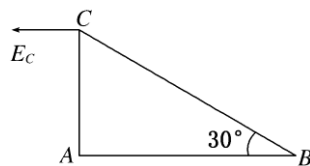


【高二物理 典题训练 03】

场强、电场线 答案详解

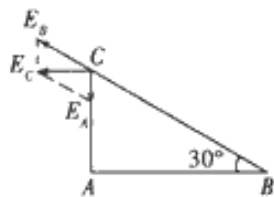
【题型 1】场强的叠加原理

【典例 1】如图所示，A、B、C 三点为一直角三角形的顶点， $\angle B=30^\circ$ 。现在 A、B 两点放置两个点电荷 q_A 、 q_B ，测得 C 点电场强度方向与 AB 平行，问 q_A 带什么电？ $q_A:q_B$ 是多少？



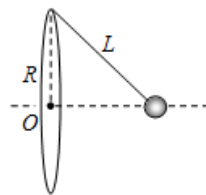
【答案】负电；1:8

【解析】若 A、B 都为正电荷或都为负电荷，或 A 为正电荷、B 为负电荷，C 点合场强的方向均不可能与 AB 平行。所以只能 A 为负电荷、B 为正电荷。根据平行四边形定则，A、B 在 C 点的场强之比为 $E_A:E_B=1:2$ 。又因点电荷的场强公式为 $E=kq/r^2$ ，C 点距离 A、B 两点间的距离比 $r_A:r_B=1:2$ ，可知 $q_A:q_B=1:8$ 。



【考点】场强的叠加原理，平行四边形定则，点电荷场强公式。

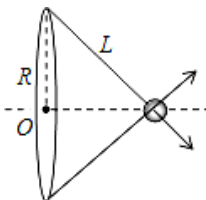
【典例 2】如图所示，均匀带电圆环的总电量为 Q ，环的半径为 R ，在轴线上距环上各点 L 处有一小球，圆环上的电荷在该小球处产生的总场强大小为_____。



【答案】 $\frac{kQ\sqrt{L^2-R^2}}{L^3}$

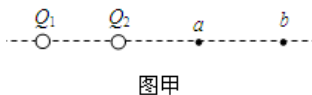
【解析】将带电圆环分成 n 段 (n 为无穷大)，每一小段看作一个点电荷，其所带电量为 $q=Q/n$ ，则每个点电荷在 a 处产生的电场强度大小为： $\Delta E=kq/r^2=kQ/(nL^2)$ ；设 ΔE 与轴线的夹角为 θ 。各小段带电环在 a 处的电场强度 ΔE 的垂直于轴向的分量 ΔE_y 相互抵消，而 ΔE 的轴向的分量 ΔE_x 之和即为带电环在 a 处的场强 E_a ，则： $E_a=n\Delta E_x=n\Delta E\cos\theta$ ，而 $\cos\theta=(L^2-R^2)^{1/2}/L$ ，联立解得：

$$E_a = \frac{kQ\sqrt{L^2-R^2}}{L^3}。$$

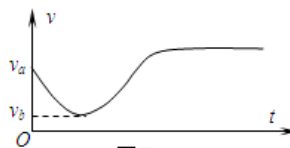


【考点】场强的叠加原理，微元法，点电荷场强公式。

【典例 3】如图甲所示， Q_1 、 Q_2 为两个被固定的点电荷，其中 Q_1 带负电， a 、 b 两点在它们连接的延长线上。现有一带负电的粒子以一定的初速度沿直线从 a 点开始经 b 点向远处运动（粒子只受电场力作用），粒子经过 a 、 b 两点时的速度分别为 v_a 、 v_b ，其速度图象如图乙所示，以下说法中不正确的是（ ）



图甲



图乙

A. Q_2 一定带正电

B. Q_2 的电量一定大于 Q_1 的电量

C. b 点的电场强度一定为零

D. 在 Q_1 、 Q_2 连线及延长线上， Q_1 、 Q_2 产生的场强大小相等的点有两个

【答案】B

【解析】A、C，从速度图象上看，可见 a 到 b 做加速度减小的减速运动，在 b 点时粒子运动的加速度为零，则电场力为零，所以该点场强为零。 Q_1 对负电荷的电场力向右，则 Q_2 对负电荷的电场力向左，所以 Q_2 带正电。故 A、C 正确。

B、由上知， b 点场强为零，可见两点电荷在 b 点对负电荷的电场力相等，方向相反，根据库仑定律 $F=kq_1q_2/r^2$ ， b 到 Q_1 的距离大于到 Q_2 的距离，所以 Q_1 的电量大于 Q_2 的电量，故 B 错误。

