mgsin\theta$,故 $E=\frac{mgsin\theta}{q}$,故本题选 CD。

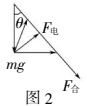


图 2

提示 根据均匀带电球壳在其内部任意一点形成的电场强度为零,知 M 点的电场强度等于以 O 为圆心、半径为 $\frac{1}{2}R$ 的均匀球体在 M 点产生的电场强度,这个球体之外的球壳在 M 点产生的电场强度为零,这个球体所带电荷量为 $q=\frac{4}{3}\pi(\frac{R}{2})^3\rho$,M 点的电场强度大小为 $E_M=\frac{4}{3}\pi R^3\rho Q$,

$k\frac{q}{(\frac{R}{2})^2}=\frac{kQ}{2R^2}$,方向向左;根据对称性知 N 点的电场强度大小也为 $\frac{kQ}{2R^2}$,方向向右;O 点的场强为零,故 A、C 正确,B、D 错误。

提示 对 P 球分析,运用共点力平衡条件得,细线的拉力为 $T=\frac{mg}{\sin\theta}=2mg$,库仑力大小为 $F=\frac{mg}{\tan\theta}=\sqrt{3}mg$,故 A、B 错误;剪断左侧细线的瞬间,库仑力不变,小球 P 所受的合力 $F_{\text{合}}=T=2mg$,根据牛顿第二定律得 $a=2g$,故 C 正确;若两球间

的静电力瞬间消失,则 Q 球的加速度大小为 $a=\frac{mg\cos\theta}{m}=\frac{\sqrt{3}}{2}g$,故 D 正确。

二、计算题

提示 (1)当轻杆竖直固定放置时,小球恰能匀速下滑,故此时小球受力平衡,小球受重力、电场力、轻杆对它的支持力 F_N 和摩擦力,则有 $mg=F_f$, $F_f=\mu F_N$, $F_N=qE$,解得 $E=\frac{mg}{\mu q}=16\text{N/C}$ 。

(2)小球与轻杆之间的摩擦力为零,说明小球与轻杆之间的弹力为零,则有 $qE\cos\theta=mgsin\theta$,得 $\tan\theta=\frac{4}{3}$,即 $\theta=53^\circ$ 。

设小球的加速度为 a ,根据牛顿第二定律有 $mg\cos 53^\circ + qE\sin 53^\circ = ma$,解得 $a=\frac{50}{3}\text{m/s}^2$,由运动学公式有 $v^2=2aL$,解得小球离开轻杆时的速度大小为 $v=2\text{m/s}$ 。

$$11.(1) \frac{mgL^2}{kq}$$

$$(2) \frac{\sqrt{3}}{2}mg$$

提示 (1)当系统平衡以后,B 球受到如图 3 所示的三个力:重力 mg 、细线的拉力 F_1 、库仑斥力 F 。

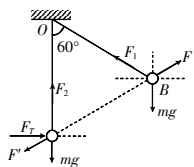


图 3

B 球所受合力为零,由平衡条件得

$$F\cos 30^\circ - F_1\cos 30^\circ = 0$$

$$F\sin 30^\circ + F_1\sin 30^\circ - mg = 0$$

$$\text{由库仑定律得 } F = k\frac{qq_B}{L^2}$$

联立上述三式,可得 B 球的带电荷量

$$q_B = \frac{mgL^2}{kq};$$

(2)A 球受到如图所示的四个力作用,合力为零,得

$$F_T = F' \cdot \cos 30^\circ$$

$$\text{而 } F' = F = k\frac{qq_B}{L^2} = mg$$

所以,A 球受到的水平推力为

$$F_T = mg\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}mg.$$