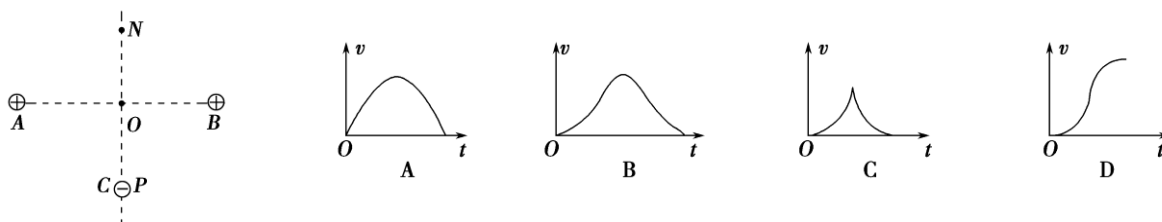
D、由于 Q_1 的电量大于 Q_2 的电量，在 Q_1 、 Q_2 左侧， Q_1 产生的场强恒大于 Q_2 的场强；在 Q_1 、 Q_2 连线上，存在二者场强大小相等，方向相同的一点；在 Q_1 、 Q_2 右侧的 b 点，合场强为 0，即二者场强大小相等，方向相反。共存在两点，D 正确。

本题选错误的，故选 B。

【考点】场强的叠加原理，库仑定律，能量守恒，点电荷的场强分布规律。

【题型 2】常见重要电场的电场分布

【典例 4】如图所示，两个带等量的正电荷的小球 A、B(可视为点电荷)，被固定在光滑的绝缘的水平面上，P、N 是小球 A、B 的连线的水平中垂线上的两点，且 $PO=ON$ 。现将一个电荷量很小的带负电的小球 C(可视为质点)，由 P 点静止释放，在小球 C 向 N 点的运动的过程中，下列关于小球 C 的速度图象中，可能正确的是 ()



【答案】AB

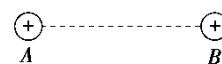
【解析】在 AB 的垂直平分线上，从无穷远处到 O 点电场强度先变大后变小，到 O 点变为零，负电荷受力沿垂直平分线运动，电荷的加速度先变大后变小，速度不断增大，在 O 点加速度变为零，速度达到最大， $v-t$ 图线的斜率先变大后变小；由于等量同种电荷的电场分布关于 AB 连线对称，故由 O 点到无穷远，速度变化情况与另一侧速度的变化情况具有对称性。

如果 PN 足够远，即 PN 连线上包含场强最大点时，B 正确；如果 PN 很近，即 PN 连线上不包含场强最大点时，A 正确。

【考点】等量同种电荷的电场分布，场强与加速度的关系。

【典例 5】如图所示，真空中 A、B 两点固定两个等量正电荷，一个具有初速度的带负电的粒子仅在这两个电荷的作用下，可能做 ()

- A. 匀速直线运动
- B. 匀变速直线运动
- C. 匀变速曲线运动
- D. 匀速圆周运动



【答案】D

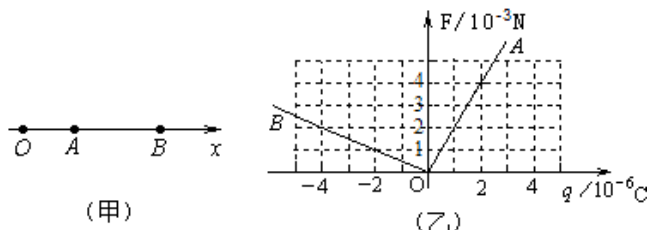
【解析】两个等量正电荷的电场中，场强处处不等，带负电的粒子所受电场力处处不等，加速度不可能恒定，所以只受电场力时不可能做匀速直线运动、匀变速直线运动和匀变速曲线运动。只有在垂直于两电荷连线且过连线的中点的平面上、以垂足为圆心的圆周上各点场强大小相等，方向由垂足向外，因此带负电的粒子在此平面上以垂足为圆心的各点所受电场力大小相等，方向总指向垂足，所以可以在此平面上做匀变速直线运动。

【考点】等量同种电荷的电场分布，电场力。

【题型 3】电场线与场强的综合应用

【典例 6】如图（甲）所示，在 x 轴上有一个点电荷 Q （图中未画出）， O 、 A 、 B 为轴上三点。放在 A 、 B 两点的检验电荷受到的电场力跟检验电荷所带电荷量的关系如图（乙）所示。以 x 轴的正方向为电场力的正方向，则（ ）

- A. 点电荷 Q 一定为正电荷
- B. 点电荷 Q 在 AB 之间
- C. A 点的电场强度大小为 $2 \times 10^3 \text{ N/C}$
- D. 点电荷 Q 到 A 、 B 的距离之比为 $1:2$



【答案】BCD

【解析】 A 、 B 由图（乙），正检验电荷放在 A 点和负检验电荷放在 B 点所受电场力方向均沿 x 轴正方向，说明 A 点场强向右， B 点场强向左，故点电荷 Q 为负电荷，放在 AB 之间，故 A 错误， B 正确。
 C、图线斜率表示场强，可知 A 点场强大小为 $2 \times 10^3 \text{ N/C}$ 。
 D、根据图线斜率， B 点场强大小为 $5 \times 10^2 \text{ N/C}$ ，根据点电荷场强 $E = kQ/r^2$ ，可知到 A 、 B 的距离之比 $r_A : r_B = (E_B : E_A)^{1/2} = 1 : 2$ 。

【考点】点电荷场强，电场力与场强的方向关系， $F-q$ 图象斜率的物理意义。

【典例 7】如图所示，实线是一个电场中的电场线，虚线是一个负试探电荷在这个电场中的轨迹。若电荷是从 a 处运动到 b 处，则下列判断正确的是（ ）

- A. 电荷从 a 处到 b 处加速度减小
- B. b 处电势能比 a 处的大
- C. a 处电势比 b 处的高
- D. 电荷在 b 处速度比 a 处的小

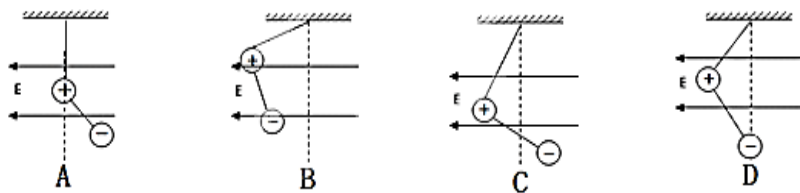


【答案】BCD

【解析】 A 、电场线密的地方电场的强度大，电场线疏的地方电场的强度小，所以粒子在 b 点的加速度大，所以 A 错误；
 B、根据从 a 到 b 的运动轨迹，可知负电荷所受的电场力大体指向弯曲一侧，所以电场线的方向大体指向上方，所以电场力做负功，电势能增加，所以 b 处电势能大，所以 B 正确；
 C、由上选项可知，电场线的方向向上，所以 a 点的电势大于 b 点的电势，所以 C 正确；
 D、由 B 分析可知，电场力做负功，电势能增加，速度减小，电荷在 b 处速度小，所以 D 正确。

【考点】电场力，电场线，场强。

[典例 8] a 、 b 两个带电小球的质量均为 m ，所带电荷量分别为 $+2q$ 和 $-q$ ，两球间用绝缘细线连接， a 球又用长度相同的绝缘细线悬挂在天花板上，在两球所在的空间有方向向左的匀强电场，电场强度为 E ，平衡时细线都被拉紧。则平衡时可能位置是 ()

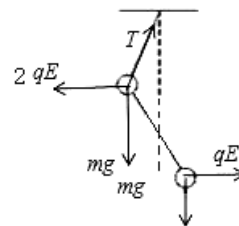


【答案】 C

【解析】 a 球带正电，受到的电场力大小为 $2qE$ ，水平向左， b 带负电，受到的电场力大小为 qE ，方向水平向右。

(1) 以整体为研究对象，整体所受重力为 $2mg$ ，所受的电场力大小为 qE ，方向水平向左，上面绳子应向左偏转，上端绳与竖直方向夹角 θ 满足 $\tan \theta = qE/(2mg)$ 。

(2) 对 b 球研究可知，下面绳子应向右偏转，下端绳与竖直方向夹角 α 满足 $\tan \alpha = qE/mg$ 。通过作图或直接比较大小，易得 $\theta < \alpha$ ，即上端绳更倾斜，下端绳倾角较平缓，故选 C。



【考点】 电场力，电场线，受力分析，整体法与隔离法。

【拓展】 A 选项对应 a 、 b 两小球带电量为 $+q$ 和 $-q$ ；

D 选项对应 a 、 b 两小球带电量为 $+3q$ 和 $-q$ 。

其它条件均不改变。请自行通过受力分析证明其正确性